TRUST
GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

nexa

EMPREENDEDOR: NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. | UNIDADE TRÊS MARIAS

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais

Agosto/2024
Belo Horizonte - MG

NXTM-DSR-EIA-V11.docx



Projeção da Futura Pilha de Disposição a Seco de Resíduos Industriais

SUMÁRIO

1 Introdução 48
1.1 Localização do Empreendimento 49
1.2 Histórico da Unidade Três Marias e da Disposição de Resíduos Industriais 51
2 Identificação 54
3 Estudo de Alternativas 57
3.1 Alternativas Locacionais 57
3.1.1 Seleção da Alternativa Locacional 63
3.1.2 Inserção Geográfica do Projeto (Avaliação de Critérios Locacionais) 67
3.2 Alternativas Tecnológicas 71
3.2.1 Disposição do Resíduo em Depósito ou Barragem de Contenção 71
3.2.2 Projeto Concreto 71
3.2.3 Projeto Granito Artificial 73
3.2.4 Projeto Underflow do pH9 para Fertirrigação 75
3.2.5 Projeto Disposição a Seco dos Resíduos Industriais 76
3.2.6 Seleção da Alternativa Tecnológica 77
3.3 Alternativa Zero 78
4 Aspectos Legais 79
5 Compatibilidade com Planos, Programas e Projetos Colocalizados 98
5.1 Esfera Federal 105
5.1.1 Plano Nacional de Mineração 105
5.1.2 Plano Nacional de Recursos Hídricos 107
5.1.3 Plano Nacional de Segurança Hídrica 108
5.1.4 Plano Nacional de Resíduos Sólidos 110
5.1.5 Plano Nacional de Adaptação à Mudança Climática 110
5.1.6 Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono 112
5.1.7 Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas 114
5.1.8 Programa Águas Brasileiras 116
5.1.9 Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 117
5.2 Esfera Estadual 118
5.2.1 Plano Estadual de Mineração – Minas Gerais 118
5.2.2 Plano Estadual de Recursos Hídricos – Minas Gerais 118
5.2.3 Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado 119
5.2.4 Plano Estratégico para o Desenvolvimento Sustentável do Turismo em Minas Gerais 119
5.2.5 Plano Estadual de Energia e Mudanças Climáticas 120
5.2.6 Programa Estadual de Conservação da Água 120

5.2.7 Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais 121
5.2.8 Plano Estadual de Saneamento Básico de Minas Gerais – PESB-MG 122
5.2.9 Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) 124
5.3 Esfera Municipal 136
5.3.1 Plano Diretor de Três Marias 136
5.3.2 Macrozoneamento Ambiental Integrado de Três Marias 140
5.3.3 Plano Setorial da Pesca e Turismo do Bairro Beira Rio 142
5.3.4 Plano Diretor de Turismo de São Gonçalo do Abaeté 143
5.3.5 Plano Municipal de Saneamento Básico de Três Marias 144
5.3.6 Programa ICMS Patrimônio Cultural de Três Marias 145
5.4 Demais Planos, Programas e Projetos da Região 145
5.4.1 UHE Formoso 145
5.4.2 UHE Três Marias 146
5.4.3 Usina Fotovoltaica de Três Marias 147
5.4.4 Linha de Transmissão Três Marias 4/UHE Três Marias - 289 KV 148
5.4.5 Usina Fotovoltaica Jusante de São Gonçalo do Abaeté 149
5.4.6 Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - Consórcio Regional de Saneamento Básico Central de Minas 149
5.4.7 Circuito Turístico do Lago de Três Marias 150
5.4.8 Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – MacroZEE BHSF 150
5.4.9 Consórcio dos Municípios do Lago de Três Marias – COMLAGO 152
6 Órgãos e Entidades Envolvidos 153
7 Caracterização do Empreendimento 154
7.1 Justificativa Técnica do Projeto 156
7.2 Testes Industriais Desenvolvidos para Viabilizar a Disposição a Seco 159
7.3 Caracterização do Resíduo Industrial 160
7.3.1 Características Químicas 160
7.3.2 Características Geotécnicas 169
7.3.3 Estimativa de Geração de Resíduo 180
7.4 Caracterização da Planta de Filtragem/Cimentação de Resíduos Industriais 181
7.4.1 Arranjo Geral e Principais Características da Planta Testes de Filtragem/Cimentação 181
7.4.2 Arranjo Geral e Principais Características da Nova Planta de Filtragem/Cimentação 182
7.4.3 Processo de Filtragem/Cimentação 182
7.4.4 Efluentes Líquidos Remanescente dos Filtros 185
7.4.5 Sistema de Drenagem de Piso 185
7.4.6 Pond de Emergência 185

7.5 Caracterização da Pilha de Resíduos Industriais 186
7.5.1 Arranjo Geral e Principais Características da Pilha 186
7.5.2 Premissas Gerais do Projeto 190
7.5.3 Projeto Geométrico da Pilha 191
7.5.4 Estudos de Estabilidade de Taludes (Fatores de Segurança de Projeto) 191
7.5.5 Estruturas Hidráulicas Superficiais e Critérios de Dimensionamento 206
7.5.6 Drenagem Interna 235
7.5.7 Impermeabilização e Sistema de Detecção de Vazamento 244
7.6 Fase de Planejamento (Investigações Preliminares) 247
7.6.1 Levantamento Topográfico 247
7.6.2 Estudos Geológicos-Estruturais 248
7.6.3 Estudos de Sismicidade Regional 249
7.6.4 Estudos Geológico-Geotécnico 251
7.6.5 Estudos Hidrogeológicos 265
7.6.6 Estudos Hidrológicos 268
7.6.7 Imóveis para Implantação do Empreendimento 268
7.7 Fase de Implantação 270
7.7.1 Canteiro de Obras 270
7.7.2 Corte de Árvores Isoladas e Limpeza de Terreno 270
7.7.3 Áreas de Empréstimo, Bota-Fora e Terraplenagem 271
7.7.4 Interferências e Relocações 272
7.7.5 Acessos Internos ao Empreendimento 273
7.7.6 Obras Civis e Eletromecânicas 276
7.7.7 Implantação de Instrumentação para Monitoramento Geotécnico 277
7.7.8 Utilidades de Apoio à Implantação 280
7.7.9 Principais Aspectos Ambientais da Etapa de Implantação 282
7.7.10 Mão-de-Obra Prevista para Implantação 283
7.7.11 Cronograma de Implantação 284
7.8 Fase de Operação 284
7.8.1 Fluxograma do Processo Produtivo Anterior e Previsto para a Unidade Três Marias 284
7.8.2 Transporte e Disposição de Resíduos Industriais na Pilha 286
7.8.3 Processo Operacional 286
7.8.4 Recuperação, Adução e Tratamento de Efluente Armazenado no Sump 288
7.8.5 Gestão de Segurança da Pilha 291
7.8.6 Utilidades de Apoio à Operação 293
7.8.7 Principais Aspectos Ambientais da Etapa de Operação 294
7.8.8 Mão de Obra Prevista para Operação 296

7.8.9 Cronograma de Operação (Vida Útil Estimada) ... 296
7.9 Fase de Descomissionamento ... 296
7.9.1 Impermeabilização e Revegetação ... 297
7.9.2 Drenagem Superficial ... 298
7.9.3 Instrumentação ... 301
7.9.4 Recomendações de Segurança para a Fase de Descomissionamento ... 301
7.9.5 Medidas de Monitoramento e Acompanhamento ... 302
7.9.6 Possíveis Usos Futuros ... 304
7.10 Compensação Ambiental ... 304
8 Áreas de Estudo ... 304
8.1 Área Diretamente Afetada ... 305
8.2 Área de Estudo Local ... 308
8.2.1 Meios Físico ... 308
8.2.2 Meio Biótico ... 311
8.2.3 Meio Socioeconômico ... 313
8.3 Área de Estudo Regional ... 316
8.3.1 Meios Físico e Biótico ... 316
8.3.2 Meio Socioeconômico ... 318
9 Diagnóstico Ambiental ... 320
9.1 Meio Físico ... 320
9.1.1 Clima e Meteorologia ... 320
9.1.2 Qualidade do Ar ... 338
9.1.3 Mudanças Climáticas ... 366
9.1.4 Ruído Ambiental e Vibração ... 373
9.1.5 Geologia ... 389
9.1.6 Geomorfologia ... 404
9.1.7 Susceptibilidade a Processos Erosivos ... 420
9.1.8 Pedologia e Aptidão Agrícola ... 434
9.1.9 Espeleologia ... 457
9.1.10 Recursos Hídricos Superficiais ... 471
9.1.11 Qualidade das Águas Superficiais ... 498
9.1.12 Recursos Hídricos Subterrâneos ... 576
9.1.13 Qualidade das Águas Subterrâneas ... 590
9.1.14 Áreas Contaminadas ... 635
9.2 Meio Biótico ... 695
9.2.1 Flora ... 695
9.2.2 Fauna Terrestre e Aquática ... 755

9.3 Meio Socioeconômico 1000
9.3.1 Introdução 1000
9.3.2 Metodologia 1000
9.3.3 Resultados 1002
9.3.4 Síntese Conclusiva 1190
9.4 Análise Integrada do Diagnóstico Ambiental 1191
10 Passivos Ambientais 1203
10.1 Introdução 1203
10.2 Metodologia 1203
10.3 Resultados 1204
10.3.1 Áreas Impactadas na Área Diretamente Afetada do Projeto 1204
10.3.2 Áreas Contaminadas na região da ADA 1209
10.4 Síntese Conclusiva 1217
11 Identificação e Avaliação de Impactos Socioambientais 1218
11.1 Metodologia Aplicada 1219
11.2 Avaliação de Impactos 1222
11.2.1 Impactos sobre o Meio Físico 1222
11.2.2 Impactos sobre o Meio Biótico 1267
11.2.3 Impactos sobre o Meio Socioeconômico 1290
12 Áreas de Influência 1316
12.1 Área Diretamente Afetada - ADA 1317
12.2 Áreas de Influência do Meio Físico 1319
12.2.1 Área de Influência Direta - AID 1319
12.2.2 Área de Influência Indireta - AII Meio Físico 1326
12.3 Áreas de Influência do Meio Biótico 1332
12.3.1 Área de Influência Direta do Meio Biótico 1332
12.3.2 Área de Influência Indireta do Meio Biótico 1334
12.4 Áreas de Influência do Meio Socioeconômico 1336
12.4.1 Área de Influência Direta do Meio Socioeconômico 1336
12.4.2 Área de Influência Indireta do Meio Socioeconômico 1340
13 Programas de Mitigação, Monitoramento, Compensação e Recuperação 1342
13.1 Programa de Gestão de Resíduos Sólidos 1346
13.1.1 Justificativa 1346
13.1.2 Objetivos 1347
13.1.3 Diretrizes Metodológicas 1347
13.2 Programa de Gestão de Qualidade do Ar 1349
13.2.1 Justificativa 1349

13.2.2 Objetivos 1349
13.2.3 Diretrizes Metodológicas 1349
13.3 Programa de Gestão dos Níveis de Ruído 1350
13.3.1 Justificativa 1350
13.3.2 Objetivos 1350
13.3.3 Diretrizes Metodológicas 1350
13.4 Programa de Monitoramento Qualiquantitativo das Águas Superficiais, Subterrâneas e dos Efluentes Líquidos 1351
13.4.1 Justificativa 1351
13.4.2 Objetivos 1352
13.4.3 Diretrizes Metodológicas 1353
13.5 Programa de Controle e Monitoramento Geotécnico 1354
13.5.1 Justificativa 1354
13.5.2 Objetivos 1354
13.5.3 Diretrizes Metodológicas 1354
13.6 Programa de Controle de Processos Erosivos e Disciplinamento de Águas Pluviais 1355
13.6.1 Justificativa 1355
13.6.2 Objetivos 1355
13.6.3 Diretrizes Metodológicas 1356
13.7 Programa de Recuperação de Áreas Degradadas 1357
13.7.1 Justificativa 1357
13.7.2 Objetivos 1357
13.7.3 Diretrizes Metodológicas 1357
13.8 Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre 1358
13.8.1 Justificativa 1358
13.8.2 Objetivos 1358
13.8.3 Diretrizes Metodológicas 1358
13.9 Programa de Monitoramento da Fauna Aquática 1359
13.9.1 Justificativa 1359
13.9.2 Objetivos 1359
13.9.3 Diretrizes Metodológicas 1359
13.10 Programa de Compensação Florestal por Corte de Indivíduo de Pequi (*Caryocar brasiliense*) 1360
13.10.1 Justificativa 1360
13.10.2 Objetivo 1360
13.10.3 Diretrizes Metodológicas 1360
13.11 Programa de Diversificação Econômica 1361
13.11.1 Justificativa 1361
13.11.2 Objetivos 1361

13.11.3 Diretrizes Metodológicas 1361
13.12 Programa de Comunicação Social 1362
13.12.1 Justificativa 1362
13.12.2 Objetivos 1363
13.12.3 Diretrizes Metodológicas 1363
13.13 Programa de Gestão de Mão de obra 1363
13.13.1 Justificativa 1363
13.13.2 Objetivos 1364
13.13.3 Diretrizes Metodológicas 1364
13.14 Programa de Gestão de Tráfego 1365
13.14.1 Justificativa 1365
13.14.2 Objetivos 1366
13.14.3 Diretrizes Metodológicas 1366
13.15 Programa de Compensação Ambiental 1367
13.15.1 Justificativa 1367
13.15.2 Objetivos 1367
13.15.3 Diretrizes Metodológicas 1367
13.16 Programa de Educação Ambiental 1369
13.17 Plano de Fechamento 1370
14 Prognóstico Ambiental 1370
14.1 Sem o Empreendimento 1371
14.2 Com o Empreendimento 1372
15 Conclusão 1374
16 Referências Bibliográficas 1375

LISTA DE TABELA

| Tabela 1-1: Cronograma simplificado de implantação e operação do Projeto Disposição a Seco dos Resíduos Industriais da Unidade Três Marias 49

| Tabela 3-1: Alternativas locacionais para construções das estruturas da Unidade Três Marias 57

| Tabela 3-2: Análise das alternativas locacionais da área diretamente afetada do projeto de disposição de resíduos industriais a seco da Unidade Três Marias 61

| Tabela 3-3: Síntese da inserção geográfica da área diretamente afetada pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias 68

| Tabela 4-1: Política de Meio Ambiente 79

| Tabela 4-2: Licenciamento Ambiental 80

| Tabela 4-3: Zoneamento Ecológico Econômico 81

| Tabela 4-4: Patrimônio Cultural 82

| Tabela 4-5: Patrimônio Espeleológico 83

| Tabela 4-6: Unidades de Conservação 84

| Tabela 4-7: Compensação Ambiental 85

| Tabela 4-8: Supressão de Vegetação e Compensação Florestal 86

| Tabela 4-9: Recursos Hídricos e Qualidade das Águas 87

| Tabela 4-10: Qualidade do Ar 91

| Tabela 4-11: Ruído Ambiental e Vibração 91

| Tabela 4-12: Resíduos Sólidos 92

| Tabela 4-13: Responsabilidade Civil 94

| Tabela 4-14: PRAD 94

| Tabela 4-15: Flora e Fauna 95

| Tabela 4-16: Áreas de Preservação Permanente, Reserva Legal e Cadastro Ambiental Rural 97

| Tabela 4-17: Bioma Cerrado 98

| Tabela 4-18: Áreas Contaminadas 98

| Tabela 5-1: Síntese dos Programas, Planos e Projetos colocalizados 99

| Tabela 5-2: Objetivos Estratégicos do PNM-2030 106

| Tabela 5-3: Programas e Iniciativas do Plano MBC 113

| Tabela 5-4: Status de desenvolvimento do Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais 122

| Tabela 5-5: Índice de Vulnerabilidade Natural / situação atual das áreas 127

| Tabela 7-1: Principais referências utilizadas para composição da Caracterização do Empreendimento do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias. 154

| Tabela 7-2: Resultados dos ensaios de lixiviação (Norma ABNT 10.005:2004) das amostras com resíduo industrial filtrado e resíduo filtrado/cimentado | Laboratório Engequisa 162

| Tabela 7-3: Resultados dos ensaios de solubilização (Norma ABNT 10.006:2004) das amostras com resíduo industrial filtrado e resíduo filtrado/cimentado | Laboratório Engequisa 165
| Tabela 7-4: Resultados dos ensaios de lixiviação (Norma ABNT 10.005:2004) das amostras com resíduo industrial filtrado e resíduo filtrado/cimentado | UFRGS 168
| Tabela 7-5: Resultados dos ensaios de solubilização (Norma ABNT 10.006:2004) das amostras com resíduo industrial filtrado e resíduo filtrado/cimentado | UFRGS 169
| Tabela 7-6: Caracterização geotécnica básica 170
| Tabela 7-7: Dados geométricos da pilha 187
| Tabela 7-8: Granulometria do material de resíduo a ser empilhado 190
| Tabela 7-9: Cenários de avaliação de estabilidade de taludes 193
| Tabela 7-10: Condições de Poropressão e sismicidade estabelecidas 194
| Tabela 7-11: Parâmetros de resistência adotados na análise de estabilidade da pilha de resíduos 194
| Tabela 7-12: Resumo dos Fatores de segurança obtidos pelas seções analisadas 206
| Tabela 7-13: Síntese das estruturas de drenagem projetadas 208
| Tabela 7-14: Estações pluviométricas próximas à área do projeto 210
| Tabela 7-15: Precipitação total (mm) obtidas a partir da série histórica das estações de referência 211
| Tabela 7-16: Coeficientes de escoamento para cada de uso e ocupação do solo 212
| Tabela 7-17: Identificação e extensão das áreas de contribuição delimitadas 212
| Tabela 7-18: Cálculo da vazão de projeto de cada estrutura 215
| Tabela 7-19: Resultados da determinação da capacidade de escoamento das canaletas - fórmula de Manning para as canaletas de berma e canal de acesso 218
| Tabela 7-20: Determinação da capacidade de escoamento nos diferentes trechos do canal periférico 02 219
| Tabela 7-21: Determinação da capacidade de escoamento nos diferentes trechos do CP 03, CP 04 e CP 05 220
| Tabela 7-22: Determinação da capacidade de escoamento nos diferentes trechos do canal de desvio 01 221
| Tabela 7-23: Determinação da capacidade de escoamento nos diferentes trechos do canal de desvio 02 223
| Tabela 7-24: Dimensionamento hidráulico das descidas d'água entre taludes 225
| Tabela 7-25: Dimensionamento hidráulico dos bueiros 225
| Tabela 7-26: Dimensionamento das bacias de dissipação 225
| Tabela 7-27: Critérios de risco hidrológico associado à categoria do dano associado 227
| Tabela 7-28: Risco Hidrológico da Pilha de Resíduos Industriais 227
| Tabela 7-29: Vida útil máxima associada ao risco hidrológico de projeto 228
| Tabela 7-30: Cálculo do volume de armazenamento de sedimentos 229
| Tabela 7-31: Simulação de trânsito de cheias (TR 100 anos e bombeamento de 300 m^3/h) 230
| Tabela 7-32: Simulação de trânsito de cheias (TR 500 anos e bombeamento de 300 m^3/h) 230
| Tabela 7-33: Parâmetros obtidos para o cálculo do *fetch* e amplitude da onda eólica 233
| Tabela 7-34: Verificação da amplitude da onda eólica 233
| Tabela 7-35: Dados da Curva Cota-Área-Volume do *Sump* 234

| Tabela 7-36: Síntese do dimensionamento do *Sump* 235
| Tabela 7-37: Condutividade Hidráulica em Regime Turbulento – Dreno menor 239
| Tabela 7-38: Dimensionamento do Dreno – Dreno menor 240
| Tabela 7-39: Balanço Hídrico, Vazão de Infiltração e Verificação do Dreno -– Dreno menor 241
| Tabela 7-40: Dimensionamento do Dreno -– Dreno maior 242
| Tabela 7-41: Balanço Hídrico, Vazão de Infiltração e Verificação do Dreno -– Dreno maior 243
| Tabela 7-42: Registro de incidência regional de sismos nas proximidades da estrutura analisada 250
| Tabela 7-43: Interpretação das sondagens executadas na área do projeto 258
| Tabela 7-44: Levantamento de sondagens com as respectivas informações de nível d'água subterrânea na área do projeto 266
| Tabela 7-45: Áreas dos materiais de bota espera e bota-fora para o projeto 272
| Tabela 7-46: Instrumentação proposta para a pilha de disposição a seco de resíduos 279
| Tabela 7-47: Estruturação do SIGDep, sistema utilizado para monitoramento das estruturas de disposição em pilha da Unidade Três Marias 292
| Tabela 7-48: Referência inicial para compensação ambiental 304
| Tabela 9-1: Estações climatológicas e pluviométricas de referência 322
| Tabela 9-2: Padrões de Qualidade do Ar - PQAr 340
| Tabela 9-3: Descrição da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar – Nexa / Unidade TM 341
| Tabela 9-4:Método de amostragem e período de dados analisados 344
| Tabela 9-5: Pontos de receptores discretos 346
| Tabela 9-6: Concentrações de *background* utilizados na modelagem, média mensal (2018-2022), para SO2 e NO2 361
| Tabela 9-7: Concentrações de *background* utilizados na modelagem para PTS, MP10 e MP2,5 por setor de referência 361
| Tabela 9-8: Vulnerabilidade às mudanças climáticas e seus componentes municípios de São Gonçalo do Abaeté e Três Marias 371
| Tabela 9-9: Limite dos níveis de pressão sonora de acordo com a tipologia de áreas, conforme a norma ABNT NBR 10.151:2019 374
| Tabela 9-10: Limites de velocidade de vibração de partícula de pico por faixas de frequência 375
| Tabela 9-11: Limite de vibração de curta duração em edificações 375
| Tabela 9-12: Localização dos pontos de monitoramento de ruído e vibração 376
| Tabela 9-13: Dados utilizados para composição do diagnóstico de ruído e vibração 381
| Tabela 9-14: Equipamentos utilizados nas amostragens de ruído e vibração 382
| Tabela 9-15: Coluna litoestratigráfica das áreas de estudos 393
| Tabela 9-16: Processos minerários interceptados pela área de estudos local 402
| Tabela 9-17: Estabilidade das categorias morfodinâmicas 422
| Tabela 9-18: Escala de vulnerabilidade das Unidades Territoriais 423
| Tabela 9-19: Atribuições ao tema geologia utilizadas na modelagem 426

Tabela 9-20: Atribuições ao tema geomorfologia utilizadas na modelagem 426
Tabela 9-21: Atribuições ao tema pedologia utilizadas na modelagem 427
Tabela 9-22: Atribuições ao tema uso e ocupação do solo utilizadas na modelagem 427
Tabela 9-23: Classes de aptidão agrícola nas áreas de estudo 442
Tabela 9-24: Tabela de pontos coletados – Área de Empréstimo 2 (AE2) 446
Tabela 9-25: Tabela de pontos coletados – Oeste 3 (O3) 447
Tabela 9-26: Tabela de pontos coletados – Planta Cimentação (PC) 448
Tabela 9-27: Valores dos parâmetros de caracterização do solo na área de estudo 451
Tabela 9-28: Parâmetros e resultados analisados mapas de distribuição espacial 453
Tabela 9-29: Valores dos parâmetros de caracterização do solo na área de estudo 454
Tabela 9-30: Valores dos parâmetros de caracterização do solo na área de estudo 455
Tabela 9-31: Variáveis consideradas para confecção do mapa de potencial espeleológico 461
Tabela 9-32: Estimativa do potencial espeleológico brasileiro em relação às cavernas conhecidas por litologia 463
Tabela 9-33: Classificação litológica: grau de potencialidade de ocorrência de cavernas do Brasil 463
Tabela 9-34: Descrições e registros fotográficos dos pontos de controle de campo 469
Tabela 9-35: Densidade de caminhamento espeleológico 471
Tabela 9-36: Áreas de drenagem e extensão dos cursos d'água das sub-bacias abrangidas pela área de estudo local 479
Tabela 9-37: Informações gerais das estações pluviométricas selecionadas 485
Tabela 9-38: Informações gerais da estação fluviométrica empregada nos estudos 489
Tabela 9-39: Série histórica de vazões médias mensais (m^3/s) na estação UHE Três Marias Jusante (41020002) 491
Tabela 9-40: Indicadores de vazões na estação UHE Três Marias Jusante (41020002) 494
Tabela 9-41: Outorgas e cadastros de uso insignificante das águas superficiais na área de estudo local do projeto 496
Tabela 9-42: Rede de monitoramento da qualidade das águas superficiais 500
Tabela 9-43: Parâmetros analisados no monitoramento da qualidade das águas superficiais 505
Tabela 9-44: Resultados das Análises no Rio São Francisco – Ponto ZM1 (2018 a 2024) 511
Tabela 9-45: Resultados das Análises no Rio São Francisco – Ponto SF3 (2018 a 2024) 512
Tabela 9-46: Resultados das Análises no Rio São Francisco – Ponto ZM2 (2018 a 2024) 513
Tabela 9-47: Resultados das Análises no Rio São Francisco – Ponto SF4 (2018 a 2024) 514
Tabela 9-48: Resultados das Análises no Rio São Francisco – Ponto SF5 (2018 a 2024) 515
Tabela 9-49: Resultados das Análises no Rio São Francisco – Ponto SF6 (2018 a 2024) 516
Tabela 9-50: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Barreiro Grande – Ponto BG01 (2018 a 2024) 522
Tabela 9-51: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Barreiro Grande – Ponto BG02 (2018 a 2024) 523
Tabela 9-52: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Barreiro Grande – Ponto BG03 (2018 a 2024) 524

| Tabela 9-53: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Barreiro Grande – Ponto BG04 (2018 a 2024) 525
| Tabela 9-54: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Consciência – Ponto C1 entre os anos de 2018 e 2024 532
| Tabela 9-55: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Consciência – Ponto C2 entre os anos de 2018 e 2024 533
| Tabela 9-56: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Consciência – Ponto C3 entre os anos de 2018 e 2024 534
| Tabela 9-57: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Consciência – Ponto CF entre os anos de 2018 e 2024 535
| Tabela 9-58: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Consciência – Ponto C4 entre os anos de 2018 e 2024 536
| Tabela 9-59: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego da Lavagem – Ponto D entre os anos de 2018 e 2024 542
| Tabela 9-60: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego da Lavagem – Ponto CL1 entre os anos de 2018 e 2024 543
| Tabela 9-61: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Retiro Velho – REV01 entre os anos de 2018 e 2024 552
| Tabela 9-62: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Retiro Velho – REV02 entre os anos de 2018 e 2024 553
| Tabela 9-63: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Retiro Velho – Estudos WSP 554
| Tabela 9-64: Estatística principais parâmetros córrego Retiro Velho 561
| Tabela 9-65: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Martinha – MAR02 (2018 a 2024) 565
| Tabela 9-66: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Martinha – Estudos WSP (ASUP-01 M-BG | ASUP-02 M-BG) 566
| Tabela 9-67: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Martinha – Estudos WSP (ASUP-03 M-BG | ASUP-04 M-BG) 567
| Tabela 9-68: Estatística principais parâmetros córrego Martinha 572
| Tabela 9-69: Compartimentação hidrolitológicas das áreas de estudos 578
| Tabela 9-70: Resumo das principais características das unidades locais 582
| Tabela 9-71: Outorgas e cadastros de uso insignificante de água subterrânea na área de estudo local do projeto 587
| Tabela 9-72: Rede de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas 592
| Tabela 9-73: Parâmetros e limites de referências legais da rede de amostragem Nexa 594
| Tabela 9-74: Parâmetros e limites de referências legais da rede de monitoramento WSP 595
| Tabela 9-75: Parâmetros e limites de referências legais dos poços de monitoramento dos estudos de *baseline* da WSP (2024) 596
| Tabela 9-76: Resultados das Análises do Ponto PMA-01 (Jan-18 a Fev-20) 600
| Tabela 9-77: Resultados das Análises do Ponto PMA-01 (mar-20 a abr/22) 601
| Tabela 9-78: Resultados das Análises do Ponto PMA-01 (mai-22 a jun-24) 602
| Tabela 9-79: Resultados das Análises do Ponto PMA-02B (jan-18 a fev-20) 603

| Tabela 9-80: Resultados das Análises do Ponto PMA-02B (mar-20 a abr-22) 604
| Tabela 9-81: Resultados das Análises do Ponto PMA-02B (mai-22 a jun-24) 605
| Tabela 9-82: Resultados das Análises do Ponto PMA-03B (jan-18 a fev-20) 606
| Tabela 9-83: Resultados das Análises do Ponto PMA-03B (mar-20 a abr-22) 607
| Tabela 9-84: Resultados das Análises do Ponto PMA-03B (mai-22 a jun-24) 608
| Tabela 9-85: Resultados das Análises dos Pontos da Rede de Monitoramento WSP (PM91/20; PM100/20; PM118/21 e PMI122/21) 609
| Tabela 9-86: Resultados das Análises dos Pontos dos estudos de *baseline* da WSP (2023 e 2024) – Ponto P-15 e PM-01 BG 610
| Tabela 9-87: Resultados das Análises dos Pontos dos estudos de *baseline* da WSP (2023 e 2024) - Ponto PM-02 BG, PM-03 BG e PM-04 BG 612
| Tabela 9-88: Resultados das Análises dos Pontos dos estudos de *baseline* da WSP (2023 e 2024) - Ponto PM-05 BG e PM-06 BG 613
| Tabela 9-89: Áreas contaminadas no município de Três Marias 637
| Tabela 9-90: Síntese dos estudos realizados 641
| Tabela 9-91: Síntese dos resultados dos estudos analisados 648
| Tabela 9-92: Síntese dos estudos analisados 652
| Tabela 9-93: Síntese dos estudos analisados 660
| Tabela 9-94: Principais trabalhos realizados na região do Clube Piraquaras 668
| Tabela 9-95: Valores dos parâmetros de caracterização do solo na área de estudo 678
| Tabela 9-96: Valores dos parâmetros de caracterização do solo na área de estudo 679
| Tabela 9-97: Valores de referência propostos para os parâmetros inorgânicos e metais por ponto de amostragem 684
| Tabela 9-98: Resumo dos valores de *background* para água superficial no córrego Martinha 685
| Tabela 9-99: Valores dos parâmetros de *background* de águas subterrâneas 691
| Tabela 9-100: Estudos Ambientais selecionados para a flora na AER 698
| Tabela 9-101: Equação utilizada para Conversão do CAP em DAP 700
| Tabela 9-102: Fórmulas utilizadas no cálculo das estimativas volumétricas do inventário florestal 702
| Tabela 9-103: Espécies registradas para a Área de Estudo Regional 715
| Tabela 9-104: Espécies ameaçadas de extinção de acordo com as listagens oficiais 732
| Tabela 9-105: Uso e ocupação do solo na área do empreendimento 733
| Tabela 9-106: Espécies Encontradas no Cerrado *stricto sensu* 741
| Tabela 9-107: Espécies Encontradas na Pastagem 744
| Tabela 9-108: Espécies Encontradas na Pastagem com árvores remanescentes 745
| Tabela 9-109: Florística das árvores isoladas na Área Diretamente Afetada 749
| Tabela 9-110: Volumetria por espécie 752
| Tabela 9-111: Rendimento de árvores nativas 753
| Tabela 9-112: Rendimento de árvores exóticas 753

| Tabela 9-113: Estudos Ambientais selecionados para diagnóstico da herpetofauna na AER 756
| Tabela 9-114: Períodos de amostragem da herpetofauna nas áreas de estudo (AEL e ADA) 756
| Tabela 9-115: Localização geográfica e fisionomia vegetal predominante dos pontos amostrais realizados nas áreas de estudo (AEL e ADA) 757
| Tabela 9-116: Lista de espécies da herpetofauna registrada por meio de levantamento de dados secundários para a AER 766
| Tabela 9-117: Lista de espécies da herpetofauna registrada por meio de levantamento de dados primários para a AEL e ADA 770
| Tabela 9-118: Estudos Ambientais selecionados para diagnóstico da avifauna na AER 784
| Tabela 9-119: Períodos de amostragem da avifauna nas áreas de estudo (AEL e ADA) 785
| Tabela 9-120: Localização geográfica e fisionomia vegetal predominante dos pontos amostrais realizados nas áreas de estudo (AEL e ADA) 785
| Tabela 9-121: Localização geográfica e fisionomia vegetal predominante dos pontos amostrais realizados nas áreas de estudo (AEL e ADA) 791
| Tabela 9-122: Lista de espécies da avifauna registrada por meio de levantamento de dados secundários para a AER 796
| Tabela 9-123: Lista de espécies da avifauna registradas por meio de levantamento de dados primários nas áreas de estudo (AEL e ADA) 807
| Tabela 9-124: Lista de espécies da avifauna endêmicas registradas na ADA e área de estudo local (AEL) 824
| Tabela 9-125: Lista de espécies da avifauna alocadas em categoria de ameaça registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA) 825
| Tabela 9-126: Lista de espécies da avifauna parcialmente migratórias registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA) 828
| Tabela 9-127: Estudo ambiental selecionado para diagnóstico da Mastofauna não-voadora na AER 832
| Tabela 9-128: Períodos de amostragem da mastofauna não voadora nas áreas de estudo (AEL e ADA) 833
| Tabela 9-129: Localização geográfica e fisionomia vegetal predominante nos pontos amostrais nas áreas de estudo (AEL e ADA) 833
| Tabela 9-130: Lista de espécies da mastofauna não-voadora de pequeno, médio e grande porte registrada por meio de levantamento de dados secundários na AER 844
| Tabela 9-131: Lista de espécies da Mastofauna não voadora registradas por meio de levantamento de dados primários nas áreas de estudo (AEL e ADA) 847
| Tabela 9-132: Estudos ambientais selecionados para diagnóstico da quiropterofauna na AER 859
| Tabela 9-133: Períodos de amostragem da quiropterofauna nas áreas de estudo (AEL e ADA) 860
| Tabela 9-134: Localização geográfica e fisionomia vegetal predominante dos pontos amostrais realizados nas áreas de estudo (AEL e ADA). 860
| Tabela 9-135: Método de amostragem de quirópteros nas áreas de estudo (AEL e ADA) 863
| Tabela 9-136: Índices calculados para descrever a comunidade de quirópteros nas áreas de estudo (AEL e ADA) 865
| Tabela 9-137: Lista de espécies da mastofauna voadora registrados por meio de levantamento de dados secundários para a AER 867

| Tabela 9-138: Lista de espécies quiropterofauna registrada por meio de levantamento de dados nas áreas de estudo (AEL e ADA) 872
| Tabela 9-139: Estudos ambientais selecionados para diagnóstico da entomofauna – Apifauna na AER 882
| Tabela 9-140: Períodos de Amostragem da Apifauna 882
| Tabela 9-141: Pontos de Amostragem da Apifauna nas Áreas de Estudo (AEL e ADA) 883
| Tabela 9-142: Lista de espécies de abelhas registradas por meio de levantamento de dados secundários para a AER 891
| Tabela 9-143: Espécies de abelhas Registradas na AEL e ADA 897
| Tabela 9-144: Estudos ambientais selecionados para diagnóstico da entomofauna – Dípteros vetores na AER908
| Tabela 9-145: Períodos de amostragem da entomofauna de dípteros nas áreas de estudo (AEL e ADA) 909
| Tabela 9-146: Localização geográfica e fisionomia vegetal predominante dos pontos amostrais nas áreas de estudo (AEL e ADA) 909
| Tabela 9-147: Esforço amostral por armadilha luminosa durante o monitoramento da entomofauna (Diptera) nas áreas de estudo (AEL e ADA) 912
| Tabela 9-148: Lista de espécies de insetos vetores (Diptera) registrados por meio de levantamento de dados secundários para a AER 916
| Tabela 9-149: Lista de espécies de dípteros registrada nas áreas de estudo (AEL e ADA) 919
| Tabela 9-150: Espécies ocorrentes nas áreas de estudo (AEL e ADA) com potencial transmissor de doenças e seus patógenos associados 928
| Tabela 9-151: Estudos ambientais selecionados para diagnóstico da ictiofauna na AER 930
| Tabela 9-152: Períodos de amostragem da ictiofauna nas áreas de estudo (AEL e ADA) 931
| Tabela 9-153: Localização geográfica dos pontos amostrais da ictiofauna nas áreas de estudo (AEL e ADA) 932
| Tabela 9-154: Lista de espécies da ictiofauna registrada por meio de levantamento de dados secundários para a AER 941
| Tabela 9-155: Lista de espécies da ictiofauna registrada por meio de levantamento de dados primários para as áreas de estudo (AEL e ADA) 946
| Tabela 9-156: Lista de espécies da ictiofauna por ponto amostral nas áreas de estudo (AEL e ADA) 955
| Tabela 9-157: Lista de espécies da ictiofauna registrada por meio de levantamento de dados primários para as áreas de estudo (AEL e ADA) 960
| Tabela 9-158: Estudos ambientais selecionados para diagnóstico da biota aquática na AER. 965
| Tabela 9-159: Períodos de amostragem da Biota Aquática nas áreas de estudo (AEL e ADA) 966
| Tabela 9-160: Localização geográfica dos pontos amostrais com seus respectivos cursos d'água nas áreas de estudo (AEL e ADA) 966
| Tabela 9-161: Lista de espécies fitoplanctônicas registradas no ano de 1995 (CAMBRAIA, 1995), na AER 973
| Tabela 9-162: Lista de Espécies Zooplanctônicas registradas no ano de 2006 (Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia/MG, 2007) na AER 974
| Tabela 9-163: Lista de Espécies Zooplanctônicas registradas no ano de 1998 (GODINHO & GODINHO, 2003) na AER 975
| Tabela 9-164: Lista de táxons da comunidade fitoplanctônica registrados nas áreas de estudos (AEL e ADA) . 978
| Tabela 9-165: Lista de táxons da comunidade zooplanctônica registrados nas áreas de estudos (AEL e ADA) . 986

| Tabela 9-166: Lista de táxons da comunidade de macroinvertebrados bentônicos registrados nas áreas de estudos (AEL e ADA) 995
| Tabela 9-167: Principais índices de desenvolvimento humano – Três Marias 1017
| Tabela 9-168: Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho em Três Marias 1022
| Tabela 9-169: Área plantada destinada à produção agrícola em Três Marias 1022
| Tabela 9-170: Quantidade de Bens identificados em Três Marias 1027
| Tabela 9-171: Bens acautelados em Três Marias 1030
| Tabela 9-172: Composição do quadro de pessoal da administração de Três Marias 1061
| Tabela 9-173: Instituições de Ensino Ativas em Três Marias 1063
| Tabela 9-174: Operadoras atuantes e sua capacidade de cobertura em Três Marias 1073
| Tabela 9-175: Tecnologia de internet disponível e sua capacidade de cobertura em Três Marias 1073
| Tabela 9-176: Organizações da Sociedade Civil de Três Marias 1076
| Tabela 9-177: Principais índices de desenvolvimento humano – São Gonçalo do Abaeté 1095
| Tabela 9-178: Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho em São Gonçalo do Abaeté 1099
| Tabela 9-179: Área plantada destinada à produção agrícola em São Gonçalo do Abaeté 1099
| Tabela 9-180: Quantidade de Bens tombados em São Gonçalo do Abaeté 1103
| Tabela 9-181: Bens tombados em São Gonçalo do Abaeté 1106
| Tabela 9-182: Sítios Arqueológicos Cadastrados em São Gonçalo do Abaeté 1110
| Tabela 9-183: Composição do quadro de pessoal da administração de São Gonçalo do Abaeté 1119
| Tabela 9-184: Instituições Ativas de Educação em São Gonçalo do Abaeté 1121
| Tabela 9-185: Operadoras atuantes e sua capacidade de cobertura em São Gonçalo do Abaeté 1129
| Tabela 9-186: Tecnologia de internet disponível e sua capacidade de cobertura em São Gonçalo do Abaeté . 1130
| Tabela 9-187: Organizações da Sociedade Civil de São Gonçalo do Abaeté 1132
| Tabela 9-188: Eixos temáticos para pesquisas de percepção das instituições inseridas na AER 1135
| Tabela 9-189: Público-alvo da pesquisa de percepção 1136
| Tabela 9-190: Lista de instituições entrevistadas em Três Marias 1138
| Tabela 9-191: Matriz de identificação de problemas ambientais em Três Marias 1146
| Tabela 9-192: Lista de instituições entrevistadas em São Gonçalo do Abaeté 1152
| Tabela 9-193: Matriz de identificação de problemas ambientais em São Gonçalo do Abaeté 1156
| Tabela 9-194: *Status* das entrevistas por localidade 1162
| Tabela 9-195: Eixos temáticos para Pesquisas de Percepção 1163
| Tabela 9-196: Dimensionamento de amostras por setor censitário 1166
| Tabela 9-197: Distribuição de respostas por localidade: Avaliação sobre a presença de uma Unidade da Nexa em Três Marias 1177
| Tabela 9-198: Distribuição das respostas para avaliação do nível de importância da Nexa para a região 1181
| Tabela 9-199: Distribuição das respostas por localidade: avaliação da intenção da empresa em expandir as atividades industriais em Três Marias 1183

| Tabela 9-200: Distribuição das respostas por localidade: avaliação do Material Complementar apresentado na Pesquisa de Percepção 1185
| Tabela 9-201: Distribuição das respostas por localidade: avaliação do Projeto Disposição à Seco 1187
| Tabela 10-1: Síntese dos estudos analisados 1211
| Tabela 11-1: Critérios adotados para avaliação dos impactos ambientais 1220
| Tabela 11-2: Identificação do impacto de Modificação de Paisagem 1234
| Tabela 11-3: Avaliação do impacto de Modificação da Paisagem 1234
| Tabela 11-4: Identificação do impacto de Interferência na Dinâmica Geomorfológica 1237
| Tabela 11-5: Avaliação do impacto de Dinâmica Geomorfológica 1239
| Tabela 11-6: Identificação do impacto de Interferência nas Propriedades Químicas do Solo 1242
| Tabela 11-7: Avaliação do impacto de Propriedades Químicas do Solo 1243
| Tabela 11-8: Identificação do impacto de Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea 1245
| Tabela 11-9: Avaliação do impacto de Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea 1247
| Tabela 11-10: Identificação do impacto de Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas 1253
| Tabela 11-11: Avaliação do impacto de Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas 1254
| Tabela 11-12: Resultados das Concentrações Modeladas por Ponto Receptor 1258
| Tabela 11-13: Identificação do impacto de Interferência na Qualidade do Ar 1262
| Tabela 11-14: Avaliação do impacto de Interferência na Qualidade do Ar 1263
| Tabela 11-15: Identificação do impacto de Interferência nos Níveis de Pressão Sonora 1265
| Tabela 11-16: Avaliação do impacto de Interferência nos Níveis de Pressão Sonora 1266
| Tabela 11-17: Identificação do impacto de Alteração do Uso do Solo e Danos a Indivíduos da Flora 1269
| Tabela 11-18: Avaliação do impacto de Alteração do Uso do Solo e Danos a Indivíduos da Flora 1272
| Tabela 11-19: Identificação do impacto de dispersão forçada de indivíduos da fauna terrestre 1274
| Tabela 11-20: Avaliação do impacto de dispersão forçada de indivíduos da fauna terrestre 1275
| Tabela 11-21: Identificação do impacto de Potencial Perda de Indivíduos da Fauna Terrestre por Atropelamentos 1277
| Tabela 11-22: Avaliação do impacto de perdas de indivíduos da fauna terrestre por atropelamentos 1277
| Tabela 11-23: Identificação do impacto de Incremento nas Atividades de Caça e Apanha 1279
| Tabela 11-24: Avaliação do impacto de Incremento nas Atividades de Caça e Apanha 1279
| Tabela 11-25: Identificação do impacto de Alteração nas Propriedades Limnológicas 1281
| Tabela 11-26: Avaliação do impacto de Alteração nas Propriedades Limnológicas 1283
| Tabela 11-27: Identificação do impacto de alteração na composição da fauna terrestre e aquática 1286
| Tabela 11-28: Avaliação do impacto de alteração na composição da fauna terrestre e aquática 1290
| Tabela 11-29: Identificação do impacto de Incremento no Conhecimento Científico sobre a Região 1293
| Tabela 11-30: Avaliação do impacto de Incremento no Conhecimento Científico sobre a Região 1293

| Tabela 11-31: Identificação do impacto de Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População, provocada por Alterações nos Níveis de Ruídos e na Qualidade do Ar, Águas e Solos 1296
| Tabela 11-32: Avaliação do impacto de Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População, provocada por Alterações nos Níveis de Ruídos e na Qualidade do Ar, Águas e Solos 1298
| Tabela 11-33: Identificação do impacto de Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População Local, provocada por Modificação da Paisagem 1300
| Tabela 11-34: Avaliação do impacto de Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População Local, provocada por Modificação da Paisagem 1301
| Tabela 11-35: Identificação do impacto de Interferência nos Níveis de Emprego, Renda e Tributos 1304
| Tabela 11-36: Avaliação do impacto de Interferência nos Níveis de Emprego, Renda e Tributos 1305
| Tabela 11-37: Identificação do impacto de Interferência no Patrimônio Cultural e Natural 1307
| Tabela 11-38: Avaliação do impacto de Interferência no Patrimônio Cultural e Natural 1308
| Tabela 11-39: Identificação do impacto de Interferência nos Vínculos Afetivos e Simbólicos da População com o Território 1311
| Tabela 11-40: Avaliação do impacto de Interferência nos Vínculos Afetivos e Simbólicos da População com o Território 1313
| Tabela 11-41: Identificação do impacto de Interferência nas Condições de Tráfego e Circulação 1315
| Tabela 11-42: Avaliação do impacto de Interferência nas Condições de Tráfego e Circulação 1316
| Tabela 13-1: Medidas ambientais propostas para impactos identificados 1342
| Tabela 13-2: Programas ambientais propostos para os impactos identificados 1344

LISTA DE FIGURA

| Figura 1-1: Localização da Unidade Três Marias e do Projeto Disposição a Seco dos Resíduos Industriais da Unidade Três Marias 50
| Figura 1-2: Localização de estruturas antigas e atuais de disposição de resíduos industriais da Unidade Três Marias, em relação ao Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais 53
| Figura 3-1: Alternativas locacionais consideradas para implantação da pilha 59
| Figura 3-2: Variáveis socioambientais e operacionais 60
| Figura 3-3: Mapa Síntese para Avaliação das Alternativas Locacionais 66
| Figura 3-4: Etapas de produção – Projeto Concreto 72
| Figura 3-5: Fluxograma das rotas desenvolvidas na fase de bancada 74
| Figura 3-6: Etapas de produção – Projeto Granito Artificial 75
| Figura 3-7: Cronograma macro do Projeto Granito Artificial 75
| Figura 3-8: Fluxograma simplificado 77
| Figura 5-1: Mapa de projetos colocalizados em Três Marias e São Gonçalo do Abaeté 105
| Figura 5-2: Índice de segurança Hídrica de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté 109

| Figura 5-3: Divisão proposta pelo PESB-MG para gestão das questões de saneamento em Minas Gerais 123
| Figura 5-4: Mapa de Vulnerabilidade Natural de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté 126
| Figura 5-5: Mapa Potencialidade Social de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté 128
| Figura 5-6: Zoneamento Ecológico Econômico de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté 129
| Figura 5-7: Mapa de Qualidade Ambiental de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté 131
| Figura 5-8: Mapa de Risco Ambiental de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté 132
| Figura 5-9: Mapa de Áreas Prioritárias para Conservação de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté 134
| Figura 5-10: Mapa de Áreas Prioritárias para Recuperação de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté 135
| Figura 5-11: Macrozoneamento Ambiental Integrado de Três Marias 141
| Figura 7-1: Arranjo geral do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais 155
| Figura 7-2: Etapas do processo produtivo da Unidade Três Marias 157
| Figura 7-3: Distribuição granulométrica dos materiais avaliados 171
| Figura 7-4: Ensaio de compactação na energia normal, com os respectivos pontos para posterior moldagem dos corpos de prova em destaque 173
| Figura 7-5: Expansão livre para os materiais estudados 174
| Figura 7-6: Resposta mecânica do das misturas resíduo industrial filtrado + 10% C + 5% CV considerando as condições ótimas de moldagem na energia normal para 7 e 28 dias de cura (A) módulo cisalhante inicial (B) resistência à compressão simples 174
| Figura 7-7: Ensaio triaxial CID no resíduo industrial filtrado considerando as condições ótimas de moldagem na energia normal 175
| Figura 7-8: Ensaio triaxial CIU no resíduo industrial filtrado considerando as condições ótimas de moldagem na energia normal 175
| Figura 7-9: Trajetórias de tensão e parâmetros de resistência para o resíduo industrial filtrado 176
| Figura 7-10: Ensaio triaxial CID em misturas resíduo industrial filtrado + 10% C + 5%CV considerando as condições ótimas de moldagem na energia normal para 7 dias de cura 176
| Figura 7-11: Ensaio triaxial CIU em misturas resíduo industrial filtrado + 10% C + 5%CV considerando as condições ótimas de moldagem na energia normal para 7 dias de cura 177
| Figura 7-12: Ensaio triaxial CID em misturas resíduo industrial filtrado + 10% C + 5%CV considerando as condições ótimas de moldagem na energia normal para 28 dias de cura 177
| Figura 7-13: Ensaio triaxial CIU em misturas resíduo industrial filtrado + 10% C + 5%CV considerando as condições ótimas de moldagem na energia normal para 28 dias de cura 178
| Figura 7-14: Trajetórias de tensão e parâmetros de resistência para a mistura resíduo industrial filtrado + cimento + cal (a) 7 dias de cura (b) 28 dias de cura 178
| Figura 7-15: Envoltórias de resistência de pico para o resíduo industrial filtrado e para o resíduo industrial filtrado com 10% C e 5% CV 179
| Figura 7-16: Resposta da mistura resíduo industrial filtrado + 10% CP III + 5% CV para 7 e 28 dias de cura 179
| Figura 7-17: Coeficiente de condutividade hidráulica para o resíduo industrial filtrado e para as misturas 180
| Figura 7-18: Fluxograma simplificado da composição da lama terciária atual, sua composição mineral e geração de resíduo da Unidade Três Marias 181
| Figura 7-19: Arranjo geral da planta de filtragem/cimentação de resíduo industrial 182

| Figura 7-20: Configuração do Pond de Emergência 186
| Figura 7-21: Representação tridimensional da pilha de disposição a seco de resíduo industrial, após completamente formada 187
| Figura 7-22: Planta e indicação das seções da pilha de resíduos 188
| Figura 7-23: Corte A-A' da pilha de resíduos 189
| Figura 7-24: Corte B-B' da pilha de resíduos 189
| Figura 7-25: Projeto geométrico da pilha 191
| Figura 7-26: Seções de análise de estabilidade na pilha de resíduos industriais 193
| Figura 7-27: Análise de estabilidade da pilha – NA Crítico/Global – Longo Prazo (Seção AA') 195
| Figura 7-28: Análise de estabilidade da pilha – NA Crítico/Local– Longo Prazo (Seção AA') 195
| Figura 7-29: Análise de estabilidade da pilha – Pseudoestática/Global – Curto Prazo (Seção AA') 196
| Figura 7-30: Análise de estabilidade da pilha – ru/Global – Curto Prazo (Seção AA') 196
| Figura 7-31: Análise de estabilidade da pilha – ru /Local – Curto Prazo (Seção AA') 197
| Figura 7-32: Análise de estabilidade da pilha – NA Crítico/Global – Longo Prazo (Seção BB') 197
| Figura 7-33: Análise de estabilidade da pilha – NA Crítico/Local – Longo Prazo (Seção BB') 198
| Figura 7-34: Análise de estabilidade da pilha – Pseudoestática – Curto Prazo (Seção BB') 198
| Figura 7-35: Análise de estabilidade da pilha – ru/Global – Curto Prazo (Seção BB') 199
| Figura 7-36: Análise de estabilidade da pilha – ru /Local – Curto Prazo (Seção BB') 199
| Figura 7-37: Análise de estabilidade da pilha – NA Crítico/Global – Longo Prazo (seção CC') 200
| Figura 7-38: Análise de estabilidade da pilha – NA Crítico/Local – Longo Prazo (seção CC') 200
| Figura 7-39: Análise de estabilidade da pilha – Pseudoestática – Curto Prazo (seção CC') 201
| Figura 7-40: Análise de estabilidade da pilha – ru/Global – Curto Prazo (seção CC') 201
| Figura 7-41: Análise de estabilidade da pilha – ru/local – Curto Prazo (seção CC') 202
| Figura 7-42: Análise de estabilidade da pilha – NA Crítico/Global– Longo Prazo (Seção DD') 202
| Figura 7-43: Análise de estabilidade da pilha – NA Crítico/Local– Longo Prazo (Seção DD') 203
| Figura 7-44: Análise de estabilidade da pilha – Pseudoestática – Curto Prazo (Seção DD') 203
| Figura 7-45: Análise de estabilidade da pilha – ru/Global– Curto Prazo (Seção DD') 203
| Figura 7-46: Análise de estabilidade da pilha – ru/Local– Curto Prazo (Seção DD') 204
| Figura 7-47: Análise de estabilidade da pilha – NA Crítico/Global – Longo Prazo (Seção EE') 204
| Figura 7-48: Análise de estabilidade da pilha – NA Crítico/Local – Longo Prazo (Seção EE') 204
| Figura 7-49: Análise de estabilidade da pilha – Pseudoestática – Curto Prazo (Seção EE') 205
| Figura 7-50: Análise de estabilidade da pilha – ru/Global – Curto Prazo (Seção EE') 205
| Figura 7-51: Análise de estabilidade da pilha – ru/Local – Curto Prazo (Seção EE') 205
| Figura 7-52: Arranjo geral da drenagem superficial da pilha 207
| Figura 7-53: Seção Canal Trapezoidal Projeto-Tipo DNIT (2018) VPC 03 208
| Figura 7-54: Seção Canal Trapezoidal em Gabião - 1,0x1,0m 208

| Figura 7-55: Seção Canal Trapezoidal em Concreto - 1,5x1,0m 209
| Figura 7-56: Seção Canal Meia-Cana em Concreto – Ø 0,5m 209
| Figura 7-57: Seção Descida Retangular em concreto - 1,0x0,6m 209
| Figura 7-58: Seção Descida Retangular em concreto - 0,6x0,5m 209
| Figura 7-59: Seção Descida Retangular em concreto - 1,0x0,27m 209
| Figura 7-60: Seção Descida Retangular em concreto - 1,0x1,0m 209
| Figura 7-61: Precipitações médias mensais obtidas nas estações pluviométricas de UHE Três Marias e Barra do Rio de Janeiro 211
| Figura 7-62: Áreas de drenagem delimitadas para a Pilha de Disposição a Seco de Resíduos Industriais 214
| Figura 7-63: Linhas radiais traçadas para cálculo do *Fetch* 232
| Figura 7-64: Modelo esquemático de funcionamento do reservatório *Sump* 234
| Figura 7-65: Curva Cota-Área-Volume do *Sump* 235
| Figura 7-66: Células de detecção de vazamento da pilha de disposição a seco de resíduos industriais 245
| Figura 7-67: Impermeabilização e sistema de detecção de vazamentos do *Pond* e do *Sump* 246
| Figura 7-68: Planta da base topográfica de referência 247
| Figura 7-69: Mapa geológico regional 248
| Figura 7-70: Mapa de ameaça sísmica brasileiro 249
| Figura 7-71: Mapa geológico–geotécnico da área do projeto 253
| Figura 7-72: Localização das sondagens e alinhamentos das seções geológico-geotécnicas na área do projeto 255
| Figura 7-73: Localização das linhas geofísicas levantadas na área do projeto 256
| Figura 7-74: Geofísica tridimensional e suas interseções na área do projeto 261
| Figura 7-75: Seção A-A' com representação geológico-geotécnica 262
| Figura 7-76: Seção B-B' com representação geológico-geotécnica 262
| Figura 7-77: Seção C-C' com representação geológico-geotécnica 263
| Figura 7-78: Seção D-D' com representação geológico-geotécnica 263
| Figura 7-79: Seção E-E' com representação geológico-geotécnica 264
| Figura 7-80: Distribuição das profundidades de nível d'água subterrânea na área do projeto 265
| Figura 7-81: Fluxo de água subterrânea na área do projeto 267
| Figura 7-82: Direção do fluxo da água subterrânea na área do projeto 268
| Figura 7-83: Localização do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais em relação ao imóvel de propriedade da Nexa 269
| Figura 7-84: Áreas de empréstimo e bota-fora e bota espera para o projeto 272
| Figura 7-85: Mapa de interferências e relocações no âmbito do projeto 274
| Figura 7-86: Acessos da Pilha, do *Pond* e do *Sump* 275
| Figura 7-87: Projeto de instrumentação e sistema de monitoramento para a pilha e estruturas associadas 278
| Figura 7-88: Localização da captação de água existente, que atenderá à demanda do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais 281

| Figura 7-89: Cronograma previsto para implantação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais 284
| Figura 7-90: Fluxograma do processo produtivo da Unidade Três Marias, antes e após implantação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais 285
| Figura 7-91: Detalhe da ancoragem do geotêxtil e da geomembrana 287
| Figura 7-92: Detalhe da espera para geomembrana e geotêxtil 287
| Figura 7-93: Fluxograma simplificado do tratamento dos efluentes industriais 290
| Figura 7-94: Representação do revestimento e revegetação da pilha de disposição a seco de resíduos industriais 298
| Figura 7-95: Representação do aterro do Pond de Emergência 298
| Figura 7-96: Planta geral do sistema de drenagem superficial na fase de descomissionamento da pilha 299
| Figura 7-97: Possível extravasor a ser instalado no SUMP 300
| Figura 7-98: Interação do revestimento com a descida d'água 300
| Figura 7-99: Figura esquemática da caixa de proteção 301
| Figura 8-1: Área Diretamente Afetada do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais 307
| Figura 8-2: Área de Estudo Local do Meio Físico para o Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial 310
| Figura 8-3: Área de Estudo Local do Meio Biótico para o Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial 312
| Figura 8-4: Área de Estudo Local do Meio Socioeconômico para o Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial 315
| Figura 8-5: Área de Estudo Regional dos Meios Físico e Biótico para o Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial 317
| Figura 8-6: Área de Estudo Regional do Meio Socioeconômico do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial, na Unidade da Nexa em Três Marias 319
| Figura 9-1: Localização do empreendimento em relação ao mapa de Clima do Brasil, segundo IBGE (2002) 325
| Figura 9-2: Isotermas médias anuais 326
| Figura 9-3: Isotermas mínimas anuais 326
| Figura 9-4: Isotermas máximas anuais 327
| Figura 9-5: Chuva acumulada (mm) Médias anuais 328
| Figura 9-6: Precipitação do trimestre mais chuvoso 331
| Figura 9-7: Precipitação do trimestre mais seco 332
| Figura 9-8: Distribuição Espacial da Insolação 333
| Figura 9-9: Evaporação Total (mm) médias anuais 334
| Figura 9-10: Distribuição Espacial da Umidade Relativa do Ar 336
| Figura 9-11: Velocidade e direção dos ventos na estação Três Marias (2007-2020) 337
| Figura 9-12: Velocidade e direção dos ventos na estação Curvelo (1991-2020) 337
| Figura 9-13: Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar 343
| Figura 9-14: Localização dos pontos receptores 347
| Figura 9-15: PTS 24 h – 1ª máxima média de 24 h 362
| Figura 9-16: PTS 24 h – Percentil 99 362

Figura 9-17: PTS Anual 362
Figura 9-18: PM10 24 h – 1ª máxima média de 24 h 362
Figura 9-19: PM10 24 h – Percentil 99 362
Figura 9-20: PM10 Anual 362
Figura 9-21: PM2,5 24 h – 1ª máxima média de 24 h 362
Figura 9-22: PM2,5 24 h – Percentil 99 362
Figura 9-23: PM2,5 Anual 363
Figura 9-24: NO_2 1h - 1ª máxima média de 1 h 363
Figura 9-25: NO_2 1h - Percentil 99 363
Figura 9-26: NO_2 Anual 363
Figura 9-27: SO_2 24h - 1ª máxima média de 24 h 363
Figura 9-28: SO_2 24h – Percentil 99 363
Figura 9-29: SO_2 Anual 363
Figura 9-30: Pb 24h - 1ª máxima média de 24 h 363
Figura 9-31: Pb 24h – Percentil 99 364
Figura 9-32: Pb Anual 364
Figura 9-33: Diagrama da vulnerabilidade às mudanças climáticas 368
Figura 9-34: Áreas de estudo em relação aos municípios de São Gonçalo do Abaeté e Três Marias 371
Figura 9-35: Mapa de localização dos pontos de amostragem de ruído e vibração 379
Figura 9-36: Inserção da área de estudo no contexto do Cráton do São Francisco 391
Figura 9-37: Geologia nas áreas de estudos regional e local 394
Figura 9-38: Perfil geológico da região estudada 395
Figura 9-39: Processos minerários interceptados pela área de estudos local 403
Figura 9-40: Mapa geomorfológico geral das áreas de estudos 407
Figura 9-41: Mapa hipsométrico das áreas de estudos 409
Figura 9-42: Mapa de declividade das áreas de estudos 410
Figura 9-43: Geomorfologia na área de estudo local 412
Figura 9-44: Mapa de susceptibilidade erosiva de um trecho do rio São Francisco 425
Figura 9-45: Susceptibilidade a erosão da Área de Estudo Local 428
Figura 9-46: Vulnerabilidade a erosão da Área de Estudo Local 429
Figura 9-47: Solos nas Áreas de Estudos 437
Figura 9-48: Aptidão agrícola das terras nas áreas de estudos 443
Figura 9-49: Estudo de *Background* – Determinação de Valor de Referência de Solo 450
Figura 9-50: Diferença entre caverna, abrigo e abismo 458
Figura 9-51:Potencial Espeleológico de acordo com mapeamento do CECAV/ICMBio 465
Figura 9-52: Potencial espeleológico identificado por meio de Análise de Multicritério 466

| Figura 9-53: Caminhamento espeleológico 468
| Figura 9-54: Localização da área de estudo regional na Circunscrição Hidrográfica SF4 (Entorno da Represa de Três Marias) 474
| Figura 9-55: Inserção hidrográfica da área de estudo regional 476
| Figura 9-56: Sub-bacias e arranjo hidrográfico da área de estudo local 478
| Figura 9-57: Arranjo hidrográfico nas proximidades da Área Diretamente Afetada - ADA 484
| Figura 9-58: Localização da estação fluviométrica empregada nos estudos hidrológicos 490
| Figura 9-59: Outorgas e cadastros de uso insignificante das águas superficiais na área de estudo local 497
| Figura 9-60: Localização dos pontos de monitoramento da qualidade das águas superficiais 503
| Figura 9-61: Diagrama Unifilar Rio São Francisco 510
| Figura 9-62: Diagrama Unifilar Sub-bacia Córrego Barreiro Grande 521
| Figura 9-63: Diagrama Unifilar Sub-bacia Córrego Consciência 531
| Figura 9-64: Diagrama Unifilar Sub-bacia Córrego da Lavagem 541
| Figura 9-65: Diagrama Unifilar - Sub-bacia córrego Retiro Velho 551
| Figura 9-66: Diagrama Unifilar Sub-bacia Córrego Martinha 564
| Figura 9-67: Hidrogeologia das áreas de estudos 579
| Figura 9-68: Mapa potenciométrico da região do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias 583
| Figura 9-69: Mapa potenciométrico da região do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias – Nível Raso 584
| Figura 9-70: Mapa potenciométrico da região do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias – Nível Intermediário 585
| Figura 9-71: Perfil esquemático indicando o fluxo na região do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias 586
| Figura 9-72: Outorgas e cadastros de uso insignificante das águas subterrâneas na área de estudo local 588
| Figura 9-73: Localização dos pontos de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas 593
| Figura 9-74: Diagrama de Piper – PMA01 628
| Figura 9-75: Diagrama de Piper – PMA02B 628
| Figura 9-76: Diagrama de Piper – PMA03B 629
| Figura 9-77: Diagrama de Piper – PM-01 BG 629
| Figura 9-78: Diagrama de Piper – PM-02 BG 630
| Figura 9-79: Diagrama de Piper – PM-03 BG 630
| Figura 9-80: Diagrama de Piper – PM-04 BG 631
| Figura 9-81: Diagrama de Piper – PM-05 BG 631
| Figura 9-82: Diagrama de Piper – PM-06 BG 632
| Figura 9-83: Diagrama de Piper – PM-115/21 632
| Figura 9-84: Diagrama de Piper – PMI-122/21 633
| Figura 9-85: Diagrama de Piper – P-15 633

| Figura 9-86: Localização das áreas contaminadas 638
| Figura 9-87: Pluma de Manganês Total – Aquífero Raso 656
| Figura 9-88: Pluma de Manganês Dissolvido – Aquífero Raso 657
| Figura 9-89: Simulações de Transporte Área Industrial - Zinco – Cenário 1 a 50 anos com Adoção das Medidas Previstas no PRAD e Manutenção da Área de Restrição na Margem Esquerda do rio São Francisco 673
| Figura 9-90: Simulações de Transporte Área Industrial - Zinco – Cenário 1 a 50 anos com Adoção das Medidas Previstas no PRAD e Manutenção da Área de Restrição na Margem Esquerda do rio São Francisco. Seções Verticais 673
| Figura 9-91: Localização dos pontos de coleta de solo 676
| Figura 9-92: Localização dos pontos de coleta de água superficial e sedimentos 682
| Figura 9-93: Localização dos poços de monitoramento 688
| Figura 9-94: Fitofisionomias encontradas no Bioma Cerrado 696
| Figura 9-95: Desenho esquemático do método de superposição de ângulos iguais 701
| Figura 9-96: Enquadramento Fitogeográfico (IBGE, 2019) 703
| Figura 9-97: Unidades de Conservação em relação às Áreas de Estudo Regional, Local e Área Diretamente Afetada 705
| Figura 9-98: Integridade da Fauna/Flora do ZEE de Minas Gerais (ZEE-MG) em relação às Áreas de Estudo Regional, Local e Área Diretamente Afetada 707
| Figura 9-99: Áreas Prioritárias para a Conservação da Flora (SEMAD/ UFLA, 2020) à Áreas de Estudo Regional, Local e Área Diretamente Afetada 709
| Figura 9-100: Áreas Prioritárias para a Biodiversidade (MMA) às Áreas de Estudo Regional, Local e Área Diretamente Afetada 710
| Figura 9-101: Reservas Legais em relação às Áreas de Estudo Regional, Local e Área Diretamente Afetada 712
| Figura 9-102: Áreas de Preservação Permanente em relação às Áreas de Estudo Regional, Local e Área Diretamente Afetada 714
| Figura 9-103: Uso e Ocupação do solo em relação às Áreas de Estudo Regional, Local e Área Diretamente Afetada 735
| Figura 9-104: Localização das árvores isoladas em relação à ADA 751
| Figura 9-105: Localização dos pontos amostrais da herpetofauna nas Áreas de estudo (AEL e ADA) 758
| Figura 9-106: Localização dos pontos amostrais da avifauna nas Áreas de estudo (AEL e ADA) 787
| Figura 9-107: Localização dos pontos amostrais da mastofauna não voadora nas Áreas de estudo (AEL e ADA) 835
| Figura 9-108: Localização dos pontos amostrais da quiropterofauna nas áreas de estudo (AEL e ADA) 861
| Figura 9-109: Localização dos pontos amostrais da entomofauna – nas áreas de estudo (AEL e ADA) 884
| Figura 9-110: Localização dos pontos amostrais da ictiofauna nas áreas de estudo (AEL e ADA) 933
| Figura 9-111: Localização dos pontos amostrais da Biota Aquática nas áreas de estudo (AEL e ADA) 967
| Figura 9-112: Principais bases utilizadas para coleta de dados secundários 1001
| Figura 9-113: Mapa de Uso e Ocupação do Solo – Três Marias 1006
| Figura 9-114: Macrozoneamento Ambiental Integrado de Três Marias 1013
| Figura 9-115: Sistema viário e infraestrutura local e regional de Três Marias 1019

| Figura 9-116: Mapa de Patrimônio Cultural e Natural - Três Marias 1029
| Figura 9-117: Localização de aglomerados rurais, povoados e localidades de Três Marias 1054
| Figura 9-118: Detalhe entre a ADA do empreendimento e a infraestrutura de energia elétrica municipal 1072
| Figura 9-119: Mapa de Uso e Ocupação do Solo – São Gonçalo do Abaeté 1088
| Figura 9-120: Sistema viário e infraestrutura local e regional de São Gonçalo do Abaeté 1097
| Figura 9-121: Mapa de Patrimônio Cultural, Natural e Arqueológico – São Gonçalo do Abaeté 1105
| Figura 9-122: Localização de aglomerados rurais, povoados e localidades de São Gonçalo do Abaeté 1113
| Figura 9-123: Descrição da metodologia de seleção dos domicílios 1167
| Figura 9-124: Domicílios desocupados, fechados ou quando a pessoa não quiser participar da entrevista 1169
| Figura 9-125: Distribuição de respostas por localidade | Avaliação sobre a infraestrutura disponível 1175
| Figura 9-126: Inserção da ADA no Imóvel Rural de Propriedade da Nexa 1189
| Figura 9-127: Compartimentos Geoambientais inseridos na Área de Estudo Local Integrada 1193
| Figura 9-128: Compartimentos Geoambiental: Tabuleiro de Três Marias 1194
| Figura 9-129: Compartimentos Geoambiental: Eixo Centro-rural de Três Marias 1195
| Figura 9-130: Compartimentos Geoambiental: Planície do rio São Francisco 1196
| Figura 10-1: Área Diretamente Afetada pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias 1205
| Figura 10-2: Estruturas do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias 1208
| Figura 10-3: Pluma de Manganês Total – Aquífero Raso 1216
| Figura 10-4: Pluma de Manganês Dissolvido – Aquífero Raso 1217
| Figura 11-1: Representação da relação entre ações humanas, aspectos e impactos ambientais 1219
| Figura 11-2: Análise *Viewshed* para a pilha do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias 1225
| Figura 11-3: Visada para a pilha do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias a partir do ponto V01 1227
| Figura 11-4: Visada para a pilha do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias a partir do ponto V02 1228
| Figura 11-5: Visada para a pilha do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias a partir do ponto V03 1229
| Figura 11-6: Visada para a pilha do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias a partir do ponto V04 1230
| Figura 11-7: Visada para a pilha do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias a partir do ponto V05 1231
| Figura 11-8: Visada para a pilha do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias a partir do ponto V06 1232
| Figura 11-9: Sub-bacias e área do Projeto 1249
| Figura 11-10: Plumas de Dispersão Atmosférica 1259
| Figura 11-11: Plumas de Dispersão Atmosférica 1260
| Figura 11-12: Plumas de Dispersão Atmosférica 1261

| Figura 12-1: Área Diretamente Afetada do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais 1318
| Figura 12-2: Área de influência direta – AID do meio físico (Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Recursos Hídricos) 1321
| Figura 12-3: Área de Influência Direta – AID da qualidade do ar 1323
| Figura 12-4: Área de Influência Direta – AID do ruído ambiental 1325
| Figura 12-5: Área de Influência Indireta – AII do meio físico (Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Recursos Hídricos) 1327
| Figura 12-6: Área de Influência Indireta – AII da qualidade do ar 1329
| Figura 12-7: Área de Influência Indireta – AII do ruído ambiental 1331
| Figura 12-8: Área de Influência Direta – AID do meio biótico 1333
| Figura 12-9: Área de Influência Indireta – AII do meio biótico 1335
| Figura 12-10: Área de Influência Direta – AID do meio socioeconômico 1339
| Figura 12-11: Área de Influência Indireta – AII do meio socioeconômico 1341

LISTA DE FOTO

| Foto 1-1: Planta metalúrgica recém-inaugurada, em registro de 1970 51
| Foto 1-2: Unidade Três Marias, em registro de 1988 51
| Foto 9-1: Arenito fino a siltito alterado, com estratificação planar 397
| Foto 9-2: Arenito fino a siltito alterado, com estratificação planar 397
| Foto 9-3: Detalhe do Arenito fino alterado 397
| Foto 9-4: Arenito pouco alterado presente na região do córrego Retiro Velho 397
| Foto 9-5: Cascalhos na região dos arenitos e siltitos alterado 397
| Foto 9-6: Cascalho na região da nascente 08 do córrego Martinha 397
| Foto 9-7: Afloramento de arenito cinza maciço 398
| Foto 9-8: Afloramento de arenito cinza maciço no Riacho da Consciência 398
| Foto 9-9: Afloramento de arenito cinza maciço (ponto do Mirante) 398
| Foto 9-10: Intercalação de arenito maciço com arenito fino plano-paralelo (ponto do Mirante) 398
| Foto 9-11: Arenito fino com fragmentos rochosos milimétricos 399
| Foto 9-12: Depósito colúvio-eluvionar com fragmentos rochosos 400
| Foto 9-13: Depósito colúvio-eluvionar com fragmentos rochosos e cascalhos 400
| Foto 9-14: Depósito colúvio-eluvionar com fragmentos rochosos e cascalhos 400
| Foto 9-15: Concreção detrito-laterítica 400
| Foto 9-16: Vista para a ilha do Periquito 401
| Foto 9-17: Depósito aluvionar na margem direita do rio São Francisco (Aldeia do Dourado) 401

| Foto 9-18: Unidade Tabuleiros de Três Marias 413
| Foto 9-19: Unidade Tabuleiros de Três Marias (Foto drone - março, 2023) 414
| Foto 9-20: Unidade Patamares Dissecados dos Afluentes 415
| Foto 9-21: Unidade Patamares Dissecados dos Afluentes 415
| Foto 9-22: Unidade Patamares Dissecados dos Afluentes. Presença de cascalheira 415
| Foto 9-23: Cascalheira na Unidade Patamares Dissecados dos Afluentes 415
| Foto 9-24: Erosões na Unidade Patamares Dissecados dos Afluentes 415
| Foto 9-25: Erosões na Unidade Patamares Dissecados dos Afluentes 415
| Foto 9-26: Unidade Planície do São Francisco 416
| Foto 9-27: Unidade Planície do São Francisco. Vista para a ilha do Periquito 416
| Foto 9-28: Vista para ilha da Catuaba, no rio São Francisco 416
| Foto 9-29: Modelado antropogênico representado pelo DRM (Foto drone - março, 2023) 417
| Foto 9-30: Modelado antropogênico representado pelo DRM (Foto drone - março, 2023) 417
| Foto 9-31: Modelado antropogênico representado por área de empréstimo local 417
| Foto 9-32: Modelado antropogênico representado por área de empréstimo – ADA (Foto drone - março, 2023) 417
| Foto 9-33: Modelado antropogênico representado por área de empréstimo - ADA (Foto drone - março, 2023)418
| Foto 9-34: Vista atual da região da ADA (Foto drone - março, 2023) 418
| Foto 9-35: Erosões observadas nas laterais da estrada. Ponto de entrada para Aldeia do Dourado (ponto 07 no mapa) 431
| Foto 9-36: Erosões observadas nas laterais da estrada da Consciência- Aldeia do Dourado (ponto 09 no mapa) 431
| Foto 9-37: Erosões observadas nas laterais da estrada, sentido Aldeia do Dourado (ponto 08 no mapa) 431
| Foto 9-38: Erosões observadas nas laterais da estrada, sentido Aldeia do Dourado (ponto 08 no mapa) 431
| Foto 9-39: Erosões observadas na região denominada cascalheira (ponto 12 no mapa) 431
| Foto 9-40: Erosões observadas nas laterais da estrada da Consciência (ponto 13 no mapa) 431
| Foto 9-41: Erosões observadas nas laterais da estrada, na região do riacho da Consciência (ponto 15 no mapa) 432
| Foto 9-42: Erosões observadas nas laterais da estrada, na região do riacho da Consciência (ponto 15 no mapa) 432
| Foto 9-43: Erosões observadas nas laterais da estrada, na região do riacho da Consciência (ponto 16 no mapa) 432
| Foto 9-44: Processos morfogenéticos na ADA (seta vermelha) (Foto drone - março, 2023) 433
| Foto 9-45: Cambissolo na Área de Estudo Local 438
| Foto 9-46: Cambissolo na Área de Estudo Local 439
| Foto 9-47: Cambissolo na Área de Estudo Local 439
| Foto 9-48: Neossolo Litólico na Área de Estudo Local 441
| Foto 9-49: Neossolo Litólico na Área de Estudo Local 441

Foto 9-50: Vista do Rio São Francisco na área de estudo regional 475
Foto 9-51: Rio São Francisco 480
Foto 9-52: Córrego Barreiro Grande 480
Foto 9-53: Vista aérea do córrego Martinha 481
Foto 9-54: Córrego Martinha 481
Foto 9-55: Vista aérea do córrego Retiro Velho 481
Foto 9-56: Córrego Retiro Velho 481
Foto 9-57: Ilha da Catuaba 481
Foto 9-58: Ilha do Orlando 481
Foto 9-59: Ponto ZM1 509
Foto 9-60: SF3 509
Foto 9-61: Ponto ZM2 509
Foto 9-62: SF4 509
Foto 9-63: Ponto SF5 510
Foto 9-64: SF6 510
Foto 9-65: Ponto BG01 520
Foto 9-66: BG02 520
Foto 9-67: Ponto BG03 520
Foto 9-68: BG04 520
Foto 9-69: Ponto C1 529
Foto 9-70: Ponto C2 529
Foto 9-71: Ponto C3 530
Foto 9-72: Ponto CF 530
Foto 9-73: Ponto C4 530
Foto 9-74: Ponto D 541
Foto 9-75: Ponto CL1 541
Foto 9-76: Ponto REV01 549
Foto 9-77: REV02 549
Foto 9-78: Ponto ASUP16 549
Foto 9-79: Ponto ASUP17 549
Foto 9-80: Ponto ASUP18 549
Foto 9-81: Ponto ASUP-01 RV BG 549
Foto 9-82: Ponto ASUP – 02 RV BG 550
Foto 9-83: Ponto ASUP – 03 RV BG 550
Foto 9-84: Ponto ASUP – 04 RV BG 550
Foto 9-85: Ponto MAR01 563

Foto 9-86: Ponto MAR02 563
Foto 9-87: Ponto ASUP-01 M BG 563
Foto 9-88: Ponto ASUP-02 M BG 563
Foto 9-89: Ponto ASUP03 – M- BG 563
Foto 9-90: Ponto ASUP04 – M- BG 563
Foto 9-91: Registro de acessos na AEL 736
Foto 9-92: Registro de acessos na AEL 736
Foto 9-93: Registro de Área Antropizada na AEL 736
Foto 9-94: Registro de Área Antropizada na AEL 736
Foto 9-95: Área Antropizada com Árvores isoladas na AEL 737
Foto 9-96: Área Antropizada com Árvores isoladas na AEL 737
Foto 9-97: Área Edificada na AEL 737
Foto 9-98: Formação Campestre na AEL 738
Foto 9-99: Formação Campestre na AEL 738
Foto 9-100: Formação florestal na AEL 739
Foto 9-101: Pastagem/Campo antropizado na AEL 739
Foto 9-102: Vista parcial do ponto amostral P01 759
Foto 9-103: Vista parcial do ponto amostral P02 759
Foto 9-104: Vista parcial do ponto amostral P03 759
Foto 9-105: Vista parcial do ponto amostral P04 759
Foto 9-106: Vista parcial do ponto amostral P05 759
Foto 9-107: Vista parcial do ponto amostral P06 759
Foto 9-108: Vista parcial do ponto amostral P07 760
Foto 9-109: Vista parcial do ponto amostral P08 760
Foto 9-110: Vista parcial do ponto amostral P09 760
Foto 9-111: Busca Ativa Diurna 761
Foto 9-112: Busca Ativa Noturna 761
Foto 9-113: *Pitfall* instalado 762
Foto 9-114: Vistoria de *Pitfall* 762
Foto 9-115: Registro de *Ameerega flavopicta* 772
Foto 9-116: Registro de *Physalaemus centralis* 772
Foto 9-117: Registro de *Odontophrynus cultripes* 772
Foto 9-118: Registro de *Barycholos ternetzi* 772
Foto 9-119: Registro de *Scinax aff. perereca* 772
Foto 9-120: *Scinax fuscovarius* 772
Foto 9-121: Registro de *Boa constrictor* 773

Foto 9-122: *Scinax fuscovarius* 773
Foto 9-123: Vista parcial do ponto amostral AVI01 788
Foto 9-124: Vista parcial do ponto amostral AVI02 788
Foto 9-125: Vista parcial do ponto amostral AVI03 788
Foto 9-126: Vista parcial do ponto amostral AVI04 788
Foto 9-127: Vista parcial do ponto amostral AVI05 788
Foto 9-128: Vista parcial do ponto amostral AVI06 788
Foto 9-129: Vista parcial do ponto amostral AVI07 789
Foto 9-130: Vista parcial do ponto amostral AVI08 789
Foto 9-131: Vista parcial do ponto amostral AVI09 789
Foto 9-132: Vista parcial do ponto amostral AVI10 789
Foto 9-133: Vista parcial do ponto amostral AVI11 789
Foto 9-134: Vista parcial do ponto amostral AVI12 789
Foto 9-135: Vista parcial do ponto amostral AVI13 790
Foto 9-136: Vista parcial do ponto amostral AVI14 790
Foto 9-137: Vista parcial do ponto amostral AVI15 790
Foto 9-138: Vista parcial do ponto amostral AVI16 790
Foto 9-139: Vista parcial do ponto amostral AVI17 790
Foto 9-140: Vista parcial do ponto amostral AVI18 790
Foto 9-141: Vista parcial do ponto amostral AVI19 791
Foto 9-142: Vista parcial do ponto amostral AVI20 791
Foto 9-143: Realização de ponto de escuta com auxílio de binóculo 792
Foto 9-144: Registro de dados durante realização de ponto de escuta 792
Foto 9-145: Rede de neblina instalada 793
Foto 9-146: Aves capturada em rede de neblina 793
Foto 9-147: Biometria de ave 794
Foto 9-148: Avaliação da ave 794
Foto 9-149: Batuqueiro (*Saltatricula atricollis*) 819
Foto 9-150: Periquito-da-caatinga (*Eupsittula cactorum*) 819
Foto 9-151: Pomba-asa-branca (*Patagioenas picazuro*) 819
Foto 9-152: Saracura-três-potes (*Aramides cajaneus*) 819
Foto 9-153: Papa-formiga-vermelho (*Formicivora rufa*) 819
Foto 9-154: Petrim *(Synallaxis frontalis)* 819
Foto 9-155: Socó-dorminhoco (*Nycticorax nycticorax*) 820
Foto 9-156: Choca-da-mata (*Thamnophilus caerulescens*) 820
Foto 9-157: Sabiá-do-campo (*Mimus saturninus*) 820

Foto 9-158: Sebinho-de-olho-de-ouro (*Hemitriccus margaritaceiventer*) 820
Foto 9-159: Tucanuçu (*Ramphastos toco*) 820
Foto 9-160: Maracanã-do-buriti (*Orthopsittaca manilatus*) 820
Foto 9-161: Mineirinho (*Charitospiza eucosma*) 825
Foto 9-162: Papagaio-galego (*Alipiopsitta xanthops*) 825
Foto 9-163: Arara-canindé (*Ara ararauna*) 826
Foto 9-164: Arara-canindé (*Ara ararauna*) 826
Foto 9-165: Jacupemba (*Penelope superciliaris*) 827
Foto 9-166: Marreca-ananaí (*Amazonetta brasiliensis*) 827
Foto 9-167: Vista parcial do ponto amostral P01 836
Foto 9-168: Vista parcial do ponto amostral P02 836
Foto 9-169: Vista parcial do ponto amostral P03 836
Foto 9-170: Vista parcial do ponto amostral P04 836
Foto 9-171: Vista parcial do ponto amostral P05 836
Foto 9-172: Vista parcial do ponto amostral P06 836
Foto 9-173: Vista parcial do ponto amostral P07 837
Foto 9-174: Vista parcial do ponto amostral P08 837
Foto 9-175: Vista parcial do ponto amostral P09 837
Foto 9-176: Metodologia de busca ativa 838
Foto 9-177: Metodologia de busca ativa 838
Foto 9-178: Instalação de *câmera trap* 838
Foto 9-179: *Câmera trap* instalada 838
Foto 9-180: *Live trap* tipo *Tomahawk* 839
Foto 9-181: *Live trap* tipo *Sherman* 839
Foto 9-182: Vista parcial de armadilha de interceptação e queda 840
Foto 9-183: Vista parcial de armadilha de interceptação e queda 840
Foto 9-184: Vista parcial de armadilha de interceptação e queda 840
Foto 9-185: Vista parcial de armadilha de interceptação e queda 840
Foto 9-186: Pegada de *Procyon cancrivorus* 849
Foto 9-187: Pegada de *Mazama* sp. 849
Foto 9-188: Registro de *Nasua nasua* 849
Foto 9-189: Pegada de *Hydrochoerus hydrochaeris* 849
Foto 9-190: Registro de *Mazama gouazoubira* 849
Foto 9-191: Registro de *Procyon cancrivorus* 849
Foto 9-192: Registro de *Euphractus sexcinctus* 850
Foto 9-193: Registro de *Cabassous tatouay* 850

Foto 9-194: Registro de *Sylvilagus brasiliensis* 850
Foto 9-195: Registro de *Callithrix penicillata* 850
Foto 9-196: Vista parcial do ponto amostral P01 862
Foto 9-197: Vista parcial do ponto amostral P03 862
Foto 9-198: Vista parcial do ponto amostral P05 862
Foto 9-199: Vista parcial do ponto amostral P06 862
Foto 9-200: Vista parcial do ponto amostral P07 862
Foto 9-201: Instalação de rede de neblina em um ponto amostral ao final da tarde (18h) 864
Foto 9-202: Captura de indivíduo na rede de neblina 864
Foto 9-203: Macho adulto detalhe do escroto de *Artibeus lituratus* 864
Foto 9-204: Pesagem de um indivíduo com o uso de um dinamômetro 864
Foto 9-205: Medição do antebraço de *Carollia perspicillata* com uso de paquímetro 864
Foto 9-206: Indivíduo de Artibeus lituratus capturado durante a 1ª campanha (março/2023) 873
Foto 9-207: Indivíduo de Carollia perspicillata capturado durante a 1ª campanha (março/2023) 873
Foto 9-208: Indivíduo de *Carollia perspicillata* capturado durante a 1ª campanha (março/2023) 873
Foto 9-209: Indivíduo de *Carollia perspicillata* capturado durante a 1ª campanha (março/2023) 873
Foto 9-210: Indivíduo de *Carollia perspicillata* capturado durante a 2ª campanha (junho/2023) 873
Foto 9-211: Indivíduo de *Carollia perspicillata* capturado durante a 2ª campanha (junho/2023) 873
Foto 9-212: Indivíduo de Artibeus lituratus capturado durante a 2ª campanha (junho/2023) 873
Foto 9-213: Vista parcial do ponto amostral P01 885
Foto 9-214: Vista parcial do ponto amostral P02 885
Foto 9-215: Vista parcial do ponto amostral P03 885
Foto 9-216: Vista parcial do ponto amostral P04 885
Foto 9-217: Vista parcial do ponto amostral P05 885
Foto 9-218: Vista parcial do ponto amostral P06 885
Foto 9-219: Vista parcial do ponto amostral P07 886
Foto 9-220: Vista parcial do ponto amostral P08 886
Foto 9-221: Vista parcial do ponto amostral P09 886
Foto 9-222: Profissional realizando a instalação de armadilhas em campo 887
Foto 9-223: Armadilha aromática instalada em campo 887
Foto 9-224: Profissional realizando coleta por meio da Rede entomológica 888
Foto 9-225: Registro de floração e busca por visitantes florais 888
Foto 9-226: Profissional realizando coleta por meio da Rede Entomológica 888
Foto 9-227: Registro de flor e busca por visitantes florais 888
Foto 9-228: Busca ativa por ninhos de abelhas em ocos em trocos de árvores 889
Foto 9-229: Busca ativa por ninhos de abelhas em cavidades naturais 889

Foto 9-230: Montagem e fixação das abelhas coligidas em campo 889
Foto 9-231: Secagem das abelhas em estufa com temperatura controlada a 40°C 889
Foto 9-232: Espécimes após fixação em alfinetes entomológicos e secagem em estufa 890
Foto 9-233: Área queimada do ponto amostral P04 900
Foto 9-234: Ninho marcado e georreferenciado para acompanhamento da abelha *Lestremelitta limao* 901
Foto 9-235: Ninho marcado e georreferenciado para acompanhamento da abelha *Trigona spinipes* 901
Foto 9-236: Ninho marcado e georreferenciado para acompanhamento da abelha *Partamona helleri* 901
Foto 9-237: Ninho marcado e georreferenciado para acompanhamento da abelha *Xylocopa suspecta* 901
Foto 9-238: Vista parcial do ponto amostral P01 910
Foto 9-239: Vista parcial do ponto amostral P02 910
Foto 9-240: Vista parcial do ponto amostral P03 910
Foto 9-241: Vista parcial do ponto amostral P04 910
Foto 9-242: Vista parcial do ponto amostral P05 910
Foto 9-243: Vista parcial do ponto amostral P06 910
Foto 9-244: Vista parcial do ponto amostral P07 911
Foto 9-245: Vista parcial do ponto amostral P08 911
Foto 9-246: Vista parcial do ponto amostral P09 911
Foto 9-247: Armadilha Luminosa Instalada 912
Foto 9-248: Armadilha Luminosa Instalada 912
Foto 9-249: Armadilha Luminosa Instalada 912
Foto 9-250: Armadilha Luminosa Instalada 912
Foto 9-251: Armadilha Luminosa Instalada 913
Foto 9-252: Armadilha Luminosa Instalada 913
Foto 9-253: Biólogo revisando a armadilha 913
Foto 9-254: Biólogo revisando a armadilha 913
Foto 9-255: Armadilha Luminosa Instalada 913
Foto 9-256: Indivíduo de *Aedes aegypti* capturado durante o levantamento da entomofauna 920
Foto 9-257: Indivíduo de *Coquillettidia* spp. capturado durante o levantamento da entomofauna 920
Foto 9-258: Indivíduo de *Culex quinquefasciatus* capturado durante o levantamento da entomofauna 920
Foto 9-259: Indivíduo da família Phlebotominae capturado durante o levantamento da entomofauna 920
Foto 9-260: Vista parcial do ponto amostral ICT01 934
Foto 9-261: Vista parcial do ponto amostral ICT02 934
Foto 9-262: Vista parcial do ponto amostral ICT03 934
Foto 9-263: Vista parcial do ponto amostral ICT04 934
Foto 9-264: Vista parcial do ponto amostral ICT05 934
Foto 9-265: Vista parcial do ponto amostral ICT06 934

Foto 9-266: Vista parcial do ponto amostral ICT07 935
Foto 9-267: Vista parcial do ponto amostral ICT08 935
Foto 9-268: Vista parcial do ponto amostral ICT09 935
Foto 9-269: Utilização do método de captura por rede de emalhar 936
Foto 9-270: Utilização do método de captura por rede de emalhar 936
Foto 9-271: Utilização do método de captura por arrasto 936
Foto 9-272: Utilização do método de captura por arrasto 936
Foto 9-273: Utilização do método de captura por peneira 937
Foto 9-274: Utilização do método de captura por peneira 937
Foto 9-275: Utilização do método de captura por tarrafa 937
Foto 9-276: Utilização do método de captura por tarrafa 937
Foto 9-277: Representantes da ictiofauna capturada nas áreas de estudo (AEL e ADA) 949
Foto 9-278: Representantes da ictiofauna capturada nas áreas de estudo (AEL e ADA) 950
Foto 9-279: Vista parcial do ponto amostral BA-01 968
Foto 9-280: Vista parcial do ponto amostral BA-02 968
Foto 9-281: Vista parcial do ponto amostral BA-03 968
Foto 9-282: Vista parcial do ponto amostral BA-04 968
Foto 9-283: Vista parcial do ponto amostral BA-05 968
Foto 9-284: Vista parcial do ponto amostral BA-06 968
Foto 9-285: Coleta de amostras para análise quantitativa da comunidade fitoplanctônica 969
Foto 9-286: Coleta de amostras para análise qualitativa utilizando rede de 20 µm 969
Foto 9-287: Preparo para filtragem de amostras em rede de abertura de 63 µm 970
Foto 9-288: Acondicionamento da amostra filtrada para posterior fixação 970
Foto 9-289: Amostragem da comunidade bentônica por meio de draga 970
Foto 9-290: Modelo de amostragem de macroinvertebrados bentônicos com Surber 970
Foto 9-291:Fachada da Residência da família do Sr. Gentil Pereira 1045
Foto 9-292: Pensão localizada em Andrequicé 1045
Foto 9-293: Área da antiga Vila da CEMIG 1046
Foto 9-294: Capela de Nossa Senhora Aparecida, Vila da Mineira 1047
Foto 9-295: Mesa de encostar da Capela Nossa Senhora das Mercês 1047
Foto 9-296: Sede da Fazenda Cabeceira das Pedras 1048
Foto 9-297: Moinho da Fazenda das Pedras 1048
Foto 9-298: Vista do Rio São Francisco e sede, a partir da UHE Três Marias 1049
Foto 9-299: Vista do interior da Igreja Nossa Senhora das Mercês. 1052
Foto 9-300: Cascata das Virgens 1053
Foto 9-301: Cachoeira do Frade em São Gonçalo do Abaeté 1108

| Foto 9-302: Vista da Capela de Nossa Senhora de Imaculada Conceição e São Sebastião em São Gonçalo do Abaeté 1109
| Foto 10-1: Vista da Área Diretamente Afetada do projeto (Foto obtida com drone - março, 2023) 1206
| Foto 10-2: Vista da Área Diretamente Afetada do projeto (Foto obtida com drone - março, 2023) 1206
| Foto 10-3: Vista da Área Diretamente Afetada do projeto (Foto obtida com drone - março, 2023) 1207
| Foto 11-1: Vista da Área Diretamente Afetada do projeto (Foto obtida com drone - março, 2023) 1223

LISTA DE GRÁFICO

| Gráfico 3-1: Avaliação das Situação e Característica de ADA 65
| Gráfico 3-2: Avaliação de áreas protegidas/com restrições de interesse social 65
| Gráfico 3-3: Avaliação de áreas protegidas de interesse socioambiental 65
| Gráfico 3-4: Avaliação de Recursos Hídricos 65
| Gráfico 3-5: Avaliação de Vegetação 65
| Gráfico 3-6: Avaliação de Espeleologia 65
| Gráfico 9-1: Temperatura Máxima estações Curvelo e Três Marias 327
| Gráfico 9-2: Temperatura Mínima estações Curvelo e Três Marias 327
| Gráfico 9-3: Temperatura Média estações Curvelo e Três Marias 328
| Gráfico 9-4: Radiação estação Três Marias 328
| Gráfico 9-5: Estação Curvelo - Precipitação Acumulada Mensal (2008 a 2020) 329
| Gráfico 9-6: Estação Três Marias - Precipitação Acumulada Mensal (2007 a 2020) 329
| Gráfico 9-7: Estação Pluviométrica Canoeiros Precipitação Acumulada Mensal (1991 a 2020) 330
| Gráfico 9-8: Estação Pluviométrica Barra do Rio de Janeiro - Precipitação Acumulada Mensal (1991 a 2020) 330
| Gráfico 9-9: Pluviômetro Três Marias (CEMADEN) Precipitação Média Mensal (2018 a 2022) 330
| Gráfico 9-10: Nebulosidade Estação Curvelo 333
| Gráfico 9-11: Pressão Atmosférica Estação Três Marias 333
| Gráfico 9-12: Insolação Total Mensal Estação convencional de Curvelo 334
| Gráfico 9-13: Evaporação Total Estação Curvelo 335
| Gráfico 9-14: Umidade Relativa do Ar Estação Três Marias 336
| Gráfico 9-15: Umidade Relativa do Ar Estação Curvelo 336
| Gráfico 9-16: Boxplot do poluente PTS nas quatro estações 349
| Gráfico 9-17: Boxplot do poluente MP10 nas quatro estações 349
| Gráfico 9-18: Boxplot do poluente MP2,5 nas quatro estações 349
| Gráfico 9-19: Boxplot do poluente SO_2 nas quatro estações 349
| Gráfico 9-20: Boxplot do poluente NO_2 nas quatro estações 349

| Gráfico 9-21: Ponto Ginásio Coberto - Concentrações de 24 horas de PTS 350
| Gráfico 9-22: Ponto Ginásio Coberto - Concentrações de 24 horas de MP10 350
| Gráfico 9-23: Ponto Ginásio Coberto - Concentrações de 24 horas de MP2,5 351
| Gráfico 9-24: Ponto Ginásio Coberto - Concentrações de 24 horas de SO_2 351
| Gráfico 9-25: Ponto Ginásio Coberto - Concentrações de 24 horas de NO_2 352
| Gráfico 9-26: Ponto Vila Residencial - Concentrações de 24 horas de PTS 352
| Gráfico 9-27: Ponto Vila Residencial - Concentrações de 24 horas de MP10 353
| Gráfico 9-28: Ponto Vila Residencial - Concentrações de 24 horas de MP2,5 353
| Gráfico 9-29: Ponto Vila Residencial - Concentrações de 24 horas de SO_2 354
| Gráfico 9-30: Ponto Vila Residencial - Concentrações de 24 horas de NO_2 354
| Gráfico 9-31: Ponto Beira Rio - Concentrações de 24 horas de PTS 355
| Gráfico 9-32: Ponto Beira Rio - Concentrações de 24 horas de MP10 355
| Gráfico 9-33: Ponto Beira Rio - Concentrações de 24 horas de MP2,5 356
| Gráfico 9-34: Ponto Beira Rio - Concentrações de 24 horas de SO_2 356
| Gráfico 9-35: Ponto Beira Rio - Concentrações de 24 horas de NO_2 357
| Gráfico 9-36: Ponto DRM - Concentrações de 24 horas de PTS 357
| Gráfico 9-37: Ponto DRM - Concentrações de 24 horas de MP10 358
| Gráfico 9-38: Ponto DRM - Concentrações de 24 horas de MP2,5 358
| Gráfico 9-39: Ponto DRM - Concentrações de 24 horas de SO_2 359
| Gráfico 9-40: Ponto DRM - Concentrações de 24 horas de NO_2 359
| Gráfico 9-41: Médias Anuais - PTS 360
| Gráfico 9-42: Médias Anuais – MP10 360
| Gráfico 9-43: Médias Anuais – MP2,5 360
| Gráfico 9-44: Médias Anuais – SO2 360
| Gráfico 9-45: Médias Anuais – NO2 360
| Gráfico 9-46: Níveis de pressão sonora no período diurno – dados secundários 385
| Gráfico 9-47: Níveis de pressão sonora no período noturno – dados secundários 385
| Gráfico 9-48: Níveis de pressão sonora no 1º Período/Diurno – dados primários 386
| Gráfico 9-49: Níveis de pressão sonora no 2º Período/Diurno – dados primários 386
| Gráfico 9-50: Níveis de pressão sonora no 3º Período/Noturno – dados primários 387
| Gráfico 9-51: Níveis de vibração 387
| Gráfico 9-52: Precipitação média mensal e anual na estação pluviométrica Barra do Rio de Janeiro 485
| Gráfico 9-53: Precipitação total acumulada de outubro a março (período chuvoso) e abril a setembro (período seco) para a Estação Barra do Rio de Janeiro 486
| Gráfico 9-54: Precipitação média mensal e anual na estação pluviométrica Canoeiros 486
| Gráfico 9-55: Precipitação total acumulada em período chuvoso e período seco na estação pluviométrica Canoeiros 487

| Gráfico 9-56: Precipitação média mensal e anual na estação pluviométrica Fazenda São Félix 487
| Gráfico 9-57: Precipitação total acumulada em período chuvoso e período seco na estação pluviométrica Fazenda São Félix 488
| Gráfico 9-58: Vazões Diárias Estação UHE Três Marias Jusante (41020002) 493
| Gráfico 9-59: Vazões Máximas Diárias Anuais Estação UHE Três Marias Jusante (41020002) 494
| Gráfico 9-60: Curva de Permanência Estação UHE Três Marias Jusante (41020002) 494
| Gráfico 9-61: Acumulados pluviométricos (janeiro de 2018 a abril de 2024) 508
| Gráfico 9-62: Resultados de Manganês Total RSF 518
| Gráfico 9-63: Resultados Alumínio Dissolvido RSF 518
| Gráfico 9-64:Resultados Cádmio Total RSF 518
| Gráfico 9-65:Resultados Zinco Total RSF 518
| Gráfico 9-66: Resultados Oxigênio Dissolvido RSF 519
| Gráfico 9-67: Resultados DBO RSF 519
| Gráfico 9-68: Resultados Manganês Total na sub-bacia do córrego Barreiro Grande 526
| Gráfico 9-69: Resultados Alumínio Dissolvido na sub-bacia do córrego Barreiro Grande 526
| Gráfico 9-70: Resultados Cádmio Total na sub-bacia do córrego Barreiro Grande 527
| Gráfico 9-71: Resultados Zinco Total na sub-bacia do córrego Barreiro Grande 527
| Gráfico 9-72: Resultados Arsênio Total na sub-bacia do córrego Barreiro Grande 527
| Gráfico 9-73: Resultados Chumbo na sub-bacia do córrego Barreiro Grande 527
| Gráfico 9-74: Resultados Sulfato na sub-bacia do córrego Barreiro Grande 528
| Gráfico 9-75: Resultados DBO na sub-bacia do córrego Barreiro Grande 528
| Gráfico 9-76:Resultados Oxigênio Dissolvido na sub-bacia do córrego Barreiro Grande 528
| Gráfico 9-77: Resultados Sólidos Dissolvidos Totais na sub-bacia do córrego Barreiro Grande 529
| Gráfico 9-78: Resultados Turbidez na sub-bacia do córrego Barreiro Grande 529
| Gráfico 9-79: Resultados Alumínio Dissolvido na sub-bacia do córrego Consciência 538
| Gráfico 9-80:Resultados Arsênio Total na sub-bacia do córrego Consciência 538
| Gráfico 9-81:Resultados Cádmio Total na sub-bacia do córrego Consciência 538
| Gráfico 9-82: Resultados Cobre Dissolvido na sub-bacia do córrego Consciência 538
| Gráfico 9-83: Resultados Chumbo Total na sub-bacia do córrego Consciência 538
| Gráfico 9-84: Resultados Cobalto Total na sub-bacia do córrego Consciência 538
| Gráfico 9-85: Resultados Manganês Total na sub-bacia do córrego Consciência 538
| Gráfico 9-86:Resultados Zinco Total na sub-bacia do córrego Consciência 538
| Gráfico 9-87:Resultados Sulfato na sub-bacia do córrego Consciência 539
| Gráfico 9-88: Resultados DBO na sub-bacia do córrego Consciência 539
| Gráfico 9-89: Resultados Oxigênio Dissolvido na sub-bacia do córrego Consciência 539
| Gráfico 9-90: Resultados Sólidos Dissolvidos Totais na sub-bacia do córrego Consciência 540

Gráfico 9-91: Resultados Sólidos Suspensos na sub-bacia do córrego Consciência 540
Gráfico 9-92: Resultados Turbidez na sub-bacia do córrego Consciência 540
Gráfico 9-93: Resultados pH na sub-bacia do córrego Consciência 540
Gráfico 9-94:Resultados Alumínio Dissolvido na sub-bacia do córrego da Lavagem 544
Gráfico 9-95: Resultados Cádmio Total na sub-bacia do córrego da Lavagem 544
Gráfico 9-96: Resultados Chumbo Total na sub-bacia do córrego da Lavagem 545
Gráfico 9-97: Resultados Cobalto Total na sub-bacia do córrego da Lavagem 545
Gráfico 9-98: Resultados Cobre Dissolvido na sub-bacia do córrego da Lavagem 545
Gráfico 9-99: Resultados Cromo Total na sub-bacia do córrego da Lavagem 545
Gráfico 9-100: Resultados Manganês Total na sub-bacia do córrego da Lavagem 545
Gráfico 9-101: Resultados Zinco na sub-bacia do córrego da Lavagem 545
Gráfico 9-102: Resultados Sulfato na sub-bacia do córrego da Lavagem 546
Gráfico 9-103: Resultados Sólidos Dissolvidos Totais na sub-bacia do córrego da Lavagem 546
Gráfico 9-104: Resultados Sólidos Suspensos na sub-bacia do córrego da Lavagem 546
Gráfico 9-105: Resultados Turbidez na sub-bacia do córrego da Lavagem 546
Gráfico 9-106: Resultados pH na sub-bacia do córrego da Lavagem 546
Gráfico 9-107: Resultados DBO na sub-bacia do córrego da Lavagem 547
Gráfico 9-108: Resultados Oxigênio Dissolvido na sub-bacia do córrego da Lavagem 547
Gráfico 9-109: Resultados Oxigênio Dissolvido na sub-bacia do córrego Retiro Velho 557
Gráfico 9-110:Resultados DBO na sub-bacia do córrego Retiro Velho 557
Gráfico 9-111: Resultados pH na sub-bacia do córrego Retiro Velho 558
Gráfico 9-112: Resultados turbidez na sub-bacia do córrego Retiro Velho 558
Gráfico 9-113: Resultados Manganês Total na sub-bacia do córrego Retiro Velho 559
Gráfico 9-114: Resultados Alumínio Dissolvido na sub-bacia do córrego Retiro Velho 559
Gráfico 9-115: Resultados Ferro Dissolvido na sub-bacia do córrego Retiro Velho 559
Gráfico 9-116: Resultados Cádmio Total na sub-bacia do córrego Retiro Velho 560
Gráfico 9-117: Resultados Zinco Total na sub-bacia do córrego Retiro Velho 560
Gráfico 9-118: Resultados Chumbo Total na sub-bacia do córrego Retiro Velho 560
Gráfico 9-119: Resultados Cobalto Total na sub-bacia do córrego Retiro Velho 560
Gráfico 9-120: Resultados Cobre Dissolvido na sub-bacia do córrego Retiro Velho 560
Gráfico 9-121: Resultados Sulfato na sub-bacia do córrego Retiro Velho 560
Gráfico 9-122: Resultados Níquel Total na sub-bacia do córrego Retiro Velho 561
Gráfico 9-123: Resultados Prata Total na sub-bacia do córrego Retiro Velho 561
Gráfico 9-124: Resultados Oxigênio Dissolvido na sub-bacia do córrego Martinha 570
Gráfico 9-125: Resultados DBO na sub-bacia do córrego Martinha 570
Gráfico 9-126: Resultados Sólidos Suspensos na sub-bacia do córrego Martinha 570

Gráfico 9-127: Resultados Turbidez na sub-bacia do córrego Martinha 570
Gráfico 9-128: Resultados pH na sub-bacia do córrego Martinha 570
Gráfico 9-129: Resultados Alumínio Dissolvido na sub-bacia do córrego Martinha 571
Gráfico 9-130: Resultados Ferro Dissolvido na sub-bacia do córrego Martinha 571
Gráfico 9-131: Resultados Manganês Total na sub-bacia do córrego Martinha 571
Gráfico 9-132: Resultados Cádmio Total na sub-bacia do córrego Martinha 572
Gráfico 9-133: Resultados Chumbo Total na sub-bacia do córrego Martinha 572
Gráfico 9-134: Resultados Zinco Total na sub-bacia do córrego Martinha 572
Gráfico 9-135: Resultados das análises de alumínio total – Pontos WSP 616
Gráfico 9-136: Resultados das análises de alumínio total – Pontos de *Baseline* WSP (2024) 616
Gráfico 9-137: Resultados das análises de ferro total PMA01, PMA02B e PMA03B 616
Gráfico 9-138: Resultados das análises de ferro total – Pontos de *Baseline* WSP (2024) 617
Gráfico 9-139: Resultados das análises de ferro total – Pontos WSP 617
Gráfico 9-140: Resultados das análises de manganês total – PMA 01, PMA02B e PMA03B 618
Gráfico 9-141: Resultados das análises de manganês total – Pontos *Baseline* WSP 618
Gráfico 9-142: Resultados das análises de manganês total – Pontos WSP 618
Gráfico 9-143: Resultados das análises de arsênio total – PMA 01, PMA02 e PMA03B 619
Gráfico 9-144: Resultados das análises de chumbo total – PMA 01, PMA02B e PMA03B 619
Gráfico 9-145: Resultados das análises de chumbo total – Pontos WSP 620
Gráfico 9-146: Resultados das análises de cádmio total – PMA 01, PMA02B e PMA03B 620
Gráfico 9-147: Resultados das análises de cádmio total – Pontos WSP 620
Gráfico 9-148: Resultados das análises de bário total – PMA01, PMA 02B e PMA03B 621
Gráfico 9-149: Resultados das análises de cromo total – PMA01, PMA02B e PMA 03B 621
Gráfico 9-150: Resultados das análises de cromo total – Pontos WSP 622
Gráfico 9-151: Resultados das análises de níquel total – PMA01, PMA 02B e PMA03B 622
Gráfico 9-152: Resultados das análises de níquel total – Pontos WSP 622
Gráfico 9-153: Resultados das análises de cianeto total – Pontos WSP 623
Gráfico 9-154: Resultados das análises de mercúrio total – Pontos WSP 623
Gráfico 9-155: Resultados das análises de prata total – Pontos WSP 624
Gráfico 9-156: Resultados das análises de selênio total – Pontos WSP 624
Gráfico 9-157: Resultados das análises de vanádio total – Pontos WSP 624
Gráfico 9-158: Resultados das análises de zinco total – PMA 01, PMA02B e PMA03B 625
Gráfico 9-159: Resultados das análises de zinco total – Pontos de *Baseline* WSP (2024) 625
Gráfico 9-160: Resultados das análises de zinco total – Pontos WSP 625
Gráfico 9-161: Resultados das análises de sulfato – Pontos WSP 626
Gráfico 9-162: Resultados das análises de fluoreto – Pontos WSP 627

| Gráfico 9-163: Riqueza por famílias na área de estudo (ADA) 740
| Gráfico 9-164: Riqueza de gêneros na área de estudo (ADA) 740
| Gráfico 9-165: Riqueza de famílias ocorrentes na área de Pastagem 743
| Gráfico 9-166: Riqueza de famílias ocorrentes na área de Pastagem com remanescentes 745
| Gráfico 9-167: Riqueza de espécies por famílias botânicas 748
| Gráfico 9-168: Representatividade das famílias de anfíbios registradas na AER 765
| Gráfico 9-169: Representatividade das famílias de répteis registradas na AER 766
| Gráfico 9-170: Ordens da herpetofauna encontradas registradas na AER 773
| Gráfico 9-171: Representatividade das famílias de anfíbios registradas nas Área de Estudo (AEL e ADA) 774
| Gráfico 9-172: Representatividade das famílias de répteis registradas nas Área de Estudo (AEL e ADA) 774
| Gráfico 9-173: Abundância relativa das espécies da herpetofauna registradas nas Área de Estudo (AEL e ADA) 776
| Gráfico 9-174: Diversidade e equitabilidade da herpetofauna registradas nas Área de Estudo (AEL e ADA) 777
| Gráfico 9-175: Análise de ordenação NMDS da assembleia de anfíbios e repteis registradas nas Área de Estudo (AEL e ADA) 778
| Gráfico 9-176: Curva do coletor da comunidade de herpetofauna registradas nas Área de Estudo (AEL e ADA) 779
| Gráfico 9-177: Comparativo entre número de espécies da herpetofauna registradas nas Área de Estudo (AEL e ADA) 781
| Gráfico 9-178: Representatividade das ordens de aves registradas através de dados secundários com potencial ocorrência para a AER 796
| Gráfico 9-179: Representatividade das famílias da avifauna registradas através de dados secundários com potencial ocorrência para a AER 796
| Gráfico 9-180: Riqueza de espécies da herpetofauna através do diagrama de Venn registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA) 817
| Gráfico 9-181: Representatividade das famílias da Avifauna registrados nas áreas de estudo (AEL e ADA) 817
| Gráfico 9-182: Representatividade das famílias da avifauna registrados nas áreas de estudo (AEL e ADA) 818
| Gráfico 9-183: Abundância relativa das espécies da avifauna amostradas nas áreas de estudo (AEL e ADA) 821
| Gráfico 9-184: Diversidade e equitabilidade da assembleia de mamíferos não-voadores registrados nas áreas de estudo (AEL e ADA) 822
| Gráfico 9-185: Análise de ordenação NMDS da assembleia de aves registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA) 823
| Gráfico 9-186: Curva do coletor da comunidade de aves registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA). 824
| Gráfico 9-187: Sensibilidade a distúrbios das espécies de aves registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA) .. 829
| Gráfico 9-188: Representatividade dos hábitos alimentares das espécies da Avifauna registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA) 830
| Gráfico 9-189: Representatividade das ordens de mamíferos não-voadores registradas através de dados secundários com potencial ocorrência para a AER 843
| Gráfico 9-190: Representatividade das ordens da mastofauna não voadora registrados nas áreas de estudo (AEL e ADA) 851

| Gráfico 9-191: Representatividade das famílias da mastofauna não voadora registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA) 851
| Gráfico 9-192: Abundância relativa e ranqueada das espécies da mastofauna não voadora registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA) 852
| Gráfico 9-193: Diversidade e equitabilidade da mastofauna não voadora registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA) 853
| Gráfico 9-194: Análise de ordenação NMDS da assembleia de mamíferos não voadora registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA) 854
| Gráfico 9-195: Curva do coletor da comunidade de mamíferos não voadora registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA) 855
| Gráfico 9-196: Representatividade das subfamílias de insetos vetores (Diptera) registradas por meio dos dados secundários com potencial ocorrência para a AER 866
| Gráfico 9-197: Representatividade das famílias da ordem Chiroptera na área de estudo local (AEL e ADA) 874
| Gráfico 9-198: Abundância relativa das espécies da quiropterofauna amostradas nas áreas de estudo (AEL e ADA) 875
| Gráfico 9-199: Diversidade e equabilidade da comunidade de quirópteros registrados nas áreas de estudo (AEL e ADA) 876
| Gráfico 9-200: Riqueza de espécies de quirópteros registrados por pontos nas áreas de estudo local (AEL e ADA) 878
| Gráfico 9-201: Representatividade dos hábitos alimentares das espécies da ordem Chiroptera registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA) 879
| Gráfico 9-202: Comparativo entre dados primários e secundários obtidos para a mastofauna voadora nas áreas de estudo (AEL e ADA) 880
| Gráfico 9-203: Representatividade das famílias da apifauna registradas por meio dos dados secundários com potencial ocorrência para a AER 891
| Gráfico 9-204: Representatividade das tribos de abelhas registradas na AEL e ADA. 898
| Gráfico 9-205: Abundância de abelhas registradas ao longo das campanhas na AEL e ADA 899
| Gráfico 9-206: Abundância e riqueza de abelhas registradas ao longo das campanhas na AEL e ADA. 900
| Gráfico 9-207: Abundância de espécies registrada na AEL e ADA 902
| Gráfico 9-208: Índices de Diversidade de Shannon (H') e Equitabilidade de Pielou (J) na AEL e ADA 903
| Gráfico 9-209: Similaridade de Bray-curtisda comunidade de abelhas registradas na AEL e ADA 904
| Gráfico 9-210: Curva do coletor da assembleia de abelhas registradas na AEL e ADA 905
| Gráfico 9-211: Representatividade das subfamílias de insetos vetores (Diptera) registradas por meio dos dados secundários com potencial ocorrência para a AER 915
| Gráfico 9-212: Abundância das espécies da entomofauna amostradas nas áreas de estudo (AEL e ADA) 921
| Gráfico 9-213: Abundância e riqueza das espécies da entomofauna amostradas nas áreas de estudo (AEL e ADA) 921
| Gráfico 9-214: Abundância das espécies da entomofauna, por campanha amostradas nas áreas de estudo (AEL e ADA) 922
| Gráfico 9-215: Abundância das espécies da entomofauna, por campanha e entre áreas amostrais, amostradas nas áreas de estudo (AEL e ADA). 923

| Gráfico 9-216: Abundância relativa e ranqueada das espécies da entomofauna – díptera - amostradas nas áreas de estudo (AEL e ADA) 924
| Gráfico 9-217: Diversidade e equitabilidade da comunidade de dípteros registrados entre as campanhas, nas áreas de estudo (AEL e ADA) 925
| Gráfico 9-218: Análise de similaridade faunística, baseada na distância de *Bray curtis* da entomofauna de dípteros registrados nas áreas de estudo (AEL e ADA) 926
| Gráfico 9-219: Curva do coletor da comunidade de dípteros registrados nas áreas de estudo (AEL e ADA) 927
| Gráfico 9-220: Representatividade das ordens de peixes registrados por meio dos dados secundários com potencial ocorrência para a AER 940
| Gráfico 9-221: Representatividade de ordens de peixes registrados nas áreas de estudo (AEL e ADA) 944
| Gráfico 9-222: Representatividade das famílias de peixes registrados nas áreas de estudo (AEL e ADA) 945
| Gráfico 9-223: Riqueza de espécies da ictiofauna registrada por ponto de amostragem nas áreas de estudo (AEL e ADA) 945
| Gráfico 9-224: Diversidade e equitabilidade da ictiofauna registrada nas áreas de estudo (AEL e ADA) 951
| Gráfico 9-225: Abundância relativa das espécies da ictiofauna amostradas nas áreas de estudo (AEL e ADA) . 952
| Gráfico 9-226: Representação dos valores de CPUEn (captura por unidade de esforço em número) da iciofauna capturada nas áreas de estudo (AEL e ADA) 953
| Gráfico 9-227: Representação dos valores de CPUEb (captura por unidade de esforço em biomassa) da iciofauna capturada nas áreas de estudo (AEL e ADA) 954
| Gráfico 9-228: Dendrograma de similaridade entre pontos de amostragem da ictiofauna nas áreas de estudo (AEL e ADA) 957
| Gráfico 9-229: Curva do coletor da comunidade de peixes registrados nas áreas de estudo (AEL e ADA) 958
| Gráfico 9-230: Representatividade dos hábitos alimentares das espécies da ictiofauna registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA) 962
| Gráfico 9-231: Representatividade estratégias reprodutivas das espécies da ictiofauna registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA) 962
| Gráfico 9-232: Estrutura geral da comunidade fitoplanctônica em síntese de todos os pontos amostrados (CAMBRAIA, 1995) na AER 972
| Gráfico 9-233: Densidade da comunidade em síntese de todos os pontos amostrados (CAMBRAIA, 1995) na AER 973
| Gráfico 9-234: Estrutura da comunidade zooplanctônica registrada nos anos de 1998 na AER 976
| Gráfico 9-235: Estrutura da comunidade zooplanctônica registrada 2006 na AER 976
| Gráfico 9-236: Composição geral da comunidade fitoplanctônica nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA) 977
| Gráfico 9-237: Composição da comunidade fitoplanctônica nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA) 981
| Gráfico 9-238: Riqueza da comunidade fitoplanctônica nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA) 982
| Gráfico 9-239: Densidade da comunidade fitoplanctônica nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA) 983

| Gráfico 9-240: Diversidade e equitabilidade da comunidade fitoplanctônica registrada nas áreas de estudos (AEL e ADA) 984
| Gráfico 9-241: Análise de agrupamento entre os pontos amostrais da comunidade fitoplanctônica nas áreas de estudos (AEL e ADA) 985
| Gráfico 9-242: Composição geral da comunidade zooplanctônica nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA) 986
| Gráfico 9-243: Composição da comunidade zooplanctônica nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA) 989
| Gráfico 9-244: Riqueza da comunidade zooplanctônica nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA) 990
| Gráfico 9-245: Densidade da comunidade zooplanctônica nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA) 990
| Gráfico 9-246: Densidade da comunidade zooplanctônica nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA) 991
| Gráfico 9-247: Análise de agrupamento entre os pontos amostrais da comunidade zooplanctônica nas áreas de estudos (AEL e ADA) 993
| Gráfico 9-248: Composição geral da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA) 994
| Gráfico 9-249: Composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA) 996
| Gráfico 9-250: Densidade da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA) 997
| Gráfico 9-251: Análise de agrupamento entre os pontos amostrais da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nas áreas de estudos (AEL e ADA) 998
| Gráfico 9-252: Áreas naturais x uso antrópico em Três Marias 1004
| Gráfico 9-253: Diagrama de áreas - Cobertura do solo em Três Marias 1005
| Gráfico 9-254: Variação populacional em Três Marias - 1991 a 2022 1014
| Gráfico 9-255: Pirâmide Etária de Três Marias - Censo 2010 1015
| Gráfico 9-256: População Urbana x População Rural em Três Marias - Censo 2010 1015
| Gráfico 9-257: Cor ou raça da população de Três Marias 1016
| Gráfico 9-258: Composição do Produto Interno Bruto – Três Marias 1020
| Gráfico 9-259: Produto Interno Bruto a preços correntes em Três Marias 1021
| Gráfico 9-260: Série histórica do PIB per capita de Três Marias - 2010 a 2019 1023
| Gráfico 9-261: Distribuição da Renda Per Capita em Três Marias em 2010 1024
| Gráfico 9-262: Arrecadação de impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos, a preços correntes em Três Marias entre 2010 e 2019 1025
| Gráfico 9-263: Arrecadação de tributos municipais em Três Marias 1025
| Gráfico 9-264: Tributação paga pela Nexa em Três Marias 1026
| Gráfico 9-265: Nível de instrução da população de Três Marias 1062
| Gráfico 9-266: Consumo médio de água per capita por dia em Três Marias entre 2010 e 2020 1065

| Gráfico 9-267: Extensão da rede de esgotos de Três Marias 1066
| Gráfico 9-268: Índices de Segurança Pública de Três Marias 1069
| Gráfico 9-269: Situação cadastral das Organizações da Sociedade Civil de Três Marias 1075
| Gráfico 9-270: Área de atuação das Organizações da Sociedade Civil de Três Marias 1075
| Gráfico 9-271: Áreas naturais x uso antrópico em São Gonçalo do Abaeté 1087
| Gráfico 9-272: Diagrama de áreas- Cobertura do solo em São Gonçalo do Abaeté 1089
| Gráfico 9-273: Variação populacional em São Gonçalo do Abaeté - 1991 a 2022 1091
| Gráfico 9-274: Pirâmide Etária (2010) - São Gonçalo do Abaeté 1092
| Gráfico 9-275: População Urbana x População Rural em São Gonçalo do Abaeté - Censo 2010 1093
| Gráfico 9-276: Cor ou raça da população de São Gonçalo do Abaeté 1093
| Gráfico 9-277: Composição do Produto Interno Bruto – São Gonçalo do Abaeté 1098
| Gráfico 9-278: Produto Interno Bruto a preços correntes em São Gonçalo do Abaeté 1098
| Gráfico 9-279: Série histórica do PIB per capita de São Gonçalo do Abaeté - 2010 a 2019 1101
| Gráfico 9-280: Distribuição da Renda Per Capita em São Gonçalo do Abaeté em 2010 1101
| Gráfico 9-281: Arrecadação de impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos, a preços correntes em São Gonçalo do Abaeté entre 2010 e 2019 1102
| Gráfico 9-282: Arrecadação de tributos municipais em São Gonçalo do Abaeté 1103
| Gráfico 9-283: Nível de instrução da população de São Gonçalo do Abaeté 1120
| Gráfico 9-284: Consumo médio de água per capita por dia em São Gonçalo do Abaeté entre 2010 e 2020 1123
| Gráfico 9-285: Extensão da rede de esgotos de São Gonçalo do Abaeté 1124
| Gráfico 9-286: Índices de Segurança Pública de São Gonçalo do Abaeté 1128
| Gráfico 9-287: Situação cadastral das Organizações da Sociedade Civil de São Gonçalo do Abaeté 1131
| Gráfico 9-288: Área de atuação das Organizações da Sociedade Civil de São Gonçalo do Abaeté 1132
| Gráfico 9-289: Conhecimento sobre trabalhos de educação ambiental em Três Marias 1147
| Gráfico 9-290: Conhecimento sobre trabalhos de responsabilidade social e desenvolvimento sustentável em Três Marias 1148
| Gráfico 9-291: Avaliação sobre a existência de uma unidade da Nexa em Três Marias 1149
| Gráfico 9-292: Avaliação sobre o nível de importância da Nexa para a Região 1150
| Gráfico 9-293: Avaliação sobre material complementar informativo 1150
| Gráfico 9-294: Avaliação sobre a intenção da empresa em construir uma nova pilha de disposição à seco de resíduo industrial 1151
| Gráfico 9-295: Conhecimento sobre trabalhos de educação ambiental em São Gonçalo do Abaeté 1157
| Gráfico 9-296: Conhecimento sobre trabalhos de Responsabilidade Social e Desenvolvimento Sustentável em São Gonçalo do Abaeté 1158
| Gráfico 9-297: Avaliação sobre a existência de uma Unidade da Nexa na região 1158
| Gráfico 9-298: Avaliação sobre o nível de importância da Nexa para a Região 1159
| Gráfico 9-299: Avaliação sobre material complementar informativo 1160

| Gráfico 9-300: Avaliação sobre a intenção da empresa em construir uma nova pilha de disposição à seco de resíduo industrial 1161
| Gráfico 9-301: *Status* das entrevistas 1162
| Gráfico 9-302: Distribuição de gênero da população analisada 1170
| Gráfico 9-303: Distribuição de raça da população analisada 1171
| Gráfico 9-304: Faixa etária da população analisada 1171
| Gráfico 9-305: Grau de Escolaridade da população analisada 1172
| Gráfico 9-306: Área de atuação profissional da população analisada 1172
| Gráfico 9-307: Quantidade de pessoas no núcleo familiar da população analisada 1173
| Gráfico 9-308: Faixa de renda do núcleo familiar da população analisada 1173
| Gráfico 9-309: Avaliação dos setores de infraestrutura da AEL 1174
| Gráfico 9-310: Número de pessoas que conhecem ou já ouviram falar sobre a Nexa 1176
| Gráfico 9-311: Avaliação sobre a presença da Nexa na AEL 1177
| Gráfico 9-312: Número de pessoas que convivem com trabalhadores da Nexa 1179
| Gráfico 9-313: Índice de conhecimento das ações sociais da Nexa na AEL 1180
| Gráfico 9-314: Avaliação do nível de importância da Nexa para a Região 1180
| Gráfico 9-315: Avaliação da intenção da Nexa em expandir as atividades industriais 1182
| Gráfico 9-316: Número de pessoas quer conhecem ou ouviram falar do Projeto de Disposição à Seco de Resíduos Industriais 1184
| Gráfico 9-317: Avaliação sobre o grau de eficiência do Material Complementar apresentado na Pesquisa de Percepção 1185
| Gráfico 9-318: Avaliação do Projeto Disposição à Seco 1186

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 – ART e CTF 1416
Anexo 2 – Certificado de acreditação 1417
Anexo 3 – Laudos de Ruído e Vibração 1418
Anexo 4 – Questionário da Pesquisa de Percepção com Instituições da AER 1419
Anexo 5 - Material Complementar da Pesquisa de Percepção 1420
Anexo 6 – Questionário da Pesquisa de Percepção com Instituições da AEL 1421

1 INTRODUÇÃO

A Unidade Três Marias da Nexa Recursos Minerais S.A. (Nexa) constitui empreendimento metalúrgico que tem como atividade principal a produção de zinco em formas primárias. O processo produtivo do empreendimento gera um resíduo, denominado lama terciária, o qual, atualmente, precisa ser disposto hidraulicamente em barragens de contenção.

O empreendimento iniciou sua operação no ano de 1969, sendo o resíduo industrial sempre disposto em barragens de contenção, sobretudo devido à dificuldade de desaguamento para empilhamento a seco.

Atualmente, a Unidade Três Marias está realizando a disposição hidráulica dos resíduos no Depósito de Rejeitos Murici – DRM, especificamente no módulo Oeste 1, o qual, recentemente, foi alteado para a elevação 598,0 m (dique de partida na El. 586,0 m; 1º alteamento na El. 592,0 m e 2º alteamento na El. 598,0 m), o qual tem vida útil prevista até o ano de 2027. Após esse período, a Unidade Três Marias precisará de um novo local para disposição do resíduo industrial.

Por este motivo, a Nexa vem, nos últimos anos, realizando diversos investimentos para desenvolvimento de uma tecnologia que proporcionasse o empilhamento a seco da lama terciária, a partir da filtragem do resíduo industrial e da adição de cimento e de leite de cal.

Analisando todas as alternativas locacionais e tecnológicas disponíveis para disposição do resíduo a partir de 2027, a Nexa optou pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, o qual prevê a redução da umidade do resíduo industrial através da filtragem em filtros tipo prensa, com posterior tratamento do resíduos filtrado (ou tortas) com adição de leite de cal e de cimento (proporção de 5% e 10%, respectivamente, da taxa de sólidos do resíduos industrial), seguido da disposição em pilha a seco do resíduo industrial cimentado.

Em síntese, está se tratando-se de um projeto considerado, de modo estrito, *brownfield*, em área dominada por paisagem industrial e, portanto, marcada pela presença da atividade metalúrgica, desenvolvida há mais de cinco décadas.

Dada a restrição de alternativa tecnológica para disposição dos resíduos da Unidade Três Marias, o licenciamento do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias permitirá a manutenção das atividades do empreendimento, na medida em que possibilita o aumento da vida útil de estruturas de disposição de rejeitos existentes, proporcionando, por consequência, a continuação dos níveis de emprego e da massa salarial associada, além da manutenção da arrecadação pública gerada pela operação atual.

Em linhas Projeto contempla a implantação de uma pilha impermeabilizada, que atenderá a uma atividade industrial que tem como remanescentes resíduos classe I (perigosos, conforme NBR ABNT 10.004:2004). Nesse sentido, foi enquadrada nas atividades previstas na Deliberação

Normativa Copam nº 217, de 06 de dezembro de 2017, pelo código F-05-11-8 – Aterro para resíduos perigosos – classe I. Trata-se de atividade com potencial poluidor "Grande" e, considerando que a área diretamente afetada pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais tem cerca de 59 hectares e a pilha, em si, tem aproximadamente 22 hectares, o porte da atividade é enquadrado como "Grande", resultando em Classe 6. O projeto e sua área diretamente afetada não apresentam incidência de critério locacional, tampouco de fatores de restrição ou vedação.

Neste contexto, este documento apresenta o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, em conformidade com as orientações do Termo de Referência Geral para elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) emitido pelo Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA em 03 de janeiro de 2023, versão 1.2, bem como com as diretrizes dispostas na Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986.

Na Tabela 1-1 é apresentado o cronograma simplificado das fases de implantação e operação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

Tabela 1-1: Cronograma simplificado de implantação e operação do Projeto Disposição a Seco dos Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

Atividades	2024												2025												2026												2027											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Protocolo LP/LI																																																	
Obtenção LP/LI																																																	
Contratação e mobilização dos serviços																																																	
Execução das obras (depósito e estruturas auxiliares)																																																	
Protocolo LO																																																	
Obtenção LO																																																	

1.1 LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A Unidade Três Marias está localizada na porção centro-norte do estado de Minas Gerais, compreendendo parte das zonas urbana e rural do município de Três Marias (Figura 1-1). O empreendimento está sediado na BR-040, rodovia federal que interliga Brasília ao Rio de Janeiro, na altura do km 284,5. Dista, de Belo Horizonte, cerca de 270 km, e, de Brasília, 460 km.

O local do Projeto Disposição a Seco dos Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, está localizados a apenas 4 km da planta industrial. O acesso ao local, por área externa às propriedades da Nexa, se dá pela Estrada Consciência (via municipal não pavimentada), a partir da sede urbana de Três Marias, no sentido norte, em direção à localidade conhecida como "Aldeia do Dourado".

Para acessar o local, partindo-se da BR-040 (sentido BH-BSB), deve-se entrar na saída 276 B para a rua Antônio Carlos Pedroso. Então, após a rotatória, deve-se convergir na segunda à esquerda, na rua Presidente John Kennedy. Após 180 m, converge-se à direita para a rua Almerinda Lourenço Amaral, percorrendo esta via por cerca de 400 m para virar à esquerda na rua Felixlândia e, logo em seguida, à direita, na rua Oswaldo Pedroso de Almeida. Deve-se seguir por esta via por 850 m até o término do asfalto, onde se inicia a Estrada Consciência. Após cerca de 3,5 km está o Projeto Disposição a Seco dos Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

Figura 1-1: Localização da Unidade Três Marias e do Projeto Disposição a Seco dos Resíduos Industriais da Unidade Três Marias



1.2 HISTÓRICO DA UNIDADE TRÊS MARIAS E DA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS

A história da Nexa Recursos Minerais S.A. tem início no ano de 1956, com a fundação da Companhia Mineira de Metais (CMM). Ainda na década de 1950, a empresa inicia pesquisas minerais em jazidas de zinco no atual município de Vazante-MG. Diante da constatação de enorme potencial de produção mineral, a companhia decide pela implantação de um empreendimento metalúrgico, cuja localização foi criteriosamente definida, em função da disponibilidade de utilidades (água e energia, sobretudo) e da facilidade de acesso (rodovia federal BR-040).

Em 1969 a unidade metalúrgica de Três Marias-MG começa a operar (Foto 1-1), produzindo zinco eletrolítico a partir do minério silicatado de zinco, explorado em Vazante. Já em 1984, a empresa torna-se acionista, em um consórcio formado por três empresas, da Mineração Morro Agudo, localizada no município de Paracatu-MG. A partir deste momento, a Unidade Três Marias passa a utilizar como matéria-prima o concentrado sulfetado de zinco, produzido em Morro Agudo. Em 1988, a CMM assume todo o controle do empreendimento minerário de Paracatu, o que proporcionou, juntamente com outros investimentos realizados na mina de Vazante, um impulsionamento na produção de zinco metálico em lingote na Unidade de Três Marias, passando de 10 mil para 90 mil toneladas por ano, em 1993 (Foto 1-2).

Foto 1-1: Planta metalúrgica recém-inaugurada, em registro de 1970



Fonte: arquivo interno da Nexa.

Foto 1-2: Unidade Três Marias, em registro de 1988



Fonte: arquivo interno da Nexa.

Após uma reestruturação no Grupo Votorantim, controlador da Companhia Mineira de Metais, a empresa altera, no ano de 1996, a razão social para Votorantim Metais. No início dos anos 2000, já operando sob o nome de Votorantim Metais, a Unidade Três Marias tem sua produção intensificada, passando de 90 mil para 180 mil toneladas por ano de cátodo de zinco metálico, a partir de processo de transformação metalúrgica do zinco no sistema misto, utilizando tanto o minério silicatado, quanto o minério sulfetado. Mais recentemente (2017), após abertura de capital, a empresa passou a atuar com a razão social de Nexa Recursos Minerais S.A.

Além da Unidade Três Marias e dos empreendimentos minerários de Vazante e Morro Agudo, a

Nexa possui, no Brasil, outra unidade metalúrgica em Juiz de Fora e um novo empreendimento minerário em Aripuanã, no estado do Mato Grosso. A planta metalúrgica de Juiz de Fora opera com matéria-prima proveniente do Peru e com reciclagem de produtos que contém zinco. A mina de Aripuanã, quando iniciar sua operação, também fornecerá concentrado de zinco para a Unidade Três Marias. Além das operações brasileiras, a Nexa também possui empreendimentos minerários e metalúrgicos no Peru.

Atualmente, conforme dados disponibilizados pela Nexa, a produção da metalúrgica Nexa Três Marias é de aproximadamente 190 mil toneladas por ano de zinco, sendo a maior produtora de zinco do Brasil.

No que tange o manejo dos resíduos industriais provenientes da produção hidrometalúrgica de zinco, a Unidade Três Marias, nas décadas iniciais de operação, realizava disposição da lama terciária no Dique de Segurança, barramento localizado a oeste da planta metalúrgica, em depósito de encosta na margem direita do rio São Francisco.

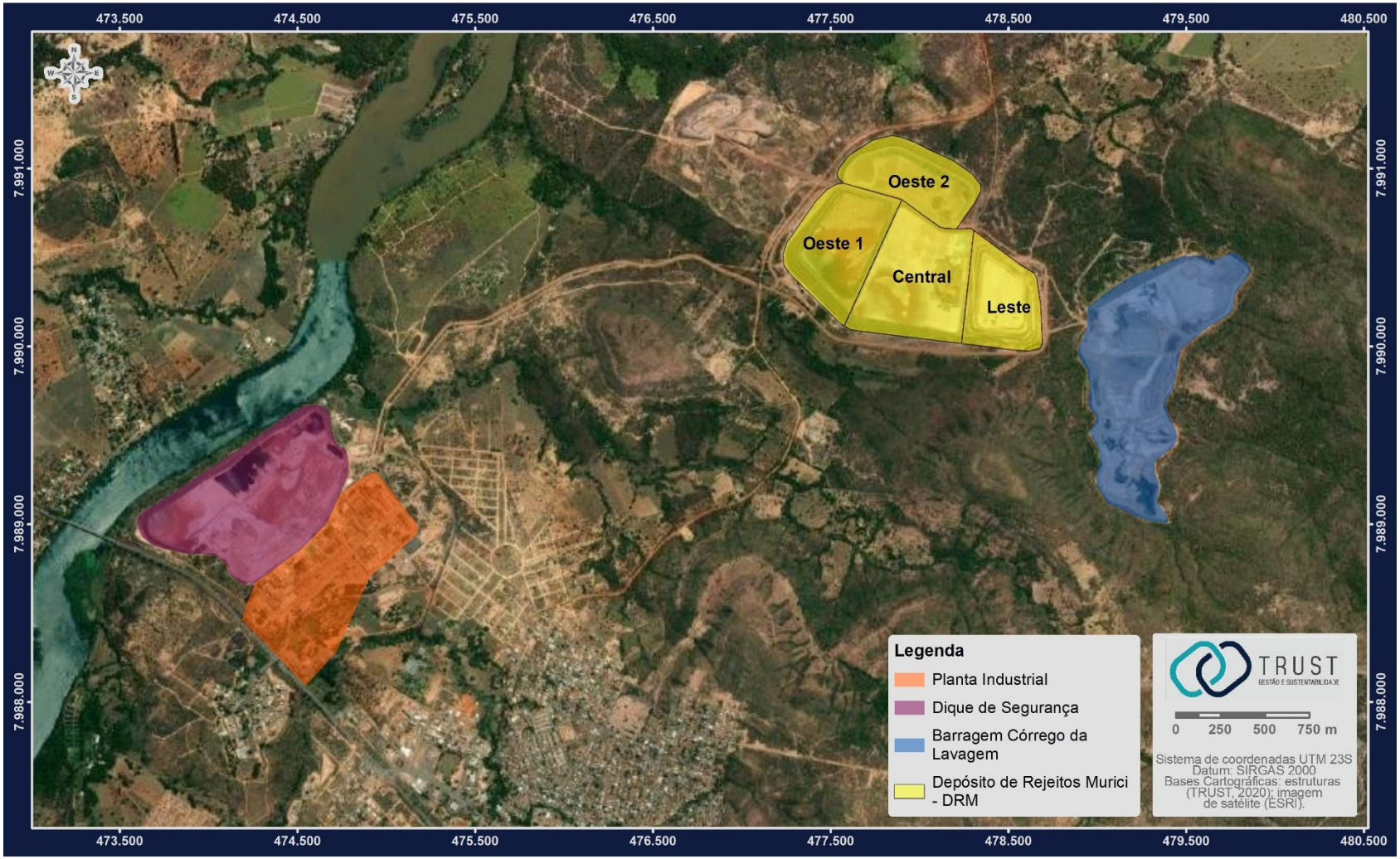
No início de 2001, devido a problemas de percolação, com lixiviação de contaminantes do Dique de Segurança e, também, em razão da necessidade de novos locais para disposição dos resíduos, foi construída a Barragem Córrego da Lavagem (BCL), na cabeceira do curso d'água homônimo, a cerca de 5 km da planta metalúrgica.

Após o início da operação da BCL, que se deu no ano de 2002, foi observado um aumento de vazão no dreno de pé da estrutura, cujas investigações de causalidade levaram à constatação de percolação de água com presença de concentrações elevadas de zinco. À época, foram realizadas diversas ações para conter a percolação, as quais não lograram sucesso. Então, a empresa avaliou alternativas para dispor os resíduos da planta industrial e para cessar, de forma definitiva, a contaminação gerada tanto pelo Dique de Segurança, quanto pela Barragem Córrego da Lavagem. Após estudos e simulações, concluiu-se que a solução definida seria a instalação de um novo depósito, com método construtivo apropriado para evitar a contaminação das águas subterrâneas e do solo. Trata-se do Depósito de Rejeitos Murici - DRM, locado em topo de morro, a cerca de 4 km da planta industrial, e concebido para receber materiais dos reservatórios anteriores (Dique de Segurança e BCL) e os resíduos gerados na operação industrial.

O Depósito de Rejeitos Murici foi projetado em módulos (Central, Leste e Oeste), cujas construções foram realizadas em etapas, sendo também previsto, no projeto inicial, o alteamento de dois destes módulos (Central e Oeste). Posteriormente, à medida que os materiais foram depositados, verificou-se a necessidade de construção de mais um módulo para disposição dos resíduos armazenados no Dique de Segurança e na BCL. Por isso, o módulo inicialmente denominado Oeste, passou a ser chamado de Oeste 1 e foi projetado um novo depósito: o Oeste 2.

O Depósito de Rejeitos Murici – DRM iniciou sua operação no ano de 2011, apresentando sistema de impermeabilização com camada dupla de geomembrana. A Figura 1-2 registra a localização das antigas estruturas de disposição de resíduos e dos módulos do DRM, em relação ao Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

Figura 1-2: Localização de estruturas antigas e atuais de disposição de resíduos industriais da Unidade Três Marias, em relação ao Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais



2 IDENTIFICAÇÃO

IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR / EMPREENDIMENTO				
Nome/Razão social: Nexa Recursos Minerais S.A				
CNPJ: 42.416.651/0001-07		**Inscrição estadual:** 367219883.03-70		
Endereço: Rodovia BR-040 (Belo Horizonte/Brasília)			**Nº:** S/N	
Complemento: KM 284,5		**Bairro/localidade:** CMM		
Município: Três Marias		**UF:** MG	**CEP:** 39.205-000	
Contato: André Coutinho		**Cargo:** Engenheiro Ambiental		
Telefone: +55 38 9 9984-0365		***e-mail*:** andre.castro@nexaresources.com		
Atividade Econômica Principal: CNAE 2449-1/01 – Produção de zinco em formas primárias				
Objeto de Licenciamento: Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias				
Código DN COPAM nº 217/2017	**Atividade**	**Parâmetro/ Unidade**	**Quantidade**	**Classe**
F-05-11-8	Aterro para resíduos perigosos - classe I	Área útil (ha)	22 (área da pilha) 59 (ADA do Projeto)	6
Critério Locacional:	Não incidente			
Localização:				
Coordenadas Geográficas (Datum Sirgas2000):	Latitude: 18°10'10,53"S	Longitude: 45°12'55,03"O		
Coordenadas Planas (UTM Zona 23S Datum Sirgas2000):	Este: 477.231 m E	Norte: 7.991.038 m S		
Bacia Hidrográfica: Bacia: Rio São Francisco Sub-bacia: Córrego Retiro Velho e córrego Martinha Cursos d'água mais próximos: Córrego Retiro Velho e córrego Martinha (afluentes do rio São Francisco) UPGRH: SF4 (Entorno da Represa de Três Marias)				
Bioma: Cerrado				
Responsável Legal pelo Empreendimento:				
Nome: Paulo Leal Nogueira		**Cargo:** Gerente Geral		
Formação Profissional: Engenheiro Químico				
Telefone: +55 38 3754-9118		**e-mail:** paulo.nogueira@nexaresources.com		

IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO ESTUDO		
Nome/Razão social: TRUST Gestão e Sustentabilidade Ltda.		
CNPJ: 21.024.830/0001-29	**Inscrição estadual:** Isento	
Endereço: Rua Paraíba		**Nº:** 1.352
Complemento: Sala 607	**Bairro/localidade:** Savassi	
Município: Belo Horizonte	**UF:** MG	**CEP:** 30.130-148
Contato: Ricardo Barbosa	**Cargo:** Diretor	
Telefone:+ 55 3657-6652	***e-mail*:** contato@trustsustentabilidade.com.br	
(CTF/AIDA): 6489766		

IDENTIFICAÇÃO DA EQUIPE RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO ESTUDO					
Nome	**Formação**	**Registro de Classe**	**Nº da ART***	**Nº CTF/AIDA**	**Atuação**
Ricardo Barbosa	Geólogo	CREA-DF 5.662/D	MG20232624287	6489766	Coordenação Geral
Ana Maria Raposo	Geógrafa	CREA-MG 169.236/D	MG20232624422	5375955	Coordenação Geral, Coordenadora Meio Físico Caracterização do Empreendimento
Kátia Souza Lima Dutra	Engª Ambiental	CREA-MG 131.057/D	MG20232622100	2917602	Qualidade do Ar, Ruído e Vibração
Mariana Marinho Lamego	Geógrafa	CREA-MG 96.770/D	MG20232621302	5817252	Qualidade das Águas Superficial e Subterrânea
André Sandim Campos	Engenheiro Civil	CREA-MG 155.493/D	MG20232621215	7506867	Recursos Hídricos Superficiais
Érica Mantovani	Geóloga	CREA-SP 260.194.109/D	MG20232624462	7511181	Geologia, Pedologia, Geomorfologia, Recursos Hídricos
Natalia Maria T. Braga Mapa	Graduanda em Geografia	-	-	-	Apoio Qualidade do Ar, Ruído e Qualidade das Águas
Lucas F. de Oliveira	Eng. Ambiental	CREA-MG 279.638/D	MG20232621436	2093228	Geoprocessamento
Luísa Neves de Oliveira	Graduanda em Geografia	-	-	-	Apoio Geoprocessamento
Vanessa Diniz e Silva	Bióloga	CRBio 093659/04-D	20231000115964	5375955	Coordenadora Meio Biótico
Raphael Hipólito dos Santos	Biólogo	CRBio 70120/04-D	20221000115338	2917602	Coordenador Meio Biótico
Iago de Souza Penido	Biólogo	CRBio 104692/04-D	20221000115403	5817252	Mastofauna e Quiropterofauna

IDENTIFICAÇÃO DA EQUIPE RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO ESTUDO					
Nome	**Formação**	**Registro de Classe**	**Nº da ART***	**Nº CTF/AIDA**	**Atuação**
Gabriela Rodrigues Silva	Bióloga	CRBio 7506867/04-D	20221000115389	7506867	Herpetofauna
Gustavo Henrique de Paula Abrantes	Biólogo	CRBio 117374/04-D	20221000115402	7511181	Ictiofauna e Biota Aquática
Paulo Eduardo Rocha da Costa	Biólogo	CRBio 037490/04-D	20231000113160	2093228	Flora
Bruna Karen Pinheiro Costa	Bióloga	CRBio 5595378/04-D	20221000115472	5595378	Entomofauna
Fagner Daniel Teixeira	Biólogo	CRBio 098742/04-D	20221000115420	2849922	Avifauna
Beatriz Ribeiro Bartholo	Arquiteta Urbanista	CAU-MG A272.909-1	RRT 13834180	8095011	Estudos do Meio Socioeconômico
Laís Cordeiro Godinho	Arquiteta Urbanista	CAU-MG A297.465-7	RRT 13834192	8493969	Estudos do Meio Socioeconômico
Gustavo Lima de Almeida	Arquiteto Urbanista	CAU-MG A197.637-0	RRT 13839401	6939774	Estudos do Meio Socioeconômico
Christino Ramos de Almeida Neto	Arquiteto Urbanista	CAU-MG A143.897-2	RRT 13838447	8095795	Pesquisa de Percepção em Campo
Giulia Volpini Soares de Gouvêa	Antropóloga	-	-	-	Pesquisa de Percepção em Campo
José Júlio da Silva Marques	-	-	-	-	Auxiliar de Campo
Júlio César da Silva Marques	-	-	-	-	Auxiliar de Campo
Bruno Albino Magalhães	-	-	-	-	Auxiliar de Campo
Matheus Henrique Barbosa Soares	-	-	-	-	Auxiliar de Campo
Pedro de Mello Figueiredo Neto	-	-	-	-	Auxiliar de Campo
Marcelo José Timóteo	-	-	-	-	Auxiliar de Campo

*As Anotações de Responsabilidade técnica e Cadastro Técnicos Federais dos profissionais encontram-se no Anexo 1.

3 ESTUDO DE ALTERNATIVAS

3.1 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

Uma vez definida a melhor alternativa tecnológica para a disposição de resíduos industriais da Unidade Três Marias, foi desenvolvida análise das alternativas locacionais para a área diretamente afetada (ADA) deste projeto. A proposição de alternativas e a escolha da melhor solução em termos socioambientais foi realizada pela equipe da Nexa, com apoio de empresas especializadas.

Destaca-se que foram contempladas apenas áreas inseridas em imóveis de propriedade da Nexa, levando em consideração o nível de antropização e o fato de prescindir a necessidade de deslocamento de pessoas, minimizando, assim, impactos socioambientais negativos.

Os arranjos locacionais das alternativas consideraram a demanda de volume de disposição da Unidade para longo prazo e, também, não levaram em conta os custos financeiros das alternativas, uma vez que os arranjos são muito similares. Além disso, a área da planta de filtragem/cimentação e estruturas auxiliares não foram incluídas pois seriam consideradas as mesmas locações para todas as alternativas.

Atentando-se às diretrizes legais e normativas, às melhores práticas e à tecnologia selecionada, foram adotadas algumas premissas para definição das alternativas locacionais, sendo elas:

- *A tecnologia deve ser de disposição à seco dos resíduos (pilha, sem diques de contenção);*
- *A estrutura deve, em qualquer hipótese, contemplar sistema de impermeabilização e detecção de vazamentos, haja vista a classificação do resíduo (perigoso). Esta medida visa prevenir possíveis impactos no solo e nos recursos hídricos;*
- *A pilha deve ser acompanhada de um SUMP, para gestão de efluentes líquidos (águas pluviais incidentes sobre a pilha);*
- *Preferencialmente, a área selecionada deve se localizar em imóveis de propriedade da Nexa, evitando aquisição de propriedades de terceiros e consequente deslocamento de população.*

Com base nestas premissas, a equipe da Nexa selecionou três alternativas locacionais para a estrutura, sendo elas caracterizadas na Tabela 3-1 e representadas espacialmente na Figura 3-1.

Tabela 3-1: Alternativas locacionais para construções das estruturas da Unidade Três Marias

Alternativa	Nome	Características Técnicas
1	AL-1	**Área Total:** 59,1842 hectares **Área da Pilha:** 22,0410 hectares **Volume:** 3.239.049,70 m^3 **Vida útil estimada:** 8,5 anos

Alternativa	Nome	Características Técnicas
2	AL-2	**Área Total:** 72,9176 hectares **Área da Pilha:** 31,5756 hectares **Volume:** 6.025.278,70 m^3 **Vida útil estimada:** 15,79 anos
3	AL-3	**Área Total:** 50,9293 hectares **Área da Pilha:** 31,5756 hectares **Volume:** 6.025.278,70 m^3 **Vida útil estimada:** 15,79 anos

Para determinação da melhor alternativa foi utilizado o método de análise multicritério, estabelecido de forma qualitativa, avaliando-se as variáveis socioambientais e operacionais apresentadas na Figura 3-2.

Os métodos aplicados para avaliação das alternativas locacionais consistiram, sobretudo, na análise geoespacial, realizada por equipe multidisciplinar. As bases cartográficas de referência foram extraídas de sites oficiais de órgãos governamentais, sendo os principais: Agência Nacional de Mineração – ANM, Agência Nacional de Águas – ANA, Ministério do Meio Ambiente – MMA, Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE, Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECAV, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais, - IEPHA, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Minas Gerais – SISEMA – IDE e Prefeitura Municipal de Três Marias. Foram avaliadas também, bases cartográficas produzidas pela equipe da Trust.

A apresentação dos resultados obtidos com a avaliação das alternativas locacionais das pilhas é realizada, de forma sintética, na Tabela 3-2.

ALTERNATIVA AL-1



ALTERNATIVA AL-2



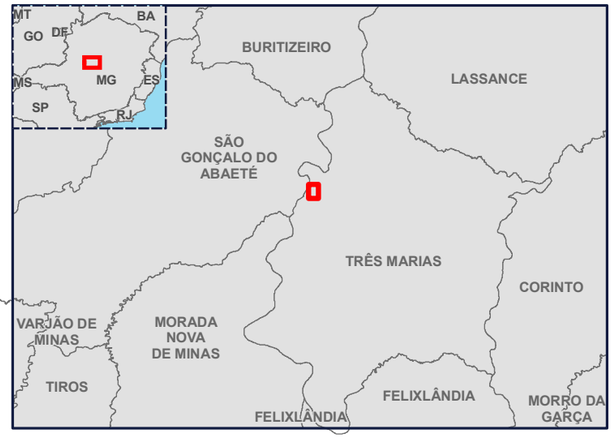
ALTERNATIVA AL-3



7.992.000
7.991.000
7.990.000
476.000
477.000

Legenda

- Alternativa AL-1
- Alternativa AL-2
- Alternativa AL-3
- Cursos d'Água
- Cursos d'Água Efêmeros
- Curso d'água/ Represa



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km, respectivamente.

Base Cartográfica: Alternativas Locacionais (Nexa, 2023); Hidrografia (Trust, 2023); Imagem (ESRI)

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 3□1: Alternativas locacionais consideradas para implantação da pilha

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Lucas F. de Oliveira	13/10/2023	NXTM-DRS-EIA-AlterLoc-A3-v02

Figura 3-2: Variáveis socioambientais e operacionais

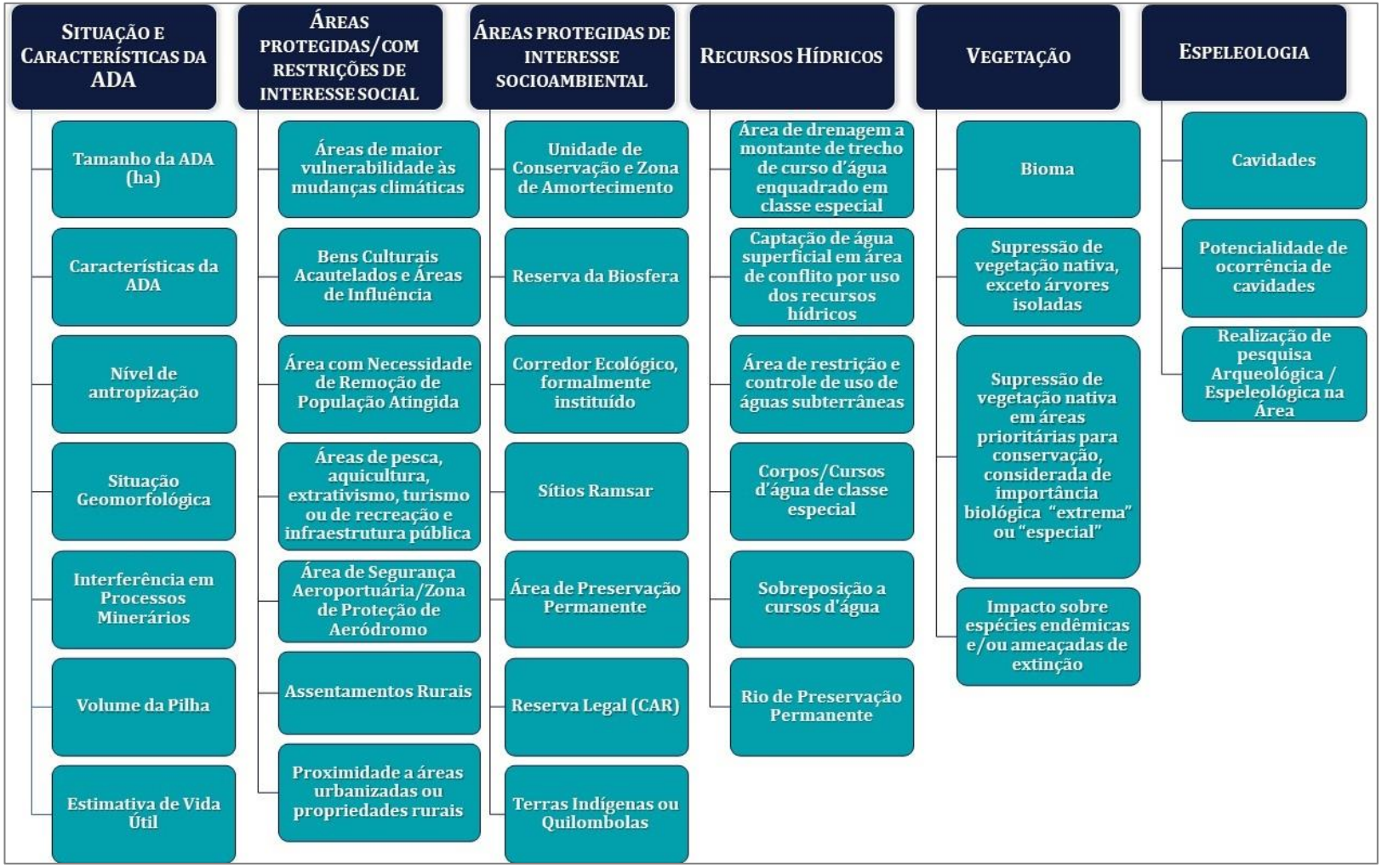


Tabela 3-2: Análise das alternativas locacionais da área diretamente afetada do projeto de disposição de resíduos industriais a seco da Unidade Três Marias

Critério de Análise	Alternativa AL-1	Alternativa AL-2	Alternativa AL-3
Situação e características da ADA	Área dentro dos limites de imóvel da Nexa, completamente antropizada com presença de acessos e árvores isoladas, situada entre as bacias dos córregos Retiro Velho (ao sul) e Martinha (ao norte).	Área dentro dos limites de imóvel da Nexa, predominantemente antropizada com presença de acessos, árvores isoladas e formação campestre. Está situada entre as bacias dos córregos Retiro Velho (ao sul) e Martinha (ao norte).	Área dentro dos limites de imóvel da Nexa predominantemente antropizada, porém com maior presença de formações campestres e florestais. Está situada entre as bacias dos córregos Retiro Velho (ao sul) e Martinha (ao norte).
Áreas protegidas/com restrições de interesse social	Áreas de maior vulnerabilidade às mudanças climáticas relativamente baixa (FEAM, 2018), interferência em área de influência do patrimônio cultural protegido pelo IEPHA-MG (Saberes, Linguagens e Expressões Musicais da Viola em Minas Gerais) e interferência na área de segurança aeroportuária de Três Marias e de Simão Sarkis Simão. Situado na macrozona de conservação ambiental (MZCA) pelo Plano Diretor de Três Marias (2008), essa zona reflete o caráter conservacionista da área em uma alusão à transição entre proibição e uso irrestrito. Apresenta fragilidade ambiental moderada, devendo assumir tratamento direcionado ao uso racional com restrições legais e apoiadas à estudos mais aprofundados do ambiente em questão.	Áreas de maior vulnerabilidade às mudanças climáticas relativamente baixa (FEAM, 2018), interferência em área de influência do patrimônio cultural protegido pelo IEPHA-MG (Saberes, Linguagens e Expressões Musicais da Viola em Minas Gerais) e interferência na área de segurança aeroportuária de Três Marias e de Simão Sarkis Simão. Situado na macrozona de conservação ambiental (MZCA) pelo Plano Diretor de Três Marias (2008), essa zona reflete o caráter conservacionista da área em uma alusão à transição entre proibição e uso irrestrito. Apresenta fragilidade ambiental moderada, devendo assumir tratamento direcionado ao uso racional com restrições legais e apoiadas à estudos mais aprofundados do ambiente em questão.	Áreas de maior vulnerabilidade às mudanças climáticas relativamente baixa (FEAM, 2018) e interferência na área de segurança aeroportuária de Três Marias e de Simão Sarkis Simão. Situado na macrozona de conservação ambiental (MZCA) pelo Plano Diretor de Três Marias (2008), essa zona reflete o caráter conservacionista da área em uma alusão à transição entre proibição e uso irrestrito. Apresenta fragilidade ambiental moderada, devendo assumir tratamento direcionado ao uso racional com restrições legais e apoiadas à estudos mais aprofundados do ambiente em questão.
	Sem interferência em bens culturais acautelados, áreas com necessidade de remoção de população, assentamentos rurais, áreas de pesca, aquicultura, extrativismo, turismo ou de recreação e infraestrutura pública.	Sem interferência em bens culturais acautelados ou áreas de influência, áreas com necessidade de remoção de população, assentamentos rurais, áreas de pesca, aquicultura, extrativismo, turismo ou de recreação e infraestrutura pública.	Sem interferência em bens culturais acautelados ou áreas de influência, áreas com necessidade de remoção de população, assentamentos rurais, áreas de pesca, aquicultura, extrativismo, turismo ou de recreação e infraestrutura pública.
Áreas protegidas de interesse socioambiental	Sem interferência em reservas de biosfera, corredores ecológicos, áreas de preservação permanente (APP), reserva legal, sítios ramsar unidades de conservação ou zonas de amortecimento, terras indígenas e quilombolas.	Interferência em nascente cadastrada e sua respectiva área de preservação permanente (APP).	Interferência em área de preservação permanente (APP) de curso d'água e sobreposição em reserva legal averbada.
		Sem interferência em reservas de biosfera, corredores ecológicos, reserva legal, sítios ramsar unidades de conservação ou zonas de amortecimento, terras indígenas e quilombolas.	Sem interferência em reservas de biosfera, corredores ecológicos, sítios ramsar unidades de conservação ou zonas de amortecimento, terras indígenas e quilombolas.
Recursos hídricos	Não existem recursos hídricos protegidos no local, ou interferência em quaisquer áreas de influência.	Sobreposição com surgência de um dos afluentes diretos do córrego Martinha, localizado ao norte da AL-2.	Mesmo não havendo interferência, é importante ressaltar a proximidade da AL-3 à margem direita do Rio São Francisco (aproximadamente 250 metros).
			Não existem recursos hídricos protegidos no local, ou interferência em quaisquer áreas de influência.
Vegetação	Inserido no bioma Cerrado. Sem necessidade de supressão de vegetação nativa de qualquer natureza e sem impactos sobre espécies endêmicas e/ou ameaçadas de extinção.	Inserido no bioma Cerrado. Sem necessidade de supressão de vegetação nativa de qualquer natureza e sem impactos sobre espécies endêmicas e/ou ameaçadas de extinção.	Inserido no bioma Cerrado. Sem necessidade de supressão de vegetação nativa de qualquer natureza e sem impactos sobre espécies endêmicas e/ou ameaçadas de extinção.
Espeleologia	Potencialidade média de ocorrência de cavidades, sem registro de nenhuma feição espeleológica por dados secundários (CECAV, 2023) e primários (Trust, 2023).	Potencialidade média de ocorrência de cavidades, sem registro de nenhuma feição espeleológica por dados secundários (CECAV, 2023) e primários (Trust, 2023).	Potencialidade média de ocorrência de cavidades, sem registro de nenhuma feição espeleológica por dados secundários (CECAV, 2023) e primários (Trust, 2023).

Critério de Análise	Alternativa AL-1	Alternativa AL-2	Alternativa AL-3
Aspectos mais relevantes	• Área completamente antropizada; • Interferência com área de influência do patrimônio cultural (Violeiros de Três Marias); • Sem interferências com áreas protegidas de interesse socioambiental; • Sem interferências com recursos hídricos protegidos; • Sem necessidade de supressão de vegetação nativa. • Volume: 3.239.049,70 m^3 • Vida Útil: 8,5 anos	• Área predominantemente antropizada; • Interferência em nascente cadastrada e sua APP; • Sem interferências com áreas protegidas de interesse socioambiental; • Sem interferências com recursos hídricos protegidos; • Sem necessidade de supressão de vegetação nativa. • Volume: 6.025.278,70 m^3 • Vida Útil: 15,79 anos	• Área com mosaico de usos: áreas antropizadas, formação florestais e campestres; • Sem interferências com áreas protegidas de interesse social; • Interferência em APP de curso d'água; • Interferência em reserva legal averbada; • Sem interferências com recursos hídricos protegidos; • Sem necessidade de supressão de vegetação nativa. • Volume: 6.025.278,70 m^3 • Vida Útil: 15,79 anos

3.1.1 Seleção da Alternativa Locacional

A escolha da área se justifica pelas premissas apresentadas anteriormente, para definição das alternativas. Mesmo essas áreas conferindo pouca distinção aos critérios de análise estabelecidos, existem premissas e critérios importantes para a tomada de decisão.

Os locais de inserção das três alternativas apresentam algumas características que favorecem, do ponto de vista da ocorrência de impactos socioambientais, a implantação do empreendimento, citando-se:

- *Inexistência de processos minerários;*
- *Potencialidade média de ocorrência de cavidades e a inexistência de feições espeleológicas registradas;*
- *Inexistência de recursos hídricos protegidos;*
- *Distância satisfatória (>3 km) de UCs de proteção integral e não interferência em UCs de uso sustentável e de proteção integral;*
- *Inexistência de Reservas da Biosfera, Sítios Ramsar, Corredores Ecológicos;*
- *Inexistência de Terras Indígenas, Terras Quilombolas e Comunidades Tradicionais.*

Contudo, as alternativas possuem diferenças que são determinantes para a seleção da melhor opção. A Alternativa AL-2 proporciona interferência em área de preservação permanente de uma das surgências de água e afluente da bacia do córrego Martinha, o que, de acordo com a legislação vigente (Lei Federal nº 12.651/2012 e Lei Estadual nº 20.922/2013) não se enquadraria dentre as possibilidades de intervenção em APPs (utilidade pública, interesse social ou baixo impacto).

A Alternativa AL-3 também proporciona interferência em área de preservação permanente, além de interferir em uma área de reserva legal já averbada. Ademais, é composta por um mosaico de usos do solo, onde além de áreas antropizadas, são observadas também formações campestres e florestais nativas.

Para as Alternativas AL-1 e AL-2, embora apresentem sobreposição com a área de influência em área do patrimônio cultural Saberes, Linguagens e Expressões Musicais da Viola em Minas Gerais, vale destacar que esta área de influência é estabelecida por um raio de 3km a partir da sede do município para determinar a influência desta manifestação na região. Porém, essa definição é uma abstração geográfica para ilustrar a influência de bens imateriais, porém não reflete a real área de atuação dessas práticas no território.

De maneira geral, cabe ressaltar que apesar dos menores atributos operacionais, como vida útil e volume disponível para disposição de resíduos industriais, a alternativa AL-1, é a que possui menor interferências socioambientais dentre as demais opções. Em contrapartida, as alternativas

AL-2 e AL-3, que dispõe de maiores atributos operacionais, possuem interferências e sobreposições importantes com aspectos socioambientais relevantes.

O conjunto de gráficos apresentados a seguir (Gráfico 3-1 a Gráfico 3-6), ilustram, de maneira qualitativa, os aspectos avaliados em cada grupo de variáveis analisadas. Para cada alternativa, os aspectos mais favoráveis a implantação do projeto, foram desenhados mais próximos à borda do gráfico. Em contrapartida, os aspectos menos favoráveis, foram representados mais próximos ao centro de cada gráfico.

A Figura 3-3 ilustra a síntese dos principais aspectos observados para a tomada de decisão das alternativas, de forma gráfica e espacial

Diante das alternativas locacionais projetadas para a implantação da solução de disposição de resíduos industriais da Unidade Três Marias, após avaliação criteriosa, foi selecionada a **Alternativa AL-1**, correspondente à construção das estruturas de depósito a seco. Mesmo sendo com menores atributos operacionais (vida útil e volume disponível), é que melhor se ajusta às condições socioambientais da região, oferecendo menor interferência nestes aspectos dentre as opções.

Gráfico 3-1: Avaliação das Situação e Característica de ADA

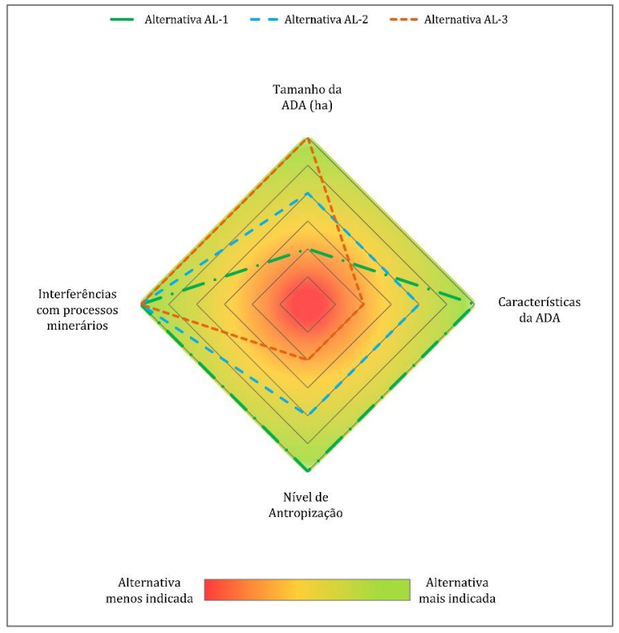


Gráfico 3-2: Avaliação de áreas protegidas/com restrições de interesse social

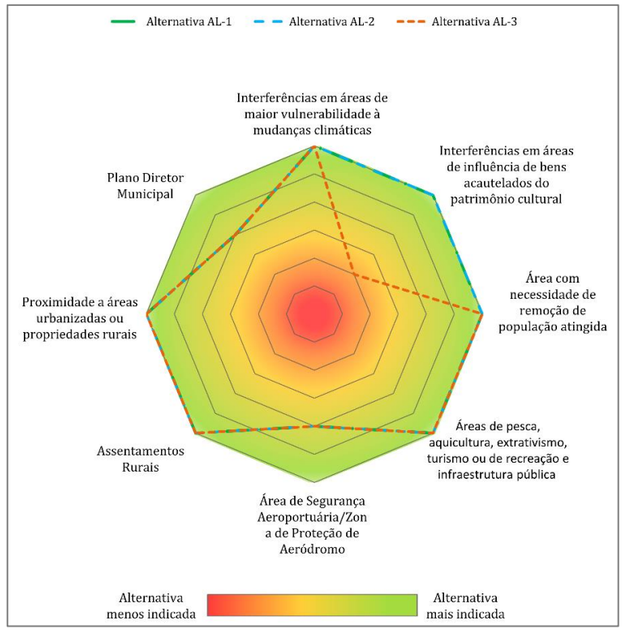


Gráfico 3-3: Avaliação de áreas protegidas de interesse socioambiental

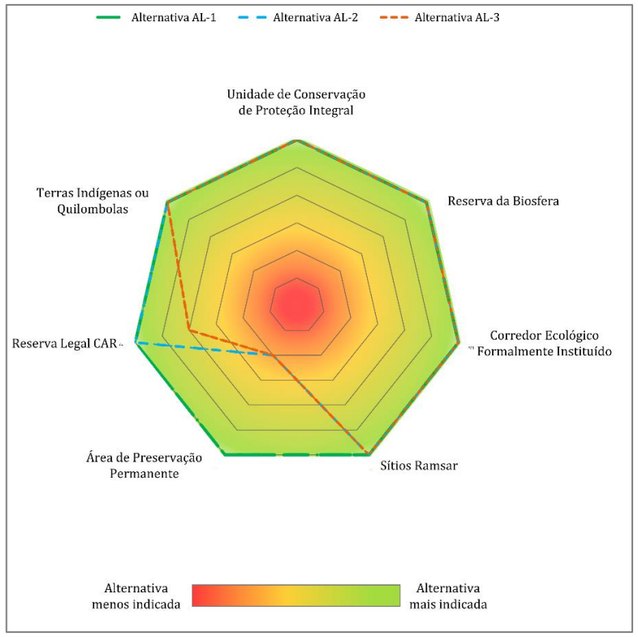


Gráfico 3-4: Avaliação de Recursos Hídricos

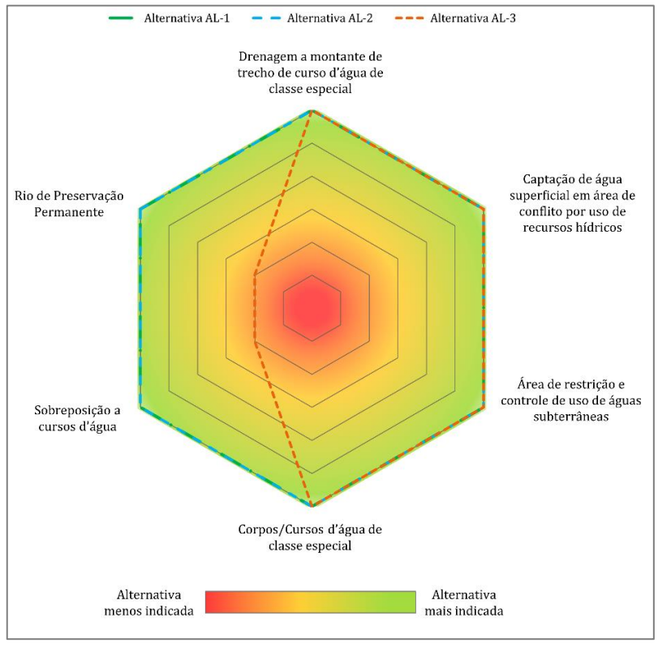


Gráfico 3-5: Avaliação de Vegetação

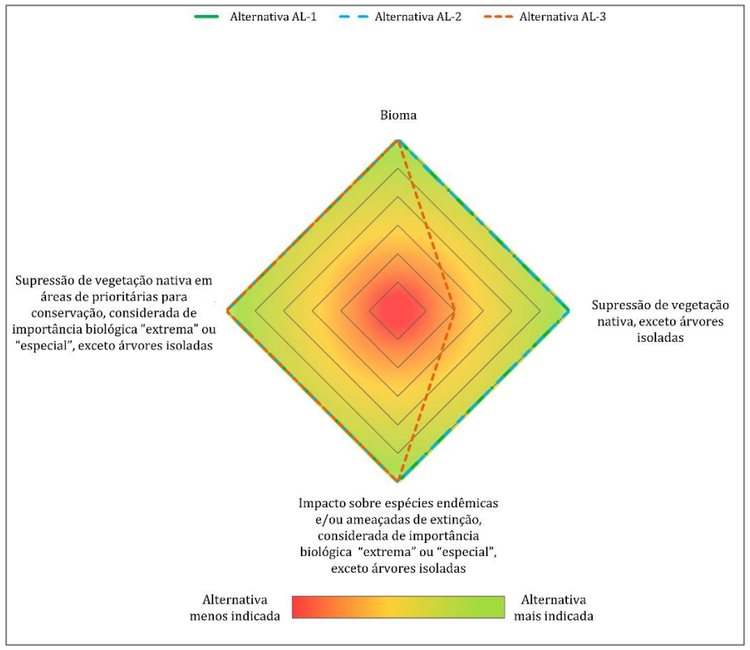
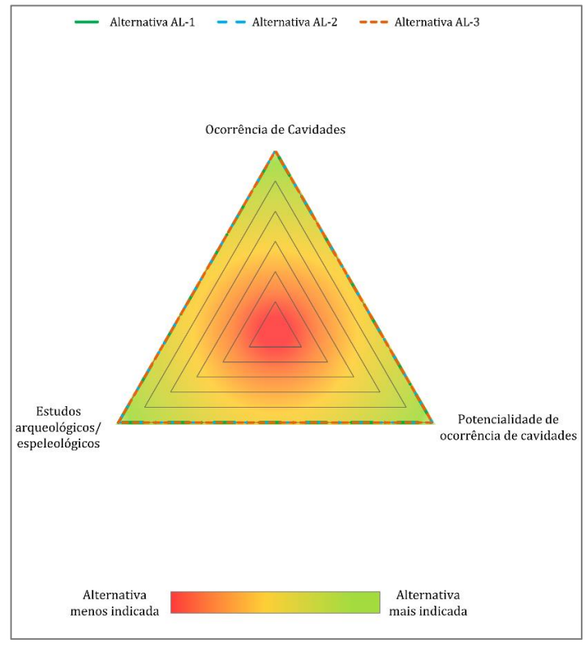
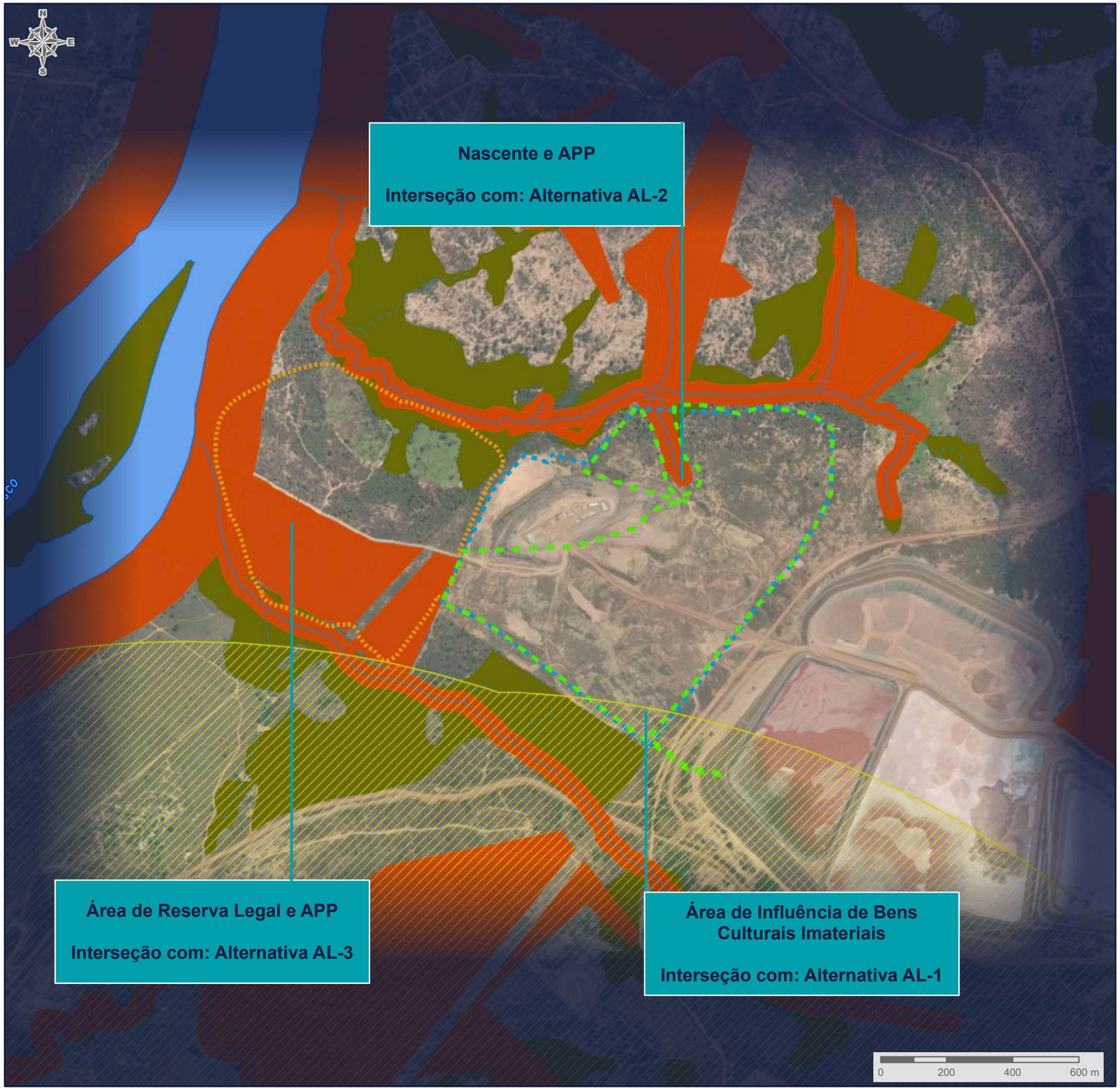


Gráfico 3-6: Avaliação de Espeleologia





Legenda

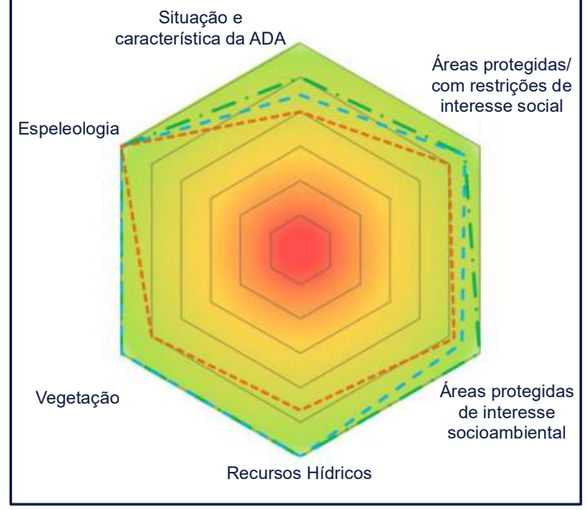
Alternativas Locacionais

- Alternativa AL-1
- Alternativa AL-2
- Alternativa AL-3

Restrições Locacionais:

- Áreas protegidas/com restrições de interesse social
- Áreas protegidas de interesse socioambiental
- Vegetação

Síntese das Análises: Representação Gráfica



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km, respectivamente.

Base Cartográfica: Alternativas Locacionais (Nexa, 2023); Aspectos para Avaliações de Alternativas (Trust, 2023); Imagem (ESRI)

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO: EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO: **Figura 3□3: Mapa Síntese para Avaliação das Alternativas Locacionais**

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Lucas F. de Oliveira	13/10/2023	NXTM-DRS-EIA-ALSintese-A3-v02

3.1.2 Inserção Geográfica do Projeto (Avaliação de Critérios Locacionais)

A fim de realizar uma análise abrangente e sintética da inserção geográfica do empreendimento estabelecendo um panorama socioambiental geral, foi desenvolvida uma avaliação dos critérios locacionais de enquadramento e fatores de restrição e vedação dispostos na Deliberação Normativa COPAM nº 217, de 06 de dezembro de 2017, além de outros parâmetros de interesse.

Para realização desta análise, considerou-se estritamente os limites da área diretamente afetada pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias. Os resultados das análises são apresentados na Tabela 3-3 e indicam que há apenas um critério locacional no qual o projeto se enquadra, sendo ele “Supressão de vegetação nativa, exceto árvores isoladas”.

Tabela 3-3: Síntese da inserção geográfica da área diretamente afetada pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

Tema/Critério	Fonte de Consulta	Situação
Características da ADA	Trust, 2023	Área dentro dos limites de imóvel da Nexa, completamente antropizada com presença de acessos e árvores isoladas, situada entre as bacias dos córregos Retiro Velho (ao sul) e Martinha (ao norte).
Nível de antropização	Trust, 2023	A maior parte dela é inserida em uma área com nível de antropização "alto"
Interferência com processos minerários	ANM, 2023	Não proporciona interferência
Áreas de maior vulnerabilidade às mudanças climáticas	FEAM, 2018	0,127589249 (Relativamente Baixa)
Bens Culturais Acautelados e Áreas de Influência	IEPHA-MG, 2022	Proporciona interferência com área de influência do patrimônio cultural protegido pelo IEPHA-MG. Embora apresente interferência, a área de influência do patrimônio é estabelecida com um raio de 3km a partir da sede do município para determinar a influência da folia de minas e viola de minas. Essa definição é uma abstração geográfica para ilustrar a área de influência de bens imateriais, porém não reflete a real área de atuação dessas práticas no território.
Área com Necessidade de Remoção de População Atingida	Trust, 2023	Não proporciona interferência. Área dentro dos limites de imóvel da Nexa.
Áreas de pesca, aquicultura, extrativismo, turismo ou de recreação e infraestrutura pública	Trust, 2023	Não proporciona interferência. Área dentro dos limites de imóvel da Nexa.
Área de Segurança Aeroportuária/Zona de Proteção de Aeródromo	DECEA, 2023	Proporciona interferência na área de segurança aeroportuária de Três Marias e de Simão Sarkis Simão. Contudo, a atividade licenciada não apresenta potencial atrativo para fauna.
Assentamentos Rurais	INCRA, 2022	Não proporciona interferência. Área dentro dos limites de imóvel da Nexa.
Proximidade a áreas urbanizadas ou propriedades rurais	Trust, 2023	Existem proprietários rurais próximos, porém sem interferência.

Tema/Critério	Fonte de Consulta	Situação
Plano Diretor Municipal	Prefeitura de Três Marias, 2008	Interferência com a macrozona de conservação ambiental (MZCA)
Unidades de Conservação e Zona de Amortecimento	IEF/ICMBio, 2023	Não proporciona interferência. A Unidade de Conservação mais próxima é uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), que foi instituída pela Nexa Recursos Minerais S.A. Esta área está localizada a cerca de 2,5 km lineares da área escolhida para o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais e não possui zona de amortecimento, em razão de sua categoria.
Reserva da Biosfera	MMA, 2023	Não proporciona interferência.
Corredor Ecológico, formalmente instituído	BIODIVERSITAS, 2022	Não proporciona interferência.
Sítios Ramsar	IEF, 2023	Não proporciona interferência.
Área de Preservação Permanente	SICAR, 2023	Não proporciona interferência.
Reserva Legal (CAR)	SICAR, 2023	Não proporciona interferência.
Terras Indígenas ou Quilombolas	FUNAI e INCRA, 2023	Não proporciona interferência.
Área de drenagem a montante de trecho de curso d'água enquadrado em classe especial	IGAM, 2023	Não proporciona interferência.
Captação de água superficial em área de conflito por uso dos recursos hídricos	IGAM/ANA, 2023	Não proporciona interferência.
Área de restrição e controle de uso de águas subterrâneas	DN CONJUNTA COPAM-CERH Nº 05/ 2017	Não proporciona interferência.
Corpos/Cursos d'água de classe especial	IGAM, 2023	Não proporciona interferência.
Intervenção direta em cursos d'água	Trust, 2023	Não proporciona interferência.

Tema/Critério	Fonte de Consulta	Situação
Rio de Preservação Permanente	IGAM, 2023	Não proporciona interferência.
Bioma	IBGE, 2019	Inserido no bioma Cerrado.
Supressão de vegetação nativa, exceto árvores isoladas	Trust, 2023	No âmbito do licenciamento do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais está prevista apenas o corte de árvores isoladas, localizadas em áreas antropizadas.
Supressão de vegetação nativa em áreas prioritárias para conservação, considerada de importância biológica “extrema” ou “especial”	MMA, 2018	Não será necessário supressão em áreas de importância biológica "extrema" ou "especial".
Impacto sobre espécies endêmicas e/ou ameaçadas de extinção	Trust, 2023	Flora: foram encontradas as espécies: Araararauna que é classificada como vulnerável em Minas Gerais; enquanto Penelopesuperciliaris, Alipiopsitta xanthops, Amazona aestiva e Charitospiza eucosma estão quase ameaçadas no mundo. Fauna: foi registrada uma espécie ameaçada de extinção, a saber: Chrysocyon brachyurus(Lobo-guará), que se encontra elencada com o status de “vulnerável” a nível regional (COPAM, 2010) e a nível nacional (MMA, 2014). Globalmente, encontra-se na categoria de Quase Ameaçado (NT). A espécie Leopardus pardalis (Jaguatirica) encontra-se como “vulnerável” na classificação de espécies ameaçadas para o estado de Minas Gerais.
Cavidades	CANIE, 2022	Não proporciona interferência.
Potencialidade de ocorrência de cavidades	CECAV, 2023	Potencial médio de ocorrência de cavidades.
Realização de pesquisa Arqueológica/Espeleológica na Área	Trust, 2023	Área prospectada e sem identificação de vestígios arqueológicos/espeleológicos.

3.2 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

A alternativa técnica convencional utilizada para contenção de resíduos/rejeitos de processos produtivos minero-metalúrgico a úmido é a disposição hidráulica em barragens e depósitos. A construção dessas estruturas sempre foi realizada no intuito de prevenir impactos ambientais, haja vista se tratar de um sistema de controle dos resíduos/rejeitos.

A Unidade Três Marias da Nexa, desde o início de sua operação, utiliza de barragens e depósitos para a disposição de seus resíduos/rejeitos e vem buscando, nos últimos anos, viabilizar outras técnicas possíveis para destinar o material remanescente da produção. É neste contexto que, após realizar diversos investimentos para desenvolvimento tecnológico, a empresa logrou a possibilidade de filtrar o resíduo industrial para empilhamento a seco, por meio da adição de cimento.

Nos itens apresentados a seguir, serão detalhadas as possibilidades de disposição e os projetos em estudo e, por fim, será estabelecido parecer sobre a alternativa tecnológica selecionada, ou seja, a filtragem/cimentação do resíduo, com posterior disposição a seco em pilha.

As análises apresentadas foram baseadas em textos disponibilizados pela Nexa Recursos Minerais S.A., descrevendo os estudos que vêm sendo realizados pela empresa no intuito de prescindir o uso de barragens para disposição hidráulica na Unidade Três Marias.

3.2.1 Disposição do Resíduo em Depósito ou Barragem de Contenção

Como descrito anteriormente, o processo produtivo do empreendimento gera um resíduo, denominado lama terciária, o qual, atualmente, a Unidade Três Marias realiza a disposição hidráulica no Depósito de Rejeitos Murici – DRM, sendo esta a única estrutura disponível no momento.

A continuidade da disposição do resíduo em depósito de contenção é uma alternativa tecnológica possível, em função da disposição hidráulica ser a tecnologia mais usual, econômica e a empresa já possuir experiência com a técnica.

Entretanto, a disposição de resíduos industriais em novos depósitos requer áreas extensas, de que a Unidade Três Marias não dispõe. Além disso, o eventual impacto ao meio ambiente associado a uma possível ruptura da estrutura de contenção seria significativo, por isso, há a intenção de não se utilizar esta alternativa tecnológica.

3.2.2 Projeto Concreto

Cada vez mais, os resíduos de processos minero-metalúrgicos têm sido utilizados como matéria-prima na produção de materiais cimentícios. O Projeto Concreto visa buscar a adaptação da

tecnologia que vem sendo aplicada em outros empreendimentos, a fim de avaliar a viabilidade técnica dessa produção utilizando a lama terciária gerada na Unidade Três Marias da Nexa.

O primeiro passo executado foi o teste de bancada realizado no primeiro semestre de 2019. Os resultados foram reunidos em relatório emitido pela empresa consultora Metzker Andrade – ADA Ecoeficiência (Relatório Técnico-Nexa Lama Terciária - Rev0 - Julho19).

Foram realizados testes de bancada com a lama terciária (estocada no processo – Barragem Córrego de Lavagem-BCL) pura e também um mix com 70% da lama terciária, 20% de argila aluminosa e 10% de calcário.

Tanto para a lama pura, quanto para o mix, foram realizados ensaios de pelotização, utilizando processo de granulação com moinha de carvão e água formando grãos estáveis, o que viabiliza a utilização da tecnologia de fornos verticais.

Os materiais pelotizados foram calcinados (para ativação do material e características químicas e mineralógicas serem modificadas, o que possibilita sua utilização como matéria-prima industrial), moídos e foram avaliados segundo as normas para materiais pozolânicos (soma de óxidos, teor máximo de SO_3, perda ao fogo, atividade pozolânica), sendo que o mix (70% lama, 20% material aluminoso, 10% calcário) atende todos os requisitos da norma como uma pozolana classe E, ao contrário da lama pura.

As normas técnicas atendidas pelo mix foram:

- *ABNT NBR 5.751:2015 Índice de atividade pozolânica com cal;*
- *ABNT NBR 5.752:2014 Índice de atividade pozolânica com cimento;*
- *ABNT NBR 5.735 Cimento Portland de Alto Forno;*
- *ABNT NBR 12.653:2014 Materiais Pozolânicos.*

O Projeto Concreto prevê uma planta com capacidade inicial de 100 kt/ano de resíduos industriais com potencial para chegar a 300 kt/ano após o desenvolvimento do mercado. A Figura 3-4 ilustra as etapas de produção do projeto concreto, a qual inicia pela matéria prima, calcinação e o produto calcinado.

Figura 3-4: Etapas de produção – Projeto Concreto



Fonte: imagem disponibilizada pela Nexa, em 2020.

Com o andamento do projeto, foi conduzido estudo de mercado para avaliar a logística de matérias-primas e quais empresas poderiam ser parceiras no desenvolvimento do produto. Tendo em vista os resultados dos testes de bancada, foi identificado um parceiro com interesse em instalar uma planta industrial para produção de cimentícios utilizando a Lama Terciária nas proximidades da Unidade Três Marias.

Neste sentido, foram realizados o teste piloto e o teste industrial em uma das unidades deste parceiro (Caçapava – SP). Primeiramente utilizando somente a lama terciária para produzir a pozolana e depois produzir outra pozolana utilizando a lama terciária como insumo principal acrescentando um pouco de calcário e/ou alumínio. Os resultados foram positivos tanto pelo aspecto produção, processo, qualidade e desempenho dos aglomerantes hidráulicos produzidos (Metzker Andrade, 2021).

Após a confirmação de viabilidade técnica, a Nexa e o parceiro devem concluir o modelo de negócio que se encontra em desenvolvimento. O parceiro iniciará estudos de engenharia para instalação de uma unidade na cidade de Três Marias.

Destaca-se que a unidade cimenteira potencialmente instalada na unidade de Três Marias teria capacidade de consumir pelo menos 30% da geração atual de resíduo industrial, podendo ser este percentual ainda maior, a depender do mercado a ser conquistado. Para este projeto, neste momento de maturidade, o resíduo a ser utilizado seria aquele que está disposto nas Barragens Córrego da Lavagem e Dique de Segurança da Unidade de Três Marias, por já possuir umidade próxima da especificada para o processo, ou seja, a umidade do rejeito já disposto é muito inferior ao produzido diariamente, que é cerca de 80%.

3.2.3 Projeto Granito Artificial

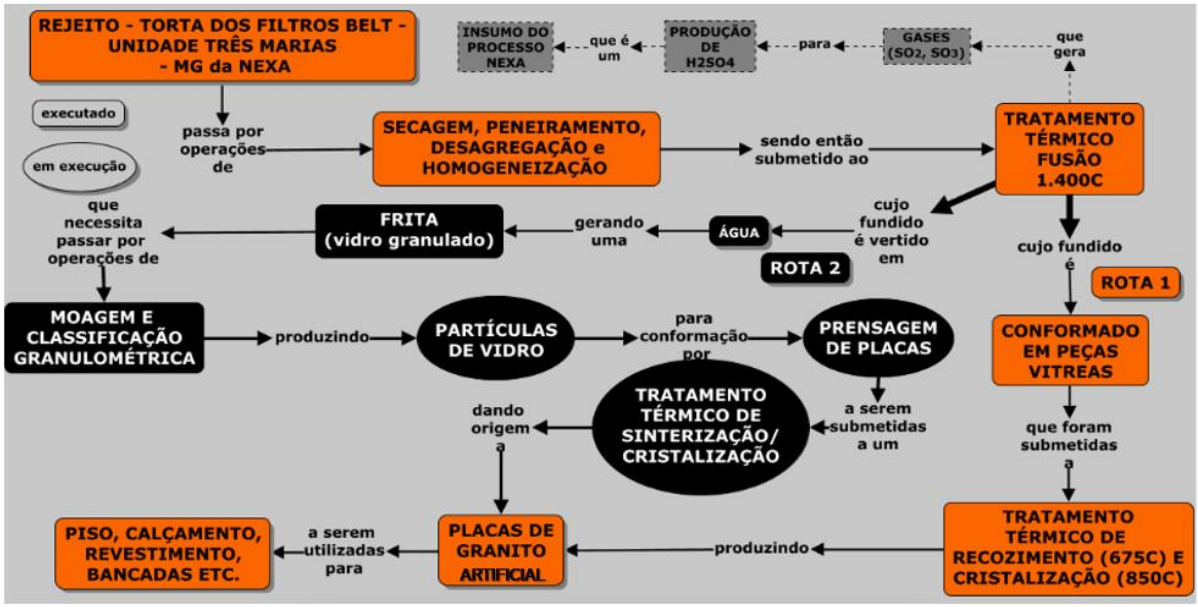
Nesse projeto em específico se vislumbra a possibilidade de, a partir do processamento de resíduos já dispostos nas barragens da Unidade Três Marias, obter um produto com valor agregado e com mercado consolidado, permitindo que a empresa maximize seus resultados por três vetores: redução do impacto ambiental das barragens, diminuição dos custos com barragens e resultado advindo da comercialização do granito artificial.

O projeto visa a inertização do resíduo por meio da produção de granito artificial, o que está associado com as diretrizes de sustentabilidade e com os objetivos de longo prazo da empresa, que buscam reduzir a geração específica de resíduos em suas operações.

Desta forma, por meio de um processo cerâmico, é possível gerar peças de granito artificial, envolvendo técnicas de fusão, conformação e o tratamento térmico do vidro, a partir do resíduo. Conforme mostra o fluxograma apresentado na Figura 3-5, foram estudadas duas rotas para transformação da lama terciária em granito artificial (material vitro-cerâmico).

A rota 1, chamada de rota Bulk, consiste na fusão do resíduo a 1.400°C, conformação do material fundido e tratamento térmico (recristalização das peças a 675°C e recozimento a 850°C). O material fundido e conformado, sem tratamento térmico, apresenta características de um vidro e pode ser aplicado como tal. Já o material tratado termicamente possui características de um vitro-cerâmico e pode ser aplicado como piso e revestimento. A rota 2, chamada de rota via fritas, consiste também na fusão do material a 1.400°C, porém o resultado da fundição é vertido em água à temperatura ambiente formando as fritas. As fritas são moídas, é realizada uma etapa de classificação por granulometria, o material é prensado em uma forma, então é realizado o tratamento térmico de sinterização e cristalização, obtendo-se o produto final apresentado na Figura 3-6.

Figura 3-5: Fluxograma das rotas desenvolvidas na fase de bancada



Fonte: imagem disponibilizada pela Nexa, 2020.

Foram realizados ensaios de lixiviação e solubilização no granito artificial produzido por ambas as rotas, conforme determina a Norma ABNT NBR 10.004:2004, comprovando que o resíduo foi inertizado, ou seja, a lama terciária (resíduo Classe I - Perigoso) foi transformada um produto não perigoso. Diante do resultado obtido, na fase de bancada a Nexa segue no desenvolvimento da rota tecnológica vitro-cerâmica para produção de granito artificial com a realização de testes piloto.

Este projeto, assim como o Projeto Concreto, possui baixa capacidade de consumo da geração de resíduo industrial da Unidade Três Marias. Além do mais, ainda está com desenvolvimento prematuro, portanto, neste momento não pode ser utilizado como uma alternativa viável por não trazer ganho de vida útil imediata, necessária para continuidade das operações da Unidade Três Marias (Figura 3-7).

Figura 3-6: Etapas de produção – Projeto Granito Artificial



Fonte: fotos disponibilizadas pela Nexa, em 2023.

Figura 3-7: Cronograma macro do Projeto Granito Artificial



Fonte: imagem disponibilizada pela Nexa, em 2023.

3.2.4 Projeto Underflow do pH9 para Fertirrigação

Esta alternativa visa a utilização do *underflow* do pH9 para fertirrigação (processo de aplicação de fertilizantes via irrigação). O *underflow* do pH9 representa cerca de 20% da massa gerada da lama terciária da Unidade de Três Marias e possui macronutrientes secundários como o Cálcio, Magnésio e Enxofre e 2,86% de micronutrientes tais como o Ferro, Manganês, Zinco e Silício.

A fertirrigação permite a utilização de fertilizantes líquidos ou sólidos diluídos por meio de técnicas como gotejamento, microaspersão, pivô central e aspersão convencional. Este projeto possui como vantagens:

- *acelera o ciclo dos nutrientes utilizados;*

- *menor custo operacional;*
- *maior conservação do solo por reduzir o tráfego de pessoas e maquinário;*
- *aumento da produtividade e*
- *da qualidade dos cultivos.*

Este projeto, apesar de promissor, apresenta maturidade muito incipiente e desafios a serem estudados, como:

- *Elevada dificuldade em dispor e desaguar a fração (~20% da massa gerada da lama),*
- *Respeitar a proporção prevista na legislação (Instrução Normativa DAS/MAPA nº 27, 05 de junho de 2006) entre contaminantes e micronutrientes presentes no fertilizante (15 ppm de Cd por 1% de micronutrientes e 750 ppm de Pb por 1% de micronutrientes);*
- *Respeitar a quantidade mínima de cada micronutriente para enquadramento enquanto fertilizante (B, Cl, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Si e Zn).*

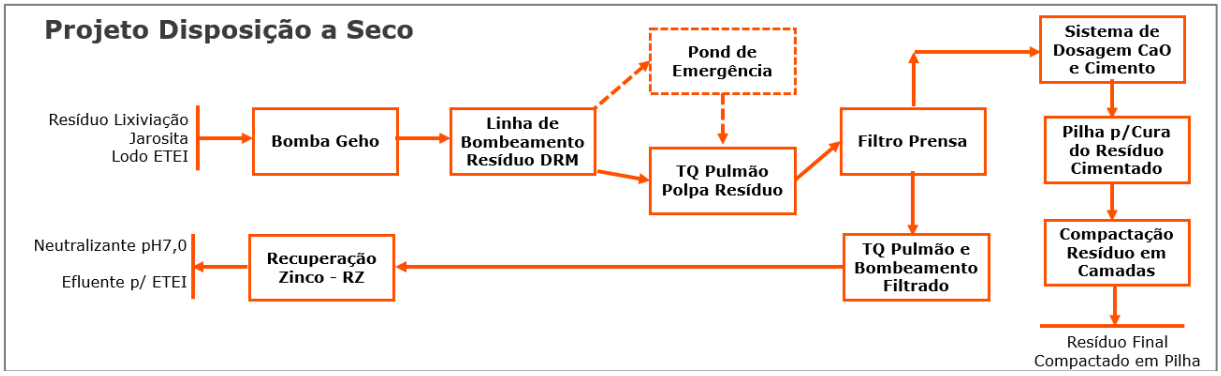
Neste sentido, as próximas etapas estão, ainda, sendo detalhadas e posteriormente será desenvolvido um cronograma.

3.2.5 Projeto Disposição a Seco dos Resíduos Industriais

A análise de alternativas tecnológicas para disposição dos resíduos industriais já é desenvolvida há anos pela equipe de tecnologia e inovação da Nexa, no intuito de mitigar riscos ou danos ambientais. Atenta às novas legislações aplicáveis às barragens, especialmente a Lei Estadual nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, a empresa intensificou os estudos de viabilidade técnica, pesquisando alternativas tecnológicas que possibilitassem a disposição a seco da lama terciária. Esta técnica tem sido a mais aplicada, sobretudo em empreendimentos minerários, como alternativa à disposição de polpas em barragens.

O Projeto Disposição a Seco dos Resíduos Industriais prevê a aplicação de cimento e lei de cal no material e conseguinte disposição a seco. O processo consiste em ajustar a umidade do resíduo por meio de filtros prensas, posteriormente o resíduo filtrado (torta) receberá a adição de cal e cimento. Após esse preparo, o material é deixado em baia de cura e, na sequência, o resíduo cimentado e disposto a seco em pilha (Figura 3-8).

Figura 3-8: Fluxograma simplificado



Fonte: imagem disponibilizada pela Nexa, em 2023.

Visando a realização de estudo dos parâmetros de resistência e comportamento do resíduo industrial a partir da mistura com cal virgem e cimento Portland, foi desenvolvida uma Planta Teste para orientação do Projeto Disposição de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias. A estrutura de secagem e melhoramento químico do resíduo foi instalada em uma cobertura de tenda inflável composta por espaço para estocagem do resíduo industrial, área de secagem e, também, uma área de resíduo compactado em faixas, visando reproduzir condições semelhante à futura pilha de resíduos industriais. Todas essas estruturas foram instaladas em área antropizada, já ocupada por atividades da Unidade Três Marias

Além do teste industrial, a empresa avançou nos estudos de projetos e concluiu que essa alternativa traria grande ganho para a Unidade, tanto na questão da vida útil (8,5 anos) quanto no ganho de maturidade do projeto.

3.2.6 Seleção da Alternativa Tecnológica

Como se pôde observar, a equipe de tecnologia e inovação da Nexa vem desenvolvendo, nos últimos anos, diversos projetos que visam alternativa tecnológica para os resíduos gerados no processo produtivo do empreendimento. Grande parte das alternativas analisadas, devido à complexidade, carecem de testes industriais para comprovação das premissas, parâmetros e real ganho de vida útil, assim como orçamentação para verificação de viabilidade financeira, obtendo-se assim, uma especificação concreta e evolução no nível de maturidade.

A alternativa mais promissora é o Projeto Disposição a Seco dos Resíduos Industriais, que visa realizar a filtragem do resíduo por meio de filtros prensa, transformando-os em “tortas” que posteriormente receberão adição de cimento e cal e encaminhadas para cura em baias. Após o processo de cura o resíduo estará em condições para ser disposto a seco em pilha. Este projeto está com nível de maturidade mais avançado e já possui a planta de filtragem instalada.

Neste contexto, o cenário delineado mostra a existência de uma alternativa tecnológica que atende à necessidade atual da operação para a continuidade do funcionamento da Unidade Três Marias: o Projeto Disposição a Seco dos Resíduos Industriais.

3.3 ALTERNATIVA ZERO

As operações da Unidade Três Marias foram iniciadas em 1969, produzindo zinco eletrolítico a partir do minério silicatado de zinco, explorado na Unidade Vazante. Na década de 1980, a Unidade Três Marias passa a utilizar como matéria-prima o concentrado sulfetado de zinco, produzido em Morro Agudo. No início dos anos 2000, a Unidade Três Marias tem sua produção intensificada, passando de 90 mil para 180 mil toneladas por ano de cátodo de zinco metálico, a partir de processo de transformação metalúrgica do zinco no sistema misto, utilizando tanto o minério silicatado, quanto o minério sulfetado. Além das Unidades de Vazante e Morro Agudo, a Unidade de Aripuanã localizada no estado do Mato Grosso, também fornece concentrado de zinco para a Unidade Três Marias.

Atualmente, a Unidade Três Marias gera resíduos industriais provenientes dos seguintes processos:

- *Torta dos filtros esteiras (material resultante da neutralização dos resíduos de lixiviação);*
- *Underflow do pH9 (polpa resultante do tratamento de efluente); e*
- *Flotação (polpa contendo estéril do minério de Morro Agudo tratado na unidade de Três Marias).*

Esses três fluxos são combinados (lama terciária) e dispostos no Depósito de Rejeitos Murici – DRM, especificamente no módulo Oeste 1, o qual foi alteado para a elevação 598,0 m (dique de partida na El. 586,0 m; 1º alteamento na El. 592,0 m e 2º alteamento na El. 598,0 m) e tem previsão de vida útil até julho de 2025. Anteriormente, o resíduo era disposto no módulo Central do DRM. Não há outros depósitos/barragens de contenção na Unidade Três Marias passíveis de receber os resíduos industriais após o fim da vida útil do módulo Oeste 1.

Partindo desse histórico, a possibilidade do cenário de Alternativa Zero, as atividades e estruturas, que já se encontram inseridas no âmbito da Unidade Três Marias, as quais não são objeto do atual processo de licenciamento permaneceriam, entretanto, com probabilidade de limitar a capacidade de geração de empregos, massa salarial e arrecadação de tributos relacionada a essa atividade econômica, havendo a necessidade de intensificação por parte dos municípios de buscarem alternativas econômicas em substituição ao papel ainda desempenhado pela Unidade Três Marias. Adicionalmente, todos os impactos benéficos indiretos proporcionados pela operação da planta metalúrgica para os municípios de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté (desde promoção de empresas terceiras e o setor de serviços e comércio) deixariam de existir.

Assim, mantido o cenário Alternativa Zero, deve-se considerar como possibilidade o início do processo de fechamento da Unidade, que embora tenha capacidade de geração de empregos e renda, o fará em proporções menos significativas do que no cenário de operação atual e com prazo limitado.

No que tange ao aspecto físico e biótico, considerando a limitação de produção e consequente fechamento, espera-se a redução dos aspectos ambientais atuais (causas dos impactos ambientais) e estabelecimento de área recuperada/reabilitada.

4 ASPECTOS LEGAIS

Neste capítulo, serão apresentadas leis e regulamentos aplicáveis à localização e à finalidade/tipologia do Projeto, a fim de avaliar a adequação e a compatibilidade da atividade às legislações e normas vigentes.

Importante frisar que há uma ampla legislação relacionada ao meio ambiente no Brasil, que se estende por vários instrumentos, desde a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, até leis, decretos e normas técnicas específicas que visam proteger o meio ambiente e o patrimônio cultural.

Neste contexto, de forma a facilitar o entendimento, serão apresentados neste item os principais atos legais e normativos, por temática ambiental, que podem ter diretrizes aplicáveis ao empreendimento em licenciamento.

A Tabela 4-1 apresenta a relação da Legislação Federal e Estadual, referente à Política Nacional de Meio Ambiente.

No âmbito da Legislação Federal destaca-se a Constituição Federal de 1988, a qual traz o Capítulo VI – Do Meio Ambiente, tratando do princípio norteador até diretrizes para o seu cumprimento.

O princípio ambiental constitucional é o Desenvolvimento Sustentável e está disposto no artigo 225:

> *"Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações."*

Em nível estadual, cita-se a Lei Ordinária nº 7.772/1980 como um importante instrumento para a proteção do meio ambiente no Estado de Minas Gerais. A lei estabelece os fundamentos e os mecanismos para a implementação da política ambiental mineira, contribuindo para a melhoria da qualidade ambiental no estado.

Tabela 4-1: Política de Meio Ambiente

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Constituição da República Federativa do Brasil de 05/10/1988	Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.
Federal	Lei Federal nº 6.938, de 31/08/1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.

Esfera	Legislação	Ementa
Estadual	Lei Ordinária nº 7.772, de 08/09/1980	Dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente no Estado de Minas Gerais.
Municipal de Três Marias	Lei Ordinária n°1.916, de 07/06/2005	Dispõe sobre a Criação do Conselho Municipal de Defesa e Conservação do Meio Ambiente - CODEMA e dá outras providências
Municipal de Três Marias	Lei Ordinária n°1.924, de 15/07/2005	Dispõe sobre a política de proteção, conservação e melhoria do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formatação e aplicação, e dá outras providências.
Municipal de São Gonçalo do Abaeté	Lei n°1.058/97 de 02/09/1997	Cria o Conselho Municipal de Conservação, Defesa e Desenvolvimento do Meio Ambiente - CODEMA e dá outras providências.
Municipal de São Gonçalo do Abaeté	Lei n°1.551/11 de 06/09/2011	Dispõe sobre a política de proteção, conservação e controle do meio ambiente e da melhoria de qualidade de vida no município de São Gonçalo do Abaeté – MG.

O licenciamento ambiental é um instrumento importante para a proteção do meio ambiente, pois permite que os órgãos ambientais avaliem os impactos ambientais de empreendimentos e atividades antes de sua instalação ou operação.

A Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997, estabelece os procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental no Brasil. Ela define as etapas do processo de licenciamento, as competências dos órgãos ambientais e os requisitos para a obtenção da licença ambiental.

No Estado de Minas Gerais, o licenciamento ambiental é regulado pela Lei Estadual nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016, Decreto Estadual nº 47.042, de 6 de setembro de 2016, Lei Estadual nº 23.304/2019 e pela recente Lei Estadual nº 24.313, de 28 de abril de 2023, que alterou a redação do art. 8º da Lei nº 21.972/2016, atribuindo à Fundação Estadual do Meio Ambiente- FEAM o licenciamento ambiental de atividades e obras sujeitos ao ato, nos termos da legislação.

A Tabela 4-2 contempla, principalmente, as Leis, Decretos, Deliberações Normativas e Resoluções do estado de Minas Gerais referentes ao Licenciamento Ambiental.

Tabela 4-2: Licenciamento Ambiental

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Resolução CONAMA nº 01, de 23/01/1986	Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.
Federal	Resolução CONAMA nº 237, de 19/12/1997	Dispõe sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental e no exercício da competência, bem como as atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental.

Esfera	Legislação	Ementa
Estadual	Lei Estadual nº23.304, de 30/05/2019	Estabelece a estrutura orgânica do Poder Executivo do Estado e dá outras providências.
Estadual	Lei Estadual nº24.313, de 28/04/2023	Estabelece a estrutura orgânica do Poder Executivo do Estado e dá outras providências.
Estadual	Lei Estadual 7.772, de 08/09/1980	Dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente.
Estadual	Lei nº 21.972, de 21/01/2016	Dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Sisema – e dá outras providências.
Estadual	Decreto Estadual nº 48.706, de 25/10/2023	Dispõe sobre a organização da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e dá outras providências.
Estadual	Decreto Estadual nº 48.707, de 25/10/2023	Contém o Estatuto da Fundação Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências.
Estadual	Deliberação Normativa COPAM nº 213, de 22/02/2017	Regulamenta o disposto no art. 9º, inciso XIV, alínea "a" e no art. 18, § 2º da Lei Complementar Federal nº 140, de 8 de dezembro de 2011, para estabelecer as tipologias de empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental será atribuição dos Municípios.
Estadual	Deliberação Normativa COPAM nº 217, de 06/12/2017	Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais e dá outras providências.

O Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente e tem como objetivo viabilizar o desenvolvimento sustentável a partir da compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a proteção ambiental.

A Tabela 4-3 apresenta as leis da esfera Federal e Estadual, referentes ao zoneamento ecológico econômico.

Tabela 4-3: Zoneamento Ecológico Econômico

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Decreto nº 4.297, de 10/07/2002	Regulamenta o art. 9o, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências.
Estadual	Deliberação Normativa COPAM nº 129, de 27/11/2008	Dispõe sobre o Zoneamento Ecológico Econômico - ZEE como instrumento de apoio ao planejamento e à gestão das ações governamentais para a proteção do meio ambiente do Estado de Minas Gerais.
Municipal de Três Marias	Lei Complementar nº 1, de 10/07/2008	Institui o Plano Diretor Participativo de Desenvolvimento Municipal do Município de Três Marias e dá outras providências

O patrimônio cultural é composto por monumentos, conjuntos de construções e sítios arqueológicos, de fundamental importância para a memória, identidade, a criatividade dos povos e a riqueza das culturas.

Dessa forma a Tabela 4-4 apresenta a legislação federal e estadual referente ao patrimônio cultural brasileiro.

Tabela 4-4: Patrimônio Cultural

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Constituição da República Federativa do Brasil de 05/10/1988	Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (Artigo 216).
Federal	Instrução Normativa IPHAN nº001, de 25/03/2015	Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe.
Federal	Portaria IPHAN nº 187, de 11/06/2010	Dispõe sobre os procedimentos para apuração de infrações administrativas por condutas e atividades lesivas ao patrimônio cultural edificado, imposição de sanções, os meios defesos, o sistema recursal e a forma de cobrança dos débitos decorrentes das infrações.
Federal	Portaria IPHAN nº 375, de 19/09/2018	Institui a Política de Patrimônio Cultural Material do Iphan e dá outras providências.
Federal	Decreto Legislativo nº 74, de 30/06/1977	Aprova o texto da Convenção Relativa à Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural.
Federal	Decreto-Lei nº 25, de 30/11/1937	Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional.
Estadual	Decreto nº 80.978, de 12/12/1977	Promulga a Convenção Relativa à Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural, de 1972.
Estadual	Lei nº 11.258, de 28/10/1993	Reorganiza o Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais - IEPHA _ MG - e dá outras providências.
Estadual	Lei nº 11.726, de 30/12/1994	Dispõe sobre a política cultural do Estado de Minas Gerais.
Estadual	Decreto nº 42.505, de 15/04/2002	Institui as formas de registros de bens culturais de natureza imaterial ou intangível que constituem patrimônio cultural de Minas Gerais.
Estadual	Deliberação normativa CONEP nº 007, de 03/12/2014	Estabelece normas para a realização de estudos de impacto no patrimônio cultural no Estado de Minas Gerais.
Estadual	Portaria IEPHA nº 52, de 26/12/2014	Dispõe sobre procedimentos para elaboração de Estudo Prévio de Impacto Cultural (EPIC) e aprovação do respectivo Relatório de Impacto no Patrimônio Cultural (RIPC).
Municipal de Três Marias	Lei Ordinária n° 1.770, de 14/06/2002	Estabelece as normas de proteção do patrimônio cultural do Município de Três e seu respectivo procedimento

Esfera	Legislação	Ementa
Municipal de Três Marias	Lei Ordinária n° 2203/2010, de 14/10/2010	Cria o Fundo Municipal de Preservação ao Patrimônio Cultural da Cidade de Três Marias e dá outras providências.
Municipal de Três Marias	Lei Ordinária n° 2204/2010, de 14/10/2010	Cria o conselho Municipal do Patrimônio Cultural do Município de Três Marias
Municipal de Três Marias	Decreto do Executivo n° 1788/2010, de 11/11/2010	Regulamenta a Lei Municipal nº 2.203/2010 que Cria o Fundo Municipal de Preservação ao Patrimônio Cultural da Cidade de Três Marias e dá outras providências.
Municipal de São Gonçalo do Abaeté	Lei n° 1.144/01 de 30/10/2001	Estabelece a proteção do Patrimônio Cultural de São Gonçalo do Abaeté.

O Patrimônio Espeleológico é constituído pelo conjunto de ocorrência geológicas que criam formações especiais, tais como vales fechados, dolinas, paredões verticais, cânions, sumidouros, drenagens subterrâneas, cavernas, abismos, furnas, tocas, grutas, lapas e abrigos sob rochas, considerados bens da União.

O entendimento da importância do Patrimônio Espeleológico durante o processo de licenciamento ambiental é fundamental e pode minimizar consideravelmente os impactos ambientais negativos previstos em cada fase dos empreendimentos sobre o carste e as cavernas.

Mediante a importância deste tema para o licenciamento ambiental, a Tabela 4-5 apresenta a legislação pertinente ao Patrimônio Espeleológico, tanto na esfera Federal quanto na Esfera Estadual.

Tabela 4-5: Patrimônio Espeleológico

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Constituição da República Federativa do Brasil de 05/10/1988	Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (Artigos 20, 216 e 225).
Federal	Decreto nº 10.935, de 12/01/2022	Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional.
Federal	Portaria IBAMA nº 887, de 15/06/1990	Promove a realização de diagnóstico da situação do patrimônio espeleológico nacional, através de levantamento e análise de dados, identificando áreas críticas e definindo ações e instrumentos necessários para a sua devida proteção e uso adequado.
Federal	Instrução Normativa MAA nº 02, de 30/08/2017	Define a metodologia para a classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas, conforme previsto no art. 5o do Decreto no 99.556, de 1o de outubro de 1990.
Federal	Portaria MMA nº 358, de 30/09/2009	Instituir o programa nacional de conservação do patrimônio espeleológico, que tem como objetivo desenvolver estratégia nacional de conservação e uso sustentável do patrimônio espeleológico brasileiro.

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Instrução Normativa ICMBIO nº01, de 24/01/2017	Estabelece Procedimentos para definição de outras formas de compensação ao impacto negativo irreversível em cavidade natural subterrânea com grau de relevância alto, conforme previsto no art. 4º, § 3º do Decreto nº 99.556, de 1º outubro de 1990.
Estadual	Decreto nº 47.041, de 31/08/2016	Dispõe sobre os critérios para a compensação e a indenização dos impactos e danos causados em cavidades naturais subterrâneas existentes no território do Estado.

As unidades de conservação (UC) são áreas territoriais, incluindo seus recursos ambientais, com características naturais relevantes, criadas e protegidas pelo Poder Público com objetivos de conservação. Elas contribuem para a conservação de espécies e atividades educativas que visem à sensibilização ambiental.

Estes territórios são protegidos e regulamentados por lei, resolução e decreto, conforme apresentado na Tabela 4-6.

Tabela 4-6: Unidades de Conservação

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Lei nº 9.985, de18/07/2000	Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
Federal	Resolução CONAMA nº 428, de 17/12/2010	Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências.
Federal	Decreto nº 4.340, de 22/08/2002	Regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências.

A compensação ambiental pode ser entendida como um mecanismo de responsabilização dos empreendedores causadores de significativo impacto ambiental pelo prejuízo que causam ao meio ambiente.

Nesse sentido, a compensação ambiental se apresenta como instrumento a ser utilizado diante da impossibilidade de se adotarem medidas capazes de eliminar ou reduzir, suficientemente, os impactos ambientais negativos de determinada atividade, tendo sempre como referencial os impactos identificados e quantificados na avaliação de impacto ambiental.

A Tabela 4-7 apresenta a legislação referente à compensação ambiental, as quais estabelecem estudos, métodos, procedimentos e diretrizes.

Tabela 4-7: Compensação Ambiental

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Lei nº 9.985, de 18/07/2000	O Artigo 36 regulamenta que "nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental competente, com fundamento em estudo de impacto ambiental e respectivo relatório - EIA/RIMA, o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral, de acordo com o disposto neste artigo e no regulamento desta Lei".
Federal	Decreto nº 4.340, de 22/08/2002	Regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências. O Capítulo VIII do referido decreto trata da compensação por significativo impacto ambiental.
Federal	Resolução CONAMA nº 371, de 05/04/2006	Estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos de compensação ambiental, conforme a Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza-SNUC e dá outras providências.
Estadual	Decreto nº 45.175, de 17/09/2009	Estabelece metodologia de gradação de impactos ambientais e procedimentos para fixação e aplicação da compensação ambiental.
Estadual	Portaria IEF nº 55, de 23/04/2012	Estabelece procedimentos para a formalização de processos de compensação ambiental, a que se refere o Art. 7º, § 1º do Decreto Estadual nº 45.175/2009 e dá outras providências.
Estadual	Portaria IEF nº 77, de 01/07/2020	Institui a gestão, por meio digital, dos processos administrativos de compensação minerária e de compensação ambiental, previstas no art. 75 da Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013, e no art. 36 da Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000.

A supressão de vegetação ou corte de árvores isoladas, especialmente de árvores nativas e fragmentos florestais, depende de prévia autorização do órgão ambiental competente e do cumprimento de condicionantes ou compensações ambientais, previstas na legislação e/ou definidas nas licenças/autorizações emitidas.

Dessa forma, a Tabela 4-8 apresenta a legislação vigente sobre a supressão de vegetação e compensação florestal.

Tabela 4-8: Supressão de Vegetação ou Corte de Árvores Isoladas e Compensação Florestal

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Lei nº 12.651, de 25/05/2012	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.
Federal	Lei nº 6.607, de 07/12/1978	Declara o Pau-Brasil árvore nacional, institui o Dia do Pau-Brasil, e dá outras providências
Federal	Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006	Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP.
Federal	Portaria nº 443, de 17/12/2014	Reconhecer como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção.
Federal	Instrução Normativa IBAMA nº191, de 24/09/2008.	Proibi o corte do licuri (*syagrus coronata (mart.) becc.*) nas áreas de ocorrência natural desta palmeira nos estados de Alagoas, Bahia, Minas Gerais, Pernambuco e Sergipe até que sejam estabelecidas normas de manejo da espécie por cada estado.
Estadual	Lei nº 9.743, de 15/12/1988	Declara de interesse comum, de preservação permanente e imune de corte o ipê-amarelo e dá outras providências.
Estadual	Lei nº 10.883, de 03/01/1992	Declara de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no estado de minas gerais, o pequizeiro (*caryocar brasiliense*) e dá outras providências.
Estadual	Lei nº 13.635, de 12/07/2000	Declara o buriti de interesse comum e imune de corte.
Estadual	Lei nº 20.922, de 16/10/2013	Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado.
Estadual	Decreto nº 47.749, de 11/11/2019	Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental e sobre a produção florestal no âmbito do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.
Estadual	Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 3.102, de 26/10/2021	Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental no âmbito do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.
Estadual	Decreto nº 43.904, de 26/10/2004	Declara imune de corte e exploração no estado de Minas Gerais a leguminosa arbórea conhecida como Faveiro de Wilson.

Conforme determina a Constituição Brasileira de 1988, a água é um bem público e, por isso, seu uso deve acontecer mediante aprovação do poder público, seja estadual ou nacional.

O gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil, tem como base a Lei nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH. Esta lei trata dos fundamentos, objetivos, diretrizes, instrumentos e, também do Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGREH).

O SINGREH é formado por um conjunto de órgãos que concebem e implementam a Política Nacional das Águas. São eles:

- *Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH);*
- *Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental (SRHQ);*
- *Agência Nacional de Águas (ANA);*
- *Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERHs);*
- *Órgãos gestores de recursos hídricos estaduais (Entidades Estaduais);*
- *Comitês de Bacia Hidrográfica (interestaduais e estaduais), e;*
- *Agências de Água (vinculadas aos comitês).*

No âmbito do Estado de Minas Gerais, a referência legal para a gestão dos recursos hídricos é a Lei nº 13.199, de 1999, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos – PERH. A legislação mineira compartilha de dispositivos já estabelecidos na PNRH e, ainda, detalha a execução da política estadual.

O gerenciamento integrado dos recursos hídricos deve considerar os usos múltiplos da água, sem comprometer suas funções ecológicas fundamentais. Também é importante que haja um balanço entre os usos da água e o cumprimento das condições outorgadas, pois o uso de um recurso pode afetar o uso de outro, além de comprometer a disponibilidade da água.

A Tabela 4-9 apresenta a legislação federal e estadual, referente aos recursos hídricos e qualidade das águas.

Tabela 4-9: Recursos Hídricos e Qualidade das Águas

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Constituição da República Federativa do Brasil de 05/10/1988	Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (Artigos 20, 22 e 26).
Federal	Lei nº 9.433, de 08/01/1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º

Esfera	Legislação	Ementa
		da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. O art. 9 dispõe sobre o enquadramento de corpos d'água e estabelece o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo.
Federal	Lei nº 9.966, de 28/04/2000	Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.
Federal	Lei nº 9.984, de 17/07/2000.	Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. (Redação dada pela Lei nº 14.026, de 2020).
Federal	Lei nº 14.026, de 15/07/2020	Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados
Federal	Decreto nº 24.643, de 10/07/1934	Decreta o código das águas
Federal	Decreto nº 79.367, de 09/03/1977	Dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade de água e dá outras providências.
Federal	Decreto nº 4.136 de 20/02/2002	Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às infrações às regras de prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional, prevista na Lei no 9.966, de 28 de abril de 2000, e dá outras providências.

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Decreto nº 10.430, de 20/07/2020	Dispõe sobre o Comitê Interministerial de Saneamento Básico
Federal	Decreto nº 11.599, de 12/07/2023	Dispõe sobre a prestação regionalizada dos serviços públicos de saneamento básico, o apoio técnico e financeiro de que trata o art. 13 da Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, a alocação de recursos públicos federais e os financiamentos com recursos da União ou geridos ou operados por órgãos ou entidades da União de que trata o art. 50 da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.
Federal	Resolução CONAMA n°357, de 17/03/2005.	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Alterada pelas Resoluções nº 370, de 2006, nº 397, de 2008, nº 410, de 2009, e nº 430, de 2011. Complementada pela Resolução nº 393, de 2007.
Federal	Resolução CONAMA nº 370, de 06/04/2006	Prorroga o prazo para complementação das condições e padrões de lançamento de efluentes, previsto no art. 44 da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.
Federal	Resolução CONAMA n° 396, de 03/04/2008	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
Federal	Resolução CONAMA nº 397, de 03/04/2008	Altera o inciso II do § 4o e a Tabela X do § 5o, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA no 357, de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Alterada pela Resolução nº 410, de 2009.
Federal	Resolução CONAMA nº 410, de 04/05/2009	Prorroga o prazo para complementação das condições e padrões de lançamento de efluentes, previsto no art. 44 da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, e no Art. 3o da Resolução nº 397, de 3 de abril de 2008.
Federal	Resolução CONAMA nº 430 de 13/05/2011	Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.
Federal	Resolução CNRH n° 91, de 05/11/2008	Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos.
Federal	Resolução CNRH n° 92, de 05/11/2008	Estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro.

Esfera	Legislação	Ementa
Estadual	Lei Ordinária n° 10.793, de 02/07/1992	Dispõe sobre a proteção dos mananciais destinados ao abastecimento público em Minas Gerais.
Estadual	Lei Ordinária n° 13.199, de 29/01/1999	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências.
Estadual	Lei nº 15.082, de 27/04/2004	Dispõe sobre rios de preservação permanente e dá outras providências.
Estadual	Decreto n° 47.137, de 24/01/2017	Altera o Decreto n°44.844, de 25 de junho de 2008, que estabelece normas para licenciamento ambiental e autorização ambiental de funcionamento, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades.
Estadual	Decreto n° 47.383, de 02/03/2018	Estabelece normas para licenciamento ambiental, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades. Revoga o Decreto n°44.844, de 25 de junho de 2008 e o Decreto n° 46.967, de 10 de março de 2016.Decreto n° 47.705, de 04.09.2019.Estabelece normas e procedimentos para a regularização de uso de recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais.
Estadual	Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH n° 8, de 21/11/2022	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
Estadual	Portaria IGAM n° 48 de 04/10/2019	Estabelece normas suplementares para a regularização dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.

A constituição brasileira outorgada em 1988 incorporou o conteúdo da Lei nº 6.938/1981 a qual estabelece que o ar é um recurso natural renovável que deve ser preservado, e que a poluição do ar é um dano ambiental.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) é o responsável por estabelecer os padrões de qualidade do ar, fiscalizar o cumprimento da legislação ambiental e promover ações de educação e conscientização ambiental. Em 19 de novembro de 2018 os padrões de qualidade do ar foram estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 491/2018 e recentemente, em novembro de 2023 foi publicada no Estado de Minas Gerais a DN COPAM nº 248/2023, conforme apresentado na Tabela 4-10.

Tabela 4-10: Qualidade do Ar

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Constituição da República Federativa do Brasil de 05/10/1988	Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (Artigos 22, 24 e 225).
Federal	Resolução CONAMA nº 491, de 2018	Dispõe sobre padrões de qualidade do ar.
Estadual	Deliberação Normativa COPAM nº 248 de 23/11/2023	Dispõe sobre padrões de qualidade do ar para o Estado de Minas Gerais e dá outras providências.

De acordo com o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), a emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais deve obedecer ao interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes de efetuadas de acordo com a NBR 10151 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade. A Tabela 4-11 apresenta a legislação referente ao tema ruído e vibração.

Tabela 4-11: Ruído Ambiental e Vibração

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Resolução CONAMA nº 01, de 08/03/1990	Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política.
Federal	Norma ABNT NBR 10.151, de 31/05/2019	Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas Aplicação de uso geral .
Federal	Resolução CONAMA nº 02, de 08/03/1990	Dispõe sobre o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora.
Estadual	Lei nº 7.302, de 21/07/1978	Dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no estado de Minas Gerais.
Estadual	Lei nº 10.100, de 17/01/1990	Dá nova redação ao artigo 2º da lei nº 7.302, de 21 de julho de 1978, que dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no estado de Minas Gerais.
Municipal de São Gonçalo do Abaeté	Lei n°1.265/05 de 30/11/2005	Dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora e dá outras providencias.

As leis e normas específicas aplicáveis aos resíduos sólidos são fiscalizadas por órgãos ambientais nacionais, estaduais ou municipais. Esses órgãos definem regulamentações e atos de infração em casos de não cumprimento da lei. A Tabela 4-12 resume as principais leis sobre o tema resíduos sólidos.

Dentre as principais leis destaca-se a Lei 12.305, de 02/08/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que estabelece diretrizes e instrumentos para os setores públicos e as empresas lidarem com os resíduos gerados.

Para preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental. Alguns dos princípios e principais aspectos da PNMA são: a manutenção do equilíbrio ecológico; racionalização,

planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais; proteção dos ecossistemas; controle das atividades potencial poluidoras; entre outros. Por meio do PNRS é exigido que as organizações sejam transparentes com o gerenciamento de seus resíduos.

Tabela 4-12: Resíduos Sólidos

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Lei Ordinária nº 12.305, de 02/08/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências.
Federal	Decreto nº 7.404, de 23/12/2010	Estabelece Diretrizes, Critérios e Procedimentos Para A Gestão dos Resíduos da Construção Civil.
Federal	Portaria Minter nº 53, de 01/03/1979	Dispõe sobre o destino e tratamento de resíduos.
Federal	Portaria MMA nº 280, de 29/06/2020	Regulamenta os arts. 56 e 76 do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, e o art. 8º do Decreto nº 10.388, de 5 de junho de 2020, institui o Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR nacional, como ferramenta de gestão e documento declaratório de implantação e operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos, dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos e complementa a Portaria nº 412, de 25 de junho de 2019.
Federal	Resolução CONAMA nº 307, de 05/07/2002	Dispõe sobre o destino e tratamento de resíduos. Proíbe a acumulação e a queima de resíduos a céu aberto. Determina que o lançamento de resíduos sólidos no mar dependerá de prévia autorização das autoridades federais competentes. Determina que o lixo "in natura"; não deve ser utilizado na agricultura ou na alimentação de animais.
Federal	Resolução CONAMA nº 313, de 29/10/2002	Dispõe sobre o inventário nacional de resíduos sólidos industriais.
Federal	Instrução Normativa IBAMA nº 01, de 25/01/2013	Regulamenta o cadastro nacional de operadores de resíduos perigosos (CNORP), estabelece sua integração com o cadastro técnico federal de atividades potencialmente poluidoras ou utilizadoras de recursos ambientais (CTF-APP) e com o cadastro técnico federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental (CTF-AIDA), e define os procedimentos administrativos relacionados ao cadastramento e prestação de informações sobre resíduos sólidos, inclusive os rejeitos e os considerados perigosos.
Federal	Norma ABNT NBR 11.174, de 07/1990	Fixa as condições exigíveis para obtenção das condições mínimas necessárias ao armazenamento de resíduos classes II – não inertes e III- inertes, de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.
Federal	Norma ABNT NBR 12.235, de 04/1992	Esta norma fixa as condições exigíveis para o armazenamento de resíduos sólidos perigosos de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Norma ABNT NBR 10.004, de 11/2004	Resíduos sólidos – Classificação: Classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente.
Federal	Decreto nº 10.936, de 12/01/2022	Regulamenta a Lei nº 12.305, de 02/08/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
Estadual	Lei Ordinária nº 18.031, de 12/01/2009	Dispõe sobre a política estadual de resíduos sólidos.
Estadual	Lei nº 13.796, de 20/12/2000	Dispõe sobre o controle e o licenciamento dos empreendimentos e das atividades geradoras de resíduos perigosos no Estado.
Estadual	Deliberação Normativa COPAM nº 07, de 29/09/1981	Fixa normas para disposição de resíduos no solo. Estabelece a obrigatoriedade da elaboração de projetos específicos de transporte e destino final de resíduos, a serem aprovados pela COPAM, antes de os lançar no solo.
Estadual	Deliberação Normativa COPAM nº 232, de 27/02/2019	Institui o Sistema Estadual de Manifesto de Transporte de Resíduos e estabelece procedimentos para o controle de movimentação e destinação de resíduos sólidos e rejeitos no estado de Minas Gerais e dá outras providências.

A responsabilidade civil ambiental é um mecanismo processual para fins de responsabilização por dano ambiental. Trata-se de um instrumento de intervenção do direito para a proteção do meio ambiente.

A Política Nacional de Meio Ambiente (Lei Federal 6.938, de 1981) institui no ordenamento jurídico brasileiro que a responsabilidade civil por dano ambiental é objetiva, ou seja, independe de culpa ou dolo.

Neste sentido, caso haja dano ambiental e a terceiros, decorrentes da atividade de determinado empreendimento (nexo causal deve ser comprovado), haverá o dever de reparação e indenização por parte do empreendedor independente da apuração de dolo ou mesmo culpa na ação ou omissão que eventualmente causar eventuais danos.

Sobre as infrações ambientais, pode-se citar a lei nº 9.605 de 12/02/1998, a qual possui como principal objetivo a reparação de danos ambientais e apresentar ações de prevenção e combate a esses danos. Na lei encontramos disposições sobre a aplicação da pena e os tipos de crimes ambientais.

Além dos crimes ambientais causados aos elementos que compõem o ambiente: flora, fauna, recursos naturais e o patrimônio cultural, também são considerados crimes ambientais as condutas que ignoram normas ambientais, mesmo se essas condutas não tenham causado danos ao meio ambiente.

A Tabela 4-13 apresenta a legislação referente às responsabilidades civis e infrações ambientais.

Tabela 4-13: Responsabilidade Civil

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Lei nº 6.938, de 31/08/1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências (Artigo 14).
Federal	Constituição da República Federativa do Brasil de 05/10/1988	Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (Artigo 225).
Federal	Lei nº 9.605 de 12/02/1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Federal	Decreto Federal nº 6.514, de 22/07/2008	Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências.
Estadual	Decreto nº 47.383, de 02/03/2018	Estabelece normas para licenciamento ambiental, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades.

Ao fim da vida útil do empreendimento, deverão ser realizados programas e ações que permitem minimizar o impacto ambiental causado pelas atividades da estrutura, os quais estão inseridos no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD.

Para o PRAD não se tem legislações específicas, entretanto algumas normas, leis e decretos chegam a citar alguns dos fundamentos triviais de recuperação de áreas degradas, conforme apresentado na Tabela 4-14.

Tabela 4-14: PRAD

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Lei nº 7.347 de 24/07/1985	Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências.
Federal	Decreto nº 97.632 de 10/04/1989	Dispõe sobre a regulamentação do artigo 2°, inciso VIII, da Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Este Decreto é primeiro marco regulatório que cita plano de recuperação degradados, e para essa legislação especifica obriga atividades de mineração sujeitos a EIA/RIMA a elaborar PRAD e submeter à aprovação do órgão ambiental competente.

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Lei nº 9.605 de 12/02/1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Esta lei exige ao infrator recompor o ambiente degradado.
Federal	Lei nº12.651 de 25/05/2012	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Esta lei representa o novo Código Florestal atuando fortemente na recuperação de áreas de reserva legal e áreas de preservação permanente, além da obrigatoriedade de Cadastro Ambiental Rural dos imóveis rurais
Federal	Instrução Normativa ICMBIO nº 11, de 11/12/2014	Estabelecer procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada - PRAD, para fins de cumprimento da legislação ambiental.

A Constituição Federal, artigo 225, impõe (parágrafo 1º) ao Poder Público e à coletividade preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do país (inciso II) e proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco a sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade (inciso VII).

De forma a atender a Constituição Federal relacionada ao tema, outras normas foram criadas com o intuito de proteger e preservar tanto a fauna quanto a flora brasileira.

A Tabela 4-15 apresenta as principais leis referentes aos temas fauna e flora.

Tabela 4-15: Flora e Fauna

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Lei Ordinária nº 5.197, de 03/01/1967	Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências.
Federal	Constituição da República Federativa do Brasil de 05/10/1988	Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (Artigo 225).
Federal	Lei nº 12.651, de 25/05/2012	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Portaria ICMBIO nº 702, de 07/08/2018	Aprova o Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Primatas da Mata Atlântica e da Preguiça-de-Coleira PAN PPMA, contemplando quatorze táxons ameaçados de extinção, estabelecendo seu objetivo geral, objetivos específicos, prazo de execução, abrangência e formas de implementação e supervisão.
Federal	Portaria MMA nº 43, de 31/01/2014	Institui o Programa Nacional de Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção - Pró-Espécies, com o objetivo de adotar ações de prevenção, conservação, manejo e gestão, com vistas a minimizar as ameaças e o risco de extinção de espécies.
Federal	Portaria MMA nº 444, de 17/12/2014	Reconhece como espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da 'Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção'- Lista, em observância da Portaria nº 43/2014.
Federal	Portaria MMA nº 445, de 17/12/2014	Reconhece como espécies de peixes e invertebrados aquáticos da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da 'Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos '-Lista, em observância da Portaria nº 43/2014.
Estadual	Deliberação Normativa COPAM nº147, de 30/04/2010	Aprova a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais.
Estadual	Lei nº 20.922, de 16/10/2013	Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado.
Estadual	Resolução Conjunta SEMAD – IEF nº 2.749, de 15/01/2019	Dispõe sobre os procedimentos relativos às autorizações para manejo de fauna silvestre terrestre e aquática na área de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna, sujeitas ou não ao licenciamento ambiental.

De acordo com a Lei 12.651/2012, a Reserva Legal é um percentual da área coberta de vegetação nativa, localizada dentro de um imóvel rural no Brasil, com o intuito de resguardar a fertilidade do solo, o regime de chuvas e a biodiversidade, mantendo o meio ambiente equilibrado, a segurança hídrica e a produção de longo prazo.

A regularização da Reserva Legal está vinculada ao Cadastro Ambiental Rural (CAR). O CAR foi criado pela Lei 12.651, de 2012 e é o registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, que possui a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, formando uma base de dados estratégica para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento.

A Área de Preservação Permanentes (APP) é conceituada pela Lei 12.651/2012 como uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

A Tabela 4-16 apresenta as principais normas sobre estes temas.

Tabela 4-16: Áreas de Preservação Permanente, Reserva Legal e Cadastro Ambiental Rural

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Lei nº 7.754, de 14/04/1989	Estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios e dá outras providências
Federal	Lei nº 12.651, de 25/05/2012	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.
Federal	Instrução Normativa MMA nº 5, de 08/09/2009	Dispõe sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanente e da Reserva Legal instituídas pela Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.
Federal	Resolução CONAMA nº 429, de 28/02/2011	Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente - APP.
Federal	Resolução CONAMA nº 302, de 20/03/2002	Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.
Federal	Instrução Normativa RFB nº 1.467, de 30/05/2014	Dispõe sobre o Cadastro de Imóveis Rurais (CAR).
Federal	Instrução Normativa INCRA nº 82, de 27/03/2015	Dispõe sobre os procedimentos para atualização cadastral no Sistema Nacional de Cadastro Rural.
Federal	Portaria MMA nº 463, de 18/12/2018	Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira ou Áreas Prioritárias para a Biodiversidade.
Estadual	Decreto nº 47.749, de 11/11/2019	Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental e sobre a produção florestal no âmbito do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.
Estadual	Lei nº 20.922, de 16/10/2013	Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado.
Estadual	Resolução Conjunta SEMAD - IEF nº 2.225, de 26/11/2014	Dispõe sobre os procedimentos a serem adotados para a compensação de reserva legal em unidades de conservação de domínio público, pendentes de regularização fundiária.

O Cerrado é um dos cinco grandes biomas do Brasil, cobre cerca de 25% do território nacional e abriga muitas espécies vegetais e animais. Em função de sua diversidade e valor biológico, este bioma também possui legislações com o intuito de protegê-lo, como por exemplo a Política Nacional do Meio Ambiente, que estabelece o cerrado como um dos biomas brasileiros a serem preservados. A Tabela 4-17 apresenta a legislação para o Bioma Cerrado, que se aplica a região do Projeto em estudos.

Tabela 4-17: Bioma Cerrado

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Lei Federal nº 6.938, de 31/08/1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.
Estadual	Lei nº 13.047, de 17/12/1998	Dispõe sobre o uso racional do cerrado nativo ou em estágio secundário de regeneração

As áreas contaminadas são áreas onde existem quantidades ou concentrações de substâncias ou resíduos em condições que possam vir a causar danos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger. A Tabela 4-18 apresenta as principais legislações do tema.

Tabela 4-18: Áreas Contaminadas

Esfera	Legislação	Ementa
Federal	Resolução nº 420, de 28/12/2009	Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.
Estadual	Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 02 de 08/09/2010	Institui o Programa Estadual de Gestão de Áreas Contaminadas, que estabelece as diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por substâncias químicas.
Estadual	Deliberação Normativa COPAM nº 166, de 29/06/2011	Altera o Anexo I da Deliberação Normativa Conjunta COPAM CERH nº 2 de 6 de setembro de 2010, estabelecendo os Valores de Referência de Qualidade dos Solos.

5 COMPATIBILIDADE COM PLANOS, PROGRAMAS E PROJETOS COLOCALIZADOS

Este capítulo apresenta os principais Planos e Programas Governamentais relacionados à região da Unidade Três Marias da Nexa Recursos Minerais S.A., situada em Três Marias, Minas Gerais. O município de São Gonçalo do Abaeté também foi considerado devido à proximidade com o empreendimento.

A seleção desses planos foi baseada em critérios geográficos e temáticas vinculadas à atividade industrial. Destacam-se planos federais e estaduais sobre mineração/indústria, recursos hídricos, mudanças climáticas, energia, saneamento básico, turismo e espécies em extinção. No âmbito municipal, foram consultados planos diretores, de saneamento básico e o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE). Outros planos, programas e projetos na região foram agrupados, incluindo Usinas Hidrelétricas, Bacia do Rio São Francisco, circuito turístico e gestão integrada de resíduos sólidos.

Cumpre mencionar que as Unidades de Conservação, Áreas de Proteção Especial, Reservas da Biosfera e Áreas Prioritárias para Conservação serão abordados especificamente no Diagnóstico Socioambiental do Meio Biótico e, por isso, não foram inseridos nesta seção.

Destaca-se, também, que na região do empreendimento não foram identificadas comunidades indígenas, remanescentes quilombolas ou povos tradicionais reconhecidos, certificados ou titulados. Da mesma forma, nenhum plano, programa ou projeto especial foi encontrado no município de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté.

A Tabela 5-1 apresenta a síntese dos programas, planos ou projetos colocalizados ao empreendimento, incluindo o nome, o objetivo principal e os principais órgãos e entidades envolvidas.

Tabela 5-1: Síntese dos Programas, Planos e Projetos colocalizados

Item	Nome do Programa, Plano ou Projeto	Objetivo Principal	Órgãos/entidades envolvidas
1.1.1	Plano Nacional de Mineração	Orientar políticas de médio e longo prazo para o setor mineral, buscando desenvolvimento sustentável, governança pública eficaz, agregação de valor e sustentabilidade em toda a cadeia produtiva mineral.	Ministério de Minas e Energia
1.1.2	Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH	Estabelecer diretrizes para gestão de recursos hídricos, incluindo coleta de dados, otimização do uso da água e incentivo a técnicas eficientes	Governo Federal, Comitês de Bacias Hidrográficas
1.1.3	Plano Nacional de Segurança Hídrica	Reduzir os riscos associados à escassez de água e eventos de cheia no Brasil, contribuindo para uma gestão federal integrada e assegurando a adequada disponibilidade de água para as atuais e futuras gerações	Ministério do Desenvolvimento Regional
1.1.4	Plano Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS	Gerenciar resíduos, com foco na mineração, promovendo reaproveitamento e redução de impactos ambientais	Governo Federal, Órgãos Ambientais, Empresas Mineradoras
1.1.5	Plano Nacional de Adaptação à Mudança Climática	Minimizar impactos das mudanças climáticas, considerando setores industriais, recursos hídricos e infraestrutura	Governo Federal, Grupo Executivo do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima

Item	Nome do Programa, Plano ou Projeto	Objetivo Principal	Órgãos/entidades envolvidas
1.1.6	Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono	Reduzir emissões de gases de efeito estufa na mineração, enfocando eficiência, recuperação mássica e produtividade	Ministério de Minas e Energia, Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, Confederação Nacional da Indústria
1.1.7	Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas	Caracterizar bacias hidrográficas, propor ações de revitalização e envolver diversos setores na gestão hídrica	Ministério do Desenvolvimento Regional, Coordenação Geral de Revitalização de Bacias Hidrográficas
1.1.8	Programa Águas Brasileiras	Garantir água em quantidade e qualidade, promovendo desenvolvimento regional e sustentabilidade, com parcerias público-privadas	Ministério de Desenvolvimento Regional, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Instituições Estaduais e Municipais
1.1.9	Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco	Promover uso sustentável da água, implementar pactos do Comitê, estimular políticas públicas e envolver a sociedade	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Sociedade Civil, Órgãos Ambientais
1.2.1	Plano Estadual de Mineração	Orientar a política minerária estadual para torná-la mais competitiva, abrangendo aspectos geológicos, econômicos, regulatórios, tributários, ambientais e de tecnologia e inovação	Governo Estadual de Minas Gerais, Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais
1.2.2	Plano Estadual de Recursos Hídricos	Orientar o planejamento e controle do uso da água no Estado de Minas Gerais, integrando-se com políticas setoriais e Planos Diretores de bacias hidrográficas, alinhado à Política Estadual de Recursos Hídricos. Enfatiza a relação direta dos recursos hídricos com atividades minerárias e industriais, promovendo ações mitigatórias e investimentos em novas tecnologias	Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Conselho Estadual de Recursos Hídricos
1.2.3	Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado	Coordenar e integrar projetos políticos de curto, médio e longo prazo, estabelecendo medidas emergenciais para a recuperação fiscal e definindo objetivos para o desenvolvimento sustentável do estado. Aborda a regularização ambiental, gestão de resíduos e propõe transformações na gestão de resíduos no setor industrial e minerário, incentivando novas tecnologias, reaproveitamento e descomissionamento de estruturas. Estimula a diversificação econômica nos municípios mineradores	Governo do Estado de Minas Gerais, Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão

Item	Nome do Programa, Plano ou Projeto	Objetivo Principal	Órgãos/entidades envolvidas
1.2.4	Plano Estratégico para o Desenvolvimento Sustentável do Turismo	Impulsionar o turismo de forma competitiva, sustentável e inclusiva, aumentando o fluxo turístico, a permanência e a satisfação dos visitantes, gerando emprego e renda para a população local. Considera o potencial turístico da região e busca a coexistência harmônica entre o desenvolvimento industrial, a preservação ambiental e o turismo sustentável	Secretaria de Estado de Cultura e Turismo de Minas Gerais
1.2.5	Plano Estadual de Energia e Mudanças Climáticas	Promover a transição econômica para um modelo ambientalmente sustentável, com foco na redução de carbono e mitigação das mudanças climáticas. Analisa aspectos ambientais, infraestruturas e emissões de gases de efeito estufa, propondo ações como busca por matrizes energéticas alternativas, incentivo a práticas com baixas emissões e gestão integrada. Destaca a eficiência energética na mineração	Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
1.2.6	Programa Estadual de Conservação da Água	Proteger as Bacias Hidrográficas ligadas ao abastecimento público e geração de energia elétrica, determinando que empresas exploradoras dessas bacias invistam em questões ambientais, destinando recursos para recuperação da vegetação ciliar, preservação e recuperação de nascentes e áreas cruciais para a conservação das águas. Aplica penalidades em caso de descumprimento	Governo de Minas Gerais, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
1.2.7	Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais	Fortalecer a segurança hídrica em Minas Gerais, subsidiar a gestão de recursos hídricos, definir áreas prioritárias, propor um banco de projetos estruturantes e não-estruturantes, e desenvolver um Plano de Comunicação, Mobilização e Educação Ambiental	Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), Consórcio PROFILL/ENGECORPS
1.2.8	Plano Estadual de Saneamento Básico de Minas Gerais	Planejar os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos, drenagem urbana e manejo de águas pluviais em Minas Gerais, em conformidade com as leis federais relacionadas ao saneamento básico	Governo de Minas Gerais, Subsecretaria da Gestão Ambiental e Saneamento (SUGES), Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento (SEMAD), Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos (COBRAPE), Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão de Minas Gerais

Item	Nome do Programa, Plano ou Projeto	Objetivo Principal	Órgãos/entidades envolvidas
			(SEPLAG), Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA MG), Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (ARSAE MG), Fundação João Pinheiro (FJP)
1.2.9	Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE	Orientar investimentos do Governo e da sociedade civil, fornecer diagnósticos gerais sobre o Estado, incentivar estudos qualitativos e quantitativos sobre os recursos naturais, e disponibilizar banco de dados e Sistema de Informações Geográficas (SIG) de acesso público, contendo informações temáticas primárias e secundárias	Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA) e Universidade Federal de Lavras (UFLA)
1.3.1	Plano Diretor de Três Marias	Estabelecer diretrizes para o desenvolvimento municipal, incluindo aspectos econômicos, ambientais, urbanos, de transporte, regularização fundiária e políticas sociais	Prefeitura de Três Marias, Câmara Municipal de Três Marias
1.3.2	Macrozoneamento Ambiental Integrado de Três Marias	Ordenar o território municipal, considerando compartimentação geomorfológica e restrições ao uso do solo, para embasar o Sistema de Gestão Ambiental Territorial (SISGAT)	Prefeitura de Três Marias, Secretaria de Meio Ambiente, Desenvolvimento, Cultura e Esporte
1.3.3	Plano Setorial da Pesca e Turismo do Bairro Beira Rio	Desenvolver o turismo sustentável no Bairro Beira Rio, destacando pesca esportiva e atividades náuticas, com foco em melhorias infraestruturais, conservação ambiental, promoção turística, qualificação da pesca e gestão do turismo	Nexa, Prefeitura Municipal de São Gonçalo do Abaeté e Secretarias Municipais
1.3.4	Plano Diretor de Turismo de São Gonçalo do Abaeté	Estruturar o turismo em São Gonçalo do Abaeté, considerando as realidades distintas de Sede Municipal, Beira-Rio e Canoeiros, com ações específicas e transversais nos eixos de Governança, Oferta, Infraestrutura e Promoção	Nexa, Prefeitura Municipal de São Gonçalo do Abaeté e Secretarias Municipais
1.3.5	Plano Municipal de Saneamento Básico de Três Marias	Estabelecer diretrizes para diagnóstico, gestão e planejamento de melhorias na infraestrutura de saneamento básico, buscando universalizar serviços como água potável, esgoto, resíduos sólidos e drenagem urbana	Prefeitura Municipal de Três Marias

Item	Nome do Programa, Plano ou Projeto	Objetivo Principal	Órgãos/entidades envolvidas
1.3.6	Programa ICMS Patrimônio Cultural de Três Marias	Participar do Programa ICMS Cultural para receber recursos destinados à preservação do patrimônio cultural, apresentando eficiência na política cultural, inventário, educação e difusão, apesar de investimentos financeiros menos expressivos	Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (IEPHA-MG), Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, Esporte e Cultura
1.4.1	Usina Hidrelétrica – UHE Formoso	Usina Hidrelétrica Formoso no município de Pirapora, visando uma potência instalada de cerca de 306 MW por meio do regime de regularização de vazão	SPE Formoso Energia S.A., Tractebel Engineering Ltda, Governo Federal, Prefeituras de Várzea da Palma, Pirapora, Buritizeiro, Lassance, Três Marias, São Gonçalo do Abaeté, comunidades locais
1.4.2	Usina Hidrelétrica – UHE Três Marias	Usina Hidrelétrica Três Marias com seis unidades geradoras, potência instalada de 396MW.	Governo de Minas Gerais, Prefeituras de Três Marias, São Gonçalo do Abaeté, Abaeté, Biquinhas, Felixlândia, Morada Nova de Minas, Paineiras, Pompéu e CEMIG
1.4.3	Usina Fotovoltaica de Três Marias	Desenvolver o empreendimento de Geração Distribuída, parte do plano de investimentos da Cemig, representando a retomada da empresa no desenvolvimento próprio de projetos "*greenfield*", com investimentos previstos de R$ 22,5 bilhões até 2025 em geração, transmissão, distribuição de energia e geração de gás natural. A UFV Três Marias GD é o primeiro projeto desse plano, inaugurado em dezembro de 2021, e pretende gerar 1 gigawatt (GW) de capacidade instalada, contribuindo para aliviar o uso dos reservatórios das hidrelétricas em situações de crise hídrica. Além da Usina Fotovoltaica Três Marias GD, a companhia pretende construir duas usinas solares flutuantes no reservatório da usina hidrelétrica, que terão 78 e 273 MWp de capacidade instalada.	Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG
1.4.4	Linha de Transmissão Três Marias 4/UHE Três Marias - 289 KV	O projeto em estudo pela Cemig Geração e Transmissão S.A envolve a expansão do Sistema Elétrico com a proposta de implementar a Linha de Transmissão (LT) Três Marias 4/UHE Três Marias - 289 KV.	Companhia Energética de Minas Gerais Geração e Transmissão – CEMIG GT

Item	Nome do Programa, Plano ou Projeto	Objetivo Principal	Órgãos/entidades envolvidas
1.4.5	Usina Fotovoltaica Jusante de São Gonçalo do Abaeté	UFV Jusante é um projeto da Cemig GT que prevê a instalação de 70 MWCA de potência em sete usinas fotovoltaicas e a produtividade anual prevista é de 186.356,1 MWh. O projeto abrange 152 hectares e tem um investimento total de R$ 377,0 milhões.	Companhia Energética de Minas Gerais Geração e Transmissão – CEMIG GT
1.4.6	Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - Consórcio Regional de Saneamento Básico Central de Minas	O Consórcio Regional de Saneamento Básico Central de Minas (CORESAB) composto por 20 municípios e opera com base na Lei Federal nº 11.107/2005. Seu propósito é oferecer serviços de alta qualidade para garantir a gestão adequada de resíduos sólidos aos seus membros.	Consórcio Regional de Saneamento Básico Central de Minas
1.4.7	Circuito Turístico do Lago de Três Marias	Promover o desenvolvimento do turismo na região, defender os interesses dos municípios associados, auxiliar na habilitação no ICMS Turístico e Esportivo, oferecer capacitação aos gestores públicos municipais em questões relacionadas à política e gestão do turismo, e apoiar eventos na região	Circuito Turístico do Lago de Três Marias em parceria com a Secretaria de Turismo de Minas Gerais
1.4.8	Macrozoneamento Ecológico Econômico da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco	Levantamento e sistematização de informações para impulsionar o ordenamento territorial sustentável na região da Bacia do Rio São Francisco, atuando como apoio para o desenvolvimento e implantação de planos e políticas em escala regional, nacional e municipal	Governo Federal e comissão Coordenadora do ZEE do Território
1.4.9	Consórcio dos Município do Lago de Três Marias - COMLAGO	Promover o desenvolvimento regional ao redor do represamento das águas do Rio São Francisco pela usina hidrelétrica de Três Marias, atuando em áreas como fiscalização dos recolhidos e pagamentos obrigatórios, participação nos resultados da geração e comercialização da energia elétrica, desenvolvimento da navegação e transporte hidroviário, preservação ambiental, desenvolvimento sustentável urbano e rural, integração cultural, entre outros	COMLAGO, em conjunto com os municípios membros

Os planos, programas e projetos possíveis de serem espacializados foram sistematizadas na Figura 5-1. Dessa forma, é possível observar a relação entre os projetos com a ADA do empreendimento e os limites dos municípios analisados.

Figura 5-1: Mapa de projetos colocalizados em Três Marias e São Gonçalo do Abaeté



5.1 ESFERA FEDERAL

5.1.1 Plano Nacional de Mineração

O projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais em Três Marias, embora ligado à indústria e não à mineração, está relacionado ao beneficiamento de minerais que faz parte da cadeia de produção mineral. A planta metalúrgica processa concentrados de zinco das Unidades Morro Agudo e Vazante.

O Plano Nacional de Mineração 2030, estabelecido em 2011 pelo Ministério de Minas e Energia, visa orientar políticas de médio e longo prazo para o setor, buscando o desenvolvimento sustentável. Fundamentado em três diretrizes - governança pública eficaz, agregação de valor e

sustentabilidade em todas as etapas da cadeia produtiva mineral - o plano visa promover o uso dos recursos minerais de acordo com o interesse nacional, impulsionar conhecimento e valor agregado no setor e garantir a sustentabilidade em toda a cadeia produtiva.

Essas diretrizes refletem a busca por crescimento econômico, melhoria dos processos produtivos e o desenvolvimento sustentável na indústria mineral.

O PNM - 2030 possui 11 objetivos estratégicos e diversas ações que se encontram agrupadas nas três diretrizes mencionadas (Tabela 5-2). Estes objetivos e ações reforçam a necessidade e relevância do Plano diante das previsões de aumentos na produção, no consumo e nos investimentos, além da geração de empregos e renda durante todo o período de sua vigência.

Tabela 5-2: Objetivos Estratégicos do PNM-2030

Diretrizes	Objetivos Estratégicos	Ações
Governança pública eficaz	1 - Governança Pública Eficaz	• Conselho Nacional de Política Mineral; • Novo modelo regulatório; • Agência de Mineração e; • Projeto de Lei dos *Royalties*
	2 - Conhecimento Geológico	• Ampliação dos mapeamentos; • Participação dos Estados e Universidades e; • Geologia marinha.
	3 - Minerais Estratégicos	• Potássio; • Fosfato e; • Minerais “portadores do futuro”.
Agregação de valor e adensamento de conhecimento	4 – Mineração em áreas com restrição	• Agendas mineral e ambiental compatíveis; • Planos de manejo nas Unidades de Conservação e; • Mineração em terras indígenas.
	5 – Formalização e Fortalecimento de Micro e Pequenas Empresas	• Modernização de Micro e Pequenas Empresas; • Promoção de Arranjos Produtivos Locais, cooperativas e outras formas de associativismo e; • Extensionismo mineral.
	6 – PD&I	• Ampliação de recursos do Fundo Setorial Mineral; • Criação do Fundo Setorial de Transformação Mineral
	7 – Recursos Humanos	• Formação e; • Qualificação e Treinamento.
	8 - Infraestrutura	• Inserção das ações de planejamento e; • Potencial mineral em Macroeixos.

Diretrizes	Objetivos Estratégicos	Ações
Sustentabilidade	9 – Produção Sustentável	• Saúde e segurança; • Eficiência energética; • Minimização de CO_2; • Recursos hídricos e; • Reciclagem.
	10 – Agregação de valor com competitividade	• Adensamento das cadeias produtivas.
	11 – Desenvolvimento Sustentável	• Amazônia; • Agenda 21 – mineral; • Zoneamento Ecológico-Econômico e; • Uso sustentável das rendas minerais.

Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2011.

Observa-se, portanto, a possível relação do empreendimento em questão com diferentes ações propostas no âmbito da Sustentabilidade, Agregação de valor e Adensamento de conhecimento contidas no plano. Podem ser citados, assim, a promoção de ações voltadas para o fortalecimento do associativismo local e para o adensamento das cadeias produtivas, além do incentivo ao desenvolvimento de atividades nos setores de Saúde, Segurança, Eficiência energética, Recursos hídricos e Reciclagem. A partir dessas medidas, objetiva-se o estabelecimento de uma produção mais sustentável, que agregue maior valor ao produto final e que contribua para o fortalecimento do comércio local.

Verifica-se que o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias está alinhado aos objetivos estratégicos de produção sustentável, na medida em promove um aumento da percepção de segurança pela população local, uma vez que a pilha a seco substituirá a disposição dos resíduos em polpa em barragens/depósitos.

5.1.2 Plano Nacional de Recursos Hídricos

As atividades industriais da Unidade Três Marias da Nexa, uma planta hidrometalúrgica, estão associadas aos recursos hídricos da região. Especificamente, o Projeto Disposição à Seco de Resíduos Industriais utiliza água para implantação, operação da planta de filtragem/cimentação e diluição do efluente tratado. Considerando o contexto nacional, é relevante observar as diretrizes do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), regido pela Lei Federal nº 9.433/1997 e prorrogado até 2021.

O PNRH 2022-2040, alinhado aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável para 2030, destaca-se por três documentos principais: Relatório de Conjuntura 2021, Plano de Ação e Anexo Normativo. O diagnóstico abrange a situação e gestão dos recursos hídricos, além de prognósticos baseados em cenários futuros.

O Plano de Ação possui cinco Programas com 23 Subprogramas, focando no fortalecimento do sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, instrumentos de gestão, qualidade e quantidade de recursos hídricos, integração com políticas setoriais e o sistema de gerenciamento do plano.

Subprogramas contidos no plano e relevantes para o contexto do projeto de Disposição à Seco do Resíduo Industrial abordam a coleta de dados hidrológicos confiáveis, otimização sustentável do uso da água nos processos produtivos e incentivo a técnicas que ampliem a eficiência do uso da água. A partir dos dados analisados, portanto, conclui-se que o Plano Nacional de Recursos Hídricos apresenta contribuições sobre os recursos hídricos que estabelecem diferentes interfaces com o empreendimento.

5.1.3 Plano Nacional de Segurança Hídrica

Como indicado anteriormente, a temática hídrica possui estreita relação com o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Nexa em Três Marias, tendo em vista a utilização desse recurso no Projeto. Nesse sentido, é importante considerar a existência de Planos que abordem sobre aspectos da qualidade e quantidade das águas para a elaboração de um estudo mais aprofundado.

O Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) é um relevante instrumento de planejamento nesse sentido, que objetiva reduzir os riscos associados à escassez de água e eventos de cheia no Brasil. Criado em 2019, o plano possui a intenção de contribuir com uma gestão federal integrada, com horizonte de implementação até 2035.

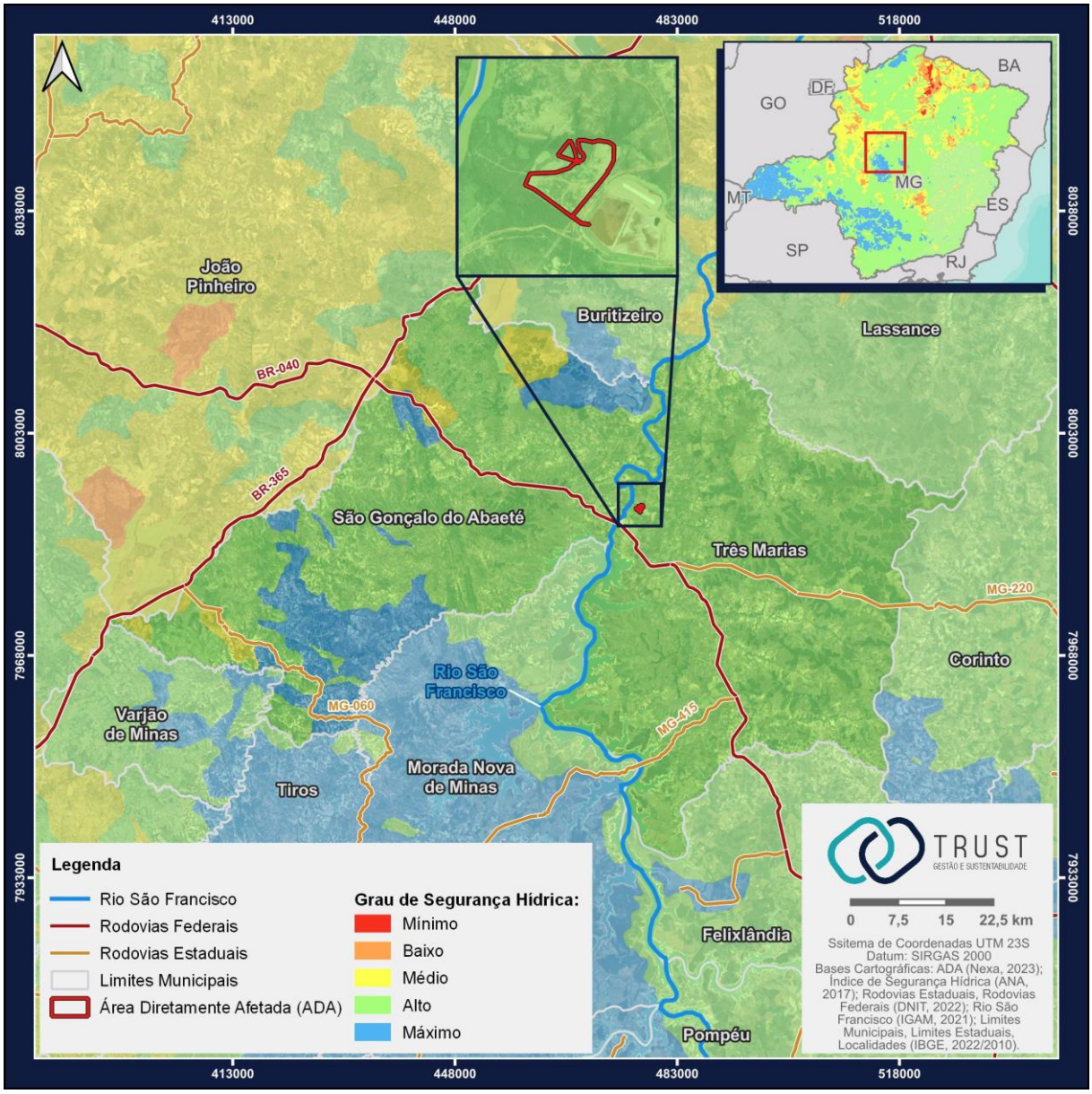
O documento busca somar ao planejamento da gestão de recursos hídricos e preencher o rol de instrumentos necessários ao alcance de objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos. Nesse sentido, atua visando assegurar à atual e às futuras gerações a adequada disponibilidade de água e de prevenir contra eventos hidrológicos críticos.

A proposta do PNSH é analisar os graus de segurança hídrica a partir de um único índice criado para retratar suas diferentes dimensões, o Índice de Segurança Hídrica (ISH). O ISH, calculado para todo o país, estima os riscos de desabastecimento da população e de perdas econômicas por falta de água e considera quatro dimensões indicadoras: humana, econômica, ecossistêmica e de resiliência.

Com base no ISH, foi realizada uma análise integrada confrontando as propostas de solução com os principais problemas de segurança hídrica do Brasil, resultando em proposições para o Programa de Segurança Hídrica (PSH). Este, por sua vez, é um instrumento de planejamento executivo que reúne as intervenções recomendadas dividindo os investimentos em três componentes: estudos e projetos, obras e institucional, sendo que o último engloba as ações de operação e manutenção da infraestrutura hídrica.

Sem a adoção de novas medidas de gestão de recursos hídricos e considerando apenas a infraestrutura hídrica atualmente em operação, a expansão estimada das demandas setoriais de uso da água resultaria no cenário de segurança hídrica, no ano de 2035, conforme apresentado na Figura 5-2.

Figura 5-2: Índice de segurança Hídrica de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté



De acordo com 2° Boletim de Monitoramento do PNSH, elaborado em 2021, o Programa de Segurança Hídrica estimou que são necessários investimentos da ordem de R$ 678 milhões para os estudos e projetos e R$ 26,9 bilhões para execução das obras recomendadas, além de um aporte de R$ 1,2 bilhão/ano para assegurar uma adequada operação e manutenção dos empreendimentos. Esses estudos, projetos e obras se inserem, especialmente, nas políticas públicas de competência das Secretarias Nacionais de Segurança Hídrica e de Saneamento do

Ministério de Desenvolvimento Regional (MDR) e caracteriza dois cenários de investimento e de sustentabilidade econômica na operação e manutenção dos empreendimentos.

Para a região sudeste estão previstas, inicialmente, 35 intervenções com investimentos na casa dos R$ 8,7 bilhões. Essas intervenções se referem, sobretudo, à construção e revitalização de sistemas adutores, barragens e estudos de aproveitamento de recursos.

Com base no mapa representado pela Figura 5-2, os municípios de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté foram categorizados como apresentando níveis de segurança hídrica "Alto" e "Máximo", "Alto" e "Médio", respectivamente. Isso sugere um cenário favorável em relação à disponibilidade de recursos hídricos para o futuro, indicando condições que permitem prever um bom grau de segurança no abastecimento de água a longo prazo.

5.1.4 Plano Nacional de Resíduos Sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, estabelecida pela Lei Federal nº 12.305/2010 e regulamentada pelo Decreto Federal nº 10.936/2022, prevê o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, que busca identificar problemas e alternativas de gerenciamento. O plano aborda a produção industrial ligada à mineração, destacando o alto potencial gerador de resíduos e enfatizando a prática do reaproveitamento desses materiais.

Em síntese, o Plano aborda aspectos da produção industrial associada à mineração, como o seu elevado potencial gerador de resíduos perigosos e não perigosos em ampla quantidade. Nesse sentido, é destacada a importância da prática do reaproveitamento de resíduos gerados por esse setor, por meio do preenchimento das cavas exauridas e na fabricação de tijolos, concreto e outros insumos da construção civil e da fabricação de peças ornamentais.

A última versão do Plano apresenta duas diretrizes e seis estratégias específicas para a gestão de resíduos da atividade minerária. A primeira diretriz propõe padronizar informações sobre resíduos de mineração, enquanto a segunda foca na redução da geração e dos impactos ambientais, estimulando tecnologias e regulamentando práticas de reaproveitamento.

O Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais se relaciona, assim, aos tópicos do Plano Nacional de Resíduos Sólidos que abordam sobre o desenvolvimento de tecnologias que buscam a minimização da disposição final em barragens de resíduos associados ao processo industrial de minérios.

5.1.5 Plano Nacional de Adaptação à Mudança Climática

O Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima do Governo Federal é uma importante ferramenta nacional que objetiva a minimização dos efeitos advindos das mudanças climáticas no país. Também conhecido como Plano Nacional de Adaptação (PNA), o documento busca indicar alternativas que “permitam a adaptação dos sistemas naturais, humanos, produtivos e de

infraestrutura" (BRASIL, 2016) visando a minimização de impactos diante da ocorrência de mudanças climáticas.

O desenvolvimento deste instrumento esteve à cargo do Grupo Executivo do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (Gex-CIM), durante os anos de 2013 e 2016, enquanto parte das ações promovidas pela Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC – Lei Federal nº 12.197, de 29 de dezembro de 2009). No ano de 2016, foi realizada a publicação final do documento, por meio da Portaria Ministerial nº 150 de 10 de maio de 2016.

Em síntese, a estrutura do PNA se divide em dois grandes volumes: o Volume I, denominado como Estratégia Geral, e o Volume II, intitulado como Estratégias Setoriais e Temáticas. De acordo com as informações consultadas, o primeiro volume tem como interesse principal o detalhamento da organização do próprio plano, enquanto parte de uma contextualização e introdução do conteúdo. Dessa forma, são indicados os objetivos e as metas propostas, além de aspectos do funcionamento da gestão do plano e outras temáticas.

O segundo volume se dedica à elaboração de propostas e ações mitigatórias a partir da análise de importantes vulnerabilidades frente às mudanças climáticas nacionais. Neste relatório, é possível estabelecer uma relação direta com o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, principalmente por meio do capítulo "Estratégia de Indústria e Mineração", que elabora sobre questões de alteração climática no contexto dos setores das atividades industriais.

Nesse sentido, são indicados os impactos da redução da disponibilidade e qualidade da água e dos materiais utilizados, da diminuição do conforto, saúde e segurança no ambiente de trabalho e de possíveis danos à infraestrutura industrial, de logística, de energia e de telecomunicações. De modo mais detalhado, os pontos que se relacionam diretamente com o empreendimento, são:

- *Recursos hídricos: A água é um dos vetores chaves no âmbito dos impactos biofísicos e socioeconômicos. Mudanças no padrão pluviométrico ou eventos extremos que afetem a disponibilidade ou a qualidade da água utilizada pela indústria em seus processos, demandam a elaboração de estratégias de adaptação em diferentes escalas no curto, médio e longo prazo, pois podem afetar drasticamente o nível de atividade industrial, causando aumento de custos ou inviabilizando determinados segmentos intensivos no uso desses recursos. Apoio e incentivo às iniciativas que direcionem para uma melhoria na eficiência hídrica dos processos industriais, assim como reuso de água, serão essenciais para enfrentamento desses cenários.*

- *Agricultura: Esse setor fornece insumos básicos para diversos segmentos industriais como papel e celulose; siderurgia; alimentos e bebidas; mineração; química entre outros. Alterações na disponibilidade desses insumos podem afetar a continuidade das operações desses setores.*

- *Infraestrutura (energia, transporte, telecomunicação, cidades): O aumento da resiliência das infraestruturas críticas é indispensável para efetividade das iniciativas de adaptação da indústria.*

- *Saúde: Os eventos extremos do clima apresentam riscos para a saúde e segurança dos trabalhadores, principalmente aqueles envolvidos em atividades em ambiente externo, como nas mineradoras e na construção civil. As temperaturas mais quentes poderão afetar o recrutamento dos trabalhadores, retenção, segurança e produtividade, além de aumentar os riscos de acidentes.*

A partir das análises realizadas, é possível sintetizar as principais orientações para o desenvolvimento de ações mitigatórias de acordo com o PAN. De modo geral, elas perpassam pela maior eficiência hídrica nos processos industriais, pela minimização dos impactos negativos na biodiversidade, pela busca por alternativas de captação de água, pelo aumento da resiliência das infraestruturas e pela preocupação com as condições de trabalho dos funcionários.

Outras ações de adaptação apontadas são o mapeamento de áreas de risco, a disponibilização de ferramentas para acesso aos dados da rede de monitoramento e alertas em uma linguagem gerencial, os investimentos em serviços de ecossistemas e a inclusão do "risco climático" em todas as ações de planejamento das indústrias.

No caso da empresa Nexa, são direcionadas ações específicas contra as mudanças climáticas, tal como proposto pelo Plano Nacional mencionado. Nesse sentido, têm sido desenvolvidos projetos em prol do melhor desempenho operacional da empresa no que tange ao uso de energias renováveis, redução da emissão de gases de efeito estufa (GEE) nas operações e na cadeia de valor do negócio e no atingimento de metas estratégicas estabelecidas como apontado pelo Relatório Anual da empresa de 2022. Nesse relatório, é apontado o exemplo de medidas implementadas em Cajamarquilla em relação a conversão da matriz energética, responsável pela diminuição de 3.000 tCO2eq.

5.1.6 Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono

O Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono (Plano MBC) ou Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação à Mudança do Clima na Mineração é um importante documento publicado pelo Ministério de Minas e Energia do Governo Federal no ano de 2013. O plano tem como principal objetivo a promoção de estudos, programas e ações voltados para a redução de Gases causadores de Efeito Estufa (GEE) no âmbito da Mineração e do seu processo industrial.

Nesse sentido, apesar do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais se relacionar à mineração de modo indireto, o Plano aborda importantes considerações sobre o processo produtivo de modo geral a serem ressaltadas nesse estudo.

Para a elaboração do Plano MBC foi necessária atuação da Secretaria de Geologia Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas e Energia (SGM/MME) em conjunto com membros indicados pelo Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas e pela Confederação Nacional da Indústria (CNI).

Nesse Plano são apresentados índices, diretrizes e problemáticas relacionadas às taxas de emissões de GEE, a partir da análise de diferentes substâncias e períodos da produção mineral brasileira. Essa síntese tem como importantes referências o Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM-2030) da SGM (Tópico 5.1.1), o Inventário de GEE do Setor Mineral do IBRAM e outras articulações com agentes do setor de produção.

Alguns importantes fatores que contribuem para a emissão de carbono ressaltadas pelo MBC e potencialmente associadas ao Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais fazem referência ao grau de eficiência/produtividade da produção e à infraestrutura necessária para o transporte, como retratado abaixo:

- *Distância média de transporte: as distâncias entre a cava e o beneficiamento, e entre a cava e a pilha de estéril, influenciam na distância a ser percorrida pelos caminhões e, consequentemente, no gasto de combustível.*
- *Eficiência energética dos motores: motores mais eficientes consomem menos combustível; ou energia e, por consequência, reduzem as emissões.*
- *Recuperação mássica: um índice mais baixo de recuperação mássica acarreta em um maior gasto de energia por tonelada de minério produzido.*
- *Produtividade do processo: um processo com maior produtividade, isto é, com ativos mais ajustados ao nível de produção e com menor índice de retrabalho e desperdício, gera um índice de emissão reduzido.*

A partir desses tópicos são indicadas três propostas de programas que perpassam pela alteração da fonte energética, pela otimização dos ativos da mineração e pelo uso de novas tecnologias de mineração. Para cada proposta existe um grupo de ações específico que compõem a iniciativa do programa, como sintetizado na Tabela 5-3. No caso do Projeto Disposição a Seco devem ser observados os pontos coerentes com o funcionamento e administração local da Unidade Três Marias.

Tabela 5-3: Programas e Iniciativas do Plano MBC

Programa	Iniciativas do programa
Alteração da fonte energética utilizada no processo	1. Uso de biocombustíveis no transporte interno, 2. Uso de gás natural nas usinas de pelotização, 3. Uso de carvão vegetal em substituição ao antracito,

Programa	Iniciativas do programa
Otimização dos ativos da mineração	4. Substituição de frota e aumento da capacidade dos caminhões de mineração, 5. Otimização da combustão no forno de pelotização, 6. Uso de equipamentos que otimizem consumo de insumos, 7. Instalação de VSD nos ventiladores das usinas de Pelotização, 8. Instalação de equipamento de torque alternativo nos Caminhões de mineração, 9. Instalação de moinhos verticais em substituição aos moinhos tubulares nas usinas de pelotização,
Uso de novas tecnologias de mineração	10. Uso de auxílio elétrico a caminhões, 11. Uso de correias transportadoras e britagem na mina, 12. Uso de veículos híbridos

Fonte: Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono, 2013.

As principais barreiras identificadas pelo próprio plano para a possível implementação destas ações perpassam pela capacidade de oferta, distribuição e preço de mercado de biocombustíveis no Brasil, a necessidade de investimento e de fontes de financiamento acessíveis, limitações técnicas dos equipamentos, dentre outros. Como mitigação dessas dificuldades, é proposta o fomento a indústria de produção de biocombustíveis, principalmente de óleo de Palma, o investimento em alternativas de transporte e outros equipamentos menos danosos ao meio ambiente, além de alterações na legislação que sejam coerentes com esses apontamentos.

Na Unidade Três Marias no município homônimo são utilizados combustíveis renováveis em parte significativa das operações do empreendimento. De acordo com informativos da empresa publicados *online*, até o final de 2023 foi prevista a utilização de bio-óleo em 12 fornos de óxido de zinco, de forma a reduzir cerca de 30% das emissões de gases de efeito estufa.

No âmbito da minimização da emissão de carbono, é válido citar ainda que a Nexa se propõe publicamente a seguir as abordagens e metas associadas à ESG (Environmental, Social and Governance), no que tange à redução de emissões e neutralidade de gases de efeito estufa. Em específico, a empresa busca zerar as emissões líquidas desses gases até 2050.

5.1.7 Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas

O Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas – PNRBH é uma iniciativa do Ministério do Desenvolvimento Regional resultante de um trabalho iniciado em 2020. O programa é gerido pela Coordenação Geral de Revitalização de Bacias Hidrográficas do Departamento de Recursos Hídricos e de Revitalização de Bacias Hidrográficas da Secretaria Nacional de Segurança Hídrica. Em síntese, busca-se caracterizar importantes Bacias Hidrográficas em escala Nacional, bem como elaborar ações e propostas voltadas para sua revitalização.

Para a elaboração do Programa, destacam-se as consultas aos Estados a respeito de iniciativas de revitalização em andamento, à especialistas e interessados na temática, sobre variáveis importantes para hierarquização, e à população por meio de consulta pública no Participa +Brasil, além de discussões com Ministérios e demais órgãos federais que atuam na pauta de execução de ações de interesse para recuperação dos rios brasileiros.

A sua estrutura é composta fundamentalmente por 4 partes, apresentadas a seguir:

- *TEXTO-BASE DO PNRBH – Relatório técnico executivo contendo resumo das bases estabelecidas para o Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas;*
- *TOMO I - Histórico, conceitos e diagnósticos das bacias hidrográficas Nacionais.*
- *TOMO II – Proposta de arranjo institucional, Programa de Ações, Metas, Diretrizes Nacionais, monitoramento e avaliação do PNRBH.*
- *TOMO III – Apêndices e Fichas*

Dessa forma, baseados nas criticidades e potencialidades indicados no diagnóstico das bacias hidrográficas, são apresentados importantes diretrizes, metas, ações e propostas de arranjo institucional para a implementação do Programa de acordo com as prioridades para projetos de revitalização.

São analisadas as dimensões humanas, ecossistêmica, econômica, de resiliência, hídrica e institucional que perpassam por diferentes agendas e subagendas temáticas. Associadas especificamente ao Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais, podem ser citadas a Agenda Cinza, Verde e Azul que consideram pontos de atenção associadas aos meios industrial e ambiental dentro do âmbito da revitalização de Bacias Hidrográficas Nacionais:

- *Demanda de água: Demanda Hídrica para atividades industriais, de mineração e de geração de energia, com potencial pressão ao ambiente;*
- *Pressão dos Sistemas Produtivos: Grau de concentração e riqueza do setor industrial;*
- *Perda de vegetação Natural: Pressão sobre a vegetação nativa e a biodiversidade através de atividades antrópicas;*
- *Problemas de qualidade, déficit hídrico e segurança hídrica nas sub-regiões hidrográficas.*

Além disso, as considerações acerca da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, no qual a Unidade Três Marias da Nexa se localiza, se relacionam diretamente o projeto proposto. O diagnóstico indica uma variabilidade das características da BHSF de acordo com cada trecho da bacia. As regiões Média e Alta, associadas à região do empreendimento, são reconhecidas pela intensa atuação urbana, industrial e agropecuária, potencialmente relacionadas ao comprometimento da qualidade da água e à degradação dos solos.

Nesse sentido, as propostas em curso identificadas para essas porções consistem na conservação e recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e na revitalização da Bacia no Estado de Minas Gerais. Há, assim, indícios da falta de iniciativas voltadas para a análise do balanço hídrico crítico da BHSF e para a ampliação da estrutura de saneamento básico.

5.1.8 Programa Águas Brasileiras

O Programa Águas Brasileiras, também conhecido como Programa de Desenvolvimento Sustentável de Bacias Hidrográficas Estratégicas 2020/30, é uma iniciativa do Governo Federal, criada em 2020 e coordenada pelo Ministério de Desenvolvimento Regional (MDR) em parceria com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). O programa visa assegurar água em quantidade e qualidade para a população e setor produtivo, alinhado aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030.

Dentre as bacias citadas enquanto prioritárias, se destaca a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco na qual se localizaria o projeto proposto Disposição a Seco. Essa Bacia ocupa 9% do território nacional e engloba cerca de 16% da população do país. Em relação aos objetivos específicos direcionados a essa região, são citados o plantio de árvores, a realização de empreendimentos de saneamento, a elaboração do plano de ação estratégico e de outros estudos, o aprofundamento na relação com o Comitê, a proposta de um saneamento universalizado e de sistemas de abastecimento adequado nas áreas rurais.

Outras importantes metas nesse sentido são a criação de cidades verdes/inteligentes, o incentivo à eficiência, o estabelecimento de um *marketplace* e projetos de revitalização, o avanço no uso de tecnologia e bioeconomia para desenvolvimento regional, a nova seleção de produtor de água ANA, a emissão de debêntures incentivadas, o financiamento dos Fundos Constitucionais, o estabelecimento de parcerias para novos financiamentos, as transformações dos fundos de desenvolvimento regionais, os avanços no saneamento, as tecnologias e investimento para monitoramento de águas subterrâneas e superficiais, as emendas parlamentares sustentáveis e os avanços no saneamento.

A fim de atender a essas e outras medidas propostas pelo plano, o documento prevê a articulação de diferentes órgãos da esfera do planejamento. Dentre esses, são citados os Ministérios da Agricultura, da Pecuária e Abastecimento (Mapa), do Meio Ambiente (MMA), da Ciência, de Tecnologia e Inovação (MCTI) e da Controladoria-Geral da União (CGU), além de instituições estaduais e municipais. O Programa Águas Brasileiras também propõe a associação com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e com a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF).

Segundo o próprio programa, a principal forma de financiamento dessas iniciativas seria por meio de arranjos entre a esfera pública e privada. Por meio dessa relação, acredita-se que os orçamentos públicos alavancariam os recursos privados na implantação de soluções e tecnologias sustentáveis.

5.1.9 Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, vigente de 2016 a 2025, é um instrumento do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco para a gestão sustentável da região. Originado da Política Nacional de Recursos Hídricos, tem como base legal a Lei Federal nº 9.433 de 1997 e a Resolução CNRH nº 145 de 2012.

Esse documento é uma atualização do Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco correspondente aos anos entre 2004 e 2013 e busca promover o uso sustentável das águas e do meio ambiente. O processo incluiu um diagnóstico elaborado pela empresa NEMUS, com participação da AGB Peixe Vivo. O plano define objetivos, metas, atividades e ações após consulta à sociedade civil em audiências públicas.

O Plano visa implementar pactos propostos pelo Comitê, como o Pacto das Águas e o Pacto da Legalidade, envolvendo comunicação sobre vazões e possíveis alterações nas matrizes agrícola e energética do Rio São Francisco. Destaca-se o estímulo à universalização de instrumentos de gestão de recursos hídricos em escala estadual e políticas públicas para a recuperação do Rio São Francisco.

A estrutura do plano inclui sete relatórios acessíveis online, abordando diagnósticos técnico-institucionais e de participação social, cenários de desenvolvimento, arranjo institucional, e metas prioritárias.

Especificamente sobre a Bacia do Alto São Francisco onde se localiza o Projeto Disposição a Seco, foram levantadas informações que apontam as principais características desse território. De modo geral, a nova configuração dessa unidade de gestão consiste em 40% de toda a Bacia do Rio São Francisco. Essa área apresenta, a maior taxa de urbanização de comparada às demais da Bacia, bem como engloba a maior parte dos domicílios particulares permanentes. Dessas estruturas, a maioria significativa possui acesso às redes de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de lixo e acesso a estabelecimentos de saúde, que indicam boas características de infraestrutura básica do local.

Além disso, foram analisados também os aspectos socioeconômicos dessa região. Em relação a esse setor nota-se uma maior concentração de recursos advindos do Produto Interno Bruto, bem como a presença da maior parte das indústrias de transformação e do âmbito extrativista. Nesse sentido, a Bacia do Alto do Rio São Francisco se destaca por ser a origem de toda a extração mineral da Bacia do Rio São Francisco, considerando principalmente a presença da Região do Quadrilátero Ferrífero.

A atividade associada à extração de minérios nessa localidade está relacionada diretamente à contaminação das águas por meio de metais pesados, da lixiviação, da disposição inadequada de rejeitos e da degradação do solo, como aponta o documento.

Especificamente sobre a Sub-bacia do Entorno da Represa Três Marias, onde se insere o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais, a vazão média é de 187 m^3/s e a Vazão Q95 (em 95% do tempo) de 43,2 m^3/s de acordo com os dados obtidos entre 1931 e 2001.

Considerando tanto a possibilidade de contaminação hídrica quanto o estado atual da vazão dos cursos d'água locais, os dados acerca da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco contidos no PDRH BHSF são fundamentais para o desenvolvimento de ações do Projeto Disposição a Seco coerentes com contexto socioambiental existente.

5.2 ESFERA ESTADUAL

5.2.1 Plano Estadual de Mineração – Minas Gerais

O Plano Estadual da Mineração de Minas Gerais - PEM-MG iniciado em julho de 2020 e previsto para ser concluído em 2024, é uma ação de planejamento do Governo Estadual de Minas Gerais e que visa orientar a política minerária estadual para torná-la mais competitiva. O PEM-MG abrange aspectos geológicos, econômicos, regulatórios, tributários, ambientais e de tecnologia e inovação, analisando os desafios atuais da mineração em Minas Gerais e propondo ações para o médio e longo prazo (SEDE, 2022).

Utilizando o Diagnóstico do Setor Mineral de Minas Gerais como documento base, o plano é desenvolvido pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico. Atualmente, o PEM-MG possui seu primeiro capítulo e um resumo executivo concluídos, apresentando informações sobre o panorama geológico, mercado de trabalho, tributos, cadeias produtivas minerais e comércio exterior do estado. Ademais, estudos sobre as cadeias produtivas minerais no Estado, principal ponto de relação com o Projeto pretendido nesse estudo, estão em desenvolvimento.

5.2.2 Plano Estadual de Recursos Hídricos – Minas Gerais

O Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH, previsto na Lei Estadual nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999, orienta o planejamento e o controle do uso da água no Estado de Minas Gerais. Este plano e integra a gestão de recursos hídricos com as demais políticas setoriais, referentes a agricultura, saneamento, indústria, energia e mineração, por exemplo. Esse instrumento também é um elemento de articulação com os Planos Diretores das bacias hidrográficas do Estado e com o Plano Nacional de Recursos Hídricos, como determina a Política Estadual de Recursos Hídricos.

O PERH foi concluído em 2010 e aprovado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos conforme Deliberação CERH/MG, nº 260 de 26 de novembro de 2010 e pelo Governo de Minas por meio do Decreto Estadual nº 45.565 de 22 de março de 2011.

O PERH, organizado em quatro volumes, destaca aspectos estratégicos para a gestão de recursos hídricos e avalia o Sistema Estadual de Gerenciamento. No contexto minerário e industrial,

enfatiza a relação direta dos recursos hídricos com essas atividades, considerando a hidrologia da região. O documento destaca a importância de ações mitigatórias, como reuso de água e investimento em novas tecnologias.

5.2.3 Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado

O Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado - PMDI de Minas Gerais é um instrumento de planejamento estadual que busca coordenar e integrar projetos políticos de curto, médio e longo prazo. A versão mais recente, de 2019 a 2030, estabelece medidas emergenciais para a recuperação fiscal e define objetivos para o desenvolvimento sustentável do estado.

O PMDI está estruturado em três partes: a primeira descreve a situação do estado, a segunda apresenta estratégias e metas, e a última define diretrizes estratégicas por área de governo. Destacam-se dez objetivos estratégicos, incluindo a proteção dos ecossistemas e a promoção do uso sustentável, assim como a busca pela competitividade estadual em agronegócio, indústria e serviços.

No contexto ambiental, o PMDI destaca a importância da regularização ambiental, abordando temas como preservação da vegetação, qualidade da água e gestão de resíduos. Para o setor industrial e minerário, o plano propõe transformações na gestão de resíduos, incentivando novas tecnologias, reaproveitamento e descomissionamento de estruturas. Dessa forma, o Plano estabelece relação direta com o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais, tendo em vista a proposta de armazenamento de resíduos industriais por meio pilhas a seco como uma alternativa tecnológica à utilização de barragens de resíduos industriais.

Ademais, como principais diretrizes, cita-se o fomento a cadeias produtivas de minerais de maior valor agregado e a potencialização da verticalização das cadeias produtivas tradicionais. Define-se como diretriz estratégica na área de desenvolvimento econômico a estimulação da diversificação econômica nos municípios mineradores, calcada no desenvolvimento de serviços e produtos da própria cadeia produtiva da mineração.

5.2.4 Plano Estratégico para o Desenvolvimento Sustentável do Turismo em Minas Gerais

O Plano Estratégico para o Desenvolvimento Sustentável do Turismo em Minas Gerais, lançado em 2016 com vigência até 2026, estabelece diretrizes para a política estadual de turismo. O objetivo é impulsionar o turismo de forma competitiva, sustentável e inclusiva, visando aumentar o fluxo turístico, a permanência e a satisfação dos visitantes, além de gerar emprego e renda para a população local.

O Plano realiza um diagnóstico dos atrativos, segmentos turísticos, serviços, mercado de trabalho, infraestrutura e riscos ambientais em conformidade com as diretrizes da Organização Mundial do

Turismo e do marco legal nacional. Além disso, apresenta metas, estratégias e sistemas de monitoramento e avaliação de resultados.

No contexto da implantação do Projeto de Disposição à Seco de Resíduos Industriais em Três Marias, é crucial considerar o Plano Estratégico para o Desenvolvimento Sustentável do Turismo no Estado devido ao significativo potencial turístico da região. A existência da represa do rio São Francisco no município, do próprio rio São Francisco e de outros bens materiais e imateriais associados à história e cultura sertaneja são alguns fatores de destaque nesse sentido.

Faz-se necessário buscar a coexistência harmônica entre o desenvolvimento industrial, a preservação ambiental e a promoção do turismo sustentável na região. A integração bem-sucedida desses elementos demanda regulação, monitoramento e engajamento entre as partes interessadas para que se possa alcançar um estado de equilíbrio adequado entre esses setores vitais para a região.

5.2.5 Plano Estadual de Energia e Mudanças Climáticas

O Plano Estadual de Energia e Mudanças Climáticas de Minas gerais - PEMC, elaborado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM visa a transição econômica para um modelo ambientalmente sustentável, com foco na redução de carbono e mitigação das mudanças climáticas. O plano analisa aspectos ambientais, infraestruturas e emissões de gases de efeito estufa em Minas Gerais, utilizando dados do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC.

As estratégias de adaptação consideram a vulnerabilidade territorial e incluem objetivos como apoiar municípios, gerar conhecimento para decisões informadas e integrar mudanças climáticas em políticas públicas, abordando cinco eixos temáticos.

No âmbito industrial, o PEMC propõe ações como busca por matrizes energéticas alternativas, incentivo a práticas com baixas emissões e gestão integrada. Na mineração, destaca-se a substituição de equipamentos ultrapassados e melhoria dos motores elétricos para aumentar a eficiência energética.

5.2.6 Programa Estadual de Conservação da Água

O Programa Estadual de Conservação da Água, instituído pelo Governo de Minas Gerais através da Lei Estadual nº 12.503 (modificada pela Lei Estadual nº 22.622), visa proteger as Bacias Hidrográficas ligadas ao abastecimento público e geração de energia elétrica. O programa determina que empresas exploradoras dessas bacias devem investir pelo menos 0,5% da receita operacional total em questões ambientais, destinando 1/3 para recuperação da vegetação ciliar e 1/3 para preservação e recuperação de nascentes e áreas cruciais para a conservação das águas. O descumprimento acarreta penalidades conforme as normas ambientais.

Na região do empreendimento em questão existem importantes rios relacionados ao abastecimento da população local e à geração de energia elétrica, principalmente no que tange ao uso do Rio São Francisco. Dessa forma, o Programa Estadual de Conservação da Água é um dos programas estaduais relevantes para esse estudo.

5.2.7 Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais

O Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais – PMSH é coordenado pela Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, executado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, e visa fortalecer a segurança hídrica em Minas Gerais estabelecendo diretrizes previstas para o período entre 2020 e 2023.

Esse plano é uma das fases de planejamento indicadas pelo Programa do Governo Federal Somos Todos Água, que prevê especificamente sobre as intervenções estratégicas para a garantia hídrica. Segundo o Plano de Trabalho do PMSH publicado em 2022, são propostas diferentes ações integradas e permanentes, direcionadas para a revitalização de bacias hidrográficas, a conservação e recuperação da cobertura vegetal e da biodiversidade, a manutenção da quantidade e a qualidade da água, o controle da poluição, bem como o uso racional dos bens e serviços ecossistêmicos e garantia de sua provisão. De modo geral, as propostas se baseiam nos seguintes objetivos:

- *Subsidiar a gestão de recursos hídricos no Estado de Minas Gerais;*
- *Definir as áreas prioritárias para atuação do Estado com vistas à segurança hídrica, hierarquizando-as e estabelecendo a urgência para a implementação das ações por Circunscrição Hidrográfica (CH);*
- *Propor um banco de projetos com a definição de ações estruturantes (obras de infraestrutura) e não-estruturantes (infraestrutura verde e medidas de gestão) organizadas em três eixos de atuação: (1) Conservação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos relacionadas à água; (2) Produção sustentável e uso racional dos recursos hídricos e (3) Saneamento, controle da poluição e obras hídricas;*
- *Propor um Plano de Comunicação, Mobilização e Educação Ambiental visando a difundir informações e conhecimentos no contexto da implementação do PMSH.*

A partir dessas colocações, o plano prevê a realização de 7 produtos, entre estudos, diagnósticos, mapeamentos, projetos, planos de comunicação social, oficinas e considerações sobre o próprio plano executado tecnicamente pelo Consórcio PROFILL/ENGECORPS. Desse conjunto, em abril de 2023 somente o Produto 1 se encontrava finalizado, como identificado a seguir.

Tabela 5-4: Status de desenvolvimento do Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais

Produto	*Status*
Produto 1: Elaboração do Plano de Trabalho	Finalizado
Produto 2: Estudos e Levantamentos Diagnósticos	Em desenvolvimento
Produto 3: Mapeamento das áreas prioritárias para segurança hídrica	Previsto
Produto 4: Banco de Projetos	Previsto
Produto 5: Plano de Comunicação Social, Mobilização e Educação Ambiental	Previsto
Produto 6: Oficinas Temáticas, Eventos e Reuniões	Previsto
Produto 7: Resumo Executivo PMSH	Previsto

Fonte: Consórcio Profill Engecorps, 2022.

O banco de projetos do PMSH se destaca pela busca de otimização de recursos e aproveitamento de oportunidades durante a implementação. Composto por termos de referência, estudos de viabilidade, e projetos básicos, visa direcionar investimentos para revitalização de bacias hidrográficas.

O Plano Mineiro de Segurança Hídrica aborda mudanças climáticas, enchentes, deslizamentos e secas, destacando a importância de medidas para consolidar maior segurança hídrica.

Para implementar taticamente essas medidas, propõe a divisão do território em Unidades Estratégicas de Gestão e Circunscrições Hidrográficas, permitindo maior controle das ações e eficiência na gestão de recursos hídricos.

Na área em estudo, os municípios de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté estão na UEG1, relacionada aos afluentes do Alto Rio São Francisco. A atuação municipal é crucial, pois gerenciam saneamento e outras atribuições diretamente ligadas ao uso de recursos hídricos.

O Plano de Trabalho do PMSH detalha produtos, relatórios, metodologias, fontes de dados e referências bibliográficas para os próximos 15 meses, incluindo a integração com outros planos em diferentes escalas.

5.2.8 Plano Estadual de Saneamento Básico de Minas Gerais – PESB-MG

O Plano Estadual de Saneamento Básico de Minas Gerais é um importante instrumento de planejamento do Governo de Minas Gerais. Estabelecido em 2007, esse plano enfoca nos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos, drenagem urbana e manejo de águas pluviais no estado, além de outras questões relacionadas ao Saneamento Básico.

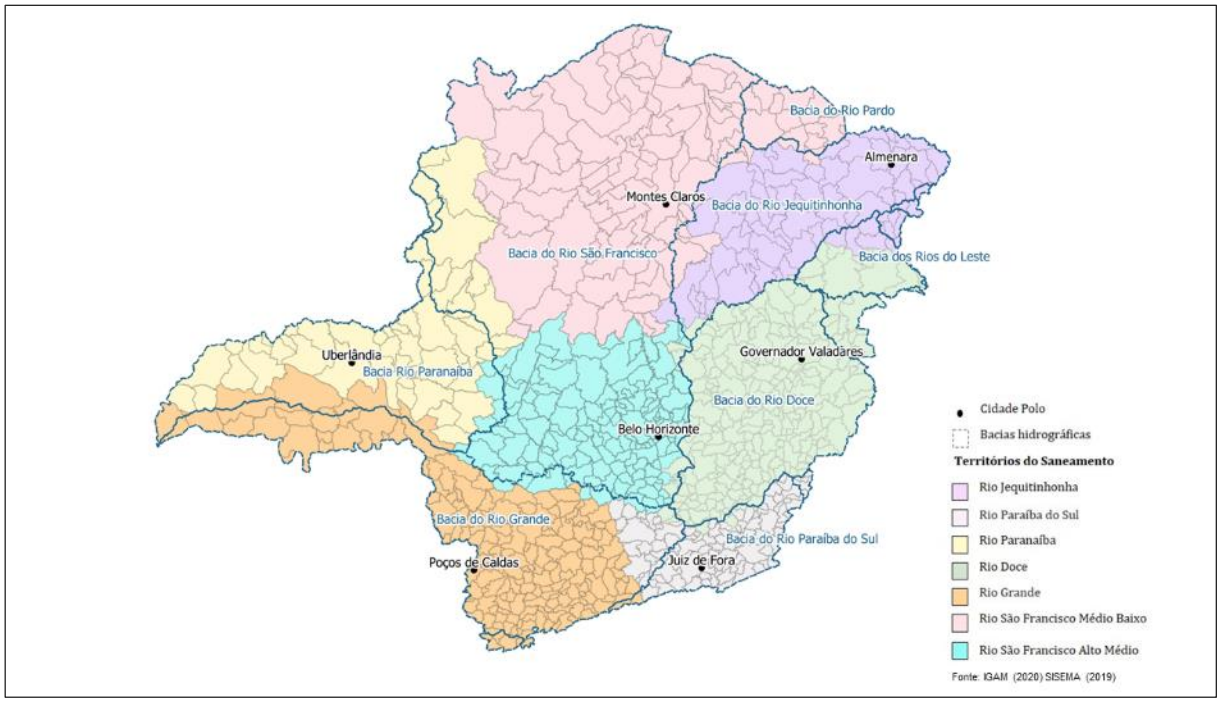
A criação do PESB MG está relacionada à demanda instituída pela Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 (atualizada pela Lei Federal nº 14.026 de 15 de julho de 2020) que amplia a necessidade de elaboração de Planos de Saneamento Básico enquanto instrumentos norteadores

das gestões federal, estadual e municipal. Destaca-se também que a Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimento (COBRAPE) à serviço da Subsecretaria da Gestão Ambiental e Saneamento (SUGES) por intermédio da Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento (SEMAD) esteve responsável pelo seu desenvolvimento em associação com outras instituições.

Dentre os outros órgãos envolvidos no processo de elaboração do plano podem ser citados a Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão de Minas Gerais (SEPLAG), a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA MG), o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), a Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (ARSAE MG) e a Fundação João Pinheiro (FJP).

A execução desse plano foi norteada pela produção de um diagnóstico estadual, tendo em consideração os déficits dos serviços de saneamento, os investimentos e as ações associadas a esse setor, juntamente a uma análise político-institucional. Essas informações foram posteriormente analisadas em um prognóstico, a fim de apurar as demandas existentes e possivelmente estabelecer estratégias nesse âmbito. Tendo como base esse extenso estudo, foram propostos projetos, ações e programas de acordo com as metas de cada eixo de saneamento, de acordo com os respectivos territórios de saneamento definidos na Figura 5-3.

Figura 5-3: Divisão proposta pelo PESB-MG para gestão das questões de saneamento em Minas Gerais



Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 2022.

A fim de identificar e analisar as especificidades de cada Região de Desenvolvimento do Governo do Estado de Minas Gerais, foram realizadas pré-conferências nas 7 cidades polo. A intenção era

promover articulações com os principais atores sociais locais, bem como aproximar o andamento do PESB da sociedade mineira de modo geral. Segundo os registros consultados a consolidação desses resultados enquanto parte da última etapa desse trabalho foi finalizada em abril de 2022.

Sobre o território do Alto e Médio São Francisco, correspondente à região do empreendimento proposto, foram estabelecidas macrodiretrizes que buscam efetivar os objetivos pré-estabelecidos por meio de diferentes ações. Esses agrupamentos englobam estratégias de comunicação e mobilização social, articulação político-institucional, ampliação da atuação de agentes prestadores de serviço, melhorias na infraestrutura do sistema de saneamento, a proposição de mecanismos econômicos, monitoramento e avaliação do plano, dentre outras medidas indicadas por meio de programas e ações específicas. De modo sintético, as macrodiretrizes levantadas correspondem a(o):

- *Coordenação e planejamento no setor e às articulações intersetoriais e interinstitucionais;*
- *Prestação, manutenção, regulação e fiscalização dos serviços de saneamento básico;*
- *Medidas estruturais e ações de saneamento em áreas especiais;*
- *Investimento e sustentabilidade econômica;*
- *Monitoramento e avaliação sistemática do PESB-MG*

Nessa caracterização também são elencadas as frentes de atuação, os atores envolvidos e os eixos abrangidos. Dentre os principais agentes, se destacam a SEMAD, a SEE, o FJP, os prestadores, as Prefeituras Municipais, as Agências Reguladoras, o CBH, o IGAM, a CEDEC, a Defesa Civil e a AMM.

5.2.9 Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE)

O Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) é um dos instrumentos previstos na Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) instituída pela Lei Federal nº 6.938, de 41 de agosto de 1981. Seguindo as diretrizes metodológicas estabelecidas no Programa ZEE do Ministério do Meio Ambiente (MMA), é o zoneamento obtido a partir do cruzamento de informações sobre a potencialidade social e a vulnerabilidade natural de um território.

Em Minas Gerais, os estudos do ZEE-MG foram concluídos em 2008, realizados por meio de convênio de cooperação firmado entre o SISEMA e a Universidade Federal de Lavras (UFLA). O ZZE-MG resultou em um macrodiagnóstico do Estado, capaz de contribuir para a definição de áreas estratégicas para o desenvolvimento sustentável, subsidiando o planejamento e a orientação das políticas públicas e ações sobre o meio ambiente.

O objetivo geral do ZEE-MG é orientar investimentos do Governo e da sociedade civil segundo as peculiaridades regionais, além de:

- *Fornecer diagnósticos gerais e uma perspectiva global sobre a realidade do Estado, elaborar bases para os modelos ambientais (naturais e antrópicos) e os cenários exploratórios, e ainda permitir a elaboração de diagnósticos ambientais e prognósticos de impactos positivos e negativos.*

- *Incentivar estudos qualitativos e quantitativos sobre os recursos naturais para aumentar a capacidade de análise dos projetos, além de permitir a avaliação estratégia do desenvolvimento das políticas setoriais do Estado, definindo áreas prioritárias para desenvolvimento, conservação e preservação ambiental.*

- *Fornecer banco de dados e Sistema de Informações Geográficas (SIG) de acesso público, em linguagem universal e de fácil uso, contendo informações temáticas primárias e secundárias.*

De acordo com as diretrizes metodológicas estabelecidas pelo Ministério do Meio Ambiente, o ZEE é obtido a partir do cruzamento das informações sobre a Vulnerabilidade Natural e a Potencialidade Social de uma localidade. O resultado deste cruzamento é um índice que reflete a combinação dessas variáveis.

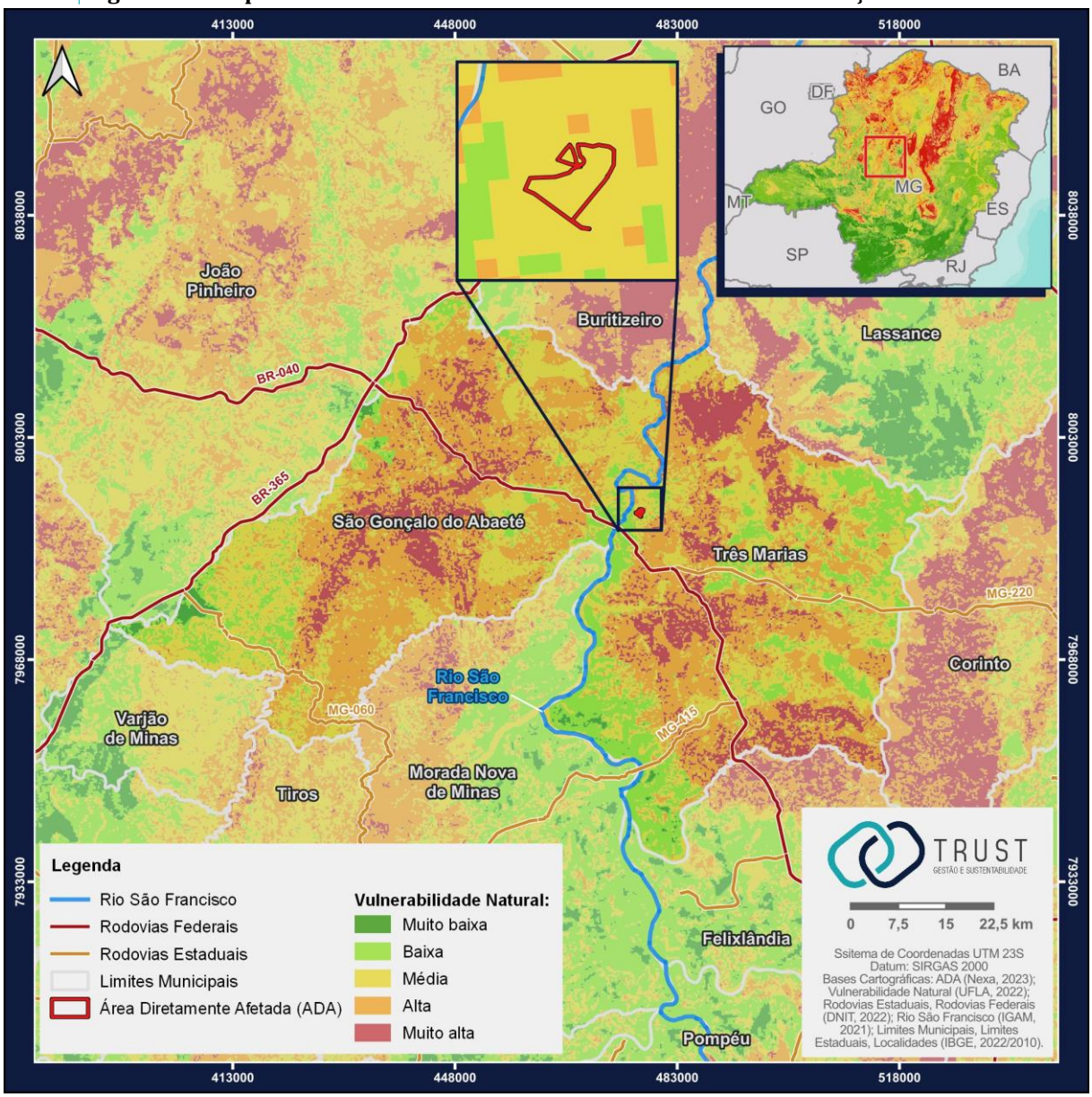
A Vulnerabilidade Natural é a incapacidade do meio ambiente de resistir e/ou recuperar-se após sofrer de impactos negativos decorrentes de atividades antrópicas consideradas normais.

A Potencialidade Social pode ser definida como o conjunto de condições atuais, medido pelas dimensões produtiva, natural, humana e institucional que determina o ponto de partida de um município ou de uma microrregião para alcançar o desenvolvimento sustentável.

Os critérios de vulnerabilidade natural foram definidos de forma a garantir a manutenção de áreas naturais em tamanho e condições suficientemente adequadas para permitir que a estrutura e funcionamento ecológico se mantenham ao longo do tempo. Quando os sistemas naturais de uma ecorregião são alterados demasiadamente, são alteradas as condições de uma estrutura ambientalmente saudável que permita a realização plena e sustentável das atividades humanas. Alterações na estrutura ambiental provocam, em algum momento, respostas ambientais funcionais que podem ser extremamente importantes para a produtividade e sustentação de sistemas humanos. Para manter água em bacias hidrográficas, por exemplo, não basta atender ao Código Florestal se as áreas de recarga de aquíferos e áreas de várzeas forem desmatadas ou alteradas substancialmente e não funcionarem mais como sistemas de controle do ciclo hidrológico, absorvendo e disponibilizando água ao longo do ano.

A carta de vulnerabilidade natural, apresentada na Figura 5-4, foi elaborada considerando-se aspectos bióticos extraídos de levantamentos e estudos realizados sobre a flora e a fauna de Minas Gerais, bem como aspectos físicos obtidos a partir da compilação de uma série de publicações sobre solos, relevo, geologia, água e clima.

Figura 5-4: Mapa de Vulnerabilidade Natural de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté



O Municípios de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté com os quais o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais se relaciona apresentam variações vulnerabilidade natural: Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta.

Essas variações estão relacionadas às características dos fatores condicionantes estimados pela metodologia do ZEE. De modo geral, essas áreas apresentam, de acordo com a classificação, restrições maiores ou menores quanto à utilização dos recursos naturais. As estratégias de desenvolvimento dessas áreas apontam para ações que podem ou não causar impactos ambientais em diferentes escalas (Tabela 5-5).

Tabela 5-5: Índice de Vulnerabilidade Natural / situação atual das áreas

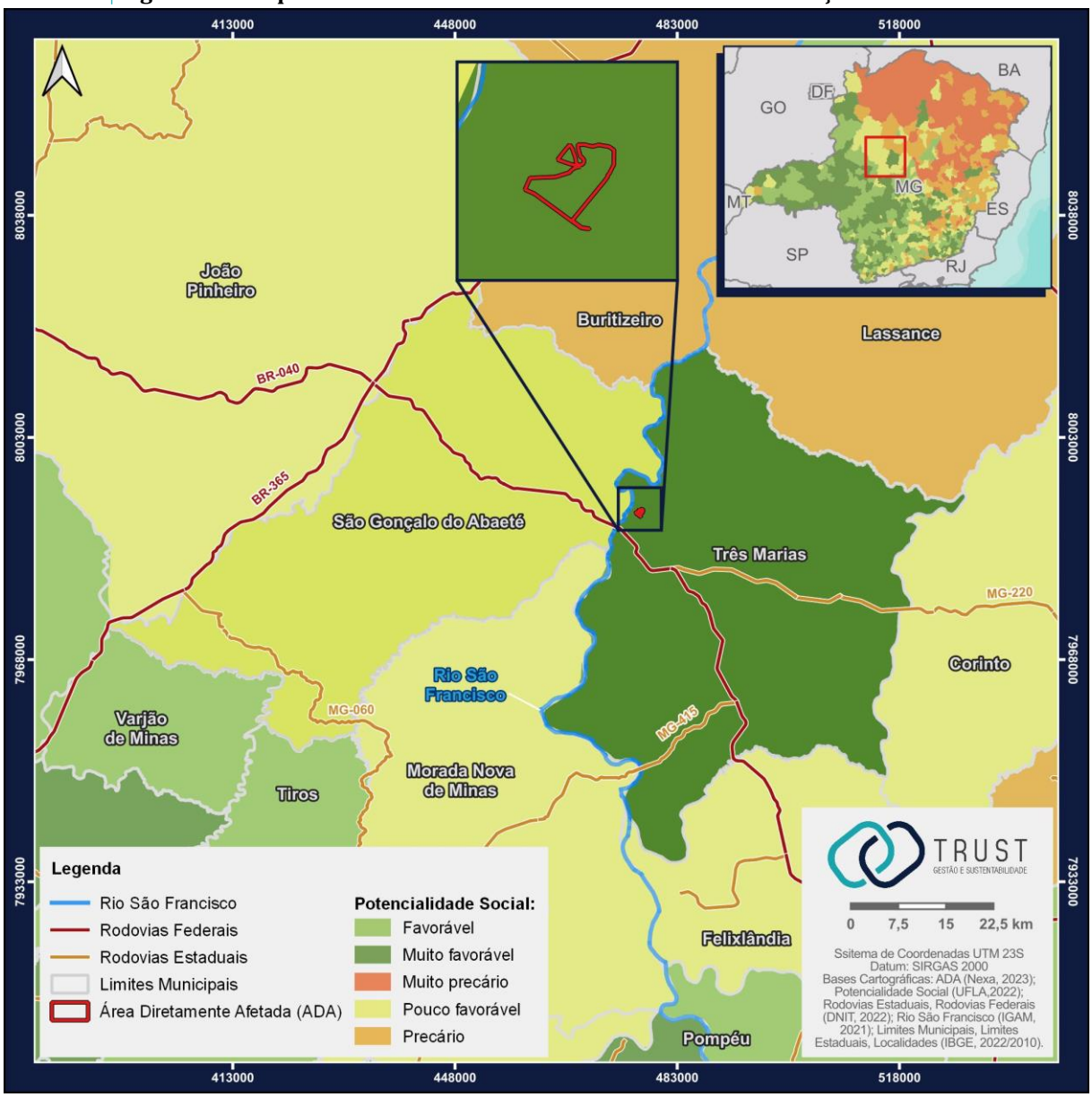
Índice de Vulnerabilidade Natural	Situação Atual das Áreas
Muito Alta	Nessa classe de vulnerabilidade, as áreas apresentam sérias restrições quanto à utilização dos recursos naturais, pelo fato de que os mesmos se encontram altamente vulneráveis às ações antrópicas. Uma combinação de fatores condicionantes determina esse nível de vulnerabilidade natural demandando avaliações cuidadosas para implantação de qualquer empreendimento. As estratégias de desenvolvimento dessas áreas devem apontar para ações que não causem impactos ambientais.
Alta	Nessa classe de vulnerabilidade, as áreas apresentam restrições consideráveis quanto à utilização dos recursos naturais, pelo fato de que os mesmos se encontram menos vulneráveis às ações antrópicas do que na classe anterior. Uma combinação de fatores condicionantes determina esse nível de vulnerabilidade natural demandando avaliações cuidadosas para implantação de qualquer empreendimento. As estratégias de desenvolvimento dessas áreas devem apontar para ações que causem o menor impacto possível.
Média	Nessa classe de vulnerabilidade, as áreas apresentam restrições moderadas quanto à utilização dos recursos naturais. Algum fator condicionante determina esse nível de vulnerabilidade, porém, os demais apresentam pouca vulnerabilidade. As estratégias de desenvolvimento dessas áreas devem apontar para ações que não ofereçam danos potenciais ao fator limitante.
Baixa	Nessa classe de vulnerabilidade, as áreas apresentam baixas restrições quanto à utilização dos recursos naturais. Alguns fatores condicionantes determinam um nível médio de vulnerabilidade, porém, a maioria dos fatores apresenta baixa vulnerabilidade natural. As estratégias de desenvolvimento dessas áreas devem apontar para ações que ofereçam baixo impacto potencial aos fatores limitantes.
Muito Baixa	Nessa classe de vulnerabilidade, as áreas quase não apresentam restrições quanto à utilização dos recursos naturais, pelo fato de que os mesmos se encontram com elevado poder de resiliência. A combinação de fatores condicionantes determina esse nível de vulnerabilidade natural demandando preocupações menos severas para implantação de qualquer empreendimento. As estratégias de desenvolvimento dessas áreas podem apontar para ações que causem impactos ambientais.

Fonte: Scolforo et al, 2008

Com relação ao Potencial Social, o ZEE-MG, tem-se como pressuposto que todo município tem uma Potencialidade Social que determina seu ponto de partida para o Desenvolvimento Sustentável. O "Ponto de Partida de Potencialidade Social" é medido pela situação atual de cada município nas dimensões produtiva, natural, humana e institucional.

Tendo em vista essas considerações compreende-se como potencialidade social o conjunto de condições atuais, medido pelas dimensões produtiva, natural, humana e institucional, que determina o ponto de partida de um município ou de uma microrregião para alcançar o desenvolvimento sustentável, apresentada na Figura 5-5

Figura 5-5: Mapa Potencialidade Social de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté



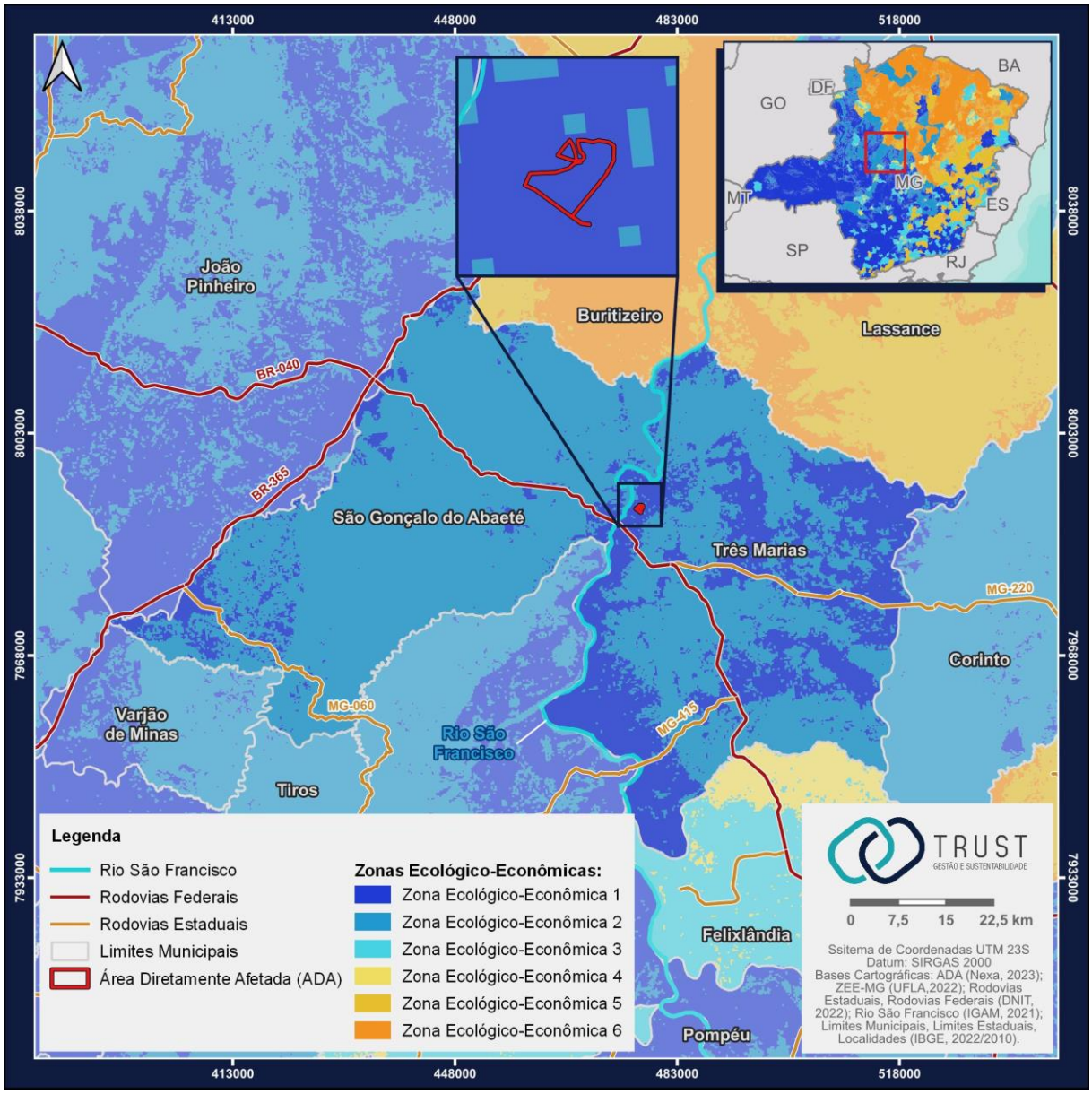
A categorização dos municípios tem como pressuposto básico o fato de que estes partem de pontos diferenciados de condições produtivas, naturais, humanas e institucionais e, portanto, devem ser tratados de forma diferenciada. Assim, com base nessa categorização, o governo do estado de Minas Gerais poderá tomar decisões estratégicas, definir metas, recursos, prazos e elaborar planejamentos para municípios específicos ou regiões inteiras de forma mais adequada a cada realidade. Além disso, poder-se-á desenhar cenários específicos como opções de investimentos.

Os municípios de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté apresentam Potencialidade Social classificada como muito favorável e favorável respectivamente, ou seja, são municípios que possuem como ponto de partida muito favorável e favorável para o desenvolvimento sustentável.

Essa situação se traduz na capacidade que possuem de oferecer resposta superior aos investimentos realizados em áreas estratégicas ou em setores específicos. Portanto, são municípios que possuem capacidades nos níveis estratégico, tático e operacional de serem facilmente estimulados para alavancar o desenvolvimento sustentável local. As prioridades de desenvolvimento desses municípios encontram-se, fundamentalmente, no nível estratégico.

De acordo com a metodologia do Ministério do Meio Ambiente, o Zoneamento Ecológico-Econômico é o produto da integração da potencialidade social, que indica a possibilidade de um município em gerar desenvolvimento econômico, com a vulnerabilidade natural que indica a fragilidade de um ecossistema. A Figura 5-6 apresenta as Zonas Ecológicas-Econômicas da região de Três Marias e de São Gonçalo do Abaeté.

Figura 5-6: Zoneamento Ecológico Econômico de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté



Como é possível observar na Figura 5-6, os municípios de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté se inserem nas Zonas Ecológicas- Econômicas 1 e 2.

Com base no Índice Ecológico-Econômico e em informações sobre programas e iniciativas governamentais de delimitação de áreas institucionais, as zonas apresentadas na Figura 5-7 foram definidas da seguinte maneira:

- *Zona de desenvolvimento 1: Esta zona é formada pela classe AA do Índice Ecológico-Econômico- IEE. São áreas de elevado potencial social que pressupõem condições de gerenciar empreendimentos de maior porte e causadores de maiores impactos socioambientais. São caracterizadas por possuírem capacidades nos níveis estratégico, tático e operacional e de serem facilmente estimuladas para alavancar o desenvolvimento sustentável local. Nessa zona, os locais são menos vulneráveis ambientalmente, os empreendedores têm melhores condições para implantar ações preventivas e mitigadoras de impactos.*

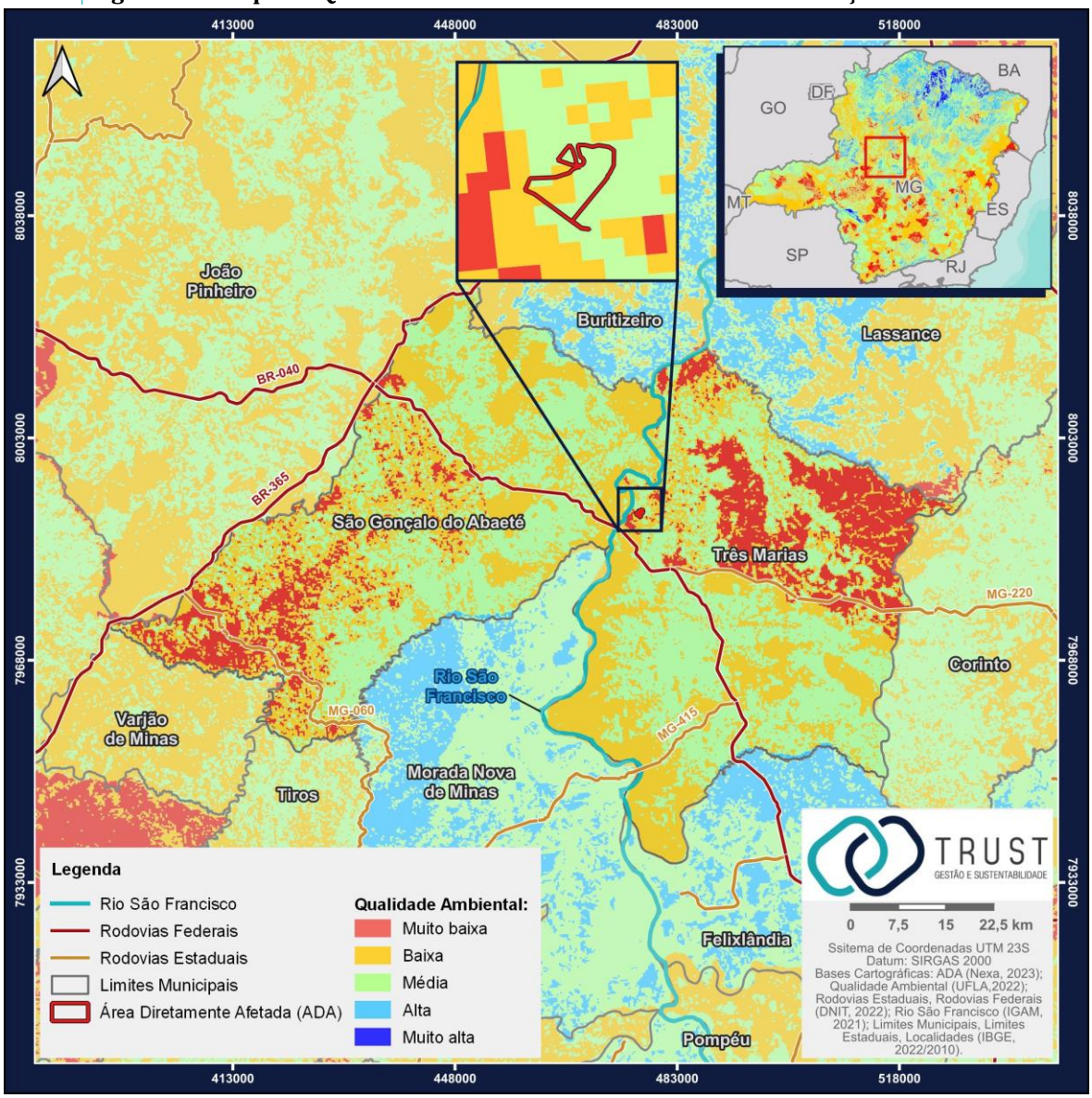
- *Zona de desenvolvimento 2: Esta zona é formada pela classe AB do IEE. São áreas de elevado potencial social que pressupõem condições de gerenciar empreendimentos de maior porte e causadores de maiores impactos socioambientais. São caracterizadas por possuírem capacidades nos níveis estratégico, tático e operacional e de serem facilmente estimuladas para alavancar o desenvolvimento sustentável local. Nessa zona, os locais são mais vulneráveis ambientalmente, e os empreendedores devem procurar estabelecer maior gama de ações preventivas e mitigadoras de impactos.*

No âmbito da avaliação dos aspectos físicos, destaca-se o índice de Qualidade Ambiental em Minas Gerais como um instrumento essencial. Essa ferramenta integra os desdobramentos do ZEE e fornece uma visão abrangente do estado atual dos recursos naturais em diversas regiões, com enfoque nas condições de vida proporcionadas por esses recursos. A sobreposição dos mapas de Grau de Conservação da Flora Nativa, Produção de Sedimentos e Qualidade da Água Superficial revela informações cruciais sobre o ambiente, oferecendo uma compreensão abrangente da qualidade ambiental nessas áreas específicas.

No contexto do ZEE três fatores condicionantes foram identificados como fundamentais para a avaliação da qualidade ambiental, cada um com sua respectiva ponderação. O grau de conservação da vegetação nativa, com 40% de influência, destaca a importância da preservação dessas áreas para a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.

A produção de sedimentos, com 30% de influência, destaca a relevância de controlar a erosão do solo e mitigar impactos negativos nesse sentido. Além disso, a qualidade da água, também com 30% de influência, destaca a necessidade de monitoramento e proteção dos recursos hídricos para garantir a disponibilidade de água potável e a saúde dos ecossistemas aquáticos.

Figura 5-7: Mapa de Qualidade Ambiental de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté



Conforme indicado na Figura 5-7, os municípios de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté apresentam classificações de qualidade ambiental variando entre “Média”, “Baixa” e “Muito Baixa”. Ademais, a ADA do projeto é categorizada como possuindo “Média” e “Baixa” qualidade ambiental. O que sugere que há certo grau de vulnerabilidade ambiental da área nesse aspecto.

No que tange a avaliação de risco ambiental proposta no ZEE foi conduzida por meio da sobreposição de mapas de Vulnerabilidade Natural, Valor Agregado (VA) da agropecuária e indústria, e Valor Agregado Fiscal (VAF) para extração minerária. O critério para considerar um nível alto de risco ambiental envolve a presença simultânea de vulnerabilidade natural significativa e atividades humanas que possuem potencial elevado de causar danos. É importante ressaltar que, neste contexto, o termo "risco" está diretamente relacionado às atividades humanas, excluindo acidentes causados por eventos naturais, como terremotos e enchentes.

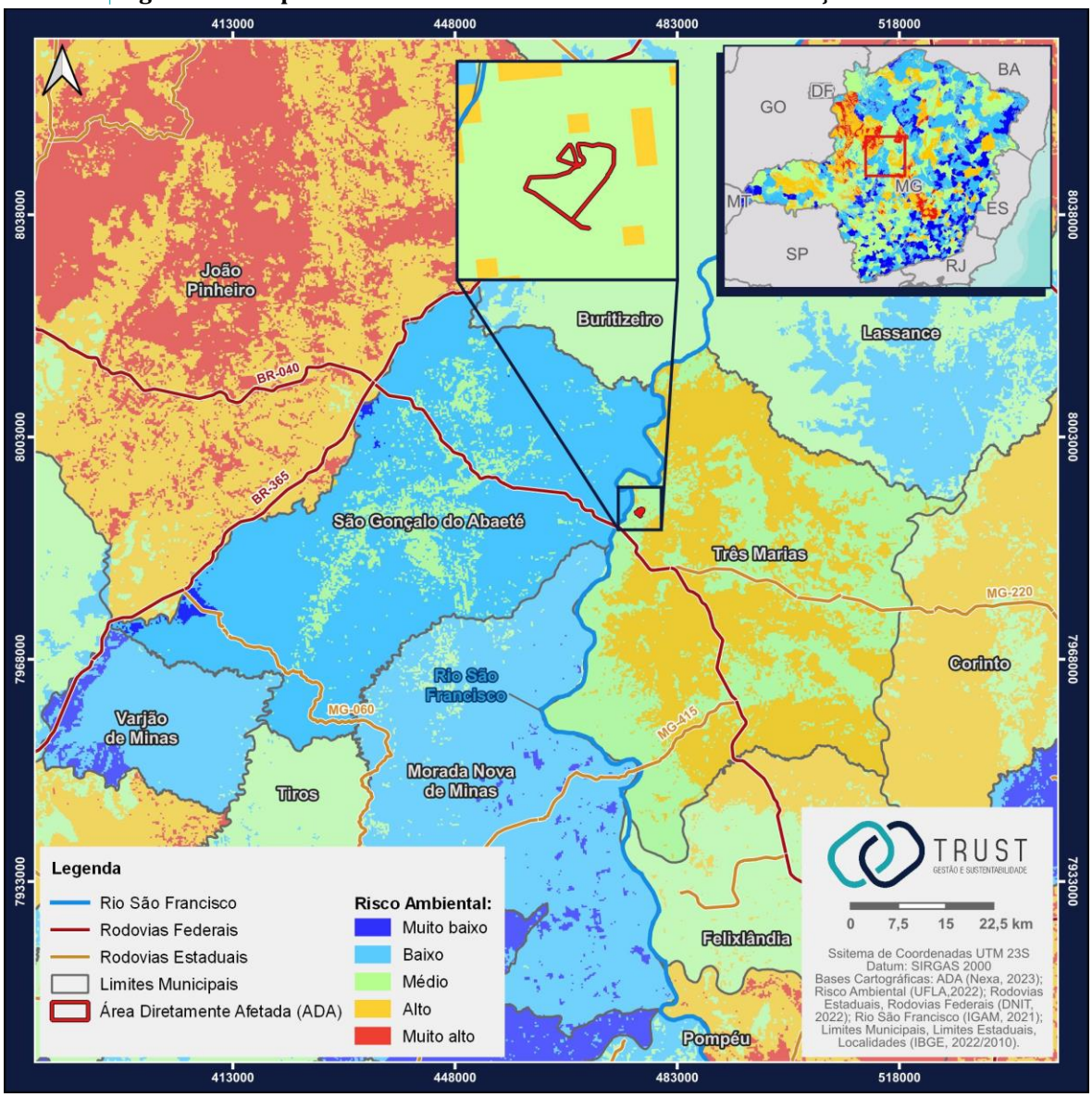
Para classificar a intensidade das atividades humanas, foram considerados o Valor Agregado (VA)

da agropecuária e indústria, além do Valor Agregado Fiscal (VAF) para a extração minerária em 2004, o último ano para o qual há dados disponíveis. O VA e o VAF funcionam como indicadores relativos da riqueza e intensidade das atividades nessas áreas. Por exemplo, um município com alto VA industrial é presumivelmente dotado de indústrias mais diversas e volumosas em comparação com um município de menor VA industrial. Assim, o potencial de dano ambiental é considerado superior no primeiro município.

Ao cruzar os dados de VA agropecuário e industrial com o VAF minerário, foi obtido um índice único que expressa a intensidade global dessas atividades em cada município.

A vulnerabilidade natural, indicativa da fragilidade de um ecossistema diante dos impactos humanos, foi então cruzada com os dados de intensidade das atividades agropecuária, industrial e minerária. O resultado desse cruzamento de dados originou o Mapa de Risco Ambiental, classificado em alto, médio e baixo risco, como demonstrado na Figura 5-8.

Figura 5-8: Mapa de Risco Ambiental de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté



Conforme aponta o mapa da Figura 5-8, os municípios de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté possuem classificação de risco ambiental como “Alta” e “Média” e “Média” e “Baixa” respectivamente. Isso demonstra que o município de Três Marias concentra além de aspectos de vulnerabilidade natural a instalação de atividades humanas relativamente intensas. A ADA do projeto, por sua vez, possui classificação de “Médio Risco” ambiental, o que indica um nível de vulnerabilidade mais moderado diante dos demais índices. Entretanto, No entanto, é vale reforçar que o projeto está localizado em um município que abriga áreas classificadas como de Alto Risco Ambiental. Essa interação entre o nível de risco do projeto e a presença de áreas de alto risco no município destaca a importância de uma análise mais aprofundada desse aspecto específico.

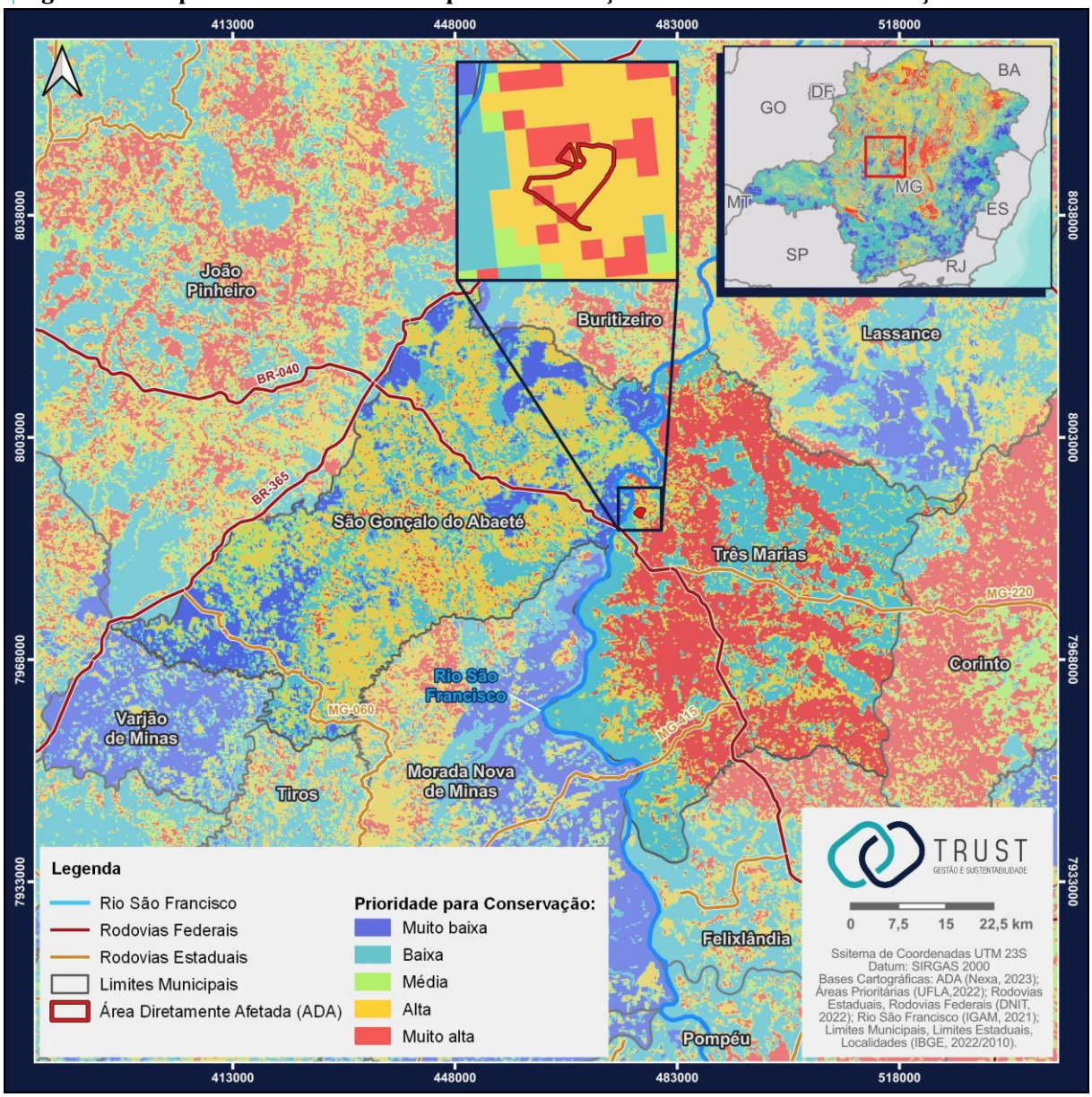
A classificação de áreas prioritárias para conservação do ZEE é definida a partir da sobreposição dos mapas de Vulnerabilidade natural, Qualidade ambiental e Intensidade das atividades humanas, o critério central para determinar as áreas prioritárias se baseia na urgência na conservação dos recursos naturais, principalmente da biodiversidade.

Nesse contexto, áreas classificadas como de alta prioridade para conservação são aquelas que apresentam simultaneamente elevada vulnerabilidade natural, qualidade ambiental elevada e estão situadas em municípios com intensa atividade econômica. Estas áreas são ambientalmente frágeis, conservam ainda alta qualidade ambiental e, potencialmente, estão sob significativa pressão antrópica. A preocupação reside no risco de intervenções humanas descuidadas nessas localidades, o que poderia resultar na perda irreparável de valiosos recursos biológicos.

O mapa é uma ferramenta eficaz para a identificação de prioridades de ação por parte do poder público e da sociedade civil. Isso pode incluir a implementação de programas de conservação do solo e da água, a recuperação de voçorocas, ou a proteção de áreas sensíveis por meio da criação de unidades de conservação. Essas ações visam preservar ecossistemas essenciais, promovendo a sustentabilidade ambiental e a manutenção da biodiversidade em Minas Gerais.

Conforme pode ser observado através da Figura 5-9 as classificações das áreas prioritárias de conservação de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté são Muito Alta, Alta, Média e Baixa e Muito Alta, Alta, Média, Baixa e Muita Baixa, respectivamente. É importante ressaltar o significativo percentual de áreas em Três Marias classificadas com um índice de "Muito Alta" prioridade para conservação. Esse destaque sugere a existência de uma quantidade considerável de áreas que demandam ações prioritárias de conservação. No que diz respeito à classificação ADA, verifica-se que ela engloba índices de "Muito Alta" e "Alta" nesse contexto específico. Essa constatação sugere que a área em questão é igualmente percebida como demandante de ações prioritárias de conservação.

Figura 5-9: Mapa de Áreas Prioritárias para Conservação de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté



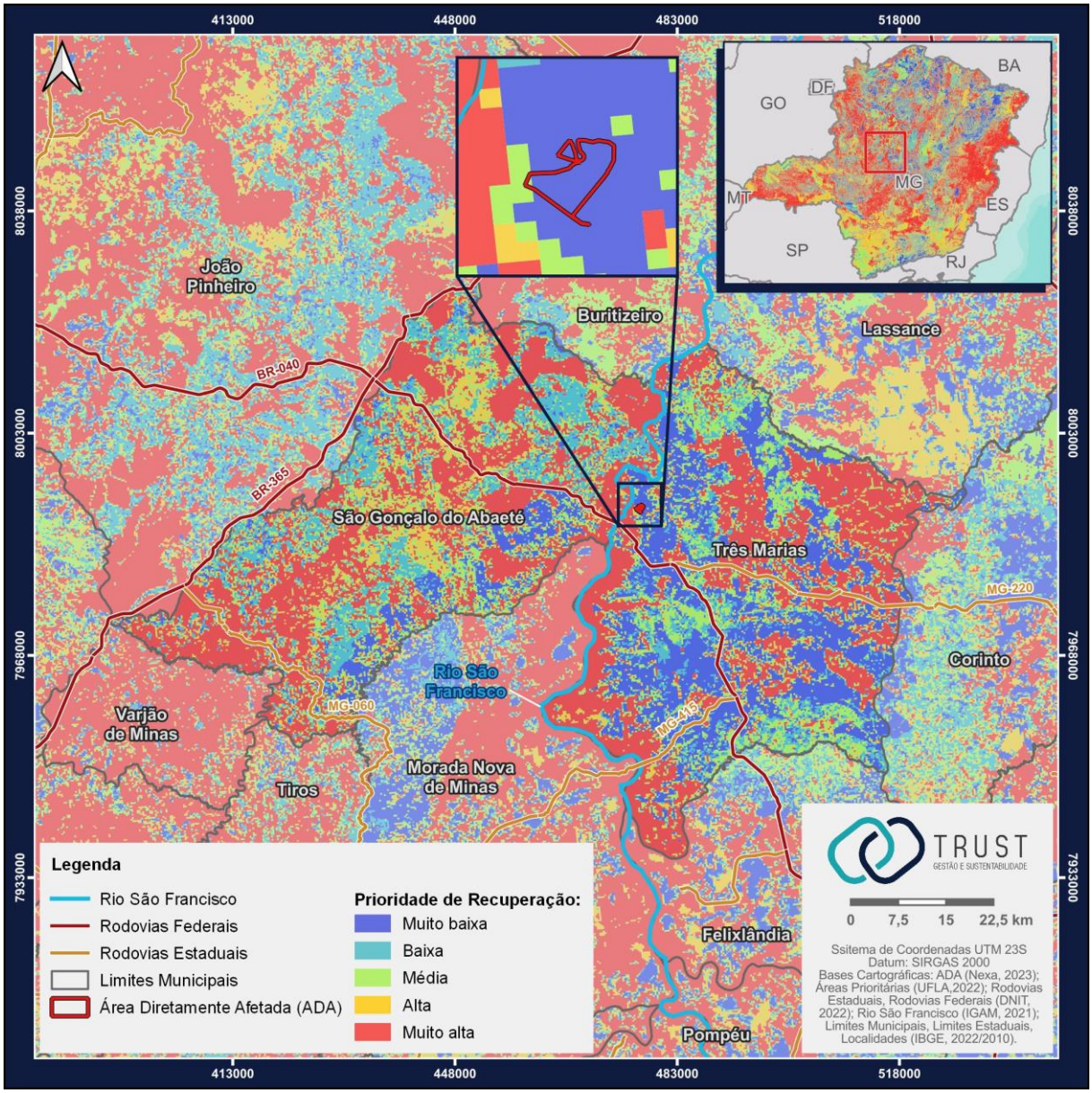
As Áreas Prioritárias para Recuperação do ZEE são elaboradas por meio da sobreposição dos mapas de Vulnerabilidade Natural, Qualidade Ambiental e Intensidade das Atividades Humanas. O critério fundamental para identificar essas áreas prioritárias foi a urgência na conservação dos recursos naturais, especialmente da biodiversidade.

Em detalhes, áreas classificadas como de "alta prioridade para conservação" são aquelas que exibem simultaneamente uma vulnerabilidade natural elevada, qualidade ambiental também alta e estão situadas em municípios com intensa atividade econômica. Essas áreas são consideradas ambientalmente frágeis, mantendo ainda uma alta qualidade ambiental, e provavelmente estão sob considerável pressão antrópica. Existe o receio de que intervenções humanas descuidadas nesses locais possam resultar na perda irreparável de valiosos recursos biológicos.

Essa classificação serve de aporte para a identificação de prioridades de ação tanto para o poder público quanto para a sociedade civil.

O mapa apresentado na Figura 5-10 reflete a classificação de prioridade de recuperação atribuída aos municípios de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté, abrangendo categorias de classificação que variam de "Muito Alta" e "Alta" a "Média", "Baixa" e "Muito Baixa" em ambos. É importante inferir que no município de Três Marias a classificação que apresenta maior relevância no contexto é de “Muito Baixa” prioridade de recuperação. A ADA do projeto é classificada majoritariamente como “Muito Baixa”, mas possui uma parcela classificada como de Média prioridade de recuperação, demandando uma atenção no que tange esse aspecto.

Figura 5-10: Mapa de Áreas Prioritárias para Recuperação de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté



5.3 ESFERA MUNICIPAL

5.3.1 Plano Diretor de Três Marias

Em relação à esfera do planejamento urbano, Três Marias se destaca por possuir uma microrregião própria, denominada Microrregião Três Marias. Juntamente com as microrregiões de Curvelo e de Bom Despacho, essas unidades territoriais compõem a Mesorregião Central do Estado de Minas Gerais.

O Plano Diretor Participativo de Desenvolvimento Municipal de Três Marias teve suas diretrizes estabelecidas na Lei Complementar nº 1, de 10 de julho de 2008. À época, foi previsto o arcabouço legal para ordenamento do território, incluindo as diretrizes para elaboração da lei de uso e ocupação do solo, lei de parcelamento do solo, código de obras e normas urbanísticas, código de posturas, legislação tributária municipal, legislação ambiental, lei de diretrizes orçamentárias dentre outros instrumentos de política urbana.

Com o objetivo de atender aos princípios básicos definidos no Plano Diretor Participativo de Desenvolvimento Municipal de Três Marias, foram estabelecidas as seguintes diretrizes:

- *I – Diretrizes de Desenvolvimento Econômico;*
- *II – Diretrizes Ambientais Integradas para o Território Municipal;*
- *III – Diretrizes para a Estrutura Urbana e do Território Municipal;*
- *IV – Diretrizes para o Sistema Viário, Trânsito e Transportes;*
- *V – Diretrizes para Regularização Fundiária;*
- *VI – Diretrizes de Saneamento e Meio Ambiente;*
- *VII – Diretrizes Integradas de Políticas Sociais;*
- *VIII – Diretrizes para a Estrutura Administrativa da Prefeitura.*

As diretrizes de desenvolvimento municipal determinadas no plano diretor serviram de aporte para a elaboração da Lei Municipal nº 2.331, de 25 de abril de 2012, que estabeleceu o Uso e Ocupação do Solo de Três Marias.

De acordo com informações disponibilizadas pela Secretaria de Meio Ambiente, Desenvolvimento, Cultura e Esporte de Três Marias, apesar de a Lei Municipal de Uso e Ocupação do Solo já estar em vigor desde o momento de sua publicação, o mapa de zoneamento atualizado não se encontra disponível no momento de elaboração deste documento (outubro de 2023). Esse fato é motivado pela revisão em curso do Plano Diretor Municipal de Três Marias que se encontra em processo de aprovação na Câmara Municipal. Dessa forma, foram apontadas as zonas elencadas para o território, bem como as Áreas de Diretrizes Especiais associadas ao município.

Especificamente sobre o zoneamento, os parâmetros de ocupação de cada zona foram definidos

de acordo com as estratégias de desenvolvimento de cada localidade. Para isso, foram considerados aspectos como configuração territorial, geomorfologia, disponibilidade de infraestrutura, meio ambiente, políticas públicas, economia, cultura, entre outros.

Desse modo o território municipal organiza-se em diferentes zonas de uso e ocupação do solo, listadas a seguir:

- *I – Zona Urbana da cidade de Três Marias: ZUR1, ZUR2, ZUR3, ZUR4, ZUR5, ZUR6, ZUR7, ZUR8, ZUR9, ZC1, ZC2, ZAE1, ZAE2, ZEP1, ZEP2, ZEP3, ZEP4, ZEP5, ZEP6, ZEP7, ZEP8, ZPP, ZEU;*
- *II – Zona Urbana do distrito de Andrequicé: ZUR, ZEP1, ZEP2, ZEEU, ZEU1, ZEU2, ZPP;*
- *III – Zona Urbana Especial da Orla do Lago de Três Marias: ZUR LAGO;*
- *IV – Zona de Ocupação Especial Rural/Urbana: ZUR1, ZEP1, ZPP, ZEU;*
- *V – Zona de Expansão Urbana: ZEU1, ZEU2, ZEU3, ZEU4, ZEU5, ZEU SOCIAL, ZUR 2, ZUR 8;*
- *VI – Zona Rural: ZRPP, ZRDS;*
- *IVII – Áreas de Diretrizes Especiais: ADE Mineração, EDE Mananciais, ADE Bacias Hidrográficas, ADE Histórico/Paisagístico, ADE APA, ADE Central, ADE Lago Três Marias, ADE CODEVASP, ADE Aeroporto, ADE Aeronáutica, ADE Loteamentos, ADE Aldeia do Dourado.*

No contexto dos instrumentos previstos no Plano Diretor e determinados na Lei de Uso e Ocupação do Solo é instituída a Área de Diretrizes Especiais - ADE de Atividade de Mineração que consiste nas áreas ocupadas por empreendimentos minerários no território municipal, que estejam em atividade, em processo de implantação ou com autorização já concedida. Nesta ADE, são consideradas:

- *a legislação ambiental em vigor, principalmente com relação às áreas de preservação permanente e aos impactos sobre o meio ambiente natural e antrópico;*
- *a legislação ambiental em vigor com relação à recuperação das áreas mineradas após o esgotamento das jazidas;*
- *exigência de apresentação de um plano geral de mineração, para que se possa avaliar o impacto e o comprometimento do território municipal pela atividade, e se definir medidas de proteção e o empreendedor deverá apresentar obrigatoriamente o plano de trabalho.*
- *a obrigatoriedade dessas Áreas, após a recuperação prevista no item b, serem caracterizadas como Zona de Preservação Permanente e/ou serem destinadas à localização de atividades de lazer, recreação e práticas esportivas, quando estiverem localizadas na Zona Urbana e como Zona Rural de Preservação Permanente quando estiverem localizadas na Zona Rural devendo, neste caso, seu projeto de recuperação favorecer a integração com os conjuntos representativos do patrimônio natural do município e/ou Zona Rural de Desenvolvimento Sustentável conforme § 2º do artigo 14, respeitando a legislação pertinente.*

A ADE Mananciais tem como objetivo proteger os mananciais da bacia e aumentar a fiscalização da qualidade das águas captadas para o sistema de abastecimento público por parte de órgãos municipais competentes e CODEMA em consonância com a da Lei Estadual nº. 10.793/1992 e o Plano Diretor Participativo de Três Marias.

A ADE Bacias Hidrográficas consiste na gestão ambiental integrada da Bacia do São Francisco por meio da elaboração de um zoneamento ambiental em acordo com os municípios integrantes da bacia com a finalidade de definir condicionantes para as atividades como:

> *"exploração econômicas, as atividades voltadas ao turismo ecológico, o turismo rural, sobre o parcelamento do solo para fins urbanos, bem como definições sobre as negociações necessárias com municípios limítrofes que abrigam parte do território de algumas dessas bacias e sub-bacias além de levantamentos e inventários sobre as áreas de Veredas, o patrimônio histórico e paisagístico considerando as diretrizes apontadas pelo Plano Diretor Participativo de Desenvolvimento Municipal de Três Marias."*

As definições da ADE Histórico/Paisagístico têm como objetivo criar zonas de interesse histórico, arquitetônico e paisagístico. Isso envolve a identificação, documentação e aplicação de medidas legais, bem como o desenvolvimento de projetos para recuperar e preservar nosso patrimônio.

> *"áreas e edificações representando conjuntos urbanos, conjuntos paisagísticos e monumentos de interesse histórico, a serem definidas por levantamentos cadastrais e por inventários, em todo o território municipal, complementando trabalhos já realizados com este objetivo e dando continuidade a trabalhos em andamento, tendo em vista sua aprovação pelo Conselho do Patrimônio Histórico. Estas áreas, após definidas, deverão ser delimitadas com o objetivo da adoção de instrumentos legais e elaboração de projetos necessários à recuperação e preservação do patrimônio ali existente, no prazo de 12 (doze) meses contados da data de publicação desta Lei."*

As definições da ADE APA visam estabelecer zoneamento de proteção principalmente das veredas e áreas de entorno, além de áreas remanescente do cerrado e em processo de regeneração:

> *"conforme a legislação ambiental vigente no âmbito federal e estadual, a Lei Municipal nº. 1924/2005 que dispõe sobre a política ambiental do Município de Três Marias e o Decreto nº. 1.346/2005 que a regulamenta, bem como o Decreto Municipal nº. 1.403 de 05/06/2006 que declara como áreas de preservação permanente as Veredas."*

Nas definições da ADE Central, as áreas do perímetro urbano caracterizadas como Zona Comercial deverão ser objeto de melhoria na infraestrutura em geral por meio de ações como:

> *"elaboração e implantação de projeto de requalificação, revitalização e valorização de seu espaço relativamente a equipamentos de uso público, pontos de parada e abrigos de ônibus, tratamento de passeios, arborização, plano geral de circulação de pedestres e veículos, sinalização de trânsito e sinalização informativa mobiliário urbano, de forma integrada às ações de preservação, valorização e restauração do patrimônio histórico ali localizado e ao projeto de saneamento ambiental e tratamento paisagístico das áreas marginais do Córrego Barreiro Grande, devendo atender às disposições constantes do Código de Obras e do Código de Posturas e as deliberações do Conselho do Patrimônio Histórico, do COMDESP e do CODEMA"*

No que tange a ADE Lago Três Marias além do interesse de preservação ambiental há também um interesse de potencialização da atividade turística relacionada ao lago na faixa de 500m (quinhentos metros) medidos a partir da APP (Código Florestal e Lei Estadual nº 14.309, de 19 de julho de 2002 e regulamento), ao longo da do Lago, que não podem ser ocupadas ou parceladas.

> *"As áreas localizadas na orla do Lago de Três Marias compreendendo as áreas representadas por uma faixa de 500m (quinhentos metros) medidos a partir da APP (Código Florestal e Lei Estadual nº. 14.309/02 e regulamento), ao longo da orla do Lago, não ocupadas e não parceladas, podendo ser consideradas como áreas de preservação e de interesse turístico, constantes do Mapa Macrozoneamento Ambiental Integrado, anexo a esta Lei. Essas áreas deverão ser objeto de estudos e inventários necessários à definição de maiores e menores restrições à ocupação e uso do solo, não podendo receber nenhum tipo de intervenção no prazo de 24 (vinte e quatro) meses contados da data de publicação desta Lei, período em que deverão ser realizados os estudos, inventários e projetos que forem julgados necessários para a preservação das condições ambientais da orla e do Lago de Três Marias, devendo todo esse processo ser discutido no âmbito do COMDESP e do CODEMA, ouvido ainda o Conselho do Patrimônio Histórico, no interesse coletivo."*

A ADE CODEVASP diz respeito aos terrenos de propriedade da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Paraíba.

> *"área que não poderá ter alteração de uso e nem ser parcelada, por estar nas margens do rio São Francisco. Se a CODEVASF se retirar, a área será caracterizada como ZPP – Zona de Preservação Permanente."*

A ADE Aeroporto se trata da área do aeroporto é reservada exclusivamente para fins relacionados ao terminal aeroportuário. Caso o terminal seja desativado, não é permitido dividir essa área em lotes menores, devendo ser destinada a instalações públicas de caráter social e espaços de utilização coletiva.

A ADE Aeronáutica são áreas adjacentes à rodovia BR 040 que abrigam um conjunto residencial com características semelhantes às de um condomínio fechado, destinado aos funcionários da Aeronáutica, devem manter os atuais padrões de divisão de terrenos, ocupação e utilização do solo.

ADE Loteamentos delimita a área dos loteamentos Comercial Três Marias e Jardim dos Pescadores.

> *"áreas pertencentes aos loteamentos Comercial Três Marias e Jardim dos Pescadores, caracterizados como ZUR 1, implantados em parte, projetados em trechos de terrenos inundáveis e área de vereda, apresentando 80% (oitenta por cento) de lotes vagos e ausência de infraestrutura de esgotos sanitários, pavimentação e drenagem pluvial, devendo ser objeto de cadastro imobiliário e cadastro fundiário detalhados, tendo em vista negociações entre o Poder Público, proprietários e empreendedores, com o objetivo de 27 elaboração de novo projeto de parcelamento do solo liberando áreas de preservação permanente no prazo máximo de 12 (doze) meses contados da publicação desta Lei, ficando suspensa, neste período, qualquer tipo de intervenção nesta área.*

A ADE Aldeia dos Dourados visa fiscalizar e regularizar a situação dos imóveis implantados no território.

> *"Área de Diretrizes Especiais Aldeia dos Dourados – ADE Aldeia dos Dourados: loteamento próximo às margens do Rio São Francisco, distanciado cerca de 05 km (cinco quilômetros) do tecido urbano da cidade, desprovido de infraestrutura, lotes de 360m2 (trezentos e sessenta metros quadrados) sendo que 80% (oitenta por cento) estão vagos, caracterizado como ZUR 1, das edificações existentes apenas 14 (quatorze) são ocupadas por população residente e as demais utilizadas em finais de semana e feriados por população flutuante. O loteamento deverá ser objeto de cadastro imobiliário e fundiário para conhecer os lotes implantados na APP do Rio São Francisco, bem como o número de lotes vendidos e lotes ainda de propriedade do empreendedor, tendo em vista negociações para adequação do projeto liberando as áreas de preservação permanente, no prazo de 12 (doze) meses contados da publicação desta Lei, ficando suspensas, neste período, qualquer tipo de intervenção nesta área."*

Diante do exposto e considerando a íntegra do projeto de minuta de lei do Plano Diretor Participativo de Três Marias e o Zoneamento Municipal determinado na Lei de Uso nota-se o interesse do município em fomentar a diversificação econômica local baseada em atividades ligadas ao desenvolvimento sustentável, turístico e cultural do município.

Vale ressaltar que, e no contexto do Zoneamento Municipal, a ADA do Projeto de Disposição à Seco está inserida próxima à área da ADE Aldeia do Dourado. Aponta-se que foram previstas estratégias de restrição do uso do solo, compensação e recuperação ambiental que indicam a intenção por parte do município em controlar a expansão dessas atividades no território.

5.3.2 Macrozoneamento Ambiental Integrado de Três Marias

O Macrozoneamento Ambiental Integrado de Três Marias é um instrumento de ordenação territorial municipal gerado a partir do cruzamento da compartimentação geomorfológica com as restrições ao Uso e Ocupação do Solo. Esse documento serve de aporte para o gerenciamento do território a partir da concepção do Sistema de Gestão Ambiental Territorial (SISGAT).

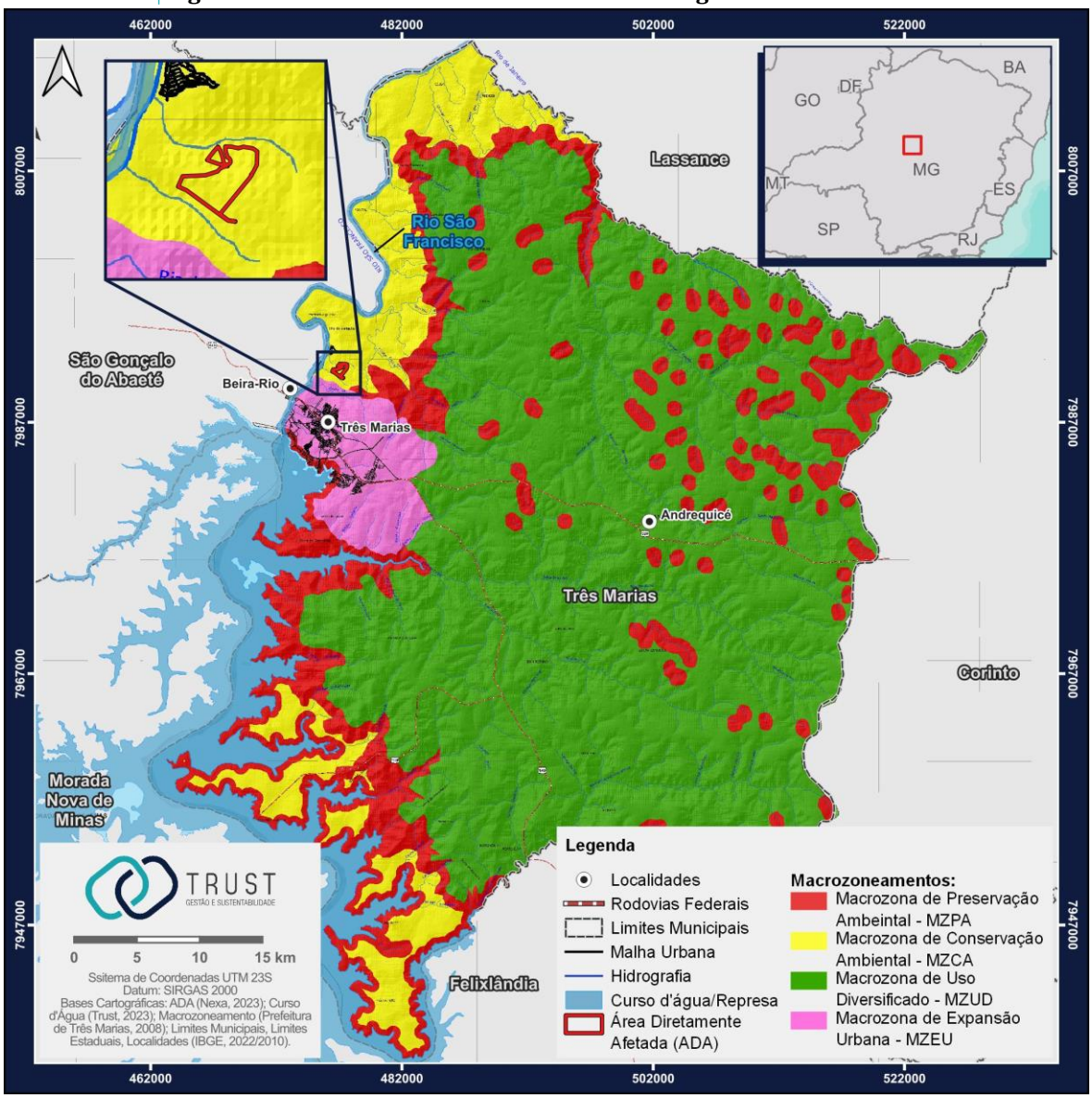
Como pode ser observado na Figura 5-11 as quatro macrozonas associadas ao município de Três Marias são:

- *Macrozona de Preservação Ambiental (MZP); A MZP representa, principalmente, o conjunto de veredas existente na região nordeste do território municipal, as vertentes íngremes devido à alta declividade que potencializam os processos erosivos que podem interferir no sistema lacustre de Três Marias e a faixa de 500m da represa de Três Marias, exceto da zona urbana e tem como finalidade determinar restrições e até mesmo proibições para atividade de modo a preservar a qualidade da água e recursos naturais.*
- *Macrozona de Conservação Ambiental (MZC); A MZC representa as áreas entre o Compartimento Vertentes Íngremes e as margens da represa e do rio São Francisco para a elaboração de planos de gestão que explorem o potencial turístico das áreas e tem como finalidade apresentar um uso mais regulado no sentido conservacionista.*

- *Macrozona de Uso Diversificado (MZDU); A MZDU representa o maior percentual de área do município e se relaciona a restrições menores onde será aplicada a legislação ambiental de modo a não prejudicar o desenvolvimento econômico municipal na zona urbana e na zona rural, além de não prejudicar o desenvolvimento econômico, visa também o controle e monitoramento das atividades para racionalizar o uso do solo.*
- *Macrozona de Expansão Urbana (MZEU); Representa a área urbana do município e seu entorno e tem como finalidade acompanhar as Lei de Uso e Ocupação do Solo, Leis de Parcelamento do Solo e diretrizes de saneamento básico do município de Três Marias.*

No contexto do Macrozoneamento Ambiental Integrado de Três Marias, a ADA do Projeto de Disposição à Seco está inserida na Macrozona de Conservação Ambiental, ou seja, áreas de potencial interesse turístico que podem apresentar um uso mais conservador.

Figura 5-11: Macrozoneamento Ambiental Integrado de Três Marias



5.3.3 Plano Setorial da Pesca e Turismo do Bairro Beira Rio

Apesar do Projeto Disposição a Seco da Unidade Três Marias da Nexa não estar localizado em São Gonçalo do Abaeté, é relevante apresentar o Plano Setorial da Pesca e Turismo do Bairro Beira Rio, considerando sua proximidade com a Área Diretamente Afetada.

O plano, elaborado em 2018 pela empresa Turismo 360° a serviço da Nexa, destaca diretrizes para o desenvolvimento sustentável e competitivo do turismo no Bairro Beira Rio. Baseado em dados socioeconômicos locais, enfoca a pesca esportiva e atividades náuticas, ressaltando sua importância cultural e turística na região.

São indicados diferentes eixos de atuação com macro objetivos e linhas estratégicas específicas, incluindo aspectos de infraestrutura, meio-ambiente, produto turístico, promoção, qualificação da pesca e de gestão do turismo, que objetivam:

- *Promover a melhoria da infraestrutura básica e urbana;*
- *Qualificar a infraestrutura turística local;*
- *Proteger e conservar o Rio São Francisco;*
- *Promover a conservação ambiental do território;*
- *Promover a estruturação de produtos e roteiros turísticos;*
- *Qualificar a experiência turística;*
- *Criar e fortalecer um posicionamento turístico do destino;*
- *Promover o destino, seus atrativos e equipamentos;*
- *Fortalecer o pescador, sua cultura e tradição;*
- *Profissionalizar a operação da pesca esportiva;*
- *Consolidar mecanismos para o desenvolvimento e organização do turismo;*
- *Promover a gestão compartilhada e integrada do turismo.*

Propõe-se a criação de diferentes ações de acordo com cada temática. A Prefeitura Municipal, os Empreendedores, a Secretaria do Meio Ambiente, Turismo, Pesca e Agricultura, a Secretaria de Obras, o Circuito Turístico do Lago de Três Marias, os Proprietários dos atrativos, a Câmara de Vereadores, a Assembleia Legislativa de Minas Gerais, o IEF, a Polícia Ambiental, o CBHSF, os Pescadores, o Ministério de Integração Nacional, a Secretaria Municipal de Educação, a Emater, Instituições Financeiras, o BNDES, o Sebrae, o Senac, o COMTUR, o CRAS, a Marinha/Capitania dos Portos foram algumas das instituições apontadas.

Conclui-se que o Plano Setorial de Pesca do bairro Beira Rio é um instrumento relevante tanto para a dinâmica socioeconômica do município quanto para a preservação ambiental e manutenção da cultura local.

5.3.4 Plano Diretor de Turismo de São Gonçalo do Abaeté

O Plano Diretor de Turismo de São Gonçalo do Abaeté foi elaborado em parceria com a Prefeitura Municipal de São Gonçalo do Abaeté, a Nexa e o Instituto Votorantim com execução da Turismo 360°.

A abordagem adotada para a elaboração do documento considerou a extensão geográfica do município assim como as peculiaridades de cada localidade para a definição de ações e diretrizes de estruturação do turismo que valorizam a diversificação da oferta e a integração territorial.

Em São Gonçalo do Abaeté foram identificadas três realidades territoriais e turísticas distintas. A Sede Municipal que se destaca pela sua maior disponibilidade de serviços públicos, produção rural, garimpo e shows, o bairro Beira-Rio que se destaca pelos serviços de hospedagem, alimentação atrativos naturais e pesca e o distrito de Canoeiros que se destaca pela Produção rural, cachoeiras, cultura do carro de boi e festas religiosas.

As estratégias estabelecidas no Plano Diretor de Turismo de São Gonçalo do Abaeté foram organizadas em eixos estratégicos, macro programas e ações que se aplicam de maneira transversal em todo território ou de maneira específica a cada território de acordo com sua particularidade. São eles;

- *Eixo Estratégico Governança possui como macroprogramas a Gestão Municipal, Gestão compartilhada, Monitoramento e Educação e propõe ações transversais com o objetivo fortalecer a gestão do turismo no território, estimulando e incentivando a participação dos diferentes atores.*
- *Eixo Estratégico Oferta possui como macroprogramas o Empreendedorismo; Atividades na natureza; Eventos; Cultura; Profissionalismo e Comercialização que propõe ações tanto transversais como específicas as localidades com o intuito de diversificar a oferta turística a partir de uma abordagem territorial.*
- *Eixo Estratégico Infraestrutura possui como macroprogramas o Acesso, Comunicação, Segurança e Saúde que propõe ações tanto transversais como específicas as localidades de melhoria da infraestrutura turística e de apoio para o município.*
- *Eixo Estratégico Promoção possui como macroprogramas a Estratégia; Comunicação Institucional; Comunicação Online e Mercado que propõe ações tanto transversais de estratégias de definição de público-alvo, mercado, comportamento dos turistas e posicionamento online.*

De maneira mais específica, das ações propostas que implicam no ordenamento territorial citam-se as ações pontuais nas localidades:

- *Bairro Beira Rio - macroprograma Atividades Turísticas do Eixo Estratégico Oferta.*
- *Construir 4 novas rampas para embarque no Rio São Francisco (na região): Morada dos Peixes; Av. Beira Rio; Pontal do Abaeté e Cachoeira Grande.*
- *Criar área de camping para pescadores amadores que pescam no bairro Beira Rio, com área delimitada e estrutura adequada.*

De modo geral, o Plano Diretor de Turismo de São Gonçalo do Abaeté é compreendido como um instrumento de relevância para a região, tendo em vista o comprometimento com diversos setores, ambientais e sociais, que compõem o município.

5.3.5 Plano Municipal de Saneamento Básico de Três Marias

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Três Marias é um importante instrumento para o estabelecimento de diretrizes específicas para diagnóstico, gestão e planejamento de melhorias na infraestrutura de saneamento básico. O PMSB, estabelecido pela lei Municipal de nº 2.449, de 29 de abril de 2014 foi elaborado por meio da parceria entre a Prefeitura Municipal de Três Marias com o Instituto Votorantim e envolveu técnicos, gestores e a comunidade local.

O objetivo principal do PMSB é universalizar o saneamento básico, abrangendo aspectos relacionados a água potável, esgoto, resíduos sólidos e drenagem urbana. As diretrizes do PMSB incluem democratização, debate sobre serviços de saneamento, busca de consenso e alinhamento com condições políticas, sociais, econômicas e técnicas. A participação da comunidade foi assegurada por meio de um Grupo de Trabalho (GT) com diversos membros da sociedade.

O PMSB estabelece metas para serviços de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana, incluindo a regularização de poços artesianos, a transparência dos custos de abastecimento de água, a extensão da rede de água, o combate a vetores na rede de esgoto, a coleta seletiva, a educação comunitária sobre resíduos e a construção de um aterro sanitário.

Conclui-se, portanto, que o município busca a criação de políticas públicas voltadas para a melhoria da infraestrutura e ampliação do atendimento das demandas de saneamento básico de forma colaborativa. Além disso, as estratégias propostas no Plano de Saneamento Básico Municipal visam que a melhoria da prestação de serviço ocorra associada a preservação do meio ambiente com a adoção de soluções sustentáveis e minimização dos impactos ambientais.

5.3.6 Programa ICMS Patrimônio Cultural de Três Marias

O município de Três Marias participa do Programa ICMS Cultural mantido pelo Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais – IEPHA-MG e a gestão do patrimônio cultural e natural do município é conduzida pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, Esporte e Cultura.

A Lei Estadual nº 18.030, de 12 de janeiro de 2009 determina que, para o repasse dos recursos advindos do Critério do Patrimônio Cultural, é necessário que municípios comprovem que possuem ações de gestão para a preservação dos bens culturais locais.

Ao analisar a participação do município no programa para o ano de 2023, observa-se eficiência na Política Cultural, com pontuação próxima à máxima. No entanto, os investimentos e despesas recebem pontuação inferior à metade da máxima. Destaca-se o máximo desempenho no inventário, enquanto o tombamento tem pontuação menos relevante. A educação e difusão alcançam pontuação máxima.

Três Marias também integra a lista de municípios com ações cadastradas nos projetos de afromineridade, mineiridade e cozinha mineira, além de participar do cadastro das adesões às políticas estaduais do Programa ICMS Patrimônio Cultural para o período de 2022 a 2024.

Embora não haja grande investimento financeiro, observa-se um comprometimento de Três Marias na proteção do patrimônio municipal, evidenciado pelo progresso nas áreas de política cultural, inventário (com 160 dos 164 bens protegidos inventariados) e educação e difusão.

5.4 Demais Planos, Programas e Projetos da Região

5.4.1 UHE Formoso

Segundo a Ficha de Caracterização da Atividade (FCA) emitida em 2018 pelo IBAMA, o projeto de instalação da Usina Hidrelétrica Formoso localizado no município de Pirapora consiste na instalação de uma usina no curso do rio São Francisco, a jusante da Usina Hidrelétrica já existente no município de Três Marias. No que diz respeito à potência instalada, estima-se cerca de 306 MW de energia por meio do regime de regularização de vazão.

O projeto de aproveitamento hidrelétrico de Formoso pertence à empresa SPE Formoso Energia S.A. Tractebel Enginee-ring Ltda. e foi incorporado ao PPI (Programa de Parcerias de Investimentos) de acordo com uma decisão do Governo Federal. Essa inclusão tem como objetivo fornecer apoio e incentivo para o processo de obtenção da licença ambiental necessária, com o propósito de facilitar a implementação de um novo reservatório destinado à regulação do fluxo de água na bacia do rio.

É planejada a criação de diferentes estruturas relacionadas à instalação e operação deste empreendimento. Se destacam assim a estrutura do Barramento, do Canteiro de Obras, da Casa de Força, do Condutor Hídrico, do Reservatório de Hidrelétrica, da Subestação de Energia Elétrica, do Trecho de Energia e da Via de acesso.

Para tanto, os principais municípios atingidos seriam Várzea da Palma, Pirapora, Buritizeiro, Lassance, Três Marias e São Gonçalo do Abaeté. Nesses territórios, estima-se o impacto nos rios São Francisco, Rio de Janeiro, Ribeirão da Gama, Ribeirão do Gado, Córrego do Medo, Córrego da Onça, Córrego das Pedras, Córrego do Cedro, Córrego Braço Grande e demais cursos d'água locais.

Na região impactada pelo empreendimento é apontada a existência de diferentes aspectos relacionados ao setor socioeconômico. Coexistem atividades de lazer, turismo, navegação e pesca, além de núcleos populacionais e/ou assentamentos rurais e a prática de abastecimento público de água na área do reservatório com as áreas previstas de inundação.

No que diz respeito ao meio biótico, indica-se a ocorrência de fauna e/ou flora de caráter raro, endêmico ou ameaçados de extinção e de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade. O empreendimento também influencia do meio físico por meio da sobreposição com lençóis freáticos saturados, áreas de alagamentos sazonais, além de registros arqueológicos e paleontológicos.

Tendo em vista a diversidade e a escala dos prováveis impactos desse empreendimento, é fundamental a consideração desse projeto enquanto uma atividade colocalizada ao Projeto Disposição a Seco.

5.4.2 UHE Três Marias

De acordo com informações disponíveis no Estudo de Impacto Ambiental da UHE Três Marias[1], a Usina, instalada no Rio São Francisco, é o primeiro grande empreendimento hidráulico de múltiplas finalidades realizado no Brasil. Localizada na bacia hidrográfica do rio São Francisco, sub-bacia do Alto São Francisco e inserida na Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGHRH) SF4, correspondente ao Entorno da Represa de Três Marias e uma pequena porção da UPGRH SF3 a qual abrange o rio Paraopeba.

Apesar de as obras terem se iniciado em 1957, somente em 1962 as operações foram efetivamente iniciadas. A usina é composta por seis unidades geradoras com a potência instalada de 396MW, a

[1] As informações acerca da Usina Hidrelétrica (UHE) Três marias foram obtidas por meio da página *online* da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG).

área de seu reservatório é equivalente a 1.054,6 km² e altura de 75m e 2700m de comprimento da barragem.

Os municípios que recebem parte das estruturas da UHE em seus territórios são: Abaeté, Biquinhas, Felixlândia, Morada Nova de Minas, Paineiras, Pompéu, São Gonçalo do Abaeté e Três Marias, distribuídos conforme listado na sequência:

- *Subestação em Três Marias;*
- *Casa de força em São Gonçalo do Abaeté;*
- *Barragem e outras estruturas e áreas associadas à geração em Três Marias e São Gonçalo do Abaeté;*
- *Reservatório abrange parcialmente os municípios de Abaeté, Biquinhas, Felixlândia, Morada Nova de Minas, Paineiras, Pompéu, São Gonçalo do Abaeté e Três Marias.*

Embora a Usina Hidrelétrica de Três Marias proporcionado mecanismos de geração de energia elétrica e de desenvolvimento socioeconômico para a região, nota-se a influência desse empreendimento em diferentes aspectos ambientais e sociais locais. Podem ser citadas, assim, alterações da paisagem natural, da cultura e cotidiano local, além da criação de um importante centro de pesca e turismo na região.

A consideração das dinâmicas socioeconômica e ambiental já existentes, associadas principalmente ao Rio São Francisco com o qual o empreendimento se relaciona, torna-se fundamental no estudo dos Planos, Programas e Projetos colocalizados do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais.

5.4.3 Usina Fotovoltaica de Três Marias

Inaugurada em dezembro de 2021, a Usina Fotovoltaica – UFV Três Marias de Geração Distribuída é o primeiro empreendimento de uma série de usinas que estão atualmente em desenvolvimento, dentro do maior plano de investimentos da história da Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig). É previsto o investimento de R$ 22,5 bilhões, até 2025, em geração, transmissão e distribuição de energia, além da geração, distribuição e comercialização de gás natural.

A UFV Três Marias GD, marca a retomada da Cemig no desenvolvimento próprio de projetos "*greenfield*", que incluem as atividades desde os estudos técnicos iniciais até a construção e a operação do empreendimento. A responsabilidade de implantação e comissionamento são da CET Brazil (*State Grid Corporation of China*)

As obras de implantação da usina receberam investimentos de cerca de R$ 12 milhões e conta com mais de 5.000 painéis solares instalados. Cerca de 40% da energia gerada pela unidade será

destinada ao autoconsumo da Cemig Geração e Transmissão e o restante será comercializado via Cemig SIM, uma forma de assinatura por energia solar fornecida pela CEMIG.

Para a geração de energia serão aplicados R$ 4,6 bilhões, com o objetivo de aumentar 1 gigawatt (GW) de capacidade instalada, por meio de iniciativas com focadas no aproveitamento das fontes renováveis.

Segundo o Presidente da Companhia, Três Marias é o centro dos investimentos para geração de energia e faz parte da história do desenvolvimento do estado e do Brasil.

De acordo com o diretor de Geração e Transmissão da Cemig a energia solar gerada por esse tipo de usina é um recurso a mais para aliviar o uso dos reservatórios das hidrelétricas em situações de crise hídrica, como o Brasil viveu recentemente. Além desse empreendimento, a companhia está com licitação aberta para a construção de mais três parques solares que, juntos, vão somar mais de 270 megawatts-pico (MWp) de capacidade instalada.

Além da Usina Fotovoltaica Três Marias GD, a companhia pretende construir duas usinas solares flutuantes no reservatório da usina hidrelétrica, que terão 78 e 273 MWp de capacidade instalada.

De acordo com publicação da Assembleia de Legislativa de Minas Gerais (ALMG), referente a audiência da Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável ocorrida em outubro de 2023, no projeto apresentado pela Cemig, a usina flutuante ocupará 55 hectares dos 106 mil ha do reservatório e será implantado em frente à usina da companhia, para otimizar a conexão.

Na ocasião, os representantes do município de Três Marias expressaram oposição à instalação das placas solares no lago de Três Marias, citando preocupações ambientais e impactos nas atividades locais como turismo e pesca enquanto os representantes da CEMIG negaram que o projeto vá gerar impactos e afirmaram que será garantido o uso múltiplo das águas.

5.4.4 Linha de Transmissão Três Marias 4/UHE Três Marias - 289 KV

Conforme informações fornecidas pela Nexa, o projeto em estudo pela Cemig Geração e Transmissão S.A envolve a expansão do Sistema Elétrico com a proposta de implementar a Linha de Transmissão (LT) Três Marias 4/UHE Três Marias - 289 KV.

Para evitar conflitos com projetos futuros, instalações existentes e melhorias realizadas pela Nexa, em dezembro de 2023 foi enviado um ofício a Cemig solicitando informações sobre a presença de quaisquer fatores impeditivos assim como as cotas máximas previstas e plantas topográficas do local. A intenção é avaliar a viabilidade da convivência dessa futura linha com as instalações da Nexa que estão localizadas nas proximidades de seu percurso, assim como com o projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais. Isso se torna relevante dado que a Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento está aproximadamente a 120 metros da linha de transmissão proposta.

Outra questão importante pontuada no ofício é a busca por confirmação se o projeto previsto está sendo conduzido em conformidade com as normas da Associação das Normas Técnicas (ABNT) e as Resoluções Normativas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Esse alinhamento com as normativas vigentes garante que o projeto esteja em conformidade com as regulamentações técnicas e legais necessárias.

5.4.5 Usina Fotovoltaica Jusante de São Gonçalo do Abaeté

A UFV Jusante é um projeto da Cemig GT (Geração e Transmissão) previsto para ser instalado no município de São Gonçalo do Abaeté.

De acordo com informações fornecidas pela Nexa, a UFV Jusante é um projeto da Cemig GT com implementação e comissionamento sob a responsabilidade da CET Brazil, uma subsidiária da *State Grid Corporation of China*.

O projeto prevê a instalação de 70 MWCA de potência em sete usinas fotovoltaicas e a produtividade anual prevista é de 186.356,1 MWh. A área prevista para sua instalação abrange 152 hectares e tem um investimento total de R$ 377,0 milhões. A previsão de energização das usinas era setembro de 2023.

5.4.6 Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - Consórcio Regional de Saneamento Básico Central de Minas

Com a finalidade de aprimorar a gestão de resíduos sólidos, o município de Três Marias aderiu ao Consórcio Regional de Saneamento Básico Central de Minas (CORESAB). O CORESAB é composto por 20 municípios e opera com base na Lei Federal nº 11.107/2005. Seu propósito é oferecer serviços de alta qualidade para garantir a gestão adequada de resíduos sólidos aos seus membros.

Para auxiliar no planejamento e gerenciamento de ações, em um esforço intermunicipal na busca de soluções para os resíduos sólidos, que seja viável economicamente, socialmente e ambientalmente, tendo em vista as peculiaridades e os desafios locais que se impõem, o CORESAB contratou a elaboração do Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PIGIRS) dos municípios consorciados considerando a gestão dos diversos tipos de resíduos.

O processo foi organizado em três etapas destintas, incluindo a consolidação dos Planos Municipais de Saneamento Básico, a previsão de manejo e disposição adequada dos resíduos e estratégias de implementação.

O PIGIRS inclui diagnóstico, definição de responsabilidades, identificação de resíduos e metas. As metas enfatizam princípios como universalização, sustentabilidade, controle social e intersetorialidade. O plano define metas específicas para diferentes tipos de resíduos, como resíduos sólidos urbanos, resíduos da construção civil, resíduos de serviços de saúde e resíduos sujeitos a logística reversa.

Além disso, o PIGIRS visa auxiliar na tomada de decisão dos municípios, promover conscientização ambiental e melhorar a eficiência na gestão de resíduos sólidos. Para fiscalizar a efetivação do plano e cumprimento de metas foi proposto um sistema de avaliação do processo de acordo com as metas definidas para os anos de referência.

A inserção de Três Marias no Consórcio Regional de Saneamento Básico Central de Minas e Consequentemente no Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos apresenta indícios de que o poder público municipal tem se articulado para promover uma melhoria na infraestrutura municipal no que tange as estruturas relacionadas ao setor de gerenciamento de resíduos sólidos.

5.4.7 Circuito Turístico do Lago de Três Marias

O município de Três Marias integra o Circuito Turístico do Lago de Três Marias, uma associação privada composta por municípios da região. A sede do Circuito, localizada em Três Marias, é cedida pela prefeitura e suas despesas são cobertas pelas contribuições dos associados.

O Circuito inclui municípios como Abaeté, Arapuá, Cedro do Abaeté, Estrela do Indaiá, Matutina, Morada Nova de Minas, São Gonçalo do Abaeté, Serra da Saudade, Tiros, Varjão de Minas e Três Marias. Ele atua em parceria com a Secretaria de Turismo de Minas Gerais (SETUR/MG) para promover o desenvolvimento do turismo na região, defender os interesses dos municípios associados e auxiliar na habilitação no ICMS Turístico e Esportivo.

Além disso, o Circuito oferece capacitação aos gestores públicos municipais em questões relacionadas à política e gestão do turismo e apoia eventos na região.

5.4.8 Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – MacroZEE BHSF

O Macrozoneamento Ecológico-Econômico (MacroZEE) da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF) é uma importante ferramenta do planejamento urbano do Governo Federal, coordenada pela Comissão Coordenadora do ZEE do Território Nacional e executada pelo Consórcio ZEE Brasil. O seu principal objetivo é o levantamento e sistematização de informações capazes de impulsionar o ordenamento territorial de forma sustentável com foco na região da Bacia do Rio São Francisco.

Esse macrozoneamento atua enquanto apoio para o desenvolvimento e implantação de demais planos e políticas em escala regional, nacional e municipal. O Plano de Recursos Hídricos da BHSF 2016-2025 e o Programa de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco são dois exemplos de instrumentos nesse sentido que se relacionam diretamente ao MacroZEE BHSF.

Em 2011 o Consórcio ZEE Brasil publicou os estudos de diagnóstico desse plano, fundamental para o desenho de diretrizes coerente com os territórios. Esse documento reúne informações

relativas ao meio físico, biótico, socioeconômico e jurídico-institucional, que permitem a realização de análises acerca das principais vulnerabilidades e potencialidades desses pontos de forma macrorregional.

Para tanto, foram consultados mapeamentos sistemáticos, estudos geoambientais, planos diretores e de desenvolvimento, especialistas em biodiversidade, softwares de geoprocessamento, diagnósticos setoriais, informações relacionadas à dinâmica demográfica e às atividades produtivas, além dos bancos de dados.

Um dos aspectos ressaltados nessa análise é a existência de espécies em alto risco de extinção, a ocorrência de cavernas e a presença de áreas remanescentes de vegetação nativa. Esse contexto reforça a importância da realização de ações voltadas para a conservação e recuperação ambiental que considerem o uso da terra, a divisão regional, a vulnerabilidade socioambiental e os impactos das tipologias de uso da região.

Sobre o meio físico, nos territórios relacionados ao empreendimento proposto para a Unidade Três Marias da Nexa, é possível identificar a presença de uma região natural de Savana que transita para uma ecodinâmica instável. São observadas fortes erosões regressivas entre as Bacias Hidrográficas dos rios São Francisco e Tocantins, o escovamento superficial e ressurgências de lençol freático nos vales largos com lagoas em depressão fechadas dos afluentes do rio Grande, o escoamento superficial difuso e concentrado com formação de sulcos nas áreas de maior declive nas cristas de Unaí e o escoamento superficial difuso e concentrado com formação de sulcos nas áreas escarpadas e assoreamento dos vales.

De acordo com o documento, os municípios relacionados ao empreendimento (Três Marias e São Gonçalo do Abaeté) estão localizados nas regionais das cidades de Montes Claros, Patos de Minas e Belo Horizonte. Além disso, da perspectiva dos conflitos jurídico-institucionais, esses municípios apresentam centros urbanos em espaços rurais consolidados, de frágil dinamismo recente e moderada desigualdade social.

Em 2015 foi discutida a continuidade e a finalização do Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco tendo em vista a importância desse instrumento para a descentralização dos recursos hídricos dessa bacia. As atualizações e complementações foram organizadas em quatro volumes relativos a diagnósticos temáticos e uma análise integrada da Bacia do Rio São Francisco. Dos dados disponibilizados por meio da plataforma *online* do Ministério do Meio Ambiente, somente foi possível ter acesso ao diagnóstico do meio socioeconômico dessa etapa. Nessa pesquisa foram consideradas as dinâmicas econômicas, demográficas e os aspectos gerais dos modos de vida, associados à disponibilidade de empregos, índices de vulnerabilidade social, o uso e ocupação do solo, dentre outros. Enquanto temas prioritários, destacam-se os setores hidroviário, industrial, minerário, da agricultura e pecuária, os conflitos do uso do rio São Francisco, os serviços ecossistêmicos da rede fluvial, a expansão urbana e do saneamento, o patrimônio físico/cultural e as energias renováveis.

Especificamente sobre as atividades industriais e minerárias, o estudo aponta uma concentração da produção industrial no Alto do Rio São Francisco, onde se localizam os territórios em foco neste trabalho. No que tange à distribuição dessa atividade dentro da própria regional, é perceptível uma significativa concentração próxima à mesorregião metropolitana de Belo Horizonte.

Essa região fisiográfica da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco também se destaca pela presença de atividades associadas ao setor da mineração, principalmente em função da exploração de recursos naturais no Quadrilátero Ferrífero. De acordo com o documento, as receitas tributárias referentes à Compensação Financeira pela Exploração Mineral representam cerca de 90% do total da Bacia. Associados a esse setor, é ressaltada a contaminação do solo e da água, o rebaixamento de lençóis freáticos e a destruição da paisagem enquanto possíveis impactos a serem considerados. Nesse âmbito, o documento aponta para a contaminação do Rio São Francisco em Três Marias, motivada pelas atividades da antiga empresa Votorantim Metais às margens do rio.

Seguinte às análises propostas pelo relatório foi realizado um estudo direcionado à construção de cenários prospectivos e à definição de subsídios visando à implementação do instrumento à médio e longo prazo. Dessa forma, são apresentados gráficos e informações desenvolvidos pela empresa NEMUS – Gestão e Requalificação Ambiental, que perpassam por aspectos do desenvolvimento econômico, de infraestruturas, do ambiente institucional, da dimensão ambiental e do desenvolvimento sociodemográfico direcionados a cada uma das regiões da BHSF.

5.4.9 Consórcio dos Municípios do Lago de Três Marias – COMLAGO

A Lei Ordinária n° 1.681 de 2001 autoriza Três Marias a integrar o Consórcio dos Municípios do Lago Três Marias (COMLAGO), que visa promover o desenvolvimento regional ao redor do represamento das águas do Rio São Francisco pela usina hidrelétrica de Três Marias. Em 2006, a Lei Estadual nº 16.460 declara de utilidade pública o COMLAGO, com sede em Três Marias.

De acordo com o Art. 2° do primeiro capítulo da lei, os municípios que compõem o COMLAGO são Três Marias, Abaeté, Felixlândia, Morada Nova de Minas, Paineiras, Pompéu e São Gonçalo do Abaeté. O Art. 7° da lei define os objetivos do COMLAGO, a saber*:*

> *I – Manter presença e participar dos fóruns e movimento dirigidos pela UME - União do Municípios Energéticos, em defesa e pela aplicação e aprimoramento da legislação, na fiscalização dos recolhidos e pagamentos obrigatórios, no encaminhamento de projetos comuns;*
>
> *II – Atuação em caráter de ação política e jurídica em todas as áreas dos poderes públicos estaduais e federais (Executivo, Legislativo e Judiciário), pelo rigoroso cumprimento da participação nos resultados da geração e comercialização da energia elétrica, nos termos e na plenitude do direito;*

III – Exercer junto ao DNAEE - Departamento Nacional das Águas e Energia Elétrica, do Ministério das Minas e Energia em Brasília - DF, atuação permanente de acompanhamento da fiscalização que o órgão cabe promover, na projeção e pagamento da compensação financeira de recursos hídricos pelas companhias Energéticas do país e por Itaipú, bem como pelo repasse integral regular adas quotas-partes cabíveis aos municípios formadores do Lago Três Marias;

IV – Interceder, junto ao Governo de Minas Gerais, no sentido da aplicação da abrangência dos municípios formadores do Lago Três Marias dos recursos advindos da quotas-parte dos 45% das compensações financeiras cabíveis ao Estado na proporção do recurso gerado pela Usina de Três Marias, para o desenvolvimento da região.

V – Instar junto a CEMIG - Companhia Elétrica de Minas Gerais, Codevasf- Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco, pelo desenvolvimento da navegação, de transporte hidroviário e turístico, no circuito do Lago Três Marias, bem como desenvolvimento de projetos de irrigação, de criação de peixes, de repovoamento intensivo da fauna do Lago, de desenvolvimento de Projetos de Turismo e outros programas afins;

VI – Promover o desenvolvimento sustentável (econômico, social e ambiental) urbano e rural, ao mesmo tempo que a integração dos Municípios geradores de energia elétrica do Lago de Três Marias, através de convênios nacionais e/ou internacionais, que o Consórcio seja prévia e formalmente autorizado firmar, com organizações governamentais, bem como sob parceria com iniciativa privada;

VI – Preservar as nascentes e implementar projetos de proteção ambiental, com o objetivo principal de garantir a qualidade das águas do Lago e do Rio, da fauna e flora;

VII – Elaborar e implantar projetos, programas e políticas sociais, como saneamento, apoio rural, educação e outros de interesse dos municípios membros;

VIII – Resgatar valores culturais comuns e integrar culturalmente as populações radicadas a margem do lago;

IX – Apoiar e participar ativamente do Comitê das Águas da Bacia do Rio São Francisco;

X – Consolidar a região do Lago de Três Marias, como polo de ecoturismo de Minas Gerais para o mundo;

XI – Propor e aplicar outros programas e serviços sociais e afins;

É previsto ainda no Art. 9° do capítulo III da lei municipal que a Assembleia Geral do COMLAGO, se constituirá pelos prefeitos, vice-prefeitos e nove vereadores de cada município indicados pela mesa das respectivas câmaras municipais.

6 ÓRGÃOS E ENTIDADES ENVOLVIDOS

Em grande parte dos processos de licenciamento ambiental, ocorre o envolvimento de órgãos e entidades públicas. A seguir, são elencados os órgãos e entidades, apontados pelo Termo de

Referência (versão 1.2), para os quais há aplicabilidade de manifestações no âmbito do Projeto Disposição a Seco dos Resíduos Industriais da Unidade Três Marias:

- ***Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico – IEPHA -MG:*** *O projeto se enquadra na exigência de análise de impacto no patrimônio cultural, conforme definido no art. 10 da Lei Estadual nº 11.726, de 30 de dezembro de 1994. O diagnóstico do Meio Socioeconômico, item "Patrimônio Cultural e Natural" contextualiza a inserção do Projeto Disposição a Seco dos Resíduos Industriais da Unidade Três Marias em relação aos bens culturais acautelados em âmbito estadual. Além disso, no item de "Identificação e Avaliação de Impactos Socioambientais" é analisado o impacto do projeto em relação aos bens culturais.*

- ***Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN****: O projeto se enquadra na exigência de análise de impacto no patrimônio cultural, conforme Portaria Interministerial MMA/MJ/MC/MS nº 60, de 24 de março de 2015. O diagnóstico do Meio Socioeconômico, item "Patrimônio Cultural e Natural" contextualiza a inserção do Projeto Disposição a Seco dos Resíduos Industriais da Unidade Três Marias em relação aos bens culturais acautelados em âmbito federal. Além disso, no item de "Identificação e Avaliação de Impactos Socioambientais" é analisado o impacto do projeto em relação aos bens culturais.*

7 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A Caracterização do Empreendimento visa apresentar o detalhamento das estruturas e atividades previstas no âmbito do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias. Para proceder a caracterização, foram utilizados os projetos básicos desenvolvidos para as duas principais estruturas contempladas: a planta de filtragem/cimentação e a pilha de resíduos industriais. A Tabela 7-1 detalha ambos os projetos. Para além dessas referências principais, foram também empregados estudos e projetos complementares, desenvolvidos pelas empresas Tetra Tech e TPF Engenharia.

Tabela 7-1: Principais referências utilizadas para composição da Caracterização do Empreendimento do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

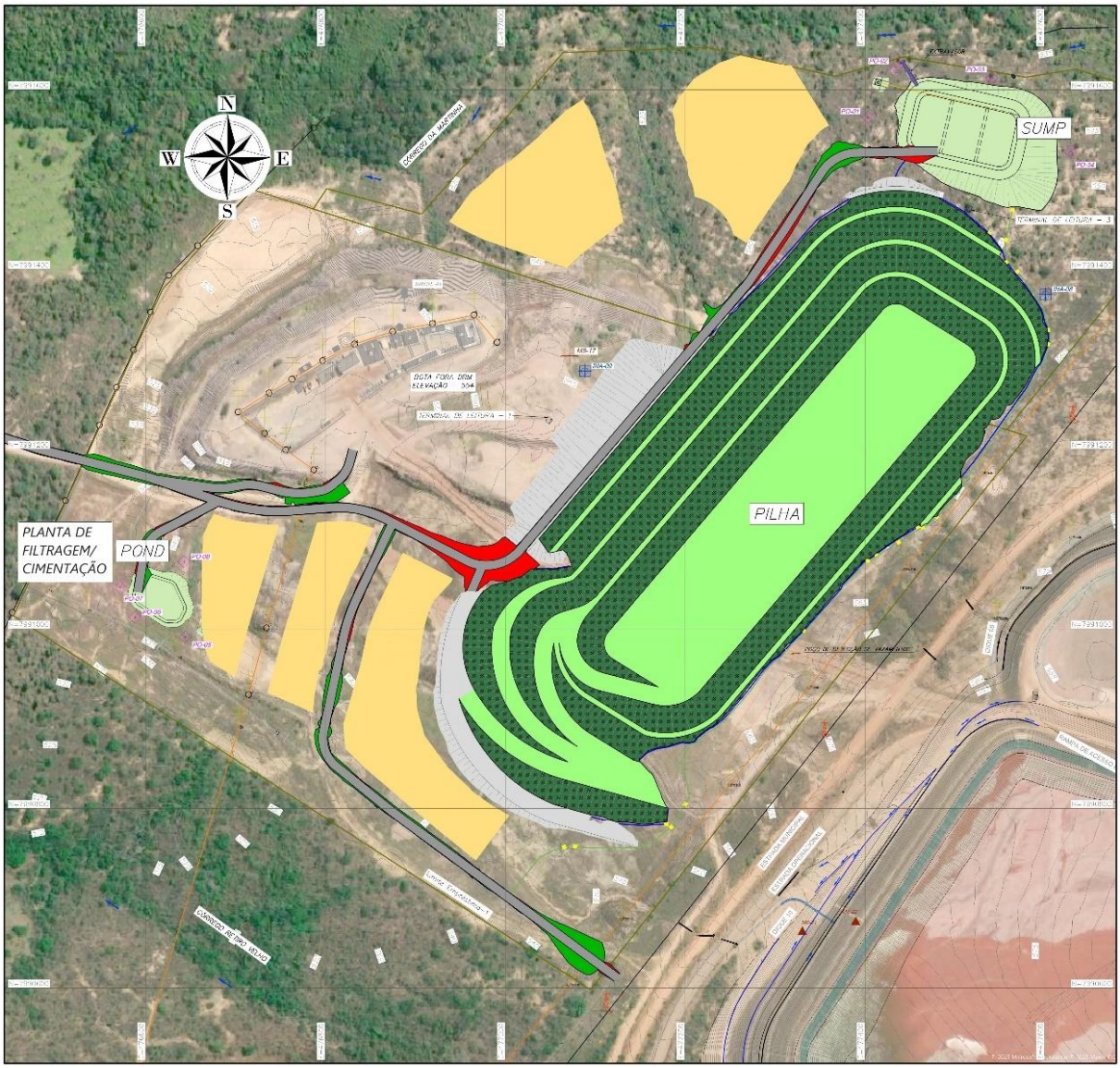
Empresa/Ano	Documento	Título	Data
Tetra Tech	MD-C720521010-0901PCD0501	Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais de Três Marias Projeto Básico – FEL 3 Memorial Descritivo de Processo	02/06/2023
TPF Engenharia	RL-C720521010-0902CIV0918-R0	Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais de Três Marias Projeto Básico – FEL 3 Relatório Técnico – Relatório Técnico do Projeto	16/10/2023

O Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais é resultado de diversos investimentos em pesquisas tecnológicas realizadas pela Nexa, para permitir que a água presente na polpa remanescente do processo hidrometalúrgico seja retirada, a ponto de permitir a secagem do resíduo e o empilhamento a seco, dispensando, assim, o uso de barragens.

A Figura 7-1 mostra o arranjo geral das estruturas que compõem o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais, sendo eles:

- *Planta de Filtragem/Cimentação e Pond de Emergência;*
- *Pilha de Disposição a Seco e SUMP de Efluentes Líquidos;*
- *Estruturas Auxiliares (acessos internos e bota-foras).*

Figura 7-1: Arranjo geral do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais



Fonte: adaptado de TPF Engenharia, 2023a.

Na caracterização do empreendimento, em um primeiro momento, será discutida a justificativa técnica para implantação do Projeto e, também, informações sobre os testes industriais realizados pela Nexa para viabilizar a disposição a seco. Posteriormente, será apresentada a caracterização do resíduo industrial, do ponto de vista químico, geotécnico e com estimativa de geração. Na sequência será detalhado, com descrição minuciosa do projeto, a planta de filtragem/cimentação e a pilha de disposição a seco do resíduo industrial. No próximo tópico, serão apresentadas as atividades relacionadas às fases de planejamento, implantação, operação e descomissionamento do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, finalizado com a apresentação das informações necessárias para o cálculo de compensação ambiental.

Cabe mencionar que durante a elaboração deste Estudo de Impacto Ambiental convencionou-se utilizar, para referência ao material residual remanescente do processo produtivo da Unidade Três Marias, o termo "resíduo industrial", em detrimento de "rejeitos". Esta diferenciação visa distinguir o material residual da Unidade Três Marias, que se trata de uma indústria metalúrgica, dos rejeitos relacionados estritamente às atividades minerárias.

7.1 JUSTIFICATIVA TÉCNICA DO PROJETO

O Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias tem como objetivo aumentar a capacidade de armazenamento de resíduos gerados na planta de zinco da Unidade Três Marias, por meio da filtragem do resíduo em filtros tipo prensa, com posterior tratamento do material com adição de leite de cal e cimento, seguido da cura e disposição em pilha de resíduos industriais.

A Unidade Três Marias produz, atualmente, cerca de 190 mil toneladas de zinco por ano e conta com um total de 1.300 empregados, entre próprios e terceiros.

Com o passar dos anos, o empreendimento foi se tornando cada vez mais tecnológico para melhor beneficiar, de forma integrada, os concentrados com qualidades químicas distintas, provenientes das minas de Vazante (concentrado silicato e sulfetado) e Morro Agudo (concentrado sulfetado), gerando, assim, os produtos finais: ácido sulfúrico, catodo granulado de zinco, pó de zinco, materiais eletro minerais, sulfeto de mercúrio, ligas, óxido de zinco e gralhada de zinco. Atualmente, o empreendimento também recebe o concentrado sulfetado da Unidade Aripuanã da Nexa Recursos Minerais S.A., localizada no estado do Mato Grosso.

A Figura 7-2 mostra fluxograma com as etapas do processo produtivo de zinco no empreendimento, as matérias primas, os produtos e os principais resíduos.

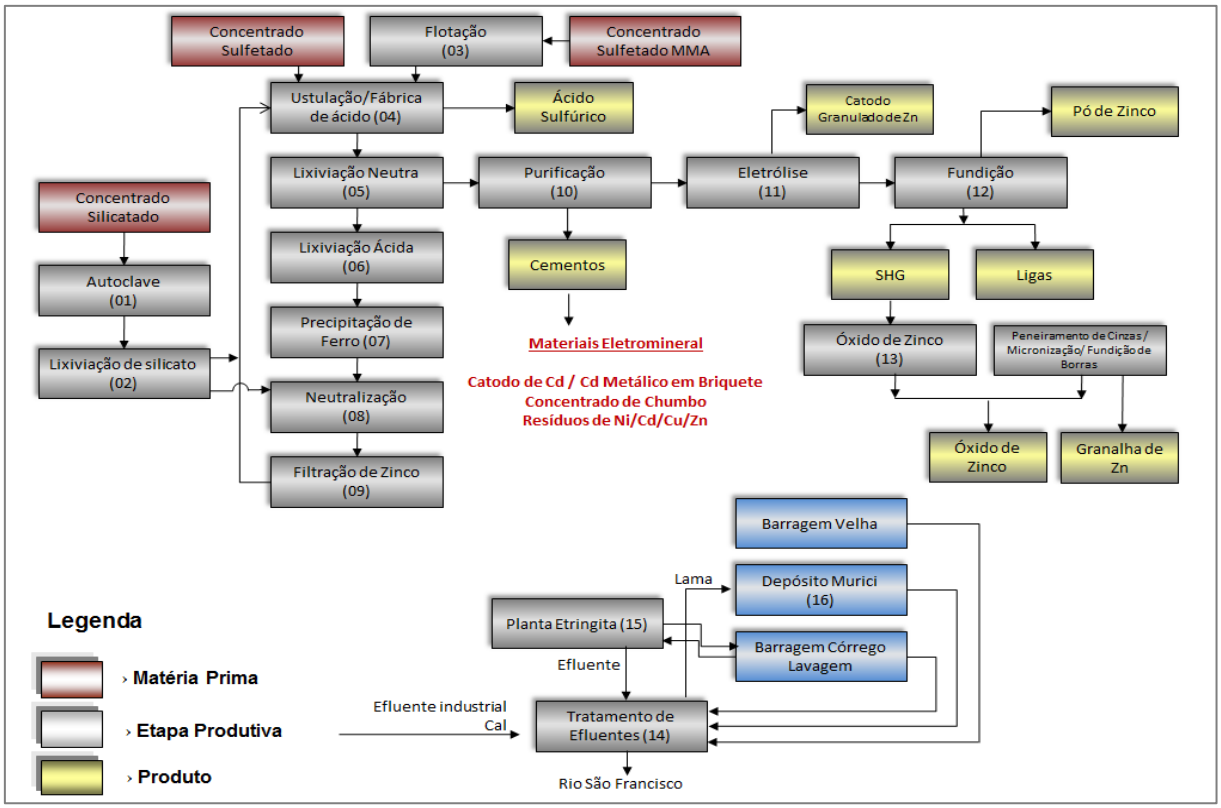
Para contextualizar a geração da lama terciária no processo produtivo, será realizada uma descrição sucinta das etapas de obtenção de zinco metálico na Unidade Três Marias.

O concentrado sulfetado de zinco passa pelo processo de flotação, onde é reduzida a concentração de cálcio e magnésio, aumentando assim a concentração de zinco para alimentar o forno

ustulador, o qual, em alta temperatura, realiza a reação entre o concentrado e o oxigênio do ar atmosférico produzindo ustulado de zinco, que é então enviado para a etapa de lixiviação neutra e ácida. O dióxido de enxofre, proveniente da separação do sulfeto de zinco na ustulação, é utilizado para produção de ácido sulfúrico na fábrica de ácido.

O concentrado silicatado de zinco da mina de Vazante é encaminhado para o Autoclave com o intuito de solubilizar o magnésio presente no material e precipitar o zinco contido, o qual é filtrado em filtros prensa. O material filtrado é, então, enviado para a recuperação de zinco. Já a torta descartada obtida na filtragem é encaminhada à lixiviação de silicato, a qual tem função de controlar o pH para evitar que se transforme em sílica gel, dificultando a filtração do material. Após a solubilização do zinco é realizado a separação sólido/líquido. O líquido é encaminhado à lixiviação neutra (com acidez branda) e o sólido encaminhado à neutralização.

Figura 7-2: Etapas do processo produtivo da Unidade Três Marias



Fonte: imagem disponibilizada pela Nexa, em 2020.

Todos os concentrados, silicatado e sulfetado, são direcionados para a etapa de lixiviação neutra com o intuito de realizar a purificação da solução através da precipitação do ferro em hidróxido férrico. A parte da solução com impurezas, é encaminhada à lixiviação ácida, já a parte praticamente livre de sólidos, é enviada à purificação que reduz as impurezas da solução, gerando concentrado de cobre e concentrado de cobre/cobalto/cádmio e, a outra parte da solução, é encaminhada à eletrólise. Na eletrólise ocorre a deposição eletrolítica do zinco sólido por meio da redução do Zn++ solúvel a zinco metálico, resultando no depósito de zinco no catodo (placa de alumínio) e liberação de moléculas de O_2 no anodo (placa de chumbo). O catodo de zinco é fundido

e modelado de acordo com as especificações (químicas, físicas e formatos) de cada cliente, fase essa denominada de fundição, a qual produz ligas de zinco com alto teor de pureza (SHG) através dos fornos Ajax.

A solução encaminhada à lixiviação ácida tem função de solubilizar o zinco sob a forma de ferrita de zinco. O zinco desta solução é precipitado em forma de sulfato duplo na fase de precipitação de ferro. Na próxima etapa, denominada neutralização, ocorre a junção do concentrado sulfetado e silicatado para melhor filtrabilidade da polpa, onde os dois serão submetidos à neutralização com adição de neutralizante pH7 e calcário, através da precipitação do flúor.

A polpa da lixiviação é filtrada e obtém-se o filtrado primário (licor de zinco) que é enviado para a lixiviação neutra e a solução secundária que é pobre em sulfato de zinco, enviada para o repolpamento do concentrado silicatado. Esta fase é denominada de filtração de zinco.

Através dos vapores gerados da produção das ligas de zinco (SHG), na fase da fundição, em contato com o ar, reagem com o O_2 produzindo o óxido de zinco, o qual possui quatro baterias, com 47 fornos no total.

Além das etapas produtivas do zinco, a Unidade Três Marias conta, ainda, com os depósitos/barragens de resíduos industriais (Dique de Segurança e Barragem Córrego da Lavagem, em descomissionamento, e Depósito de Rejeitos Murici - DRM, que contempla quatro módulos, sendo um em descomissionamento e os demais em operação). Há, também, uma Estação de Tratamento de Efluentes Industriais, destinada tanto ao tratamento da água de processo, quando água de drenagem da planta industrial e água sobrenadante dos depósitos de resíduos. A Planta Etringita, demonstrada no fluxograma da Unidade, tem o objetivo específico de atuar na descontaminação gerada pela Barragem Córrego da Lavagem, promovendo o tratamento das águas subterrâneas bombeadas em um sistema de recuperação denominado *Pump and Treat*.

Todas as etapas iniciais do processo produtivo dependem de água para ocorrerem, fato pelo qual, muitas vezes, se utiliza o termo "hidrometalúrgico" para se referir ao processamento. A geração da lama terciária está associada, principalmente, à etapa de filtração de zinco e à etapa de flotação do concentrado sulfetado de zinco.

Fica evidente, no detalhamento do processo produtivo, a importância da disposição dos resíduos industriais para a atividade produtiva de zinco no empreendimento. Ainda que não se trate de uma etapa do processo metalúrgico, em consonância com a legislação aplicável e as melhores práticas ambientais, é imprescindível a correta disposição dos resíduos gerados.

Assim como detalhado no item "Histórico da Unidade Três Marias e da Disposição de Resíduos Industriais", até junho de 2011 a lama terciária gerada na operação da hidrometalurgia era enviada para a Barragem Córrego Lavagem e, a partir desta data, passou a ser direcionada para o Depósito de Rejeitos Murici, construído para receber, além da geração atual, todos os resíduos já depositados no Dique de Segurança e na Barragem Córrego Lavagem.

Entre os anos de 2011 e 2016, os resíduos industriais provenientes da operação da planta hidrometalúrgica foram depositados no módulo Central do Depósito de Rejeitos Murici. Com o fim da vida útil do módulo Central, os resíduos passaram a ser dispostos no módulo Oeste 1, inicialmente implantado na Elevação 586,0 m e posteriormente alteado para a El. 592,0 m. Entre 2019 e 2020 foi realizado um novo alteamento no módulo Oeste 1, alçando-o à El. 598,0 m. Este novo alteamento é capaz de aumentar a vida útil do depósito e, em decorrência de outras soluções que a Unidade Três Marias tem desenvolvido para otimizar o armazenamento dos resíduos industriais, tem previsão de operação até meados do ano de 2027.

Após este momento, será necessário novo local para disposição dos resíduos industriais da Unidade Três Marias, atendendo às necessidades da empresa a médio/longo prazo, motivo pelo qual se justifica a implantação do Projeto Disposição de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, melhor alternativa tecnológica selecionada.

A pilha de disposição a seco de resíduos terá uma vida útil prevista de 8,5 anos, sendo imprescindível para viabilizar a continuação das atividades desenvolvidas na Unidade Três Marias e nos complexos minerários que fornecem matéria-prima ao empreendimento (Unidade Vazante, Unidade Morro Agudo e Unidade Aripuanã).

7.2 TESTES INDUSTRIAIS DESENVOLVIDOS PARA VIABILIZAR A DISPOSIÇÃO A SECO

O resíduo industrial remanescente do processo metalúrgico da Unidade Três Marias apresenta características únicas e, por isso, visando o estabelecimento da melhor tecnologia para desaguá-lo e proporcionar a disposição a seco, a Nexa instalou, no ano de 2022, uma planta teste para filtragem/cimentação. Esta estrutura é dispensada de licenciamento e, dessa maneira, a empresa obteve em 27/07/2021, junto à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD, uma Certidão de Dispensa de Licenciamento Ambiental para implantação das seguintes estruturas: um galpão contendo correias transportadoras, quatro tanques, dois silos e dois misturadores em área total construída de 6.000 m^2.

A planta-teste (estrutura de secagem e melhoramento químico do resíduo sólido) foi instalada em uma cobertura de tenda inflável composta por espaço para estocagem do resíduo industrial, área de secagem e, também, uma área de resíduo compactado em faixas, visando reproduzir condições semelhantes à futura pilha de resíduos industriais.

Para definição dos parâmetros de resistência e comportamento do resíduo industrial que subsidiaram o desenvolvimento do Projeto Básico, o material foi filtrado gerando um resíduo sólido com 50% de umidade, e, então, misturado com leite de cal (5% p/p em base seca) e cimento Portland CP-III (10% p/p em base seca). Destaca-se que esta não é a composição química de mistura que foi definida para o projeto final da planta.

Para tratamento do resíduo industrial usado na execução do aterro experimental, foram executadas oito baias de cura, sendo quatro utilizadas para o resíduo industrial sem ligantes

químicos e as outras quatro para o resíduo industrial com ligante químico (cal virgem e cimento Portland CP-III). Cada faixa ocupando áreas de quatro metros de largura por dez metros de comprimento.

Para a operacionalização do aterro experimental foram previstas áreas específicas para deslocamento dos equipamentos usados nas operações de carga e mistura dos materiais, transporte para as baias de cura, destas para as áreas de secagem e finalmente para as faixas de compactação, onde o resíduo misturado com cal e cimento, ou sem mistura, foi espalhado conformado em camadas e compactado, de acordo com critérios pré-definidos de espessura e número de passada do rolo compactador.

A partir disso, foi executado um aterro experimental, sendo o material disposto no Módulo Oeste 2 do Depósito de Rejeitos Murici – DRM; estrutura já licenciada para receber resíduos industriais secos.

Para definição dos parâmetros químicos e geotécnicos adotados nos diversos estudos do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, foram retiradas amostras de todas as camadas de cada uma das faixas de compactação do material, em diferentes profundidades e em diferentes localizações em planta.

7.3 CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO INDUSTRIAL

7.3.1 Características Químicas

Tendo como referência a Norma ABNT NBR 10.004:2004, os resíduos sólidos são classificados de duas formas: perigoso (Classe I), apresentando características de inflamabilidade, corrosividade, radioatividade, toxicidade ou patogenicidade; ou não perigoso (Classe II), podendo ser inerte (A), o qual não sofre transformações físicas, químicas ou biológicas em contato com a água, ou não inerte (B), caracterizados por não possuírem tendência de sofrer reações químicas.

De forma a subsidiar o desenvolvimento do Projeto, a Nexa Recursos Minerais S.A. desenvolveu análise química do resíduo industrial não cimentado e do resíduo industrial cimentado. As amostras foram coletadas no aterro experimental supradescrito.

As análises físico-química do resíduo industrial cimentado foram executadas pelo Laboratório Engequisa Engenharia Química Sanitária e Ambiental Ltda., certificado pela Rede Metrológica de Minas Gerais – RMMG, no escopo da norma ABNT NBR ISO/IEC 17.025:2017, por meio do Certificado de Acreditação PRC nº 281.01/2021. Os procedimentos amostrais seguiram as determinações da Norma ABNT NBR 10.007:2004 (Amostragem de resíduos sólidos).

Em síntese, foram coletadas oito amostras enviadas para o laboratório Engequisa, descritas da seguinte maneira:

- ***Amostra 20938/2022.0:*** *correspondente ao resíduo industrial apenas filtrado, não cimentado, coletado na Faixa 1 de compactação.*
- ***Amostra 20937/2022.0:*** *correspondente ao resíduo industrial apenas filtrado, não cimentado, coletado na Faixa 2 de compactação.*
- ***Amostra 20936/2022.0:*** *correspondente ao resíduo industrial apenas filtrado, não cimentado, coletado na Faixa 3 de compactação.*
- ***Amostra 22747/2022.0:*** *correspondente ao resíduo industrial apenas filtrado, não cimentado, coletado na Faixa 4 de compactação.*
- ***Amostra 22729/2022.0:*** *correspondente ao resíduo industrial apenas filtrado, não cimentado, coletado na Faixa 5 de compactação.*
- ***Amostra 22712/2022.0:*** *correspondente ao resíduo industrial filtrado e cimentado (adição de cal virgem e cimento), coletado na Faixa 6 de compactação.*
- ***Amostra 20940/2022.0:*** *correspondente ao resíduo industrial filtrado e cimentado (adição de cal virgem e cimento), coletado na Faixa 7 de compactação.*
- ***Amostra 20939/2022.0:*** *correspondente ao resíduo industrial filtrado e cimentado (adição de cal virgem e cimento), coletado na Faixa 8 de compactação.*

Os resultados das análises empreendidas, em maio de 2022, para ensaios de lixiviação e de solubilização, respectivamente, são apresentados na Tabela 7-2 e na Tabela 7-3.

Verifica-se que nos ensaios de lixiviação, as amostras correspondentes ao resíduo apenas filtrado, não cimentado, apresentam desvios em relação aos valores máximos permitidos pela Norma ABNT 10.005:2004, de forma alternada, para os parâmetros cádmio e chumbo, ao passo que as amostras do resíduo filtrado e cimentado, não apresentam desvios para nenhum dos parâmetros analisados.

No que tange à solubilização, tanto as amostras de resíduo apenas filtrado, quando as amostras de resíduo filtrado e cimentado, apresentaram desvios em relação aos valores máximos permitidos na Norma ABNT 10.006:2004, de forma alternada, para os parâmetros sulfato, cádmio, chumbo, manganês e zinco.

Sendo assim, as amostras de resíduo apenas filtrado seriam classificadas como “Classe I – Perigoso” e as amostras de resíduo filtrado e cimentado seriam “Classe II-A – Não Perigoso, Não Inerte”.

| Tabela 7-2: Resultados dos ensaios de lixiviação (Norma ABNT 10.005:2004) das amostras com resíduo industrial filtrado e resíduo filtrado/cimentado | Laboratório Engequisa

Parâmetro	Amostra de resíduo industrial filtrado, não cimentado (mg/L)					Amostra de resíduo industrial filtrado e cimentado (adição de cal virgem e cimento) (mg/L)			VMP NBR 10.005:2004 – Lixiviação – Anexo F (mg/L)	Limite de Quantificação (mg/L)
	20938/ 2022.0	20937/ 2022.0	20936/ 2022.0	22747/ 2022.0	22729/ 2022.0	22712/ 2022.0	20940/ 2022.0	20939/ 2022.0		
1,1-Dicloroetileno	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	3	0,001
1,2-Dicloroetano	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	1	0,001
1,4-Diclorobenzeno	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	7,5	0,001
2,4,5-T	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	0,2	0,0008
2,4,5-TP	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	1	0,0008
2,4,5-Triclorofenol	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	400	0,00001
2,4,6-Triclorofenol	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	20	0,00001
2,4-D	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	3	0,0008
2,4-Dinitrotolueno	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,13	0,0005
Metiletilcetona	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	200	0,05
Aldrin + Dieldrin	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	0,003	0,000001
Benzeno	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,5	0,001
Benzo(a) Pireno	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,07	0,00001
Lindano	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,2	0,00001
Clordano (todos os isômeros)	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,02	0,00001
Cloreto de Vinila	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,5	0,001
Clorofórmio	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	6	0,01
Cresol Total	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	200	0,00003

Parâmetro	Amostra de resíduo industrial filtrado, não cimentado (mg/L)					Amostra de resíduo industrial filtrado e cimentado (adição de cal virgem e cimento) (mg/L)			VMP NBR 10.005:2004 – Lixiviação – Anexo F (mg/L)	Limite de Quantificação (mg/L)
	20938/ 2022.0	20937/ 2022.0	20936/ 2022.0	22747/ 2022.0	22729/ 2022.0	22712/ 2022.0	20940/ 2022.0	20939/ 2022.0		
DDT (p, p´DDT+ p, p´DDD + p, p´DDE)	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	0,2	0,000001
Endrin	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	0,06	0,000001
Heptacloro e seus epóxidos	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	0,003	0,000001
Hexaclorobenzeno	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	0,1	0,000001
Hexaclorobutadieno	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,5	0,001
Hexacloroetano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	3	0,01
m-Cresol	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	200	0,00001
Metoxicloro	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	2	0,00001
Clorobenzeno	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	100	0,001
Nitrobenzeno	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	2	0,00001
o-Cresol	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	200	0,00001
p-Cresol	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	200	0,00001
Pentaclorofenol	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,9	0,00001
Piridina	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	5	0,00001
Tetracloreto de Carbono	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,2	0,001
Tetracloroetileno	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	4	0,001
Toxafeno	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,5	0,00001
Tricloroetileno	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	7	0,001
Fluoreto	2,45	4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	150	0,1
Arsênio Total	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,13	<0,005	<0,005	1	0,005

Parâmetro	Amostra de resíduo industrial filtrado, não cimentado (mg/L)					Amostra de resíduo industrial filtrado e cimentado (adição de cal virgem e cimento) (mg/L)			VMP NBR 10.005:2004 – Lixiviação – Anexo F (mg/L)	Limite de Quantificação (mg/L)
	20938/ 2022.0	20937/ 2022.0	20936/ 2022.0	22747/ 2022.0	22729/ 2022.0	22712/ 2022.0	20940/ 2022.0	20939/ 2022.0		
Bário Total	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,25	0,24	0,12	0,1	70	0,1
Cádmio Total	**4,87**	**4,62**	**4,71**	**8,05**	**0,67**	0,068	0,027	0,011	0,5	0,0005
Chumbo Total	**13,1**	**12,7**	**12,4**	**24,5**	0,21	0,013	<0,005	0,0081	1	0,005
Cromo Total	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	5	0,01
Mercúrio Total	<0,0002	<0,0002	0,0003	0,0003	0,0015	<0,0002	0,0004	0,0003	0,1	0,0002
Prata Total	0,027	0,026	0,03	0,057	0,078	0,076	0,044	0,04	5	0,01
Selênio Total	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1	0,01

Fonte: laudos de análises laboratoriais emitidos pela Engequisa, 2022, disponibilizados pela Nexa, em 2023.

Tabela 7-3: Resultados dos ensaios de solubilização (Norma ABNT 10.006:2004) das amostras com resíduo industrial filtrado e resíduo filtrado/cimentado | Laboratório Engequisa

Parâmetro	Amostra de resíduo industrial filtrado, não cimentado (mg/L)					Amostra de resíduo industrial filtrado e cimentado (adição de cal virgem e cimento) (mg/L)			VMP NBR 10.006:2004 – Solubilizado – Anexo G (mg/L)	Limite de Quantificação (mg/L)
	20938/ 2022.0	20937/ 2022.0	20936/ 2022.0	22747/ 2022.0	22729/ 2022.0	22712/ 2022.0	20940/ 2022.0	20939/ 2022.0		
2,4,5-T	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	0,002	0,0008
2,4,5-TP	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	0,03	0,0008
2,4-D	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	0,03	0,0008
Aldrin + Dieldrin	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	0,00003	0,000001
Lindano	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,002	0,00001
Clordano (todos os isômeros)	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,0002	0,00001
DDT (p, p´DDT+ p, p´DDD + p, p´DDE)	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	0,002	0,000001
Endrin	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	0,0006	0,000001
Heptacloro e seus epóxidos	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	0,00003	0,000001
Hexaclorobenzeno	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	0,001	0,000001
Metoxicloro	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,02	0,00001
Toxafeno	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,005	0,00001
Agentes Tensoativos	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5	0,1
Cianeto	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,07	0,02
Cloreto	314	<0,1	99,5	0,34	5,17	3,59	167	114	250	0,1
Fenóis	<0,003	<0,003	<0,003	0,005	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,01	0,003
Fluoreto	<0,1	0,5	<0,1	1,03	0,93	1,14	<0,1	<0,1	1,5	0,1
Nitrato	<0,1	<0,1	<0,1	4,2	0,44	4,39	<0,1	<0,1	10	0,1

Parâmetro	Amostra de resíduo industrial filtrado, não cimentado (mg/L)					Amostra de resíduo industrial filtrado e cimentado (adição de cal virgem e cimento) (mg/L)			VMP NBR 10.006:2004 – Solubilizado – Anexo G (mg/L)	Limite de Quantificação (mg/L)
	20938/ 2022.0	20937/ 2022.0	20936/ 2022.0	22747/ 2022.0	22729/ 2022.0	22712/ 2022.0	20940/ 2022.0	20939/ 2022.0		
Sulfato	**36.712**	2.114	244	**1.066**	**808**	**4.807**	**366**	**375**	250	0,1
Alumínio Total	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,12	0,12	<0,1	0,2	0,1
Arsênio Total	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	0,005
Bário Total	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,7	0,1
Cádmio Total	**2,76**	**3,23**	**4,11**	**0,57**	0,0022	<0,0005	0,0011	<0,0005	0,005	0,0005
Chumbo Total	**0,17**	**0,16**	**0,26**	0,092	<0,005	0,0064	<0,005	<0,005	0,01	0,005
Cobre Total	<0,005	<0,005	0,012	0,03	0,013	0,009	<0,005	<0,005	2	0,005
Cromo Total	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	0,01
Ferro Total	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	0,1
Manganês Total	**17,3**	**22,6**	**26,1**	**6,98**	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	0,05
Mercúrio Total	0,0002	<0,0002	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,001	0,0002
Prata Total	0,02	0,02	0,026	0,04	0,042	0,042	0,016	<0,01	0,05	0,01
Selênio Total	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01
Sódio Total	5,31	5,61	6,92	7,49	16,4	16,3	16,7	7,01	200	0,05
Zinco Total	**5,72**	**6,36**	**8,51**	0,56	0,028	0,033	0,015	<0,01	5	0,01

Fonte: laudos de análises laboratoriais emitidos pela Engequisa, 2022, disponibilizados pela Nexa, em 2023.

De forma a realizar uma dupla checagem dos resultados obtidos com análises das amostras iniciais (coletadas e enviadas ao Laboratório Engequisa), a Nexa contratou a realização de diversos ensaios pela Universidade Federal Rio Grande do Sul – UFRGS, reunidos em um relatório técnico emitido em outubro de 2022 (RL-C720521010-0902CIV0710).

Foram executados diversos ensaios em amostras que correspondiam a diferentes cenários possíveis para operação da planta de filtragem/cimentação, em linhas gerais: *(i)* ao resíduo apenas filtrado, porém separado pelas diferentes frações remanescentes de diferentes etapas do processo produtivo da Unidade Três Marias; *(ii)* ao resíduo filtrado, correspondente à mistura entre as frações de diferentes etapas do processo produtivo; *(iii)* ao resíduo filtrado e com adição de cal virgem a 5% de concentração, com diferentes tempos de cura; *(iv)* ao resíduo filtrado e com adição de cimento Portland de Alto-Forno CP-III a 10% de concentração, com diferentes tempos de cura; *(v)* ao resíduo filtrado e cimentado, com adição de cal virgem a 5% de concentração e de cimento Portland de Alto-Forno CP-III a 10% de concentração, com diferentes tempos de cura.

De forma a sintetizar os resultados e facilitar o entendimento, serão aqui discutidos apenas os ensaios das amostras que se assemelham àquelas analisadas pelo Laboratório Engequisa, quais sejam:

- ***Amostra Mistura:*** *correspondente ao resíduo industrial apenas filtrado, não cimentado, resultado da mistura das diferentes frações de resíduos remanescentes do processo produtivo da Unidade Três Marias.*
- ***Amostra Adição de Cal Virgem (5%) + CP-III (10%) 7d:*** *correspondente ao resíduo industrial filtrado (fração mistura), com adição de cal virgem a 5% de concentração e de cimento Portland III a 10% de concentração, com 7 dias de cura (secagem).*
- ***Amostra Adição de Cal Virgem (5%) + CP-III (10%) 28d:*** *correspondente ao resíduo industrial filtrado (fração mistura), com adição de cal virgem a 5% de concentração e de cimento Portland III a 5% de concentração, com 28 dias de cura (secagem).*

Nos ensaios realizados pela Universidade Federal Rio Grande do Sul – UFRGS foram selecionados apenas parâmetros de maior interesse, correspondendo, basicamente, aos metais e a ânions de sulfato, este último apenas nos ensaios de solubilização.

Os resultados das análises empreendidas, para ensaios de lixiviação e de solubilização, respectivamente, são apresentados na Tabela 7-4 e na Tabela 7-5.

Verifica-se que nos ensaios de lixiviação, todas as amostras, tanto do resíduo apenas filtrado, quando do resíduo filtrado e cimentado, com diferentes tempos de cura, apresentaram desvios em relação aos valores máximos permitidos pela Norma ABNT 10.005:2004, de forma alternada, para os parâmetros arsênio total, cádmio total e chumbo total.

No que tange à solubilização, tanto as amostras de resíduo apenas filtrado, quando as amostras de resíduo filtrado e cimentado com diferentes tempos de cura, apresentaram desvios em relação aos valores máximos permitidos na Norma ABNT 10.006:2004, de forma alternada, para os parâmetros prata total, arsênio total, cádmio total, manganês total, chumbo total, selênio total, zinco total e sulfato.

Sendo assim, diferentemente dos resultados obtidos com os ensaios realizados pela Laboratório Engequisa, todas as amostras analisadas seriam classificadas como "Classe I – Perigoso".

Estes resultados poderiam ser mais bem estudados, de forma a verificar se algum material adicionado ao resíduo industrial poderia torná-lo, de fato, "Classe II-A – Não Perigoso", como sugeriram os resultados obtidos com as análises das amostras enviadas ao Laboratório Engequisa. Todavia, de forma conservadora, a Nexa optou por tomar como premissa que toda a pilha e as estruturas auxiliares deverão ser impermeabilizadas, reduzindo o risco de contaminação dos solos ou águas superficiais. Ou seja, considerando essa premissa de realizar a impermeabilização em todas as estruturas, qualquer composição do resíduo, apenas filtrado ou filtrado e cimentado, poderia ser manejado e disposto nas estruturas projetadas.

Tabela 7-4: Resultados dos ensaios de lixiviação (Norma ABNT 10.005:2004) das amostras com resíduo industrial filtrado e resíduo filtrado/cimentado | UFRGS

Parâmetro	Amostra de resíduo industrial filtrado, não cimentado (mg/L)	Amostra de resíduo industrial filtrado e cimentado (adição de cal virgem e cimento) (mg/L)		VMP NBR 10.005:2004 – Lixiviação – Anexo F (mg/L)
	Amostra Mistura	Amostra Adição de Cal Virgem (5%) + CP-III (10%) 7d	Amostra Adição de Cal Virgem (5%) + CP-III (10%) 28d	
Prata Total	0,00	0,04	0,00	5
Alumínio Total	0,00	0,00	0,00	-
Arsênio Total	**6,99**	**3,20**	0,21	1
Bário Total	0,00	0,73	0,00	70
Cádmio Total	**8,89**	**5,19**	**0,73**	0,5
Cromo Total	0,00	0,00	0,00	5
Cobre Total	0,11	0,00	0,00	-
Ferro Total	0,00	0,00	0,00	-
Mercúrio Total	0,00	0,00	0,00	0,1
Manganês Total	33,20	36,70	7,88	-
Sódio Total	0,00	0,00	0,00	-
Chumbo Total	**7,75**	**3,10**	0,50	1
Selênio Total	0,18	0,00	0,27	1
Zinco Total	439,00	342,94	99,74	-

Fonte: UFRGS (2022).

| Tabela 7-5: Resultados dos ensaios de solubilização (Norma ABNT 10.006:2004) das amostras com resíduo industrial filtrado e resíduo filtrado/cimentado | UFRGS

Parâmetro	Amostra de resíduo industrial filtrado, não cimentado (mg/L)	Amostra de resíduo industrial filtrado e cimentado (adição de cal virgem e cimento) (mg/L)		VMP NBR 10.006:2004 – Solubilizado – Anexo G (mg/L)
	Amostra Mistura	Amostra Adição de Cal Virgem (5%) + CP-III (10%) 7d	Amostra Adição de Cal Virgem (5%) + CP-III (10%) 28d	
Prata Total	0,00	**0,87**	0,05	0,05
Alumínio Total	0,00	0,00	0,00	0,2
Arsênio Total	**221,00**	0,00	0,01	0,01
Bário Total	0,00	0,00	0,05	0,7
Cádmio Total	**227,50**	0,00	0,00	0,005
Cromo Total	0,00	0,00	0,01	0,05
Cobre Total	0,30	0,00	0,01	2
Ferro Total	0,00	0,00	0,00	0,3
Mercúrio Total	0,00	0,00	0,00	0,001
Manganês Total	**476,16**	0,00	0,00	0,1
Sódio Total	0,00	0,00	3,03	200
Chumbo Total	**0,95**	0,00	0,01	0,01
Selênio Total	**0,54**	**0,30**	**0,04**	0,01
Zinco Total	**713,50**	0,14	0,14	5
Sulfato	**5.191,97**	**2.733,94**	**2.683,77**	250

Fonte: UFRGS (2022).

7.3.2 Características Geotécnicas

As características geotécnicas do resíduo industrial foram analisadas pela Universidade Federal Rio Grande do Sul – UFRGS, sendo os resultados reunidos em relatório técnico emitido em outubro de 2022 (RL-C720521010-0902CIV0710).

De maneira a verificar a capacidade dos materiais (resíduo apenas filtrado ou com adição de algum composto) e, em última análise, definir a geometria da pilha e fornecer subsídios para análises de estabilidade, foram executados ensaios com os seguintes materiais:

- *Resíduo industrial apenas filtrado;*
- *Resíduo industrial filtrado com adição de cal virgem a 5% de concentração;*
- *Resíduo industrial filtrado com adição de Cimento Portland de Alto-Forno CP-III a 10% de concentração;*
- *Resíduo industrial filtrado com adição de cal virgem a 5% de concentração e de Cimento Portland de Alto-Forno CP-III a 10% de concentração.*

Inicialmente, foram obtidas as características geotécnicas básicas de cada um desses materiais e, num segundo momento, foram estabelecidas as características mecânicas. Especificamente para as amostras correspondentes ao resíduo filtrado com adição de algum composto, foram realizados ensaios com 7 e 28 dias de cura.

Para obtenção das características geotécnicas básicas, os seguintes procedimentos foram utilizados:

- *O peso específico real dos grãos (gs) foi obtido seguindo as diretrizes da norma ASTM D854/2014. Essa especifica os procedimentos para determinação do gs com a utilização de um picnômetro.*
- *Os limites de consistência foram determinados com base na norma ASTM D4318/2017. Sendo esses: limite de liquidez (LL) e limite de plasticidade (LP).*
- *A determinação do pH seguiu as diretrizes estabelecidas pela norma ASTM D4972/2019, sendo as medidas realizadas com um medidor de pH digital.*
- *Para determinação da distribuição granulométrica foram seguidos os procedimentos descritos pela norma ASTM D7928/2021, a qual descreve os métodos para obtenção da granulometria a partir da análise combinada de sedimentação e peneiramento.*

A Tabela 7-6 resume os resultados referentes ao peso específico real dos grãos, limites de consistência e medidas de pH os materiais estudados. De acordo com UFRGS (2022), o teor de sulfatos prejudica uma determinação precisa dos limites de consistência do material, sendo de pouca utilidade para algum tipo de caracterização geotécnica mais aprofundada. No que diz respeito ao pH, nota-se o substancial incremento desse em razão, principalmente, da adição de cal virgem (CV).

Tabela 7-6: Caracterização geotécnica básica

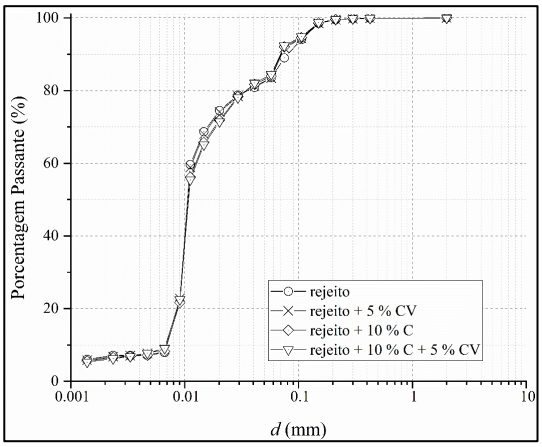
Característica	Resíduo industrial filtrado	Resíduo industrial filtrado + CV	Resíduo industrial filtrado + CP- III	Resíduo industrial filtrado + CV + CP-III
gs (g/cm^3)	3,1	3,12	3,13	3,15
LL (%)	78	84,5	86	85
LP (%)	74	83	82	81
IP (%)	4	1,5	4	4
pH	6,2	11,8	7,4	12,4

Fonte: UFRGS (2022).

A distribuição granulométrica dos materiais que constam na Tabela 7-6 está apresentada graficamente na Figura 7-3. Segundo UFRGS (2022), a inclusão das quantidades estabelecidas de cal virgem e/ou cimento CP-III não causaram mudanças substanciais na distribuição granulométrica do resíduo industrial. Ademais, o resíduo industrial pode ser classificado como

um silte (ML) de acordo com o sistema unificado de classificação dos solos da Norma ASTM D2487/2017.

Figura 7-3: Distribuição granulométrica dos materiais avaliados



Fonte: UFRGS (2022).

Para obtenção das características mecânicas dos materiais, os seguintes procedimentos foram utilizados para realização dos ensaios:

- *O ensaio de compactação Proctor foi realizado seguindo as diretrizes da norma NBR 7182:2020, sendo executado somente na energia normal. Os resultados desses ensaios balizaram a escolha dos parâmetros de compactação (peso específico aparente seco e umidade de moldagem) utilizados no resíduo industrial e na mistura (resíduo industrial + 5% de cal virgem + 10% de CP-III) para realização dos demais ensaios desta etapa. Isto é, os demais ensaios mecânicos foram realizados em amostras compactadas nas condições ótimas relativas à energia normal.*

- *O ensaio Pinhole Test (ensaio do furo de agulha) foi realizado com o intuito de avaliar o potencial de dispersibilidade do resíduo industrial em si e da mistura resíduo industrial + 5% de cal virgem + 10% de CP-III de acordo com as diretrizes estabelecidas pela norma ASTM D4647/2020.*

- *Os ensaios de expansão livre foram executados em amostras cilíndricas (7,5 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura), sendo observados os procedimentos da norma ASTM D4829/2011. As amostras eram alocadas em uma célula oedométrica, sendo o deslocamento vertical medido por uma régua resistiva posicionada no topo da amostra (em contanto com o top cap).*

- *Os ensaios de velocidade de pulso ultrassônico, para avaliação do módulo de cisalhamento inicial (G0), foram realizados utilizando-se o dispositivo PunditLab (+), o qual é capaz de emitir ondas cisalhantes a uma frequência de 250 kHz. Algumas diretrizes da norma ASTM D2845/2008 foram observadas na realização desses ensaios. Nesse sentido, a partir do produto entre o quadrado da velocidade dessas ondas cisalhantes (Vs) e da densidade aparente (r), obtém-se o módulo de cisalhamento inicial (i.e., G0 = Vs^2 x r). Amostras*

cilíndricas (5 cm de diâmetro e 10 cm de altura), compactadas de forma estática observando-se os parâmetros obtidos nos ensaios de compactação, foram utilizadas para a medição do cisalhamento inicial (G0) no respectivo tempo de cura. Uma vez que esse ensaio é não destrutivo, foi realizado nas mesmas amostras que seriam posteriormente ensaiadas a resistência à compressão simples.

- *Os ensaios de resistência à compressão simples (ou resistência à compressão não confinada) foram realizados em acordo com os procedimentos estabelecidos pela norma ASTM D1633/2017. Uma prensa mecânica, digitalmente controlada e acoplada a uma célula de carga de 10 kN, foi utilizada nesse ensaio. A taxa de carregamento era igual a 1,14 mm/min. Com o intuito de minimizar o efeito da sucção na resistência, as amostras eram completamente submersas em água 24 horas antes da realização dos ensaios. Ou seja, no 6° ou 27° dia de cura.*

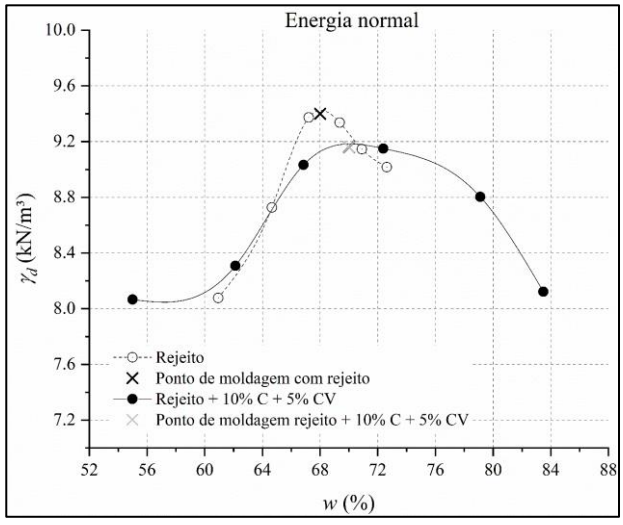
- *Os ensaios triaxiais consolidados isotropicamente e drenados (CID) seguiram as diretrizes da norma ASTM D7181/2020, enquanto os não drenados (CIU) foram realizados com base nas orientações da norma ASTM D4767/2020. Ambos foram realizados em corpos de prova cilíndricos (5 cm de diâmetro e 10 cm de altura) completamente saturados através de um processo que compreendia: (i) percolação de CO2, (ii) percolação de água e (iii) incremento da contrapressão até 300 kPa com a manutenção do estado médio de tensão efetiva (p´) em 20 kPa. Ao final da saturação, o parâmetro B de Skempton era medido e sempre apresentou valores superiores a 0,95. Após a saturação, procedia-se à consolidação da amostra através do aumento da tensão confinante (taxa de 2 kPa/min) até que se alcançasse a tensão efetiva desejada. Tanto para os ensaios triaxiais drenados (CID), quanto para os não drenados (CIU), utilizou-se uma taxa de cisalhamento igual a 4 mm/hora a qual foi determinada com base nas normas anteriormente citadas. Nos ensaios CID, um medidor do tipo Imperial College era utilizado para medição da variação volumétrica do corpo de prova ao longo do cisalhamento. Basicamente, esse mede o fluxo de água que entra/sai da amostra. Ademais, variações nas dimensões do corpo-de-prova (diâmetro e altura) eram medidas ao longo de todas as fases do ensaio através de sensores de efeito Hall colados diretamente na amostra. Isso garantiu uma maior precisão na avaliação das dimensões durante a consolidação e, também, nas fases iniciais do cisalhamento. Além disso, uma régua resistiva era usada para medir o deslocamento vertical durante a fase do cisalhamento. O equipamento triaxial utilizado nos ensaios conta com sistema eletrônico para controle e aquisição durante todas as etapas do ensaio.*

- *O ensaio de durabilidade por molhagem-secagem-escovação seguiu os procedimentos expostos pela norma ASTM D559/2015. Essencialmente, esse ensaio procura submeter o material ensaiado a condições ambientais extremas que são simuladas por 12 ciclos de molhagem (5h), secagem a 72°C durante 42 horas e escovação controlada com uma forca correspondente a 15 N. A perda de massa devido ao processo de escovação é registrada ao longo de cada ciclo, sendo tanto melhor o desempenho do material quanto menor a perda de massa acumulada registrada ao longo desses 12 ciclos.*

- *A determinação do coeficiente de condutividade hidráulica (k) para o resíduo industrial e para as misturas curadas a 7 e 28 dias seguiu as diretrizes da norma NBR 13292/2021. Os ensaios foram realizados em um permeâmetro de parede flexível utilizando-se amostras cilíndricas (5 cm de diâmetro e 10 cm de altura) completamente saturadas. O processo de saturação era semelhante ao descrito para os ensaios triaxiais e envolvia: (i) percolação de CO2, (ii) percolação de água e (iii) incremento da contrapressão até 300 kPa com a manutenção do estado médio de tensão efetiva (p´) em 20 kPa. Após a saturação, procedia-se à consolidação a uma tensão de 35 kPa e, logo após, impunha-se à amostra um gradiente hidráulico de 15 kPa para medição de k.*

Os resultados relativos aos ensaios de compactação estão expostos na Figura 7-4. Segundo UFRGS (2022), de maneira geral, a inclusão de cimento e cal não implicou mudanças substâncias no formato da curva e nos pontos ótimos. Para o resíduo industrial apenas filtrado obteve-se: gd,ot = 9.3 kN/m^3 e w = 68%. Já para a mistura resíduo industrial filtrado + 5% de cal viva + 10% de CP III, o ensaio resultou em: gd,ot = 9.2 kN/m^3 e w = 70%. O ensaio de pinhole test, tanto para o resíduo industrial filtrado, quanto para a mistura resíduo industrial filtrado + 5% de cal viva + 10% de CP III curadas a sete e 28 dias, resultou na classificação do resíduo industrial e da mistura como não dispersivo (ND).

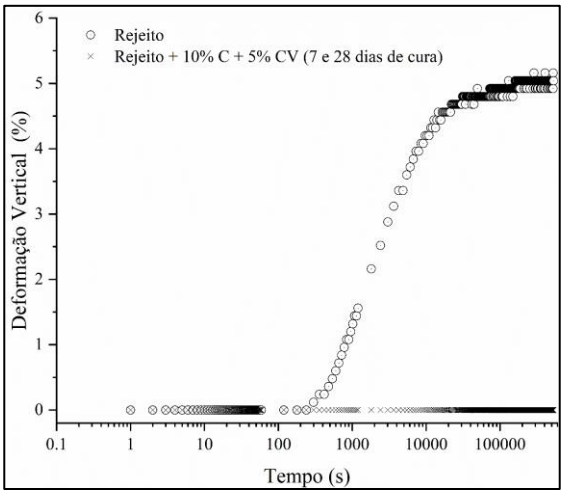
Figura 7-4: Ensaio de compactação na energia normal, com os respectivos pontos para posterior moldagem dos corpos de prova em destaque



Fonte: UFRGS (2022).

A Figura 7-5 apresenta os resultados relativos aos ensaios de expansão livre (deformação vertical x tempo) realizados no resíduo industrial filtrado e na mistura resíduo industrial filtrado + 5% de cal viva + 10% de cimento CP III para sete e 28 dias de cura. Observa-se que o resíduo industrial filtrado apresentou, ao final do ensaio, algo em torno de 5% de deformação vertical, tendo grande parte dessa ocorrido nas primeiras seis horas de ensaio. Por outro lado, a inclusão de cimento e cal viva foi capaz de restringir completamente a deformação vertical do resíduo industrial filtrado, o que é positivo (UFRGS, 2022).

Figura 7-5: Expansão livre para os materiais estudados

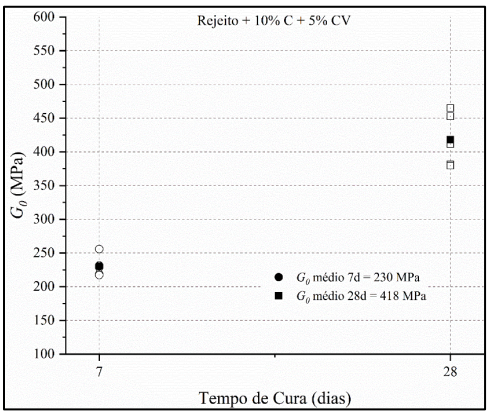


Fonte: UFRGS (2022).

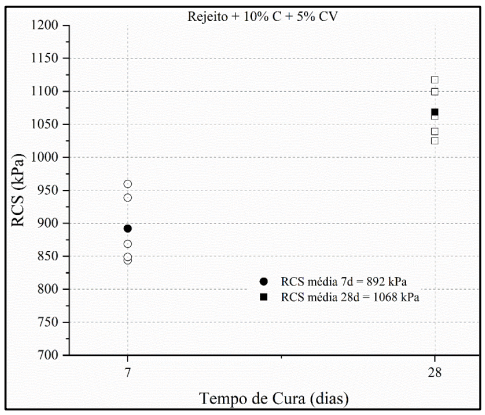
A Figura 7-6 apresenta os resultados de módulo cisalhante inicial (G0) para as misturas resíduo industrial filtrado + cimento + cal viva curadas ao longo de sete e 28 dias. Para cada um dos tempos de cura foram ensaiadas cinco amostras. Nota-se o crescimento da rigidez do material ao longo do tempo de cura, já que o G0 médio praticamente duplica ao longo de 21 dias. Isso indica, provavelmente, o desenvolvimento das reações de hidratação do cimento com consequente formação de produtos cimentícios (UFRGS, 2022).

Tendência semelhante é observada para a resistência à compressão simples (qu), cujos resultados estão expostos na Figura 7-6. Porém, a taxa de ganho registrada para a resistência foi substancialmente menor em comparação com a observada na rigidez ao longo desses 21 dias, sendo em torno de 20% (UFRGS, 2022).

Figura 7-6: Resposta mecânica do das misturas resíduo industrial filtrado + 10% C + 5% CV considerando as condições ótimas de moldagem na energia normal para 7 e 28 dias de cura (A) módulo cisalhante inicial (B) resistência à compressão simples



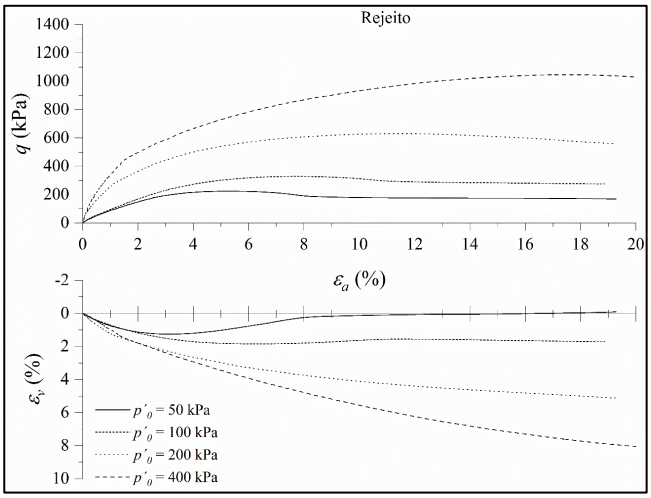
A



B

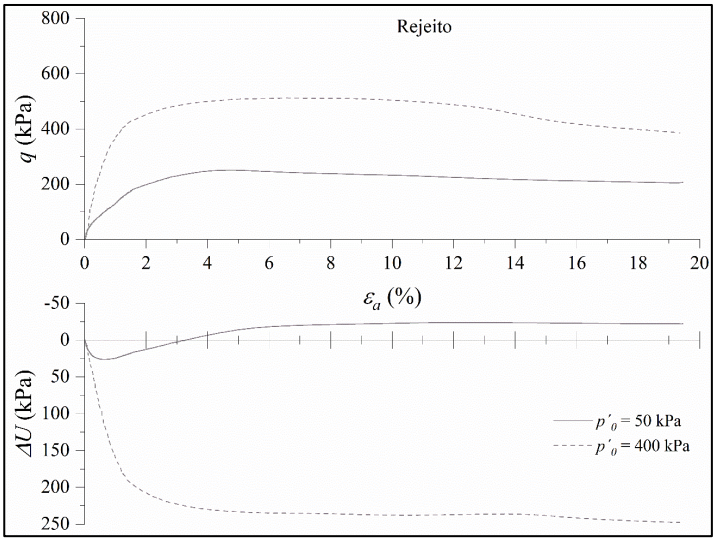
Fonte: UFRGS (2022).

Figura 7-7: Ensaio triaxial CID no resíduo industrial filtrado considerando as condições ótimas de moldagem na energia normal



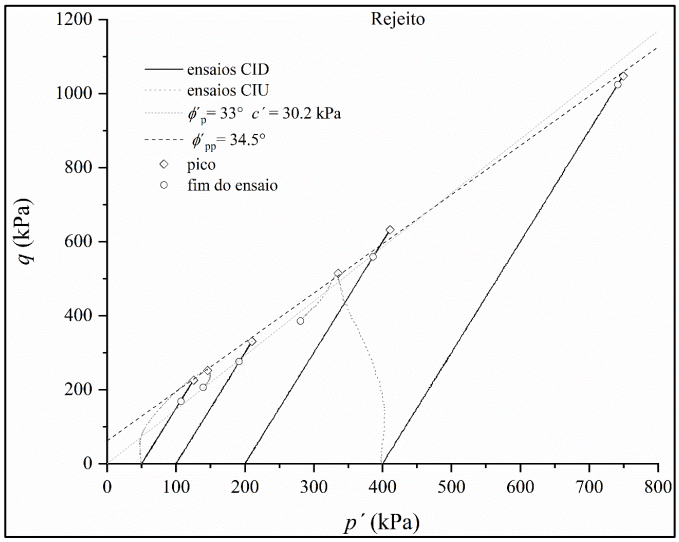
Fonte: UFRGS (2022).

Figura 7-8: Ensaio triaxial CIU no resíduo industrial filtrado considerando as condições ótimas de moldagem na energia normal



Fonte: UFRGS (2022).

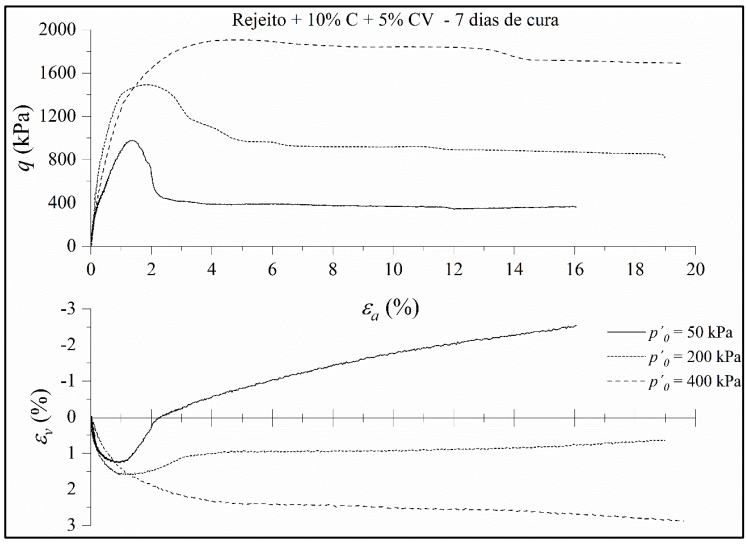
Figura 7-9: Trajetórias de tensão e parâmetros de resistência para o resíduo industrial filtrado



Fonte: UFRGS (2022).

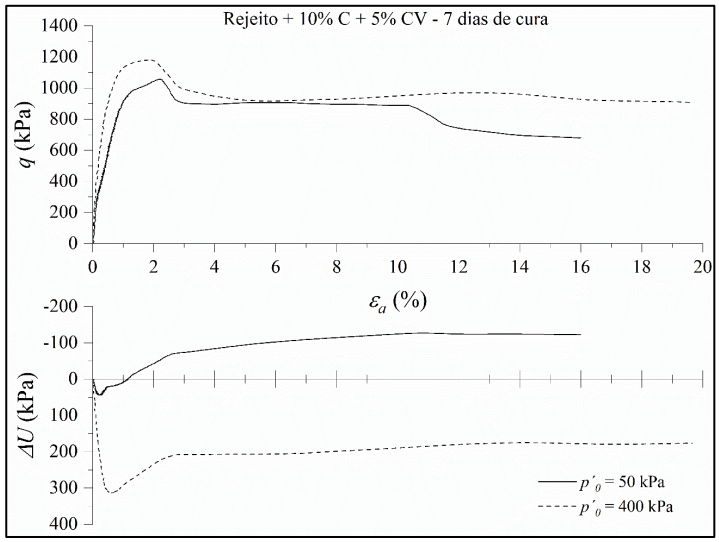
Os resultados dos ensaios triaxiais relativos à mistura resíduo industrial filtrado + 5% CV + 10% CP-III são apresentados nas Figura 7-10 e Figura 7-11 (sete dias de cura) e Figura 7-12 e Figura 7-13 (28 dias de cura). Nessas, nota-se um comportamento típico de um geomaterial cimentado, especialmente para as duas menores tensões de confinamento. Isto é, elevada rigidez inicial até um pico de resistência bem definido, o que é acompanhado de um comportamento inicialmente compressivo seguido de tendência dilatante. Ademais, o tempo de cura parece ter tido pouco efeito no que diz respeito à resistência de pico. Porém, as amostras curadas ao longo de 28 dias apresentaram maior rigidez até o pico (UFRGS, 2022).

Figura 7-10: Ensaio triaxial CID em misturas resíduo industrial filtrado + 10% C + 5%CV considerando as condições ótimas de moldagem na energia normal para 7 dias de cura



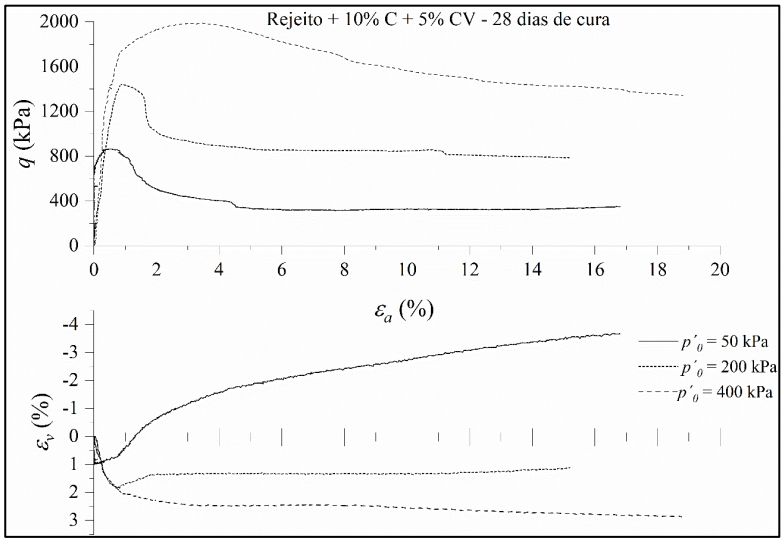
Fonte: UFRGS (2022).

Figura 7-11: Ensaio triaxial CIU em misturas resíduo industrial filtrado + 10% C + 5%CV considerando as condições ótimas de moldagem na energia normal para 7 dias de cura



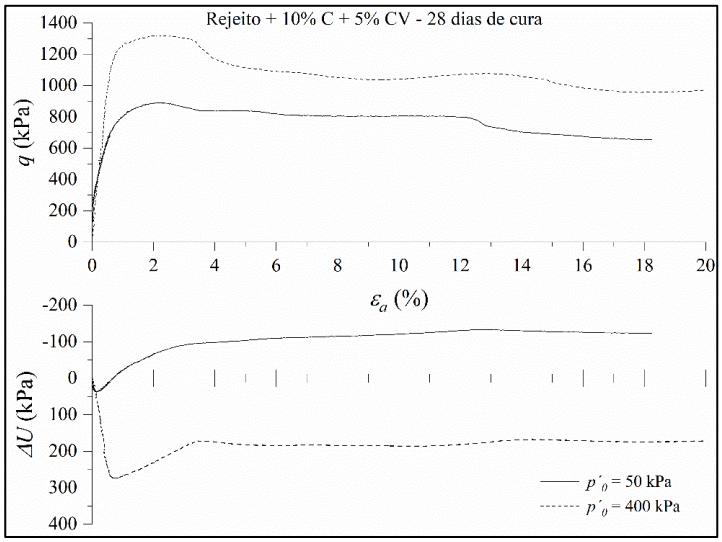
Fonte: UFRGS (2022).

Figura 7-12: Ensaio triaxial CID em misturas resíduo industrial filtrado + 10% C + 5%CV considerando as condições ótimas de moldagem na energia normal para 28 dias de cura



Fonte: UFRGS (2022).

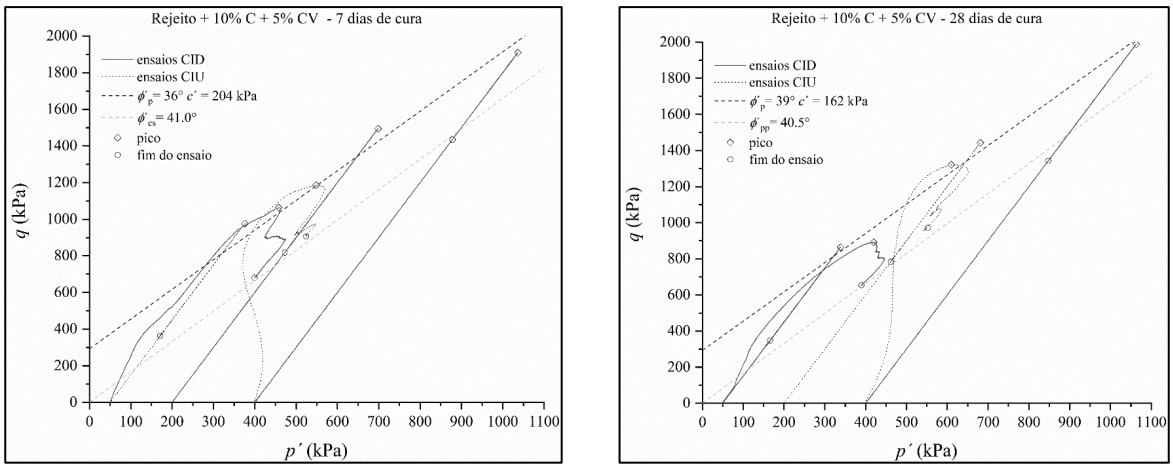
Figura 7-13: Ensaio triaxial CIU em misturas resíduo industrial filtrado + 10% C + 5%CV considerando as condições ótimas de moldagem na energia normal para 28 dias de cura



Fonte: UFRGS (2022).

As trajetórias de tensão, bem como as envoltórias de resistência e os respectivos parâmetros efetivos de resistência, são apresentadas na Figura 7-14 (7 dias e 28 dias). Dada a semelhança entre as resistências de pico para sete e 28 dias, uma única envoltória de pico foi proposta para ambos os tempos de cura. Essa é apresentada na Figura 7-15, juntamente com a envoltória de pico do resíduo industrial filtrado. Nota-se, assim, que a adição de cimento e cal implicou acréscimo substancial nas resistências de pico observadas, o que é refletido pelos parâmetros efetivos de resistência, já que f´p passou de 33° para 37.8° e c´ de 30,2 kPa para 180,5 kPa. Além disso, o material cimentado mostrou-se consideravelmente mais rígido em comparação com o resíduo industrial apenas filtrado (UFRGS, 2022).

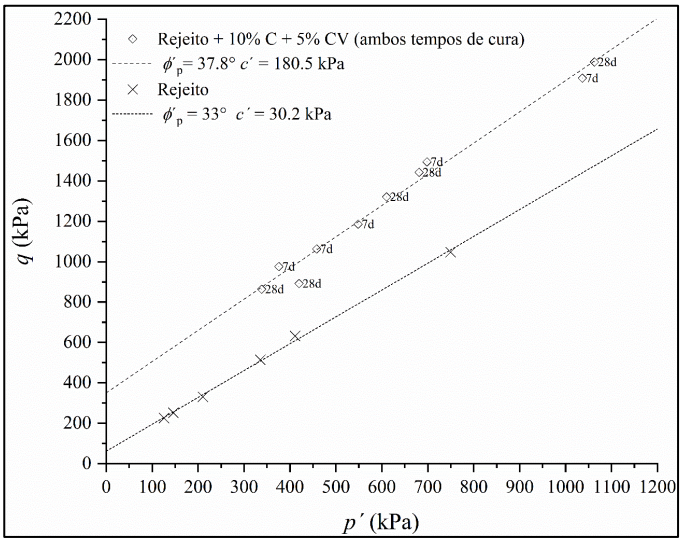
Figura 7-14: Trajetórias de tensão e parâmetros de resistência para a mistura resíduo industrial filtrado + cimento + cal (a) 7 dias de cura (b) 28 dias de cura



A B

Fonte: UFRGS (2022).

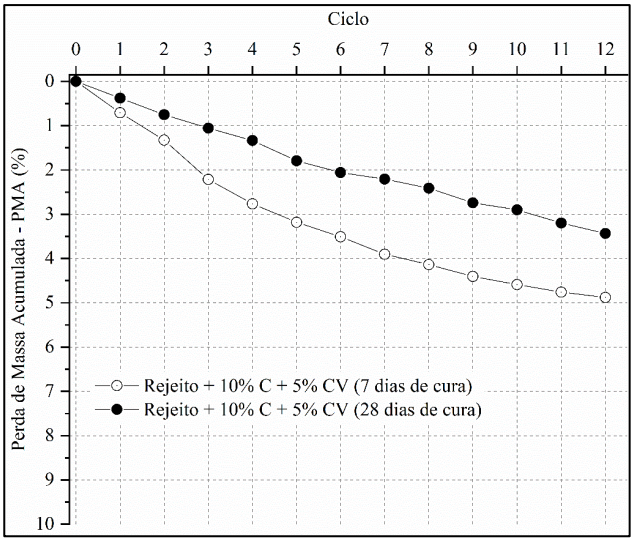
Figura 7-15: Envoltórias de resistência de pico para o resíduo industrial filtrado e para o resíduo industrial filtrado com 10% C e 5% CV



Fonte: UFRGS (2022).

Os resultados dos ensaios de durabilidade para as misturas curadas ao longo de 7 e 28 dias são apresentadas na Figura 7-16, em termos de perda de massa acumulada (PMA) em função do número de ciclos. O desempenho do resíduo industrial estabilizado, para ambos os tempos de cura, pode ser considerado satisfatório dado o reduzido valor de PMA ao final do 12° ciclo. Ademais, verificou-se uma diferença marginal entre os resultados para sete dias de cura (PMA12 = 5%) e 28 dias de cura (PMA12 = 3,5%) (UFRGS, 2022).

Figura 7-16: Resposta da mistura resíduo industrial filtrado + 10% CP III + 5% CV para 7 e 28 dias de cura

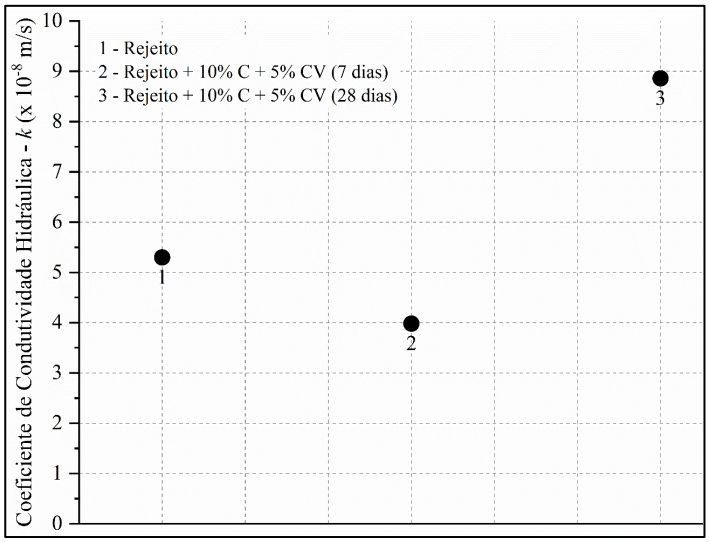


Fonte: UFRGS (2022).

Os resultados do coeficiente de condutividade hidráulica são apresentados na Figura 7-17, abaixo. O valor de k apresentou um leve decréscimo para sete dias de cura e um acréscimo um pouco maior para 28 dias de cura. Isso está provavelmente ligado ao desenvolvimento dos produtos de

hidratação do cimento e da cal que acabam por aumentar a permeabilidade do material. Ademais, todos os valores de k obtidos enquadram-se na faixa típica para siltes (i.e., ordem de grandeza de 10-8 m/s) (UFRGS, 2022).

Figura 7-17: Coeficiente de condutividade hidráulica para o resíduo industrial filtrado e para as misturas



Fonte: UFRGS (2022).

Com base nos resultados apresentados, fica evidente que a necessidade de adição de cal e de cimento ao resíduo industrial filtrado se dá em razão da melhoria que a adição desses compostos proporciona ao material, garantindo maior estabilidade à massa a ser depositada na pilha.

Apesar destes resultados, a Nexa vem realizando diversos testes para avaliar a possibilidade de dispor o resíduo industrial apenas filtrado.

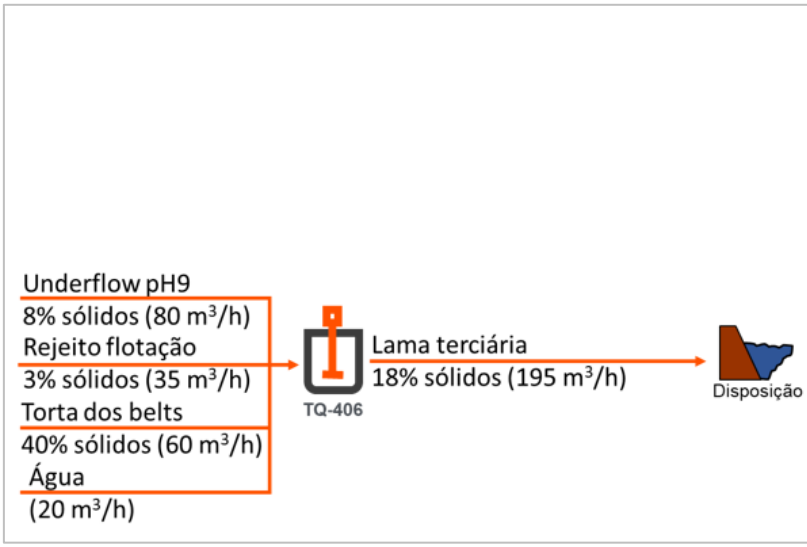
7.3.3 Estimativa de Geração de Resíduo

De acordo com a TPF Engenharia (2023 | RL-C720521010-0902CIV0122-R1), a Unidade Três Marias gera cerca de 827 toneladas/dia (média do início de 2020 até final de junho de 2020, oscilando significativamente) de resíduo industrial de base seca, composto por:

- *Torta dos filtros esteiras (material resultante da neutralização dos resíduos de lixiviação);*
- *Underflow do pH9 (polpa resultante do tratamento de efluente), e;*
- *Resíduo industrial oriundo da flotação (polpa contendo estéril do minério de Morro Agudo tratado na unidade de Três Marias).*

Atualmente, esses três fluxos são combinados em um tanque, formando o que se denomina por lama terciária, e bombeados por rejeitoduto para o Depósito de Rejeito Murici - DRM. A Figura 7-18 mostra um fluxograma simplificado da composição da lama terciária atual.

Figura 7-18: Fluxograma simplificado da composição da lama terciária atual, sua composição mineral e geração de resíduo da Unidade Três Marias



Mineral	Lama terciária (%)
Anglesita (PbSO4)	0,7
Esfarelita (ZnS)	1,6
Franklinita (ZnFe2O4)	0,6
Gipsita (CaSO4)	47,3
Hematita (Fe2O3)	10,1
Jarosita ((NH4)Fe3(SO4)2(OH)6)	3,5
Quartzo (SiO2)	27,4
Willemita (Zn2SiO4)	1,9
Zn(OH)2	0,2
Pirolusita (MnO2)	0,9
Mg2(OH)2SO4	5,8

Fonte: TPF, 2023.

7.4 CARACTERIZAÇÃO DA PLANTA DE FILTRAGEM/CIMENTAÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS

7.4.1 Arranjo Geral e Principais Características da Planta Testes de Filtragem/Cimentação

A planta de filtragem e cimentação tem como objetivo reduzir a umidade do resíduo industrial, por meio da filtragem do material em equipamentos do tipo filtro-prensa à placas. Após filtragem, a fração sólida com menor umidade ~~será~~ é direcionada para misturadores mecânicos ~~para~~, onde agregado o leite de cal e cimento (proporção de 5%p/p em base seca e 10%p/p em base seca, respectivamente, da taxa de sólidos do rejeito), com o objetivo de reduzir o tempo de secagem completa do resíduo e, também, de melhorar as características geotécnicas do material, permitindo, assim, a disposição em pilha.

Antes de ser encaminhado para a pilha, o resíduo industrial ainda leva um tempo de cura (ou seja, secagem completa) que pode variar, em função das condições climáticas, mas que será em torno de 12 dias.

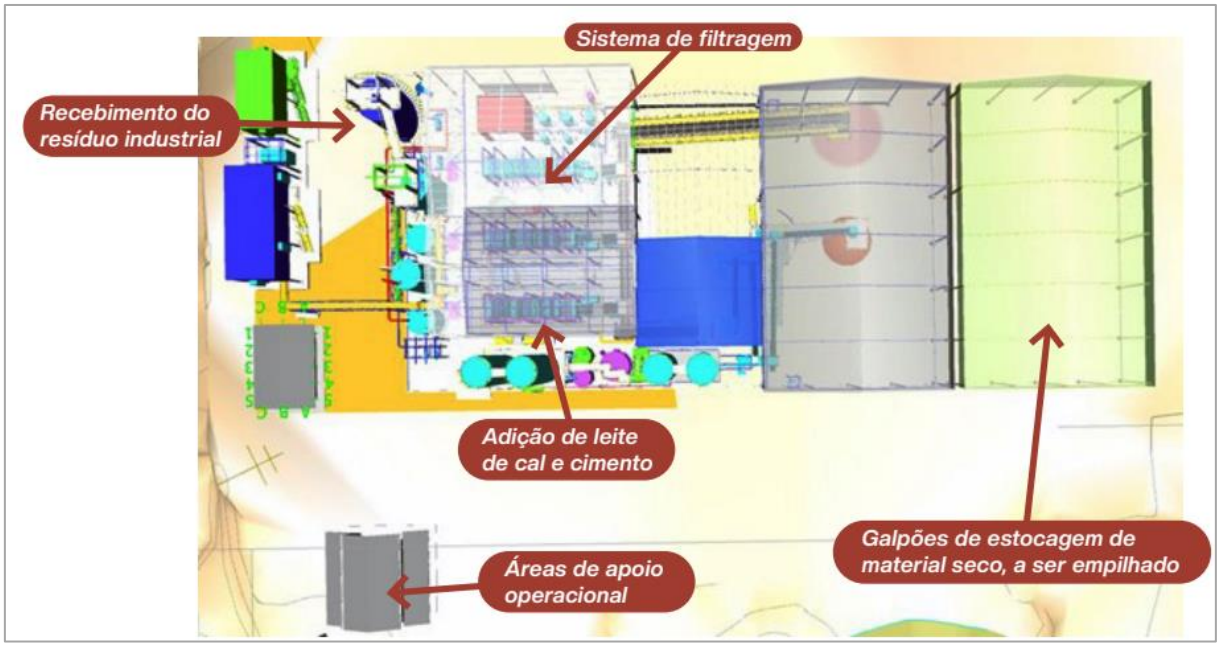
A estrutura atual dispensada de licenciamento e já foi implantada com a finalidade de execução de testes industriais, conforme apresentado anteriormente.

7.4.2 Arranjo Geral e Principais Características da Nova Planta de Filtragem/Cimentação

Estão previstas algumas adequações com o objetivo de melhorar as condições técnicas gerais do projeto da planta construída para teste industrial, além de melhorias para a rota de processo da filtragem, cimentação e disposição em pilha do resíduo cimentado. Essas adequações contemplarão a implantação de um terceiro filtro prensa (como rota alternativa de operação) e proporcionarão aumento da disponibilidade operacional da planta, a fim de garantir que a mesma tenha capacidade de operar com 100% do resíduo gerado na planta metalúrgica de Três Marias. A Figura 7-19 mostra o arranjo geral da planta de filtragem/cimentação do resíduo.

Cabe mencionar que, apesar da concepção do projeto considerar a disposição em pilha do resíduo industrial cimentado, a Nexa vem realizando testes para avaliar a possibilidade de dispor o resíduo industrial apenas filtrado.

Figura 7-19: Arranjo geral da planta de filtragem/cimentação de resíduo industrial



Fonte: imagem disponibilizada pela Nexa, em 2023.

7.4.3 Processo de Filtragem/Cimentação

7.4.3.1 Recebimento e Alimentação de Polpa na Planta de Filtragem/Cimentação

Atualmente, para alimentação da planta de testes industriais, existe uma derivação na tubulação, que encaminha a polpa de resíduo (lama terciária) até o módulo Oeste 1 do Depósito de Rejeitos Murici - DRM. A derivação realizada para a planta de filtragem/cimentação objetiva, no futuro, que todo o resíduo industrial seja desviado para a filtragem, sem necessidade de utilizar, ainda que esporadicamente, o Depósito de Rejeitos Murici, permitindo assim seu descomissionamento.

Na planta de filtragem/cimentação, o resíduo industrial em forma de polpa é encaminhado para um tanque pulmão de 200 m^3, equipado com o agitador mecânico. Está prevista a instalação de um novo tanque, também com capacidade nominal de 200 m^3 e com agitador. A alimentação dos filtros prensa passará a ser realizada por esse novo tanque.

O novo tanque agitado, a ser instalado para alimentação da polpa que será direcionada para os filtros-prensa, terá a alimentação do rejeito em polpa de três formas: transferida bombeada do tanque pulmão de entrada (padrão de processo), diretamente da tubulação de resíduos proveniente da planta industrial e/ou a partir da polpa recuperada de um *Pond* de Emergência. Um *header* de tubulação, onde teremos instaladas as bombas de alimentação dos filtros-prensa, fará uma interligação entre o tanque pulmão de polpa de rejeitos existente e o novo tanque de alimentação dos filtros, e possibilitará a operação de alimentação dos filtros nas manutenções planejadas desse novo tanque. E, em conjunto ao desvio no da alimentação de polpa de rejeitos, também possibilitará manutenções no tanque pulmão de entrada sem prejuízo a operação da instalação de filtragem.

O tanque recebe, ainda, polpa residual em fluxo cíclico e intermitente, oriunda dos filtros e decorrente da operação de sopragem dos canais (denominado *Core Blow*), e/ou água de lavagem da operação diária de lavagem de lonas (denominada *Real Wash*).

A alimentação dos filtros-prensa a partir do tanque agitado se dará por meio de três bombas, cada uma direcionando para um filtro. Uma dessas bombas poderá realizar a alimentação de qualquer um dos filtros prensa, sendo o recalque das bombas interligados por tubulação. O critério de flexibilização será exclusivo da operação em campo, sendo a manobra a ser realizada por jogo de válvulas manuais instalados nas respectivas tubulações de recalque de interligação.

7.4.3.2 Filtragem

A partir do tanque de alimentação de polpa de rejeitos, as bombas de polpa fazem o enchimento e pressurização das placas dos filtros tipo prensa. Em condições de operação normal, apenas os dois filtros-prensa existentes operam e o terceiro filtro, a ser implantado, permanecerá de *stand-by* do sistema, de forma a receber aportes anormais de resíduos ou substituir um dos outros dois filtros em casos de parada para troca de lonas, ou de manutenção ou outra situação crítica.

Os filtros-prensa instalados e a instalar apresentam ~~100~~ placas de 2,0 x 2,0 m, revestidas com tecido de filtragem, cada. O conjunto de placas é alimentado pela polpa pressurizada, acarretando a formação da torta junto ao meio filtrante. O filtrado percola o meio filtrante, sendo conduzido para fora do filtro. Uma vez atingida a pressurização do sistema, cessando o tempo da operação, as placas do filtro são abertas, em conjunto de 10 placas por vez, até a descarga total da torta formada em cada batelada de operação.

O ciclo de limpeza dos filtros (denominado “Real Wash”) é feito utilizando as mesmas bombas de polpa que os alimentam, através de interligação da sucção com água do tanque de água bruta. O

retorno desta água é realizado juntamente com o filtrado. Um conjunto de válvulas instrumentadas faz a manobra automática dos fluxos de alimentação das bombas dos filtros de modo que durante a lavagem dos filtros a válvula de sucção da polpa do filtro correspondente é fechada e a válvula da linha de água é aberta para o bombeamento dessa água da lavagem das placas.

A torta dos filtros, com umidade prevista de 50%, é descarregada por cada filtro prensa em seus respectivos transportadores de correias, instalados na base desses filtros.

7.4.3.3 Cimentação

A torta de cada um dos filtros-prensa é, então, descarregada e transferida por meio de transportadores de correia, os quais poderão direcionar o material para dois locais distintos:

- *Na condição de fluxo normal, direcionará todo o resíduo para a alimentação de uma moega pulmão do circuito de cimentação.*
- *Alternativamente, poderá descarregar a torta na pilha intermediária, denominada 'Pilha de Emergência'. Este fluxo, será utilizado quando o circuito de cimentação estiver em desuso ou, em parada ou, em caso de manutenção no transportador que alimenta a moega pulmão.*

A alternativa de formação de pilhas de emergência permite a continuidade na operação dos filtros e do sistema de cimentação a partir do uso de pás carregadeiras para a retomada do material empilhado e posterior retro-alimentação dos resíduos na moega no circuito de cimentação.

Um alimentador à placas instalado no fundo da moega pulmão, é capacitado para extração da torta de filtro e cadencia a vazão de alimentação desta para o circuito de cimentação. Esse alimentador também é equipado com destorroador integrado e que objetiva quebrar torrões de grande tamanho na torta dos filtros. Um transportador de correia seguinte direciona a torta desagregada para os misturadores mecânicos, do tipo pás rotativas, onde será feito a mistura de leite de cal e cimento.

A dosagem do leite de cal é realizada com o intuito de ajustar o pH da torta, neutralizando qualquer acidez remanescente do processo de filtração e lavagem da torta de resíduos, além de precipitar elementos solúveis, contidos na umidade da torta.

Já o cimento adicionado, tem a função de promover o encapsulamento dos metais solúveis (fase líquida), que foram precipitados pela adição do leite de cal, além dos metais pesados contidos na fração sólida da torta.

A cal virgem, que será utilizada para preparação do leite de cal, é recebida por caminhão-silo e transferida via transporte pneumático para cada um dos silos de armazenamento de cal. Cada silo de cal e seu sistema de dosagem são individuais, de modo que na indisponibilidade de um sistema o outro pode operar de modo independente. Dos silos, a cal virgem é enviada por transportadores

à rosca helicoidal para tanques de preparação da solução de leite de cal, onde é adicionada a água. A partir daí, o material é transferido por bombas para um tanque pulmão de leite de cal, o qual possui um agitador mecânico que garante a homogeneização e suspensão da mistura estocada. Deste tanque pulmão, a solução de leite de cal segue bombeada até dosagem no misturador.

O cimento à granel é recebido por caminhão-silo e transferido via transporte pneumático para cada um dos silos de armazenamento. Os silos são equipados com transmissores de peso e com sistema de fluidização na descarga. Transportadores à rosca helicoidal que alimentam o sistema de dosagem gravimétrica fazem a transferência final do cimento até a entrada do misturador.

A partir dos misturadores, o material segue via transportadores de correia para uma pilha de transferência no galpão de estocagem do material a ser empilhado. Nessa pilha o rejeito cimentado é coletado por meio de pá carregadeira e transferido para a caçamba de caminhões tipo basculante e sendo daí então direcionados ao processo de secagem e/ou de empilhamento.

7.4.4 Efluentes Líquidos Remanescente dos Filtros

O efluente líquido remanescente dos filtros-prensa existentes (denominado filtrado) é conduzido por gravidade (calhas de filtrado) até o tanque de transferência de filtrado. Duas bombas, operacional e reserva instalada, fazem o recalque do filtrado para um tanque pulmão.

Do tanque pulmão 02 bombas (operacional e reserva) farão a transferência do filtrado para a planta industrial, o qual mediante tubulação apropriada alimentará a Estação de Tratamento de Efluente Industrial, onde esse filtrado receberá o devido tratamento físico-químico às condições de seu reaproveitamento na planta industrial e/ou de descarte.

Alternativamente, parte do filtrado poderá ser bombeado para o *Pond* de emergência, para alimentar canhões de água para desmonte hidráulico e que permitirão o repolpamento do resíduo lá contido e durante um processo de esgotamento do *Pond*.

7.4.5 Sistema de Drenagem de Piso

A área interna da planta de filtragem/cimentação e pátio de resíduos é pavimentada em concreto e a drenagem de efluentes diversos do piso desta área é completamente direcionada para os poços de drenagem com bombas existentes, as quais retornam o efluente para o tanque pulmão de polpa de rejeitos seguindo daí o fluxo normal aos filtros

7.4.6 Pond de Emergência

Em caso de parada de emergência do sistema de filtração da planta de filtragem/cimentação, está prevista a implantação de um *Pond* de emergência (capacidade útil de 4.000 m^3), localizado próximo à planta da Cimentação, e com a finalidade de receber temporariamente o resíduo

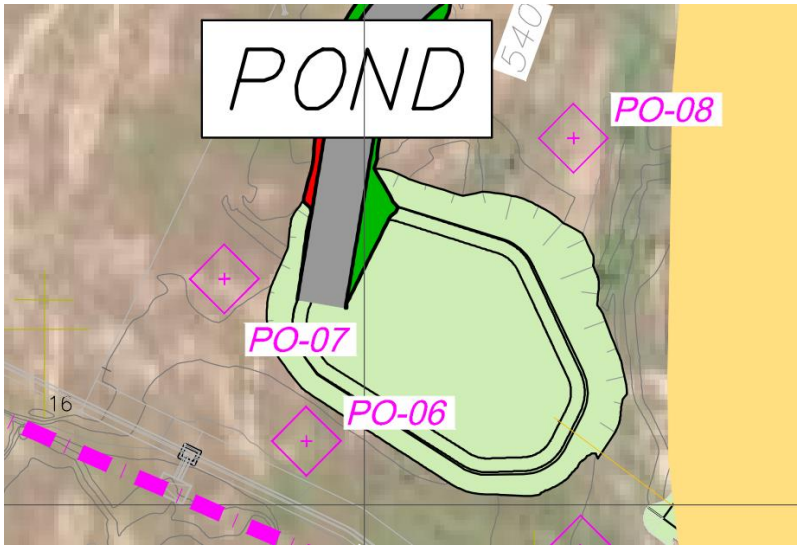
proveniente da planta industrial hidrometalúrgica e assim evitando interferência ao processo produtivo lá.

Nessa situação, a polpa de resíduo será desviada por uma nova linha a ser implantada para alimentação desse *Pond*, o qual terá autonomia de aproximadamente 16 horas de operação e, posteriormente, deverá ser esgotado, através de bombeamento, para o tanque de alimentação dos filtros-prensa. O esgotamento do resíduo contido no *Pond* será realizado por bomba submersível, e estima-se o tempo de retomada desse material em até 48 h.

Para desmonte hidráulico do material depositado no *Pond*, prevê-se a instalação de três canhões de água. A água utilizada para alimentação dos canhões será proveniente do tanque pulmão de filtrado.

O *Pond* de Emergência será completamente escavado em solo e impermeabilizado, da mesma maneira que o *Sump* de Efluentes Líquidos, conforme será apresentado posteriormente. A Figura 7-20 apresenta a configuração do *Pond* de Emergência.

Figura 7-20: Configuração do Pond de Emergência



Fonte: adaptado de TPF, 2023b | DE-C720521010-0902CIV0963_R2.

7.5 Caracterização da Pilha de Resíduos Industriais

7.5.1 Arranjo Geral e Principais Características da Pilha

A pilha constitui a estrutura onde o resíduo industrial – depois de filtrado, cimentado e seco – será empilhado para disposição final. A Figura 7-21 corresponde a uma representação tridimensional de como a pilha será, quando estiver concluída.

Figura 7-21: Representação tridimensional da pilha de disposição a seco de resíduo industrial, após completamente formada



A Pilha de Disposição a Seco de Resíduos Industriais será construída em apenas uma fase construtiva. A Tabela 7-7 apresenta as principais características geométricas da estrutura geotécnica.

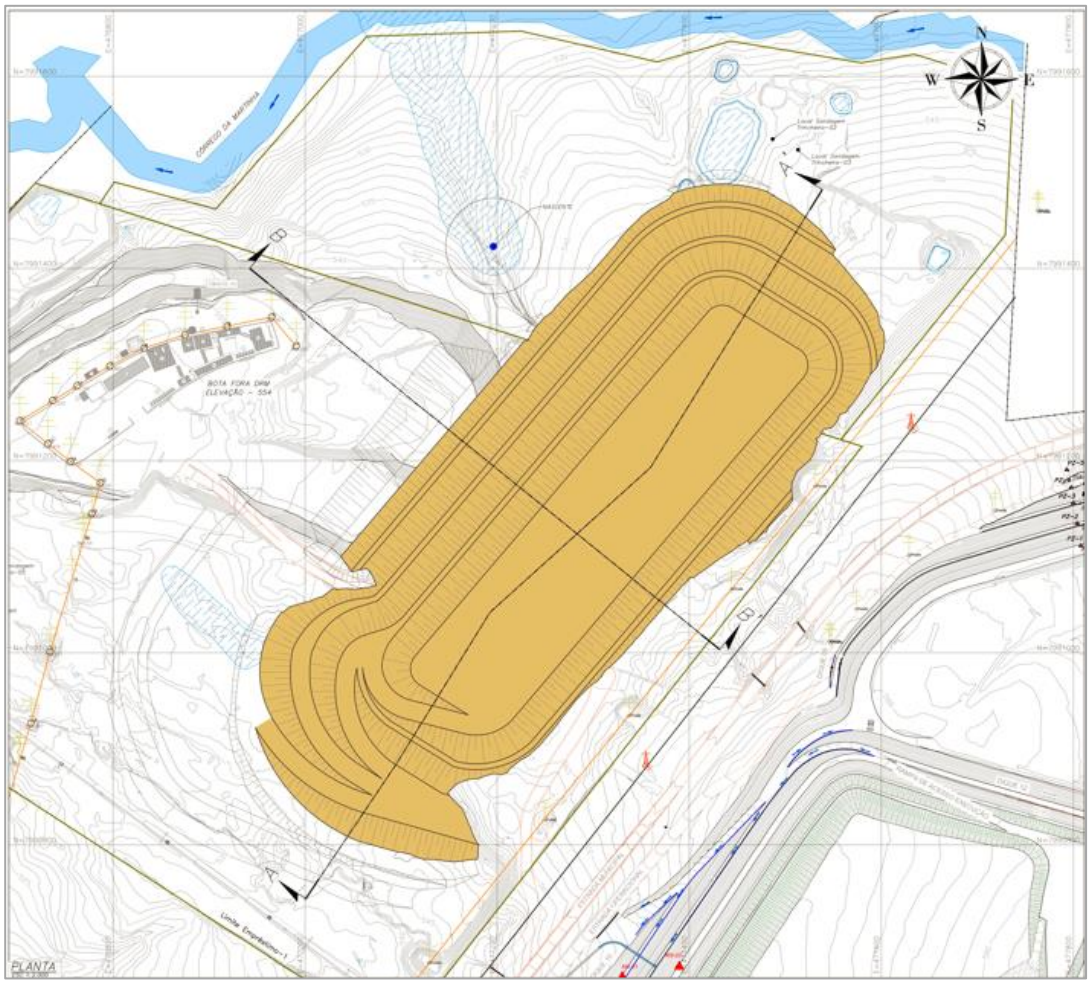
Tabela 7-7: Dados geométricos da pilha

Parâmetro	Dado
Altura do empilhamento	36 m
Largura de berma	≥ 6 m
Altura de berma	10 m
Declividade de berma	1V:3H
Volume total	3.239.049,70 m^3
Área total	220.260,63 m^2

Fonte: TPF, 2023a.

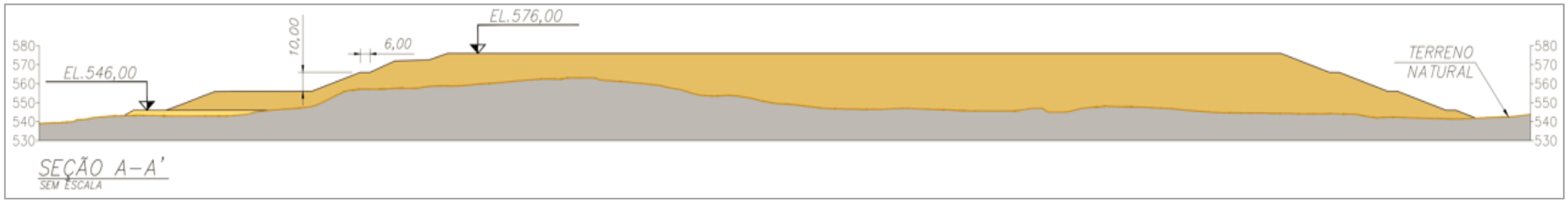
A Figura 7-22, Figura 7-23 e Figura 7-24 apresentam, respectivamente, o arranjo em planta da pilha de resíduo e, também, seções esquemáticas de sua configuração final.

| Figura 7-22: Planta e indicação das seções da pilha de resíduos



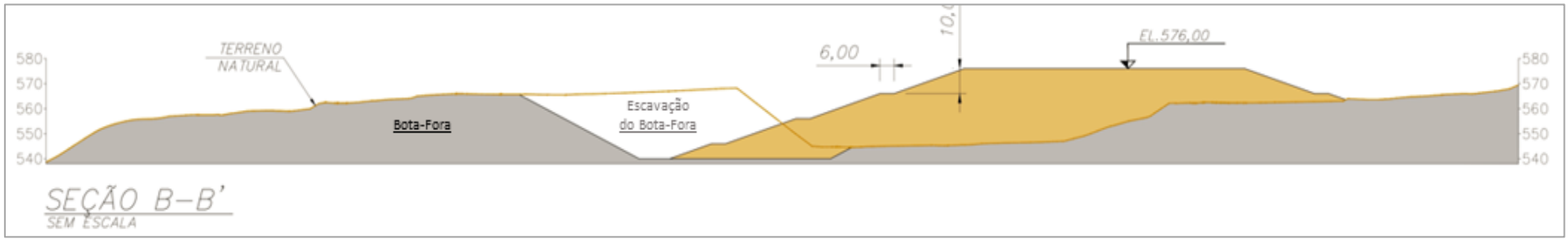
Fonte: TPF, 2023a.

Figura 7-23: Corte A-A' da pilha de resíduos



Fonte: TPF, 2023a.

Figura 7-24: Corte B-B' da pilha de resíduos



Fonte: TPF, 2023a.

7.5.2 Premissas Gerais do Projeto

No desenvolvimento do projeto foram seguidos os critérios e premissas geotécnicas e construtivas, conforme apresenta-se a seguir (TPF, 2023a):

- *Vida útil da pilha estimada em aproximadamente 8,5 anos, a partir do volume útil previsto, considerando a densidade do resíduo compactado, a produção diária de polpa e o teor de sólidos da polpa;*
- *A pilha de resíduos deverá ser executada em uma fase única de empilhamento;*
- *Na região de topo da pilha deverá ser prevista uma área mínima de pátio operacional empilhamento correspondente a 6 ha;*
- *Deverão ser previstas rampas de acesso que possibilitem a passagem de caminhões em mão e contramão, durante as operações de empilhamento;*
- *Em função de estudos desenvolvidos, foi definida a adição de cal e cimento ao resíduo, nas proporções de 5% de leite de cal e 10% de CP-III (cimento Portland com escória de Alto forno).*

Conforme reportado por TPF (2023a), a granulometria do resíduo cimentado foi determinada através de ensaios, realizados pela empresa Diefra, sobre amostras coletadas no aterro experimental. Este material, descrito como silte areno argiloso, apresenta a granulometria indicada na Tabela 7-8.

Tabela 7-8: Granulometria do material de resíduo a ser empilhado

Amostra	Granulometria
FAIXA 07 – AM 01	6% de argila / 71% de silte / 21% de areia/ 2% de pedregulho
FAIXA 07 – AM 02	6% de argila / 65% de silte/ 28% de areia/ 1% de pedregulho
FAIXA 08 – AM 01	6% de argila / 68% de silte/ 24%de areia/ 2% de pedregulho
FAIXA 08 – AM 02	6% de argila / 64% de silte/ 29% de areia e 1% de pedregulho

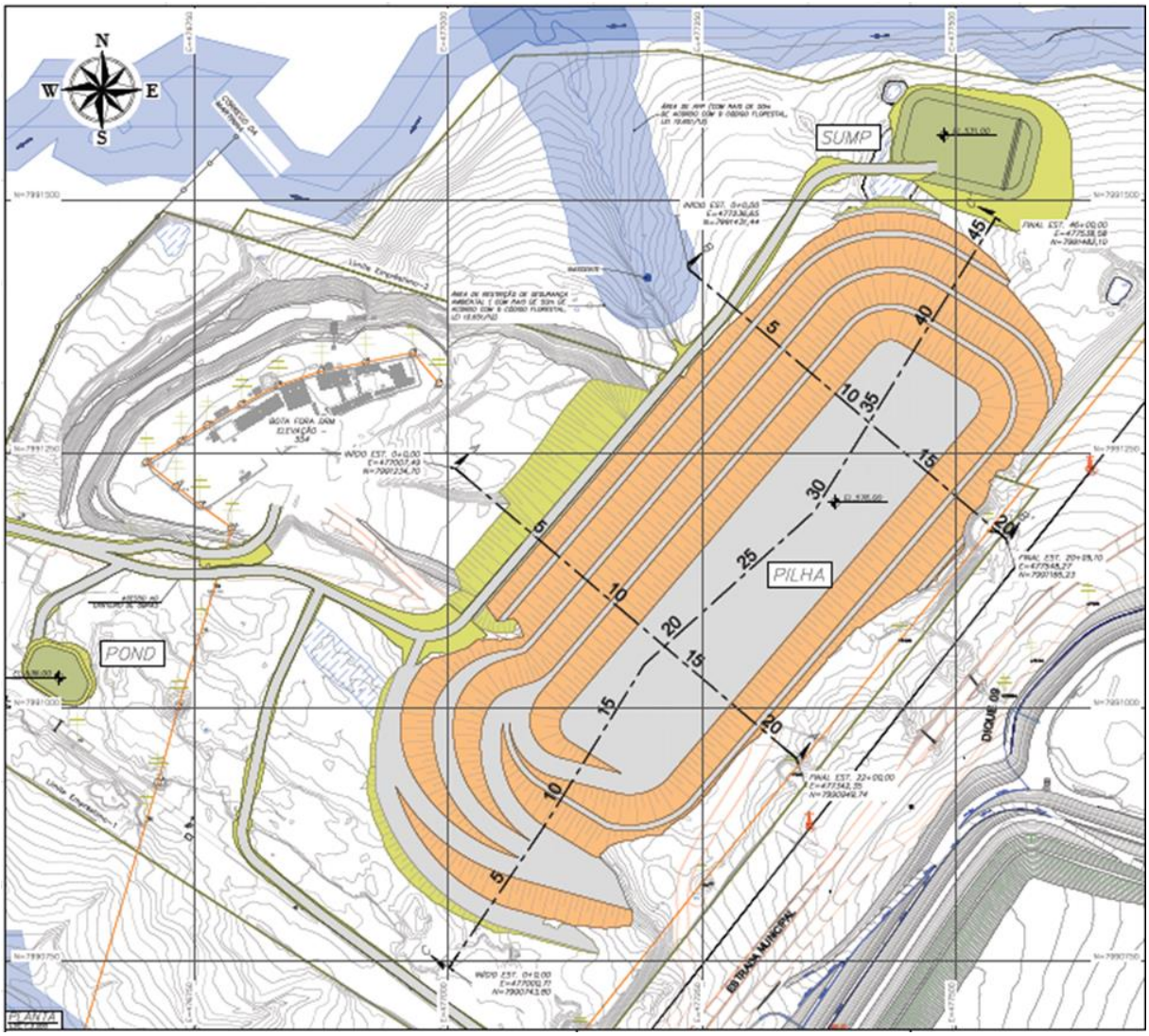
Fonte: TPF, 2023a.

A decisão da construção da pilha em fase única resultou em um volume total aproximado de 3,24 Mm^3. No entanto, a empresa projetista (TPF, 2023a) indicou que o quantitativo de volume previsto poderá sofrer redução em razão das instalações das estruturas de drenagem e de alteração nas declividades das bermas.

7.5.3 Projeto Geométrico da Pilha

O projeto geométrico da pilha de resíduos industriais é apresentado na Figura 7-25, mostrando a configuração em planta dos taludes de aterros na pilha e, também, os acessos nas bermas na pilha e a configuração do topo.

Figura 7-25: Projeto geométrico da pilha



Fonte: TPF, 2023a.

7.5.4 Estudos de Estabilidade de Taludes (Fatores de Segurança de Projeto)

Os estudos geotécnicos de estabilidade de taludes visam verificar se o projeto atende aos critérios apresentados na norma ABNT NBR 13.029:2017 – *Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilha*, e as condições técnicas, operacionais e de segurança da estrutura.

A Norma ABNT NBR 13029:2017 preconiza que "as análises de estabilidade devem ser realizadas nas seções críticas da pilha com relação à altura, características de fundação e condições de

percolação, bem como os parâmetros de resistência obtidos com os estudos geológico-geotécnicos".

Para análise da estabilidade dos taludes projetados, a TPF Engenharia (2023b) considerou três cenários distintos, a saber:

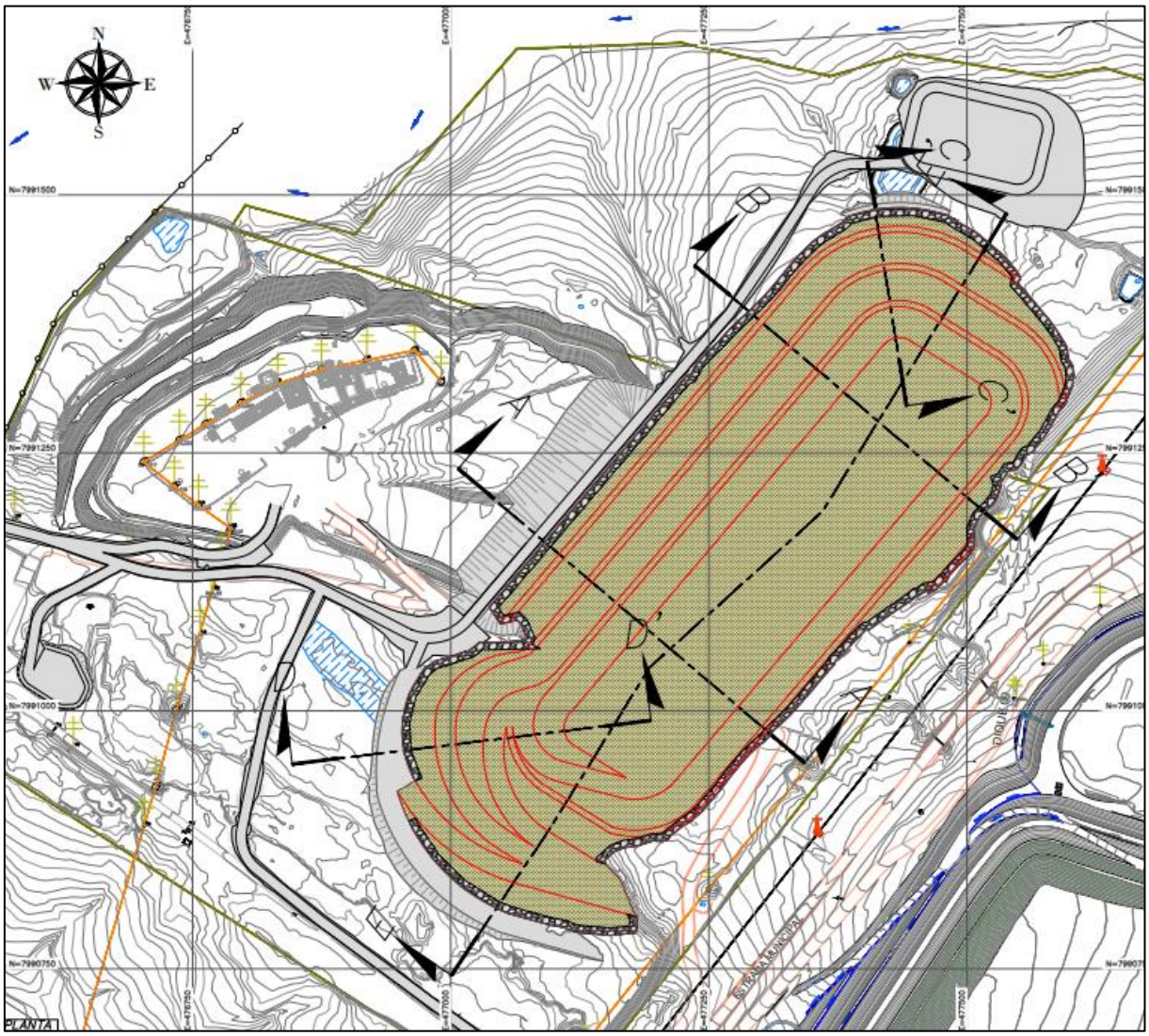
- *Curto Prazo (Final de construção): nesse cenário admitiu-se o final de construção da pilha de resíduo, ou seja, momento ao qual ela foi construída e todas as poropressões não foram totalmente dissipadas devido ao baixo valor da condutividade hidráulica do resíduo cimento compactado e da velocidade de construção (Gaioto, 2003 in TPF, 2023b). Segundo Duncan et al. (2014 in TPF, 2023b), nestas simulações podem ser realizadas com base em análises drenadas e não drenadas dependendo da condutividade hidráulica do solo e, portanto, das características granulométricas do material;*

- *Longo Prazo (Condição normal de operação): as análises de estabilidade a longo prazo são realizadas para refletir as condições de segurança da estrutura após a dissipação da poropressão e consolidação do material. De acordo com Gerscovich (2016 in TPF, 2023b), ao longo do tempo, o incremento de carregamento possibilita variações de tensões intergranulares e das poropressões, que por sua vez desenvolve um desequilíbrio hidráulico e deflagra o processo de fluxo transiente até que ocorra o equilíbrio hidráulico. Neste caso, o cenário mais crítico pode ocorrer caso o excesso de poropressão seja negativo e seja dissipada. Neste cenário uma prática comum é a utilização de parâmetros efetivos a um NA Operacional (dreno em condições normais) e NA Máximo (redução de eficiência do dreno), com premissa de fluxo permanente, seja por métodos analíticos ou numéricos;*

- *Solicitação sísmica (Pseudo-estática): embora não haja uma obrigação explicita de simulação pilha de rejeitos frente a NBR 13.029:2017, este tipo de análise possibilita verificar a resposta resistente destas estruturas quando submetidas a sismos de baixa magnitude, que são comuns na formação da brasileira. Em linhas gerais, as análises pseudoestáticas representam um meio de avaliar o impacto do terremoto, de forma simplificada através da aplicação de uma estática força horizontal, na estabilidade global da estrutura. TPF (2023b) considerou o efeito dos sismos do empilhamento de resíduos industriais em condições de NA operacional, como também em um cenário de final de construção.*

Foram selecionadas cinco seções para a análise de estabilidade, cujos critérios de escolha foram os trechos de maiores alturas, com variações tipos e espessuras de fundação e direções. O posicionamento destas seções pode ser visto na Figura 7-26.

Figura 7-26: Seções de análise de estabilidade na pilha de resíduos industriais



Fonte: TPF, 2023b.

As simulações de estabilidade das seções foram realizadas para os cenários cujos fatores de segurança mínimos estão estabelecidos pela norma NBR 13.029:2017, conforme apresentado na Tabela 7-9.

Tabela 7-9: Cenários de avaliação de estabilidade de taludes

Regime	Tipo de análise	Resíduo (dilatante)	Solo de fundação	Fator de Segurança Admitido
Superfície freática crítica	Drenada global (Longo Prazo)+NA	Resistência drenada	Resistência drenada	1,5
	Drenada entre bermas (Longo Prazo) + NA	Resistência drenada	Resistência drenada	1,5
Razão de poropressão	Sísmica (Pseudo-estática)	Resistência drenada + Razão de Poropressão	Resistência drenada	1,1

	Drenada global (Curto Prazo)	Resistência drenada + Razão de Poropressão	Resistência drenada	1,3
	Drenada entre bermas (Longo Prazo)	Resistência drenada + Razão de Poropressão	Resistência drenada	1,3

Fonte: TPF, 2023b.

Na Tabela 7-10 encontram-se estabelecidos os parâmetros adotados no final de construção (curto prazo) e sísmica (pseudoestática).

Tabela 7-10: Condições de Poropressão e sismicidade estabelecidas

Parâmetros	Valores
Razão de Poropressão - r_u	0,30 ± 0,1
Aceleração Horizontal - a_H	0,040 g
Aceleração Vertical - a_V	0,027 g

Fonte: TPF, 2023b.

A estimativa da aceleração horizontal foi realizada com base em Assumpção *et al.* (1996). A determinação da aceleração vertical ocorreu com base em Werner (1976) que atribui 1/3 a_h como estimativa para a_v (TPF, 2023b). Na Tabela 7-11 encontram-se determinados os parâmetros efetivos de resistência utilizados na avaliação de estabilidade do empilhamento de resíduo industrial para os cenários supracitados.

Tabela 7-11: Parâmetros de resistência adotados na análise de estabilidade da pilha de resíduos

Material	Tonalidade	γ (KN/M^3)	C' (KPA)	Φ' (°)
Aterro de regularização		19	15	29
Residual Jovem		20	15	27
Residual Maduro		18	7	28
Saprólito		20	80	30
Metapelito		20	200	28
Cimentação		17	5	32
Geomembrana		20	3	15
Areia (Tapete Drenante)		19	0	35
Brita 1 (Transição)		23	0	38
Pedra de Mão (Dreno de pé)		24	0	40

Fonte: TPF, 2023b.

Para avaliar as condições de poropressão expressas na Tabela 7-10, o $r_{u,\,médio}$ foi calculado com base no parâmetro desenvolvido por Bishop e Morgenstern (1960):

$$r_{u,médio} = \frac{u_w}{\sigma}$$

Onde:

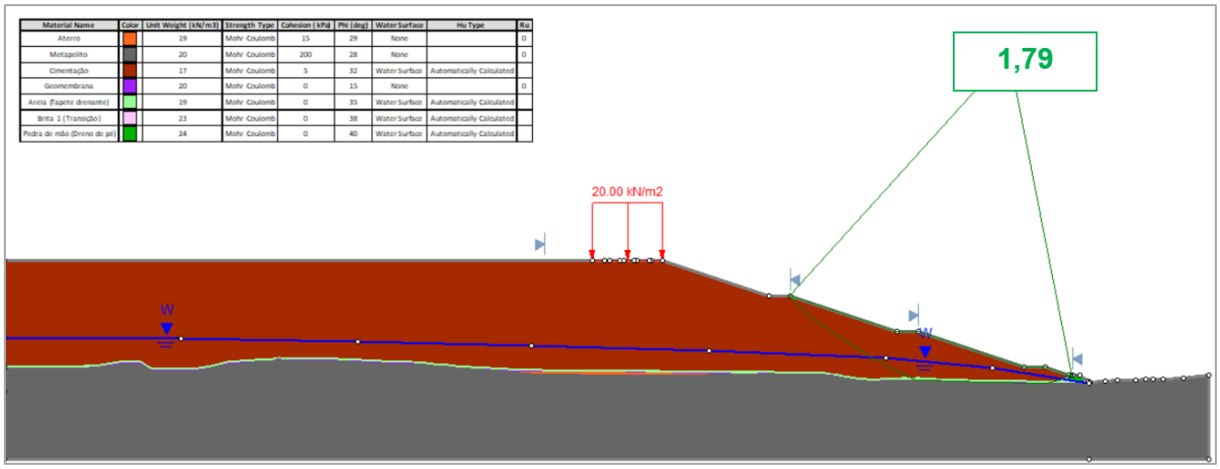
u_w: *Excesso de Poropressão positiva* ;

σ: *Tensão vertical total*

Tanto para análise de curto prazo (final de construção) quanto a pseudoestática, o efeito do parâmetro $r_{u,\,médio}$ foi avaliado associado ao modelo de Spencer (1967) numa faixa de 0,2 a 0,4.

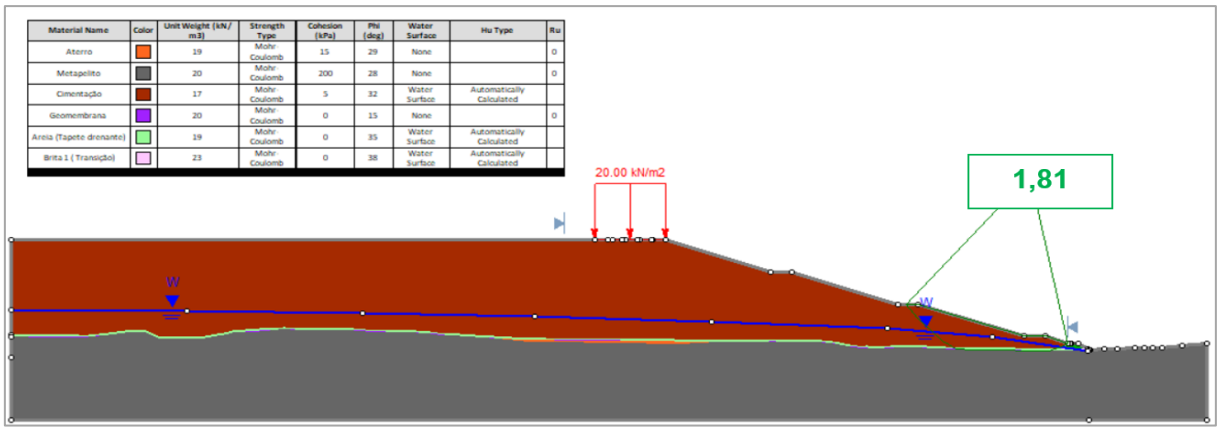
Os resultados das análises de estabilidade nos diferentes cenários em cada uma das cinco seções são apresentados da Figura 7-27 à Figura 7-51.

Figura 7-27: Análise de estabilidade da pilha – NA Crítico/Global – Longo Prazo (Seção AA')



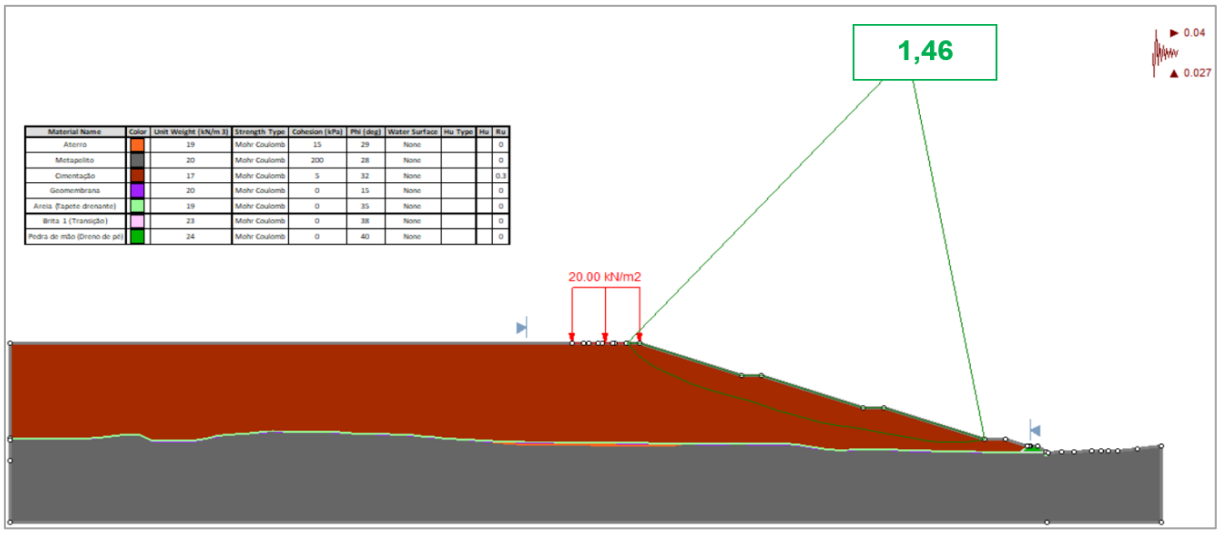
Fonte: TPF, 2023b.

Figura 7-28: Análise de estabilidade da pilha – NA Crítico/Local– Longo Prazo (Seção AA')



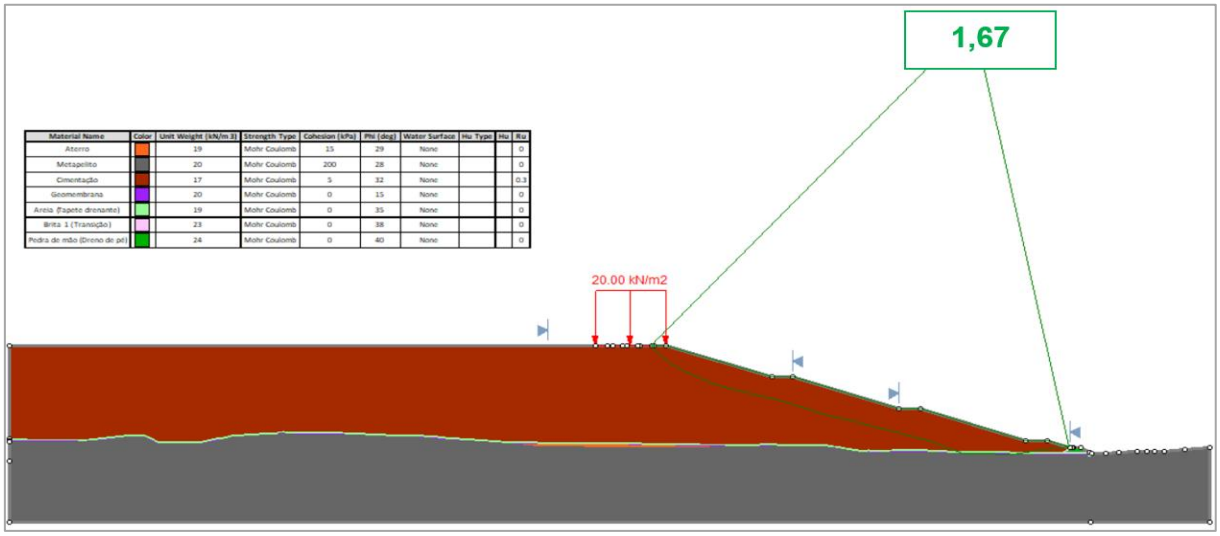
Fonte: TPF, 2023b.

Figura 7-29: Análise de estabilidade da pilha – Pseudoestática/Global – Curto Prazo (Seção AA')



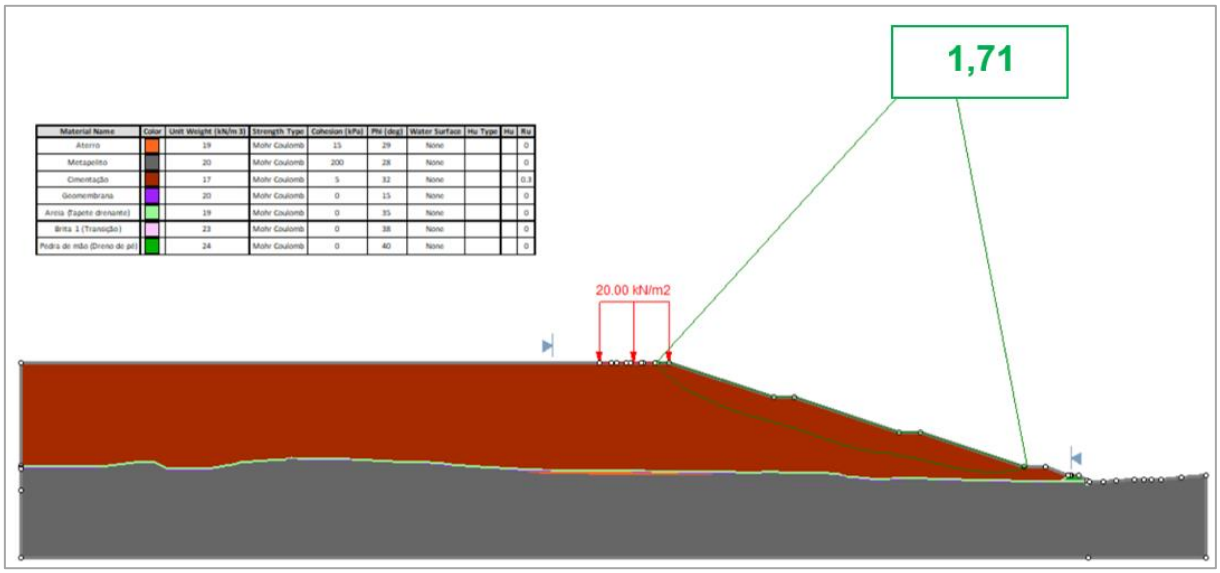
Fonte: TPF, 2023b.

Figura 7-30: Análise de estabilidade da pilha – ru/Global – Curto Prazo (Seção AA')



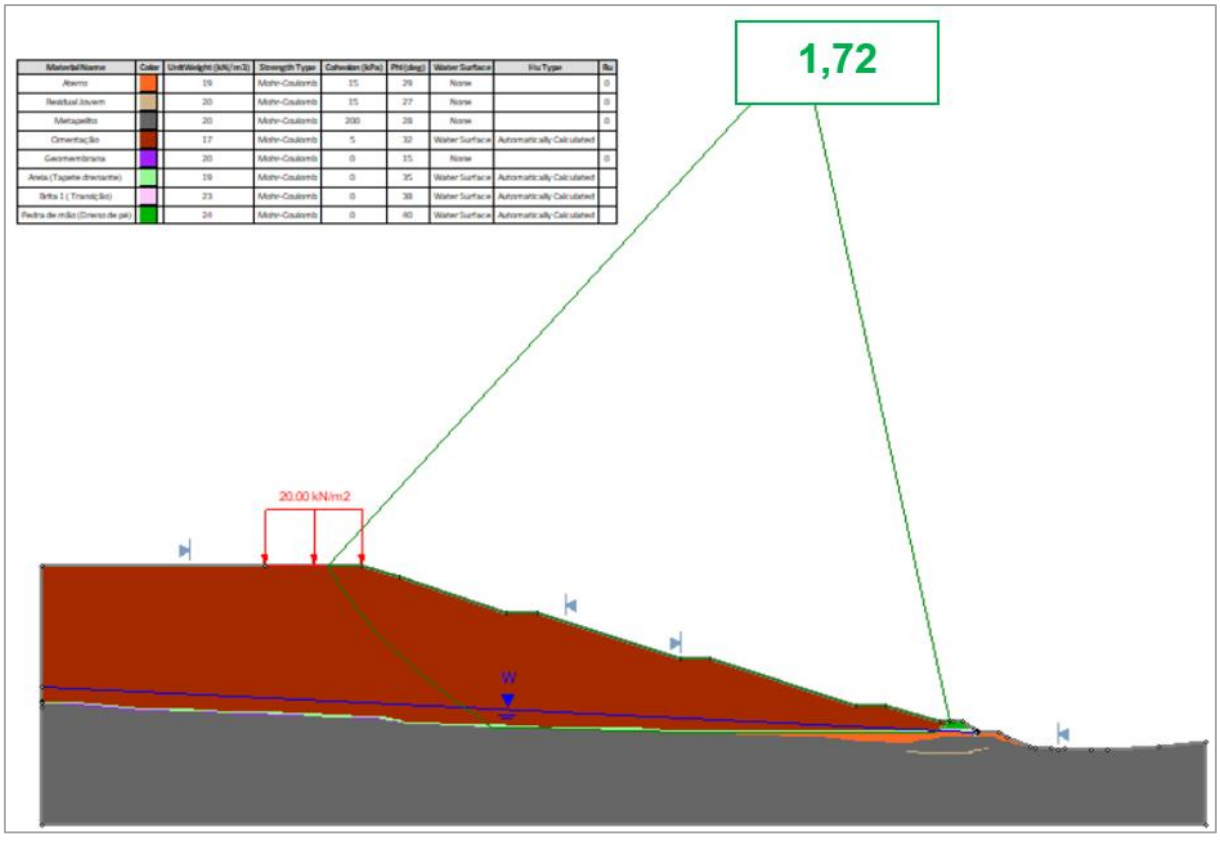
Fonte: TPF, 2023b.

Figura 7-31: Análise de estabilidade da pilha – ru /Local – Curto Prazo (Seção AA')



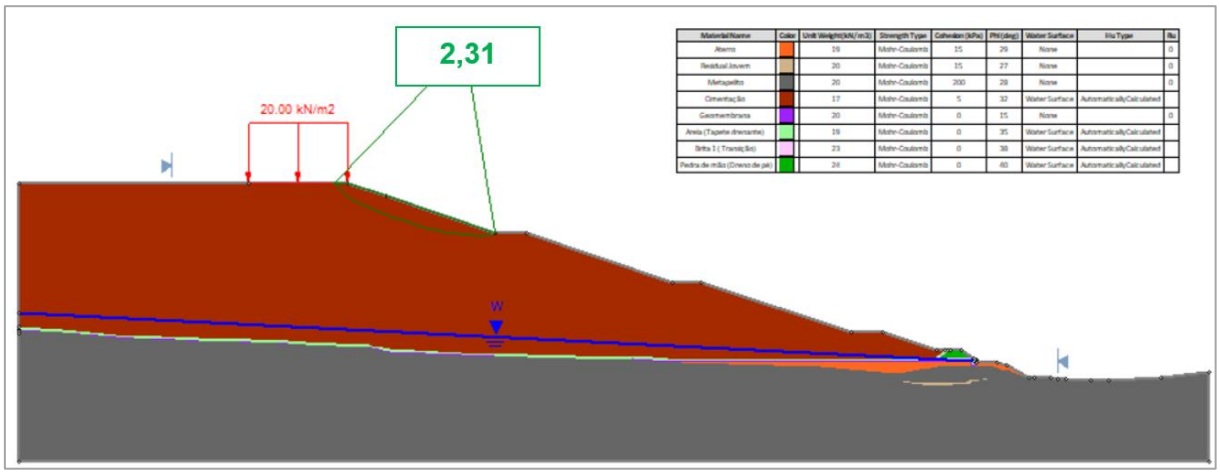
Fonte: TPF, 2023b.

Figura 7-32: Análise de estabilidade da pilha – NA Crítico/Global – Longo Prazo (Seção BB')



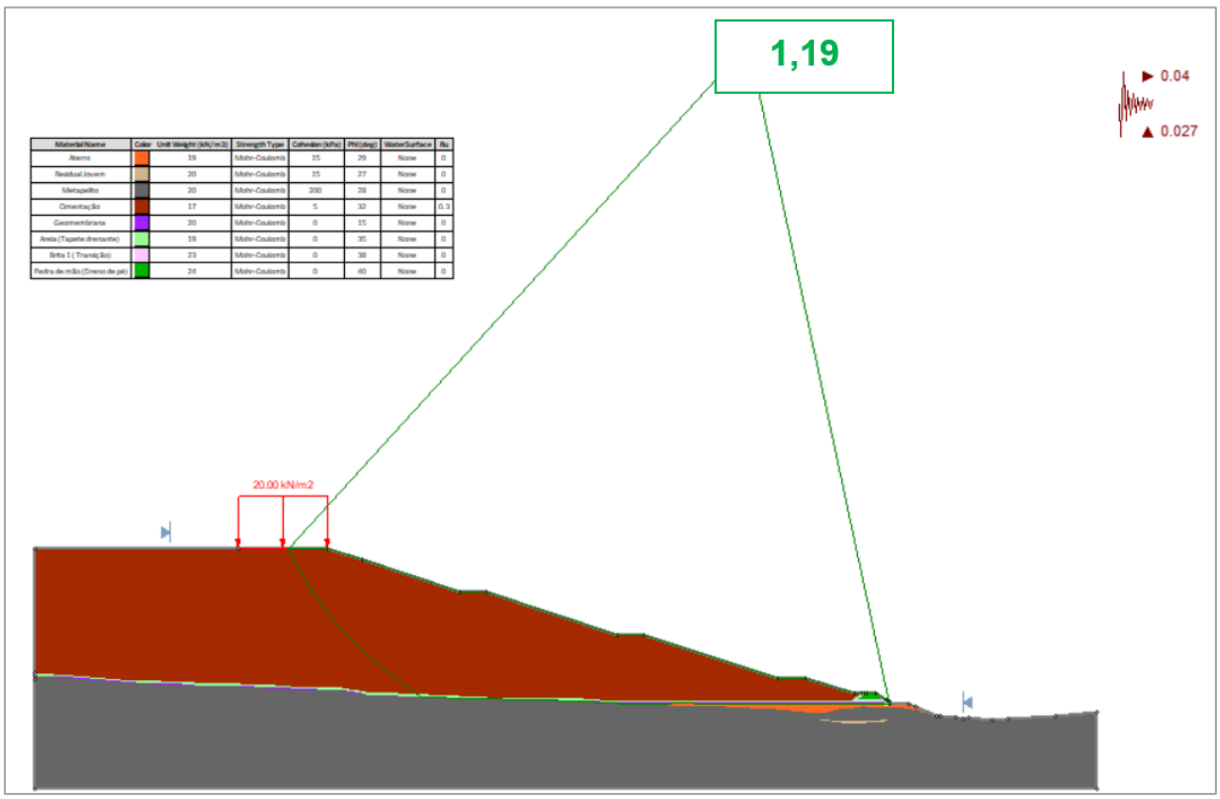
Fonte: TPF, 2023b.

Figura 7-33: Análise de estabilidade da pilha – NA Crítico/Local – Longo Prazo (Seção BB')



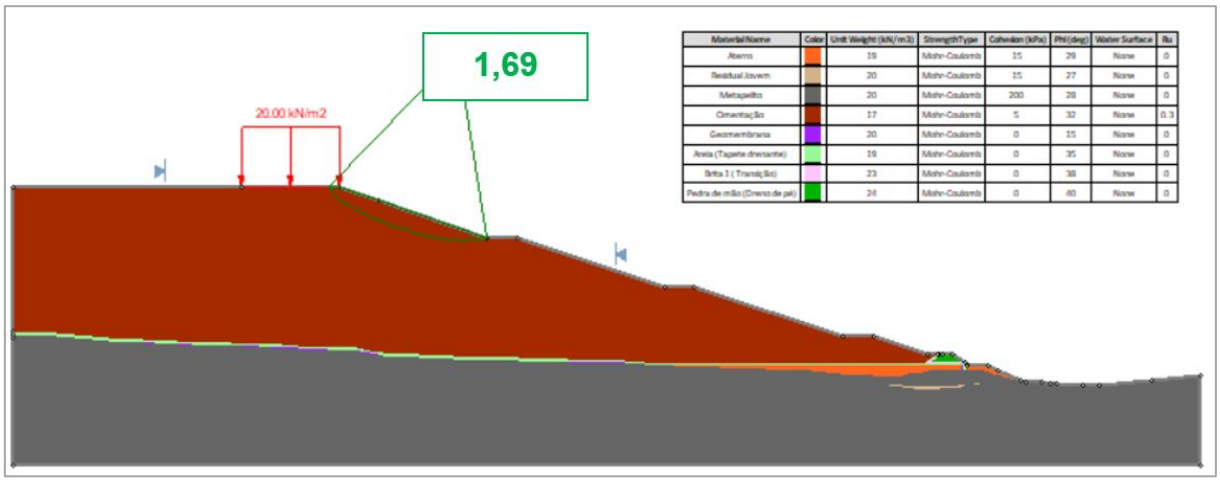
Fonte: TPF, 2023b.

Figura 7-34: Análise de estabilidade da pilha – Pseudoestática – Curto Prazo (Seção BB')



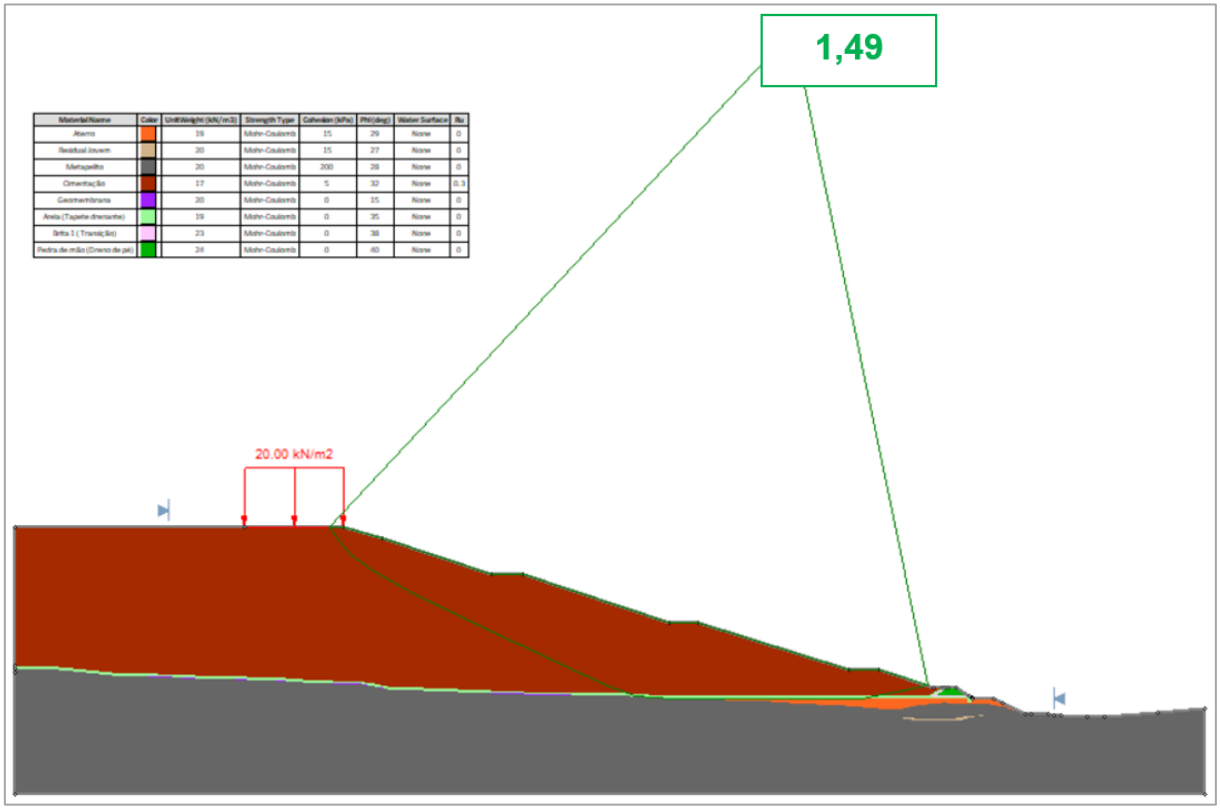
Fonte: TPF, 2023b.

Figura 7-35: Análise de estabilidade da pilha – ru/Global – Curto Prazo (Seção BB')



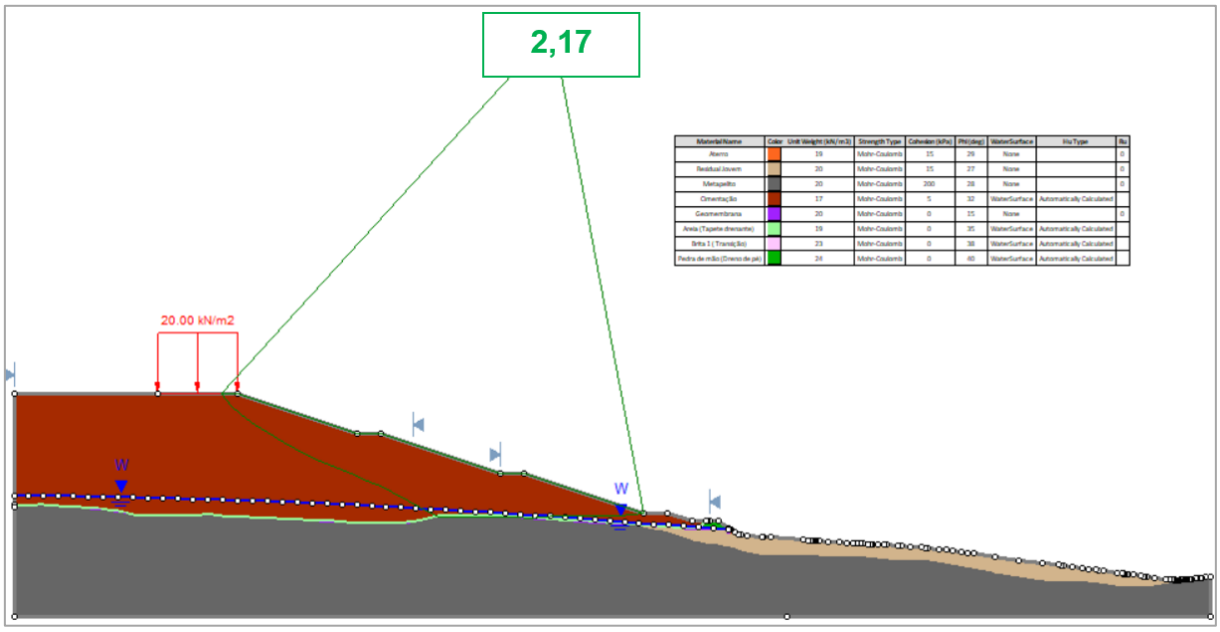
Fonte: TPF, 2023b.

Figura 7-36: Análise de estabilidade da pilha – ru /Local – Curto Prazo (Seção BB')



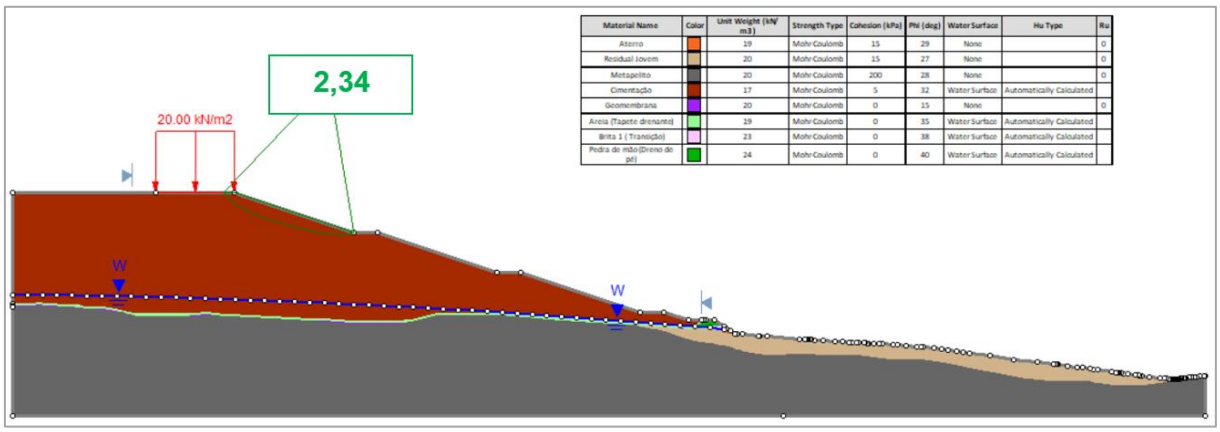
Fonte: TPF, 2023b.

Figura 7-37: Análise de estabilidade da pilha – NA Crítico/Global – Longo Prazo (seção CC')



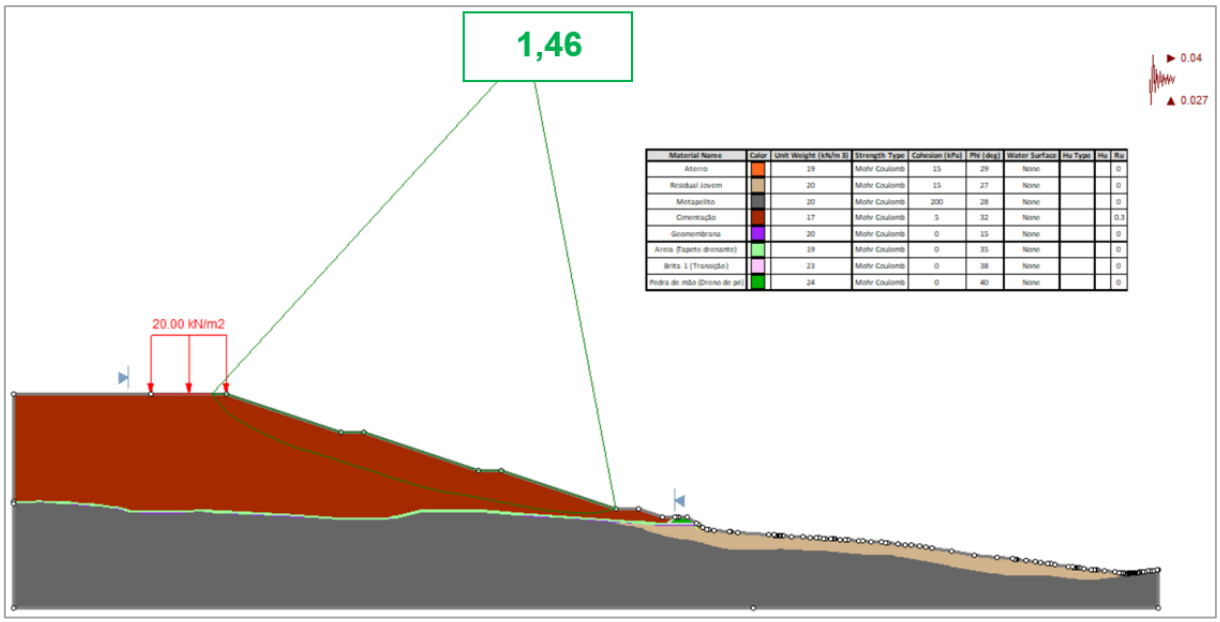
Fonte: TPF, 2023b.

Figura 7-38: Análise de estabilidade da pilha – NA Crítico/Local – Longo Prazo (seção CC')



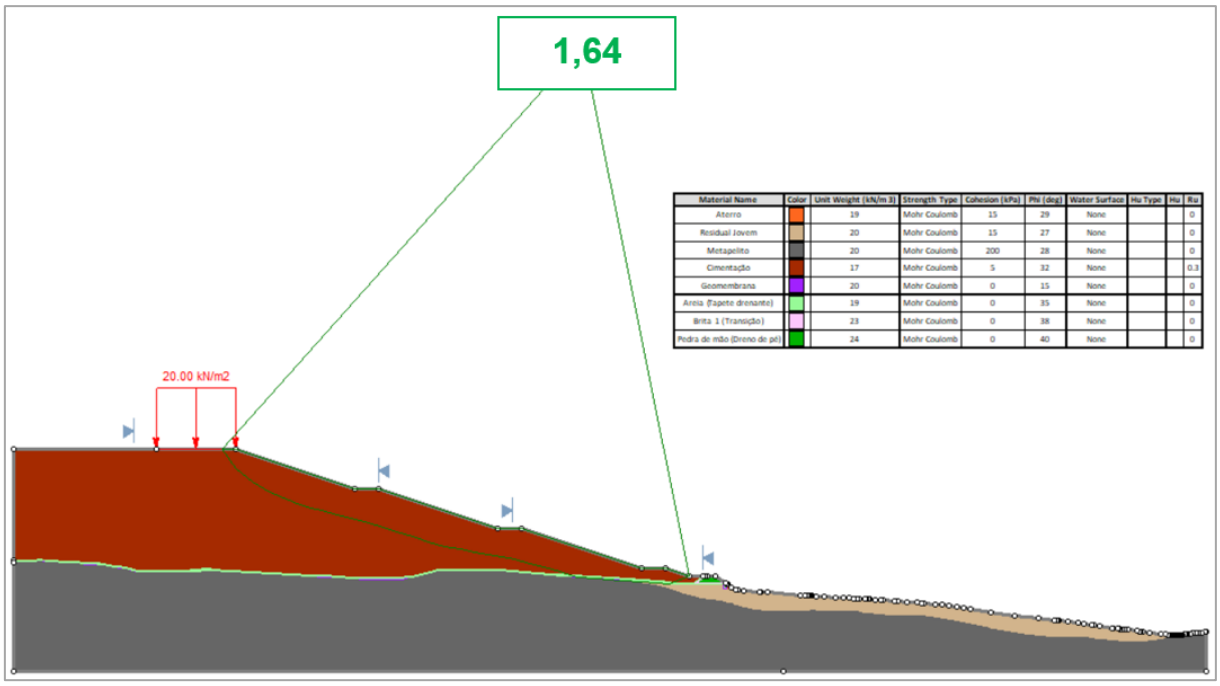
Fonte: TPF, 2023b.

Figura 7-39: Análise de estabilidade da pilha – Pseudoestática – Curto Prazo (seção CC')



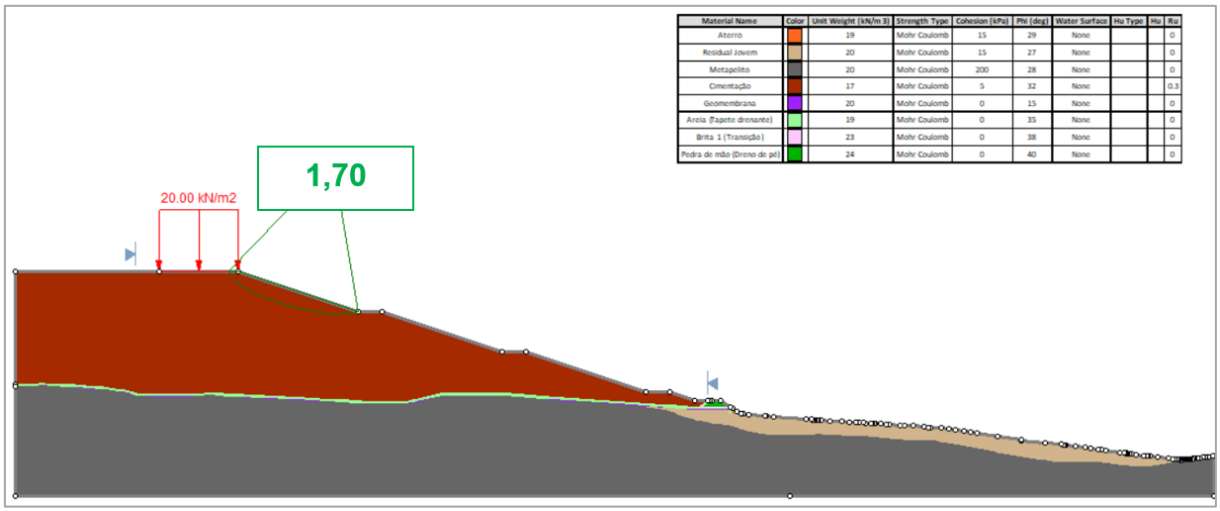
Fonte: TPF, 2023b.

Figura 7-40: Análise de estabilidade da pilha – ru/Global – Curto Prazo (seção CC')



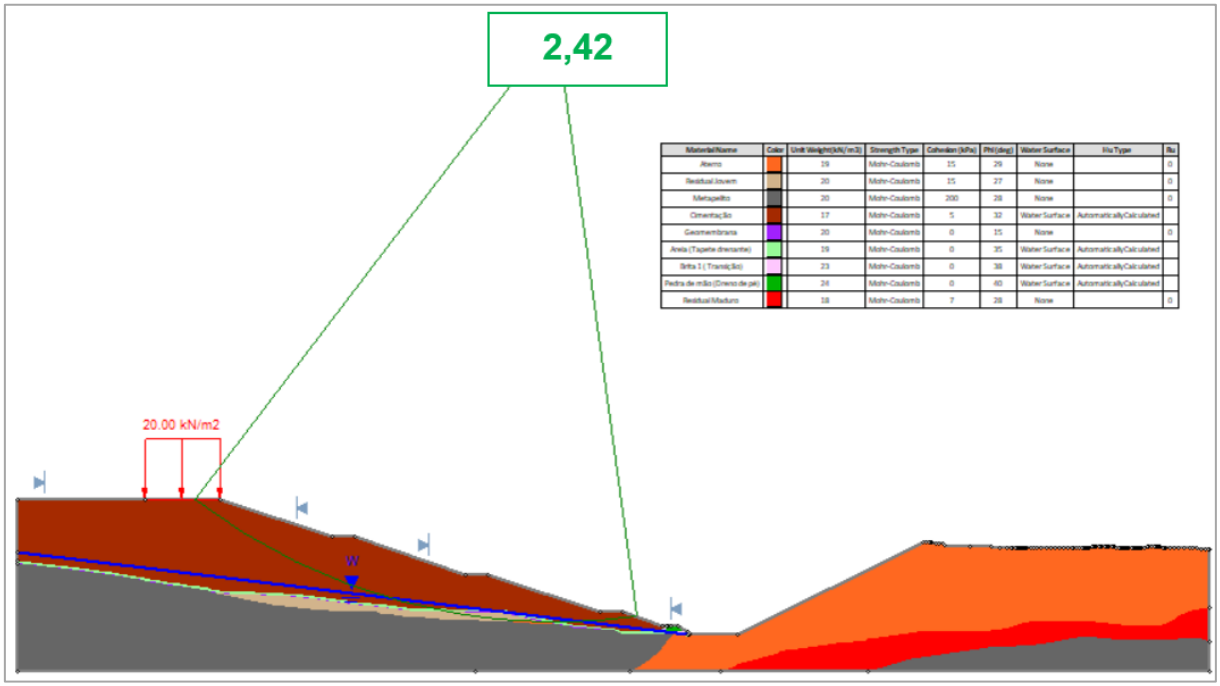
Fonte: TPF, 2023b.

Figura 7-41: Análise de estabilidade da pilha – ru/local – Curto Prazo (seção CC')



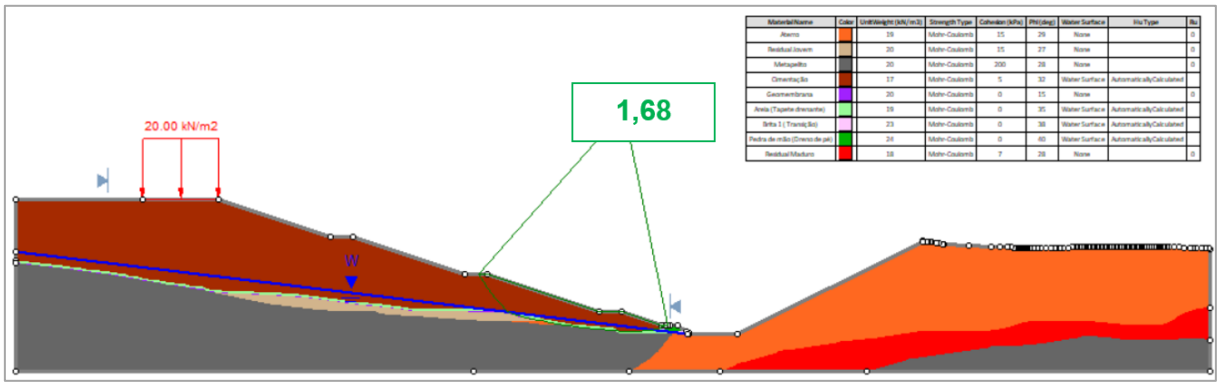
Fonte: TPF, 2023b.

Figura 7-42: Análise de estabilidade da pilha – NA Crítico/Global– Longo Prazo (Seção DD')



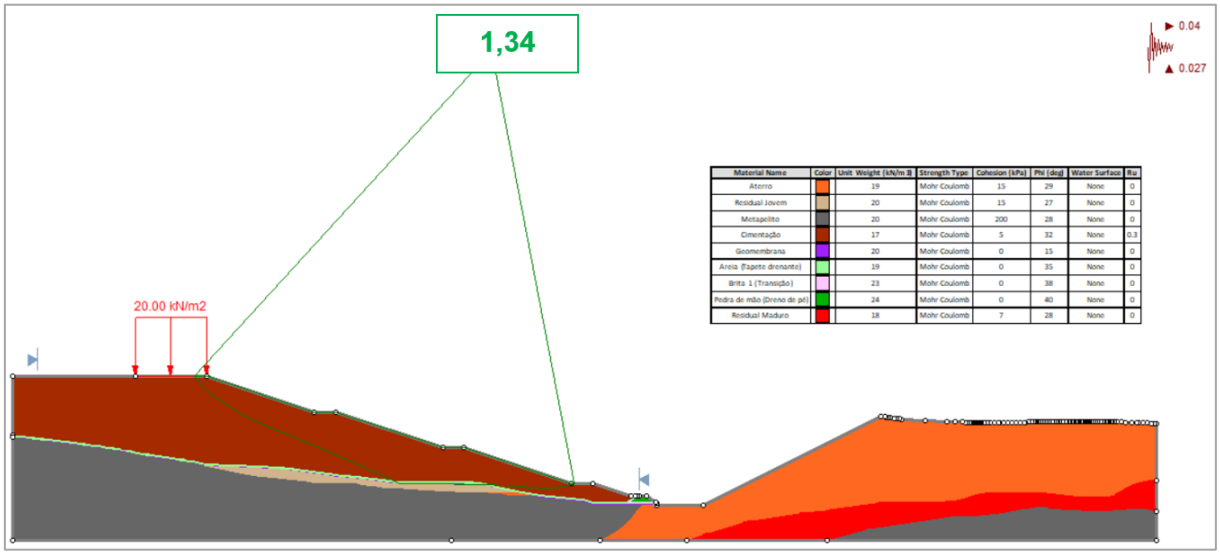
Fonte: TPF, 2023b.

| Figura 7-43: Análise de estabilidade da pilha – NA Crítico/Local– Longo Prazo (Seção DD')



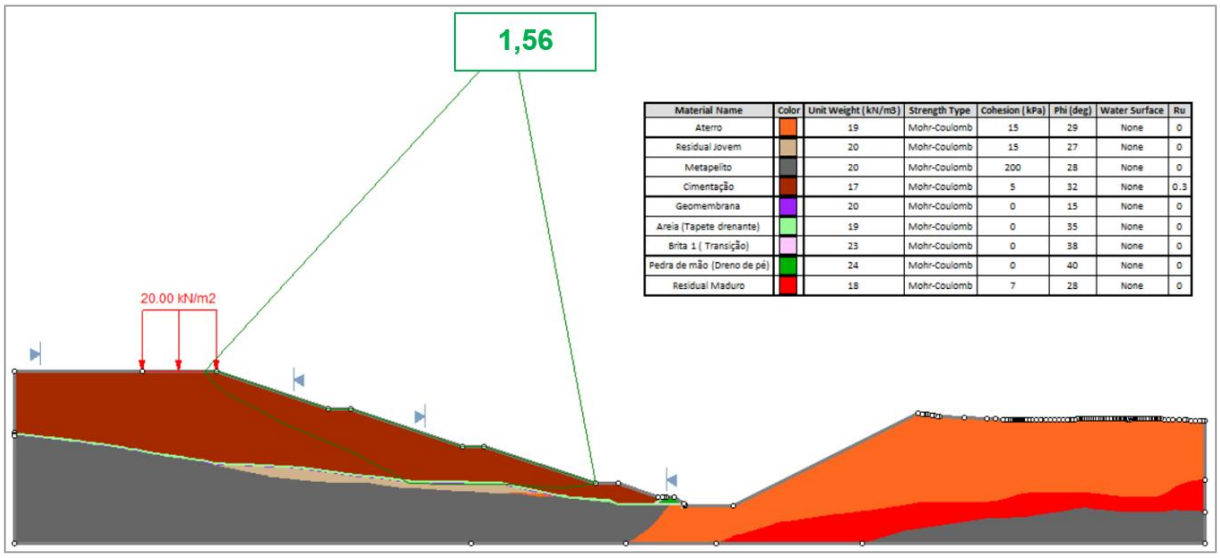
Fonte: TPF, 2023b.

| Figura 7-44: Análise de estabilidade da pilha – Pseudoestática – Curto Prazo (Seção DD')



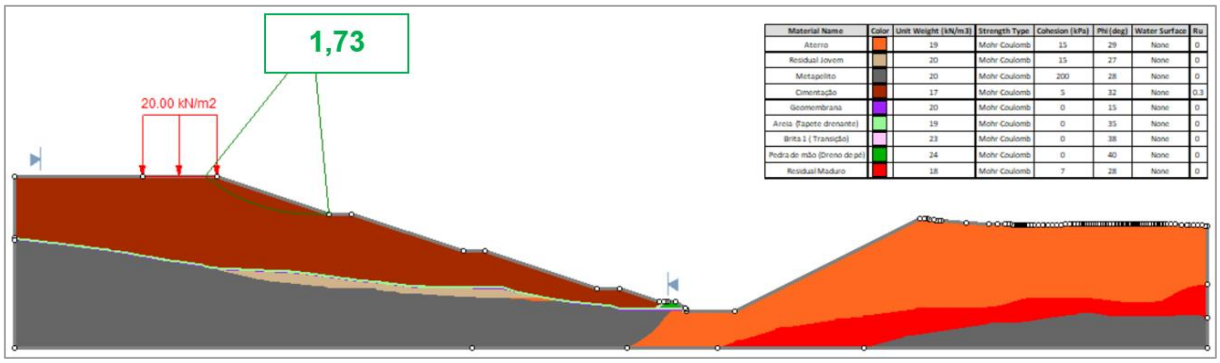
Fonte: TPF, 2023b.

| Figura 7-45: Análise de estabilidade da pilha – ru/Global– Curto Prazo (Seção DD')



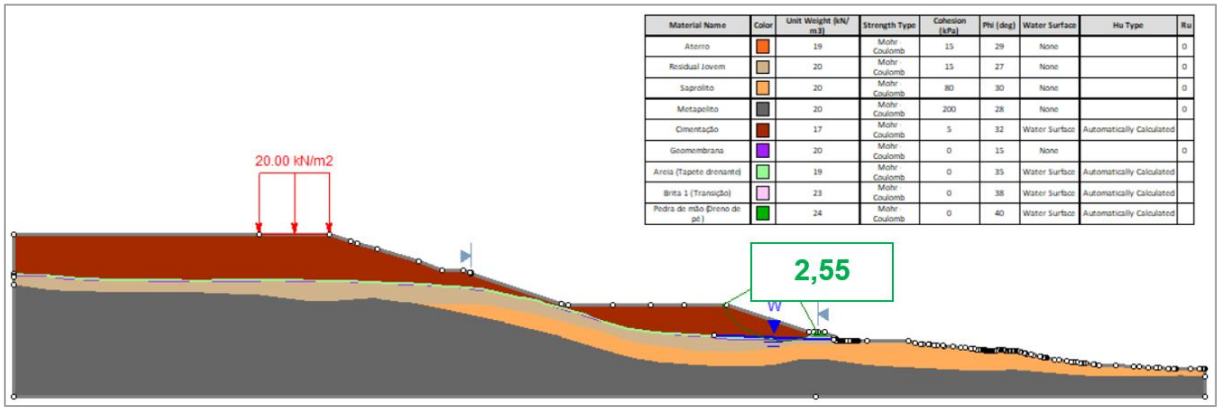
Fonte: TPF, 2023b.

| Figura 7-46: Análise de estabilidade da pilha – ru/Local– Curto Prazo (Seção DD')



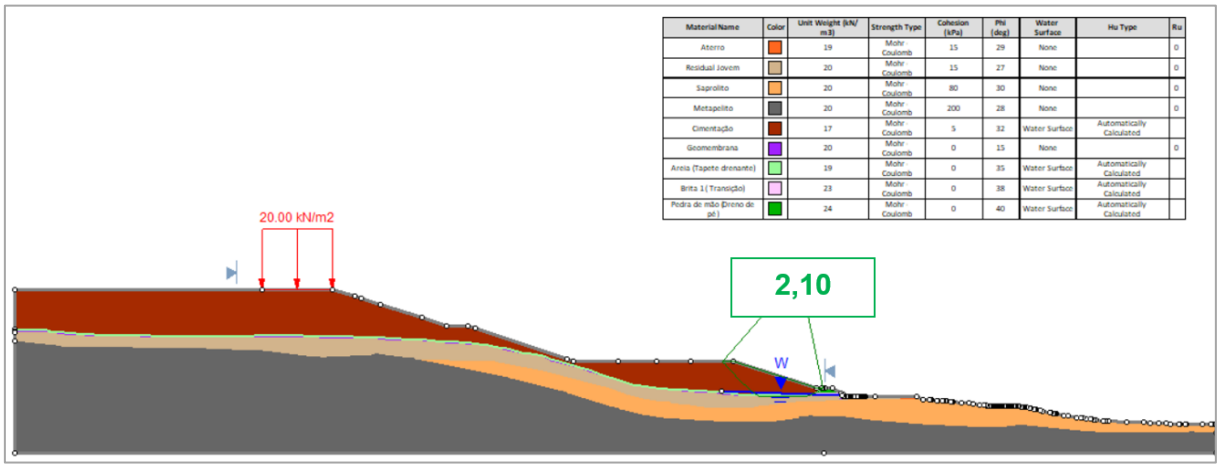
Fonte: TPF, 2023b.

| Figura 7-47: Análise de estabilidade da pilha – NA Crítico/Global – Longo Prazo (Seção EE')



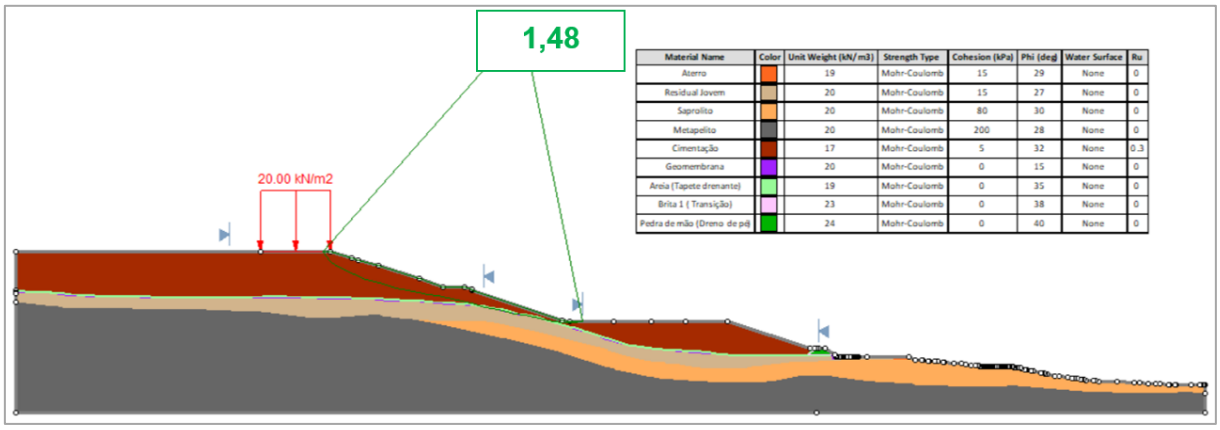
Fonte: TPF, 2023b.

| Figura 7-48: Análise de estabilidade da pilha – NA Crítico/Local – Longo Prazo (Seção EE')



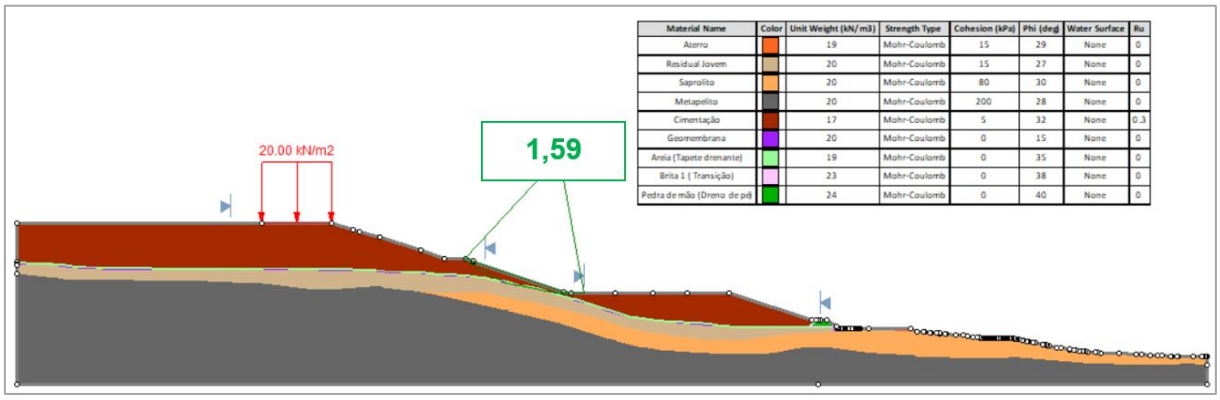
Fonte: TPF, 2023b.

Figura 7-49: Análise de estabilidade da pilha – Pseudoestática – Curto Prazo (Seção EE')



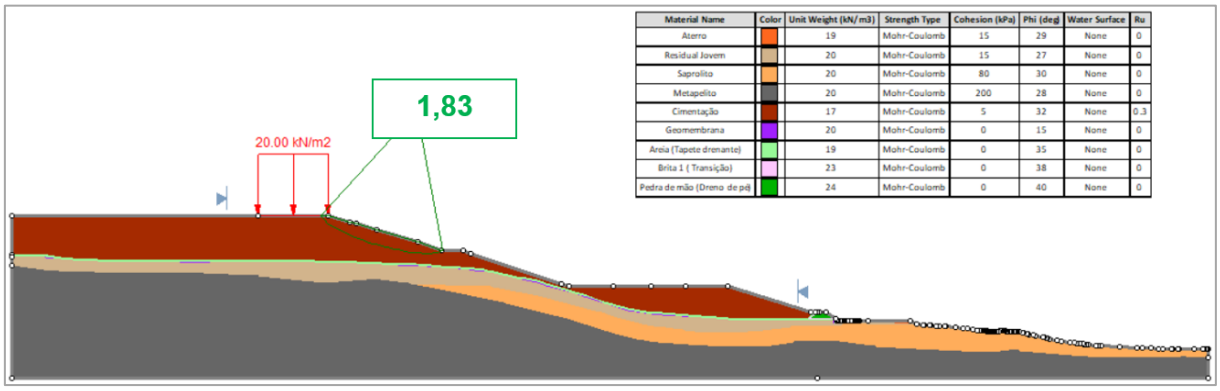
Fonte: TPF, 2023b.

Figura 7-50: Análise de estabilidade da pilha – ru/Global – Curto Prazo (Seção EE')



Fonte: TPF, 2023b.

Figura 7-51: Análise de estabilidade da pilha – ru/Local – Curto Prazo (Seção EE')



Fonte: TPF, 2023b.

A Tabela 7-12 apresenta uma síntese dos fatores de segurança obtidos por meio das simulações de estabilidade realizadas, comprovando que todas as seções apresentam fatores de segurança superiores aos indicados norma ABNT NBR 13.029:2017, para todos os cenários simulados.

| Tabela 7-12: Resumo dos Fatores de segurança obtidos pelas seções analisadas

Regime de solicitação	Tipo de análises	Resíduos (dilatante)	Solo de fundação	Fator de segurança admissível	Seção				
					AA'	BB'	CC'	DD'	EE'
Superfície freática crítica	Drenada global (Longo Prazo)	PE	PE	1,5	1,79	1,72	2,17	2,42	2,55
	Drenada Local (Longo Prazo)	PE	PE	1,5	1,81	2,31	2,34	1,68	2,10
Razão de poropressão	Sísmica (Pseudo-estática)	PE + $r_{u,\ médio}$	PE	1,1	1,46	1,19	1,46	1,34	1,48
	Não Drenada Global (Curto Prazo)	PE + $r_{u,\ médio}$	PE	1,3	1,67	1,69	1,64	1,56	1,59
	Não Drenada Local (Curto Prazo)	PE + $r_{u,\ médio}$	PE	1,3	1,71	1,49	1,70	1,73	1,83

Fonte: TPF, 2023b.

7.5.5 Estruturas Hidráulicas Superficiais e Critérios de Dimensionamento

Os estudos hidráulicos têm por objetivo o dimensionamento das estruturas constituintes do sistema de drenagem superficial e do reservatório *sump* do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias. Os estudos e o dimensionamento das estruturas apresentados na sequência foram desenvolvidos pela empresa TPF Engenharia, em julho de 2023 (TPF, 2023b).

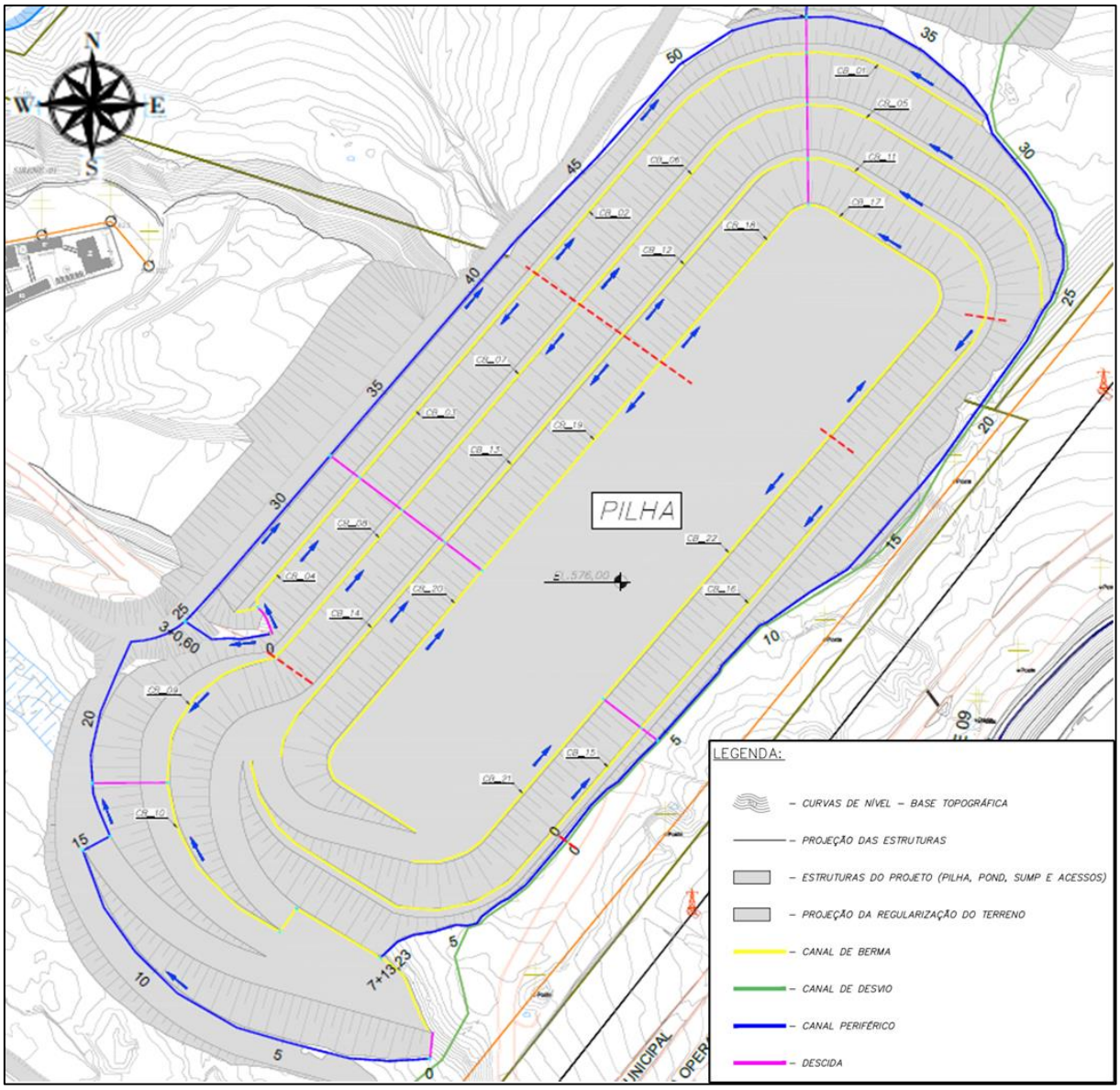
7.5.5.1 Dispositivos Hidráulicos do Sistema de Drenagem Superficial

O sistema de drenagem superficial previsto para a Pilha de Disposição a Seco de Resíduos Industriais está representado na Figura 7-52 e é composto pelos seguintes dispositivos:

- *22 Canaletas de berma (CB), com a função de coletar as contribuições das bermas e taludes;*
- *5 Canais periféricos (CP), com a função de coletar as contribuições provenientes das canaletas de berma e descidas d'água e encaminhar as águas para o Sump;*
- *2 Canais de desvio (CD), com a função de desviar as contribuições do terreno natural a montante da estrutura, evitando sua contaminação;*
- *5 Descidas d'água (DC), responsáveis por transpor trechos com altas declividades, dissipando a energia do escoamento, assim como direcionar as águas provenientes das canaletas de berma para os canais periféricos no pé da pilha;*
- *2 Bueiros (BUR), com a função de transpor os acessos à pilha e auxiliar na destinação final do escoamento do terreno natural;*

- *46 Caixas de Passagem, com a função de auxiliar na mudança de direção do fluxo do escoamento, dissipar a velocidade e servir como transição entre trechos de canais e degraus com diferentes seções;*
- *2 Travessias, com a função de transpor os acessos superficialmente, em pontos onde não é possível alocar um bueiro;*
- *Reservatório Sump, responsável por receber toda a contribuição advinda do escoamento superficial da área da pilha, amortecendo as cheias provocadas por eventos extremos de precipitação. A água armazenada nesta estrutura será posteriormente bombeada para tratamento.*

| Figura 7-52: Arranjo geral da drenagem superficial da pilha



Fonte: TPF, 2023b.

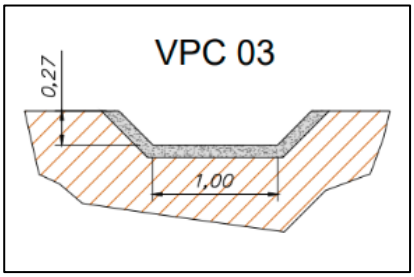
A Tabela 7-13 mostra a síntese dos aspectos geométricos dos canais, descidas e bueiros projetados, ao passo que da Figura 7-53 à Figura 7-60 as seções típicas destas estruturas são ilustradas.

Tabela 7-13: Síntese das estruturas de drenagem projetadas

CANAIS				
Largura	**Altura de Parede**	**Seção**	**Declividade de Parede**	**Material**
1,00	0,27	Trapezoidal	45° / 1V:1H	Concreto
0,50	0,25	Meia-Cana	-	Concreto
1,00	1,00	Trapezoidal	45° / 1V:1H	Concreto
1,50	1,00	Trapezoidal	45° / 1V:1H	Concreto
1,00	1,00	Trapezoidal	45° / 1V:1H	Gabião
DESCIDAS				
Largura	**Altura de Parede**	**Altura de queda**	**Seção**	**Material**
1,00	0,60	0,4	Retangular	Concreto
0,60	0,50	0,4	Retangular	Concreto
1,00	0,27	0,4	Retangular	Concreto
1,00	1,00	0,4	Retangular	Concreto
BUEIRO EM GALERIA				
Bueiro-Tipo	**Diâmetro (m)**	**Seção (m)**	**Comprimento (m)**	
Simples Tubular - BSTC	0,60	-	28,78	
Simples Celular - BSCC	-	0,8 x 0,8 m	11,40	

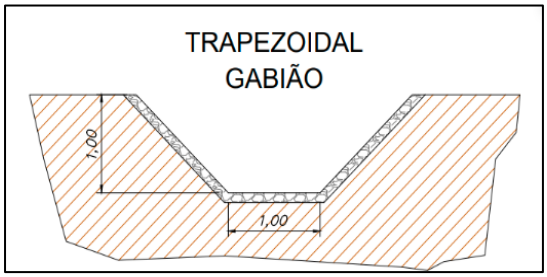
Fonte: TPF, 2023b.

Figura 7-53: Seção Canal Trapezoidal Projeto-Tipo DNIT (2018) VPC 03



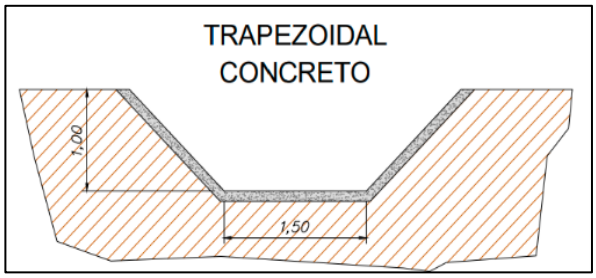
Fonte: TPF, 2023b.

Figura 7-54: Seção Canal Trapezoidal em Gabião - 1,0x1,0m



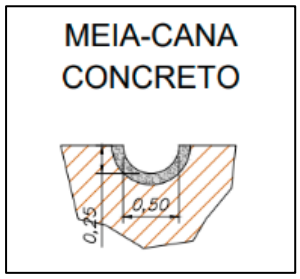
Fonte: TPF, 2023b.

| Figura 7-55: Seção Canal Trapezoidal em Concreto - 1,5x1,0m



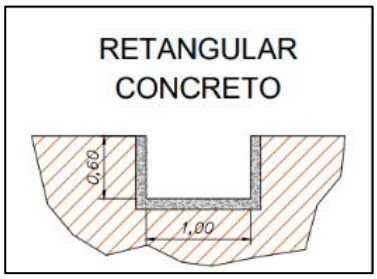
Fonte: TPF, 2023b.

| Figura 7-56: Seção Canal Meia-Cana em Concreto – Ø 0,5m



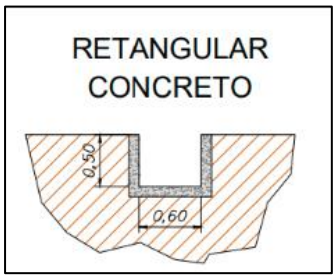
Fonte: TPF, 2023b.

| Figura 7-57: Seção Descida Retangular em concreto - 1,0x0,6m



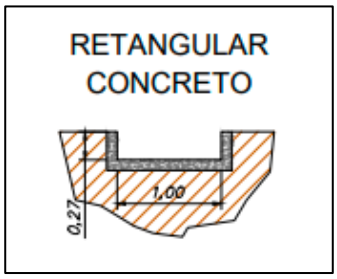
Fonte: TPF, 2023b.

| Figura 7-58: Seção Descida Retangular em concreto - 0,6x0,5m



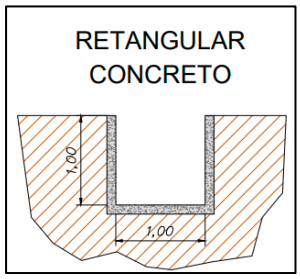
Fonte: TPF, 2023b.

| Figura 7-59: Seção Descida Retangular em concreto - 1,0x0,27m



Fonte: TPF, 2023b.

| Figura 7-60: Seção Descida Retangular em concreto - 1,0x1,0m



Fonte: TPF, 2023b.

7.5.5.2 Avaliação Hidráulica dos Dispositivos de Drenagem

Para a determinação dos dispositivos hidráulicos pelo Projeto (TRP, 2023a) foram cumpridas as seguintes etapas: execução do estudo de chuvas intensas mais atualizado para a região; delimitação e caracterização do uso e ocupação do solo das bacias de contribuição; determinação do cálculo das vazões de projeto a partir do tempo de recorrência do evento chuvoso; e, por fim, cálculos da capacidade de escoamento dos dispositivos.

Sendo assim, nos tópicos seguintes são detalhados os parâmetros de entrada e os resultados da análise de segurança hidráulica dos dispositivos que compõem o sistema de drenagem superficial da pilha de disposição a seco de resíduos industriais.

7.5.5.2.1 Estudo de Chuvas Intensas

Para determinação dos índices de precipitação total da região, foram levantadas cinco estações pluviométricas, relacionadas na Tabela 7-14, nas redondezas da área de interesse, por meio do Portal HidroWeb, ferramenta integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) (TPF, 2023a). Destas estações, duas (UHE Três Marias e Barra do Rio de Janeiro) foram adotadas como referência, em razão da série histórica disponível.

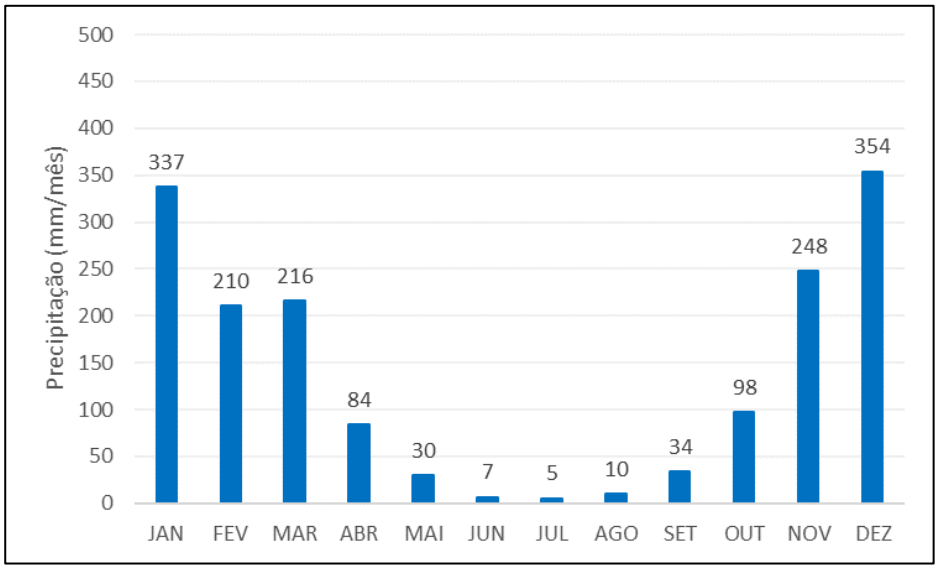
Tabela 7-14: Estações pluviométricas próximas à área do projeto

Código	Nome	Distância da área de estudo (km)	Coordenadas Geográficas	Período de observação	Operadora	Responsável
1845001	Barragem Três Marias	11	LAT 18° 4' 59.880'' S LONG 45° 13' 59.880'' O	1958 a 1961	ANA	ANA
1845009	UHE Três Marias	5	LAT 18° 12' 54.000'' S LONG 45° 15' 33.120'' O	1975 a 1993	TRÊS MARIAS	TRÊS MARIAS
1845018	Três Marias	5	LAT 18° 10' 59.880'' S LONG 45° 16' 0.120'' O	1960 a 1973	CODEVASF	CODEVASF
1845021	Canoeiros	36	LAT 18° 2' 17.880'' S LONG 45° 31' 24.960'' O	1976 a 2019	ANA	CPRM
1845027	Barra do Rio de Janeiro	28	LAT 17° 57' 29.160'' S LONG 45° 6' 7.920'' O	1984 a 2019	ANA	CPRM

Fonte: DF+, 2021 *in* TPF, 2023a.

A Figura 7-61 mostra a distribuição da precipitação média mensal da região, ao passo que a Tabela 7-15 detalha a altura de precipitação para durações entre 6 minutos e 30 dias e com Tempo de Retorno (TR) de 5 a 10.000 anos.

Figura 7-61: Precipitações médias mensais obtidas nas estações pluviométricas de UHE Três Marias e Barra do Rio de Janeiro



Fonte: DF+, 2021 *in* TPF, 2023a.

Tabela 7-15: Precipitação total (mm) obtidas a partir da série histórica das estações de referência

Duração	Tempo de retorno (anos)							
	5	10	25	50	100	500	1.000	10.000
6 min	9,3	10,5	12,0	13,1	14,2	16,8	17,9	21,6
10 min	16,6	18,7	21,2	23,1	24,9	29,0	30,8	36,5
15 min	22,4	25,1	28,5	30,9	33,3	38,7	41,0	48,2
20 min	26,5	29,7	33,7	36,5	39,3	45,6	48,2	56,6
30 min	32,4	36,2	41,0	44,4	47,7	55,3	58,4	68,3
1 hora	42,3	47,3	53,5	57,9	62,2	71,9	75,8	88,5
2 horas	56,1	63,0	71,5	77,8	83,9	97,9	103,7	122,8
3 horas	64,1	72,1	82,1	89,4	96,6	113,1	120,1	142,8
4 horas	69,9	78,6	89,6	97,7	105,7	123,9	131,7	157,1
6 horas	77,9	87,8	100,2	109,4	118,4	139,2	148,0	177,1
8 horas	83,6	94,3	107,7	117,6	127,4	150,0	159,6	191,4
10 horas	88,1	99,3	113,5	124,0	134,4	158,3	168,6	202,4
12 horas	91,7	103,5	118,3	129,3	140,1	165,2	175,9	211,4
18 horas	99,8	112,6	128,9	140,9	152,8	180,4	192,3	231,5
24 horas	105,5	119,1	136,4	149,2	161,9	191,2	203,8	245,7
2 dias	134,7	150,7	169,8	183,4	196,6	226,3	238,9	280,4
3 dias	158,8	178,2	202,8	221,0	239,1	280,8	298,8	358,4
5 dias	192,8	216,2	245,6	267,4	289,1	339,2	360,8	432,3
7 dias	229,2	255,2	286,3	308,3	329,6	377,2	397,3	463,4
10 dias	270,9	304,7	347,3	379,0	410,4	483,1	514,3	618,0
20 dias	367,3	430,2	513,5	576,5	639,4	785,6	848,6	1057,8
25 dias	416,9	481,2	564,4	626,8	689,1	834,5	897,6	1.110,0
30 dias	450,1	527,1	629,0	706,0	783,1	962,0	1.039,0	1.295,0

Fonte: Pimenta de Ávila, 2021 *in* TPF, 2023a.

7.5.5.2.2 Área de Contribuição

A delimitação da área de drenagem foi desenvolvida a partir da base topográfica disponibilizada pela Nexa à TPF Engenharia. Para definição do coeficiente de escoamento *runoff* foi preconizado os valores médios dentro da faixa recomendada por Pinheiro (2011 *in* TPF, 2023a) para cada uso e cobertura do solo, coforme apresentado na Tabela 7-16. Desse modo, foi utilizado o valor de 0,55 para solo exposto e, para os taludes da pilha durante a fase de obras (superfície exposta), foi considerado o valor de 0,65, um vez que espera-se que o resíduo depositado com adição de cimento apresente uma maior taxa de geração de escoamento superficial que os previstos pelo estudo (TRP, 2023a).

Tabela 7-16: Coeficientes de escoamento para cada de uso e ocupação do solo

Tipologia de uso e ocupação do solo	Coeficiente de escoamento superficial
Sem vegetação (solo exposto)	0,65 / 0,40
Campo natural (vegetação baixa)	0,50 / 0,30
Arbusto cerrado (vegetação média)	0,45 / 0,30
Floresta e matas densas	0,05 / 0,20
Áreas de cultivo (sem curvas de nível)	0,35 / 0,25
Cava	0,60 / 0,70
Talude com superfície exposta	0,60 / 0,50
Talude com cobertura vegetal	0,50 / 0,30

Fonte: Adaptado de Pinheiro 2011 *in* TPF, 2023a.

A Tabela 7-17 e a Tabela 7-18 apresentam, respectivamente, a extensão das áreas de contribuição delimitadas e sua representação em imagem de satélite. Para o dimensionamento do reservatório *Sump* e do volume morto gerado foi considerado o somatório de todas as áreas delimitadas, totalizando uma extensão de aproximadamente 24 ha (TPF, 2023a).

As áreas A31, A32 e A33 são referentes ao terreno natural coletado pelo canal de desvio, de modo que sua extensão não foi considerada no dimensionamento do *Sump* (TPF, 2023a). Além disso, a "A_Acesso" corresponde à maior área de drenagem identificada para as canaletas posicionadas nas rampas de acesso à pilha.

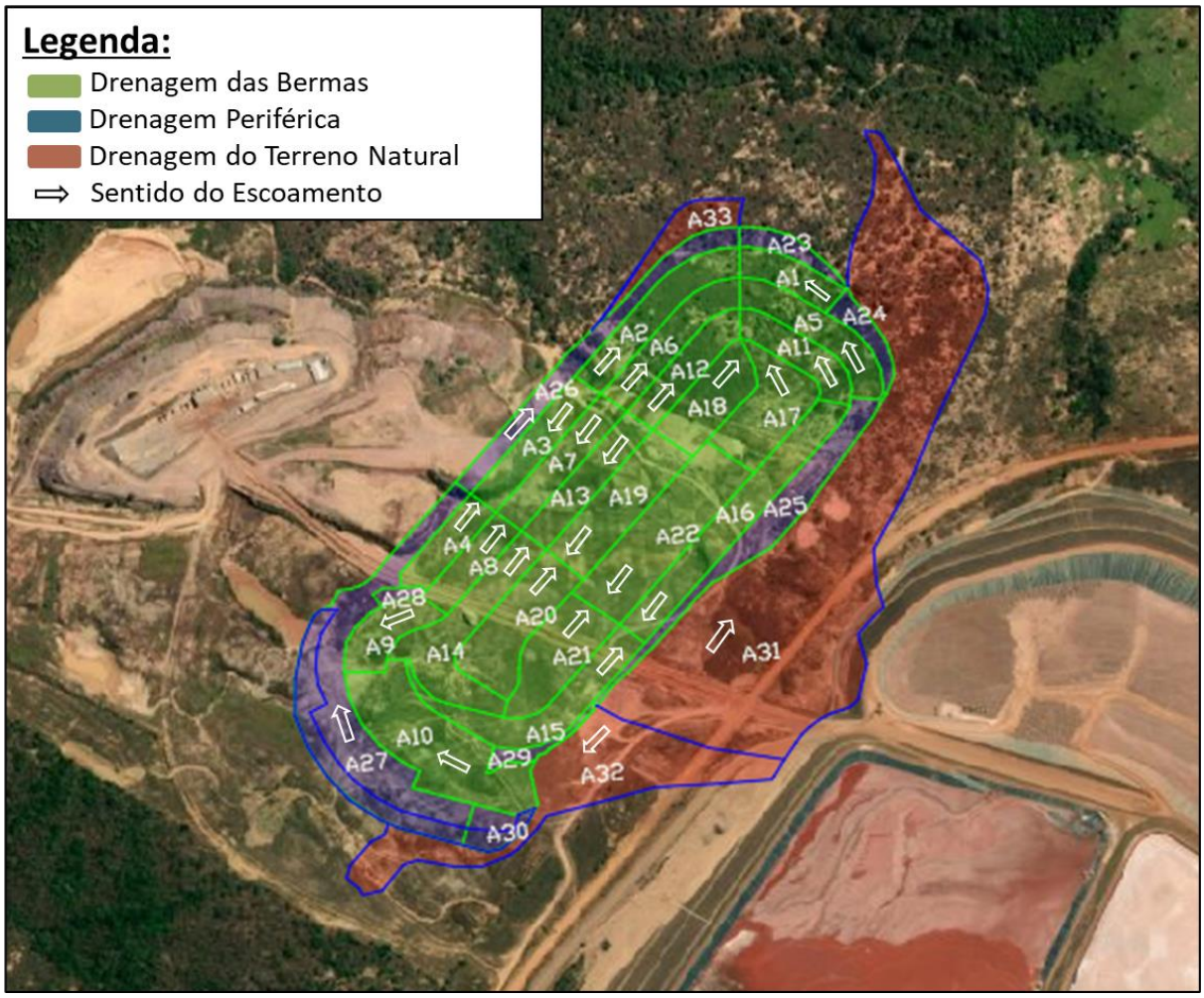
Tabela 7-17: Identificação e extensão das áreas de contribuição delimitadas

ID	Área (m^2)	Área (km^2)	Coeficiente de escoamento - C	
A1	4.344,27	0,004	Pilha com superfície exposta	0,65
A2	8.331,58	0,008	Pilha com superfície exposta	0,65
A3	6.569,80	0,007	Pilha com superfície exposta	0,65
A4	4.566,27	0,005	Pilha com superfície exposta	0,65
A5	7.416,93	0,007	Pilha com superfície exposta	0,65

ID	Área (m²)	Área (km²)	Coeficiente de escoamento - C	
A6	7.105,38	0,007	Pilha com superfície exposta	0,65
A7	6.613,92	0,007	Pilha com superfície exposta	0,65
A8	4.670,99	0,005	Pilha com superfície exposta	0,65
A9	5.246,77	0,005	Pilha com superfície exposta	0,65
A10	16.977,70	0,017	Pilha com superfície exposta	0,65
A11	5.549,19	0,006	Pilha com superfície exposta	0,65
A12	5.914,25	0,006	Pilha com superfície exposta	0,65
A13	6.663,59	0,007	Pilha com superfície exposta	0,65
A14	11.625,10	0,012	Pilha com superfície exposta	0,65
A15	9.646,80	0,010	Pilha com superfície exposta	0,65
A16	12.815,48	0,013	Pilha com superfície exposta	0,65
A17	9.188,39	0,009	Pilha com superfície exposta	0,65
A18	7.301,33	0,007	Pilha com superfície exposta	0,65
A19	10.287,38	0,010	Pilha com superfície exposta	0,65
A20	10.131,91	0,010	Pilha com superfície exposta	0,65
A21	8.987,85	0,009	Pilha com superfície exposta	0,65
A22	15.266,61	0,015	Pilha com superfície exposta	0,65
A23	2.592,24	0,003	Pilha com superfície exposta	0,65
A24	2.618,21	0,003	Pilha com superfície exposta	0,65
A25	10.080,57	0,010	Pilha com superfície exposta	0,65
A26	9.155,64	0,009	Pilha com superfície exposta	0,65
A27	25.099,40	0,025	Pilha com superfície exposta	0,65
A28	797,53	0,001	Pilha com superfície exposta	0,65
A29	1.632,43	0,002	Pilha com superfície exposta	0,65
A30	2.785,39	0,003	Pilha com superfície exposta	0,65
A31	94.963,74	0,095	Solo Exposto	0,55
A32	24.881,22	0,025	Solo Exposto	0,55
A33	4.549,45	0,005	Solo Exposto	0,55
A Acesso	4.022,03	0,004	Pilha com superfície exposta	0,65

Fonte: TPF, 2023a

| Figura 7-62: Áreas de drenagem delimitadas para a Pilha de Disposição a Seco de Resíduos Industriais



Fonte: TPF, 2023a

7.5.5.2.3 Vazão de Projeto

De acordo com TPF (2023a), para a determinação da vazão de projeto dos elementos do sistema de drenagem superficial, foi empregado o Método Racional, recomendado por Pinheiro (2011) para bacias com áreas inferiores a 1 km², cuja equação é apresentada:

$$Q = 0{,}278 * C * i * A \qquad \text{Equação 7-1}$$

Onde:

Q é a vazão de projeto, em m³/s;

C é o coeficiente de escoamento, definido conforme o uso do solo;

i é a intensidade média da chuva para a duração (t), em mm/h;

A é a área de contribuição delimitada, em km².

Em relação à intensidade pluviométrica, foram utilizados tempos de retorno de 100 anos para dispositivos de pequena vazão, como canaletas de berma, descidas de água entre taludes e canais periféricos temporários e 500 anos para canais periféricos definitivos, conforme estabelecido pela Norma ABNT NBR 13.029:2017 (TPF, 2023a).

Já para os canais de desvio de águas superficiais, foi considerado um tempo de retorno de 500 anos, partindo da premissa de que estes canais servem como segurança para os canais periféricos da pilha e, por este motivo, devem estar seguros para vazões com tempos de recorrência semelhantes (TPF, 2023a).

Deste modo, a Tabela 7-18 demonstra o cálculo das vazões de projeto para cada elemento de drenagem superficial previsto, considerando os tempos de retorno de 100 e 500 anos.

Tabela 7-18: Cálculo da vazão de projeto de cada estrutura

Estrutura	C	Área de drenagem (km^2)	Para TR = 100 anos		Para TR = 500 anos	
			i (mm/h)	Vazão de Projeto (m^3/s)	i (mm/h)	Vazão de Projeto (m^3/s)
CB 01	0,65	0,004	149,40	0,12	174,00	0,14
CB 02	0,65	0,008	149,40	0,22	174,00	0,26
CB 03	0,65	0,007	149,40	0,18	174,00	0,21
CB 04	0,65	0,005	149,40	0,12	174,00	0,14
CB 05	0,65	0,007	149,40	0,20	174,00	0,23
CB 06	0,65	0,007	149,40	0,19	174,00	0,22
CB 07	0,65	0,007	149,40	0,18	174,00	0,21
CB 08	0,65	0,005	149,40	0,13	174,00	0,15
CB 09	0,65	0,005	149,40	0,14	174,00	0,16
CB 10	0,65	0,019	149,40	0,50	174,00	0,59
CB 11	0,65	0,006	149,40	0,15	174,00	0,17
CB 12	0,65	0,006	149,40	0,16	174,00	0,19
CB 13	0,65	0,007	149,40	0,18	174,00	0,21
CB 14	0,65	0,012	149,40	0,31	174,00	0,37
CB 15	0,65	0,010	149,40	0,26	174,00	0,30
CB 16	0,65	0,013	149,40	0,35	174,00	0,40
CB 17	0,65	0,009	149,40	0,25	174,00	0,29
CB 18	0,65	0,007	149,40	0,20	174,00	0,23
CB 19	0,65	0,010	149,40	0,28	174,00	0,32
CB 20	0,65	0,010	149,40	0,27	174,00	0,32
CB 21	0,65	0,009	149,40	0,24	174,00	0,28
CB 22	0,65	0,015	149,40	0,41	174,00	0,48
Cnl_Acesso	0,65	0,004	149,40	0,11	174,00	0,13
CP 01	0,65	0,240	149,40	6,48	174,00	7,55
CP 02	0,65	0,062	149,40	1,67	174,00	1,95
CP 03	0,65	0,123	149,40	3,32	174,00	3,86
CP 04	0,65	0,002	149,40	0,04	174,00	0,05
CP 05	0,65	0,001	149,40	0,02	174,00	0,03

Estrutura	C	Área de drenagem (km^2)	Para TR = 100 anos		Para TR = 500 anos	
			i (mm/h)	Vazão de Projeto (m^3/s)	i (mm/h)	Vazão de Projeto (m^3/s)
CD 01	0,55	0,095	149,40	2,17	174,00	2,53
CD 02	0,55	0,025	149,40	0,57	174,00	0,66
DC 01	0,65	0,055	149,40	1,49	174,00	1,73
DC 02	0,65	0,061	149,40	1,65	174,00	1,92
DC 03	0,65	0,001	149,40	0,02	174,00	0,03
DC 04	0,65	0,024	149,40	0,64	174,00	0,75
DC 05	0,65	0,047	149,40	1,26	174,00	1,47
BUR 01	0,55	0,005	149,40	0,10	174,00	0,12
BUR 02	0,55	0,025	149,40	0,57	174,00	0,66

Fonte: TPF, 2023a.

7.5.5.2.4 Análise da Capacidade de Escoamento dos Dispositivos

A partir dos dados encontrados para vazão de projeto, realizou-se o dimensionamento hidráulico dos canais e estruturas que compõem os sistemas de drenagem superficial. Os parâmetros adotados foram a borda livre resultante e a velocidade máxima adimissível. A Borda Livre corresponde à folga entre a profundidade hidráulica atingida no canal, enquanto a velocidade máxima admissível é definida a partir do material adotado no revestimento (TPF, 2023a).

Foi estabelecido como premissa de dimensionamento uma borda livre mínima de 20% levando em conta os estudos de Chow (1959 *in* TPF, 2023a), o qual recomenda a manutenção de bordas livres entre 5% e 30% da altura da lâmina de água na seção.

Já em relação à velocidade máxima admissível, foi considerado um valor de 6,0 m/s para estruturas de concreto, conforme estabelecido por Pinheiro (2011 *in* TPF, 2023a) e Eletrobrás (2003 *in* TPF, 2023a). Para os canais revestidos em gabião, foi considerada uma velocidade máxima de 3,5 m/s, levando em conta o diâmetro do gabião utilizado, conforme determinado pelo Manual Técnico de Revestimento de Canais e Cursos de Água, desenvolvido pela Maccaferri (2017 *in* TPF, 2023a).

Para a determinação da capacidade de escoamento dos canais lisos foi aplicada a equação de Chézy-Manning, conforme a equação apresenta a seguuir. As descidas d'água em degraus e os bueiros, por sua vez, foram dimensionadas com auxílio do *software* SisCCoH – Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos, versão 1.1, o qual permite a análise do escoamento a partir do regime *Skimming Flow* e *Nappe Flow.* Já a bacia de dissipação prevista ao final dos trechos dos canais de desvio foi dimensionada conforme a metodologia de cálculo especificada pelo DNIT (2006 *in* TPF, 2023a).

$$Q = \frac{1}{n} * A * Rh^{2/3} * I^{1/2}$$ Equação 7-2

Onde:

Q é a capacidade de descarga, em m^3/s;

n é o coeficiente de rugosidade de Manning, admensional;

I é a declividade do canal, em m/m;

A é a área molhada, em m^2;

Rh é o raio hidráulico, determinado pela relação área/perímetro molhado, em m.

Os canais projetados para compor o sistema de drenagem superficial podem ser separados entre canaletas de berma, canais periféricos e canais de desvio (TPF, 2023a). As canaletas de berma, apresentam seu dimensionamento disposto na Tabela 7-19. Os canais periféricos, por sua vez, têm seu dimensionamento disponibilizado na Tabela 7-20 e na Tabela 7-21, enquanto os canais de desvio encontram-se na Tabela 7-22 e Tabela 7-23. O canal periférico CP 01, por apresentar uma declividade única ao longo de todo seu trecho, possui seu dimensionamento inserido na Tabela 7-19.

A Tabela 7-24 mostra os resultados encontrados para o dimensionamento das descidas d'água. A descida DC 03 apresentou segmentos de patamar com comprimentos variados a longo de seu perfil e, por este motivo, os trechos com diferentes declividades foram subdivididos para uma análise mais precisa, sendo avaliados separadamente. Já a Tabela 7-25 e a Tabela 7-26 dispõem, respectivamente, da verificação hidráulica dos bueiros e da bacia de dissipação.

Com base nas análises realizadas, TPF (2023a) concluiu que os dispositivos projetados atendem aos tempos de recorrência determinados pela legislação vigente e atendem às premissas estabelecidas de velocidade máxima admissível e borda livre mínima.

Para os trechos em degraus onde foram identificadas velocidades superiores a 6,0 m/s, foi previsto a instalação de uma caixa de passagem ao final do trecho, a qual irá auxiliar na dissipação da energia e redução da velocidade de escoamento (TPF, 2023a).

Tabela 7-19: Resultados da determinação da capacidade de escoamento das canaletas - fórmula de Manning para as canaletas de berma e canal de acesso

Estrutura	Seção	Projeto--Tipo	Parâmetros geométricos								Cálculos Hidráulicos						Verificação hidráulica				
			Comprimento (m)	Declividade (%)	Declividade (m/m)	Base menor (m)	Base maior (m)	Altura da seção H (m)	Altura com 20% de borda livre	Declividade da parede lateral - m	Coeficiente de Manning (n)	Profundidade hidráulica h (m)	Área molhada (m^2)	Pm (m)	Rh (m)	Qcalc (m^3/s)	TR (anos)	v (m/s)	Borda Livre (m)	N° de Froude	Regime
CB 01	Trapezoidal	VPC 03	129,84	1,87	0,019	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,07	0,08	1,21	0,07	0,12	100	1,48	0,196	1,74	Supercrítico
CB 02	Trapezoidal	VPC 03	243,36	1,00	0,010	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,13	0,15	1,37	0,11	0,22	100	1,51	0,139	1,33	Supercrítico
CB 03	Trapezoidal	VPC 03	181,97	1,00	0,010	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,11	0,13	1,32	0,10	0,18	100	1,40	0,156	1,32	Supercrítico
CB 04	Trapezoidal	VPC 03	128,39	1,42	0,014	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,08	0,09	1,23	0,07	0,12	100	1,38	0,187	1,53	Supercrítico
CB 05	Trapezoidal	VPC 03	229,01	1,00	0,010	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,12	0,14	1,35	0,10	0,20	100	1,46	0,148	1,33	Supercrítico
CB 06	Trapezoidal	VPC 03	208,92	1,10	0,011	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,12	0,13	1,33	0,10	0,19	100	1,48	0,154	1,39	Supercrítico
CB 07	Trapezoidal	VPC 03	183,12	1,00	0,010	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,11	0,13	1,32	0,10	0,18	100	1,40	0,156	1,32	Supercrítico
CB 08	Trapezoidal	VPC 03	130,10	1,41	0,014	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,08	0,09	1,24	0,07	0,13	100	1,39	0,186	1,53	Supercrítico
CB 09	Trapezoidal	VPC 03	124,68	2,22	0,022	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,08	0,08	1,22	0,07	0,14	100	1,68	0,192	1,91	Supercrítico
CB 10	Trapezoidal	VPC 03	277,20	1,00	0,01	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,21	0,26	1,60	0,16	0,50	100	1,97	0,059	1,37	Supercrítico
CB 11	Trapezoidal	VPC 03	178,72	1,00	0,010	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,10	0,11	1,29	0,09	0,15	100	1,32	0,167	1,31	Supercrítico
CB 12	Trapezoidal	VPC 03	175,03	1,02	0,010	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,11	0,12	1,30	0,09	0,16	100	1,36	0,164	1,33	Supercrítico
CB 13	Trapezoidal	VPC 03	184,16	1,00	0,010	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,11	0,13	1,32	0,10	0,18	100	1,40	0,155	1,32	Supercrítico
CB 14	Trapezoidal	VPC 03	184,12	1,00	0,010	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,16	0,19	1,45	0,13	0,31	100	1,69	0,110	1,35	Supercrítico
CB 15	Trapezoidal	VPC 03	361,86	0,80	0,008	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,15	0,18	1,43	0,12	0,26	100	1,48	0,117	1,20	Supercrítico
CB 16	Trapezoidal	VPC 03	361,60	0,80	0,008	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,18	0,21	1,51	0,14	0,35	100	1,62	0,09	1,21	Supercrítico
CB 17	Trapezoidal	VPC 03	233,03	1,00	0,010	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,14	0,16	1,39	0,11	0,25	100	1,57	0,13	1,34	Supercrítico
CB 18	Trapezoidal	VPC 03	145,96	1,60	0,016	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,11	0,12	1,30	0,09	0,20	100	1,69	0,164	1,66	Supercrítico
CB 19	Trapezoidal	VPC 03	184,91	1,32	0,013	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,14	0,16	1,39	0,11	0,28	100	1,78	0,133	1,54	Supercrítico
CB 20	Trapezoidal	VPC 03	243,60	1,00	0,010	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,15	0,17	1,42	0,12	0,27	100	1,62	0,123	1,34	Supercrítico
CB 21	Trapezoidal	VPC 03	176,43	1,33	0,013	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,13	0,14	1,36	0,10	0,24	100	1,71	0,144	1,53	Supercrítico
CB 22	Trapezoidal	VPC 03	234,42	1,00	0,010	1,00	1,54	0,27	0,22	1V:1H	0,015	0,19	0,22	1,53	0,15	0,41	100	1,85	0,082	1,36	Supercrítico
Acesso	Meia-Cana	-	Variável	10,00	0,100	-	0,50	0,25	0,20	-	0,015	0,14	0,03	0,44	0,07	0,11	100	3,57	0,111	3,05	Supercrítico
CP 01	Trapezoidal	-	41,40	1,21	0,012	1,50	3,50	1,00	0,80	1V:1H	0,015	0,76	1,71	3,64	0,47	7,55	500	4,42	0,244	1,62	Supercrítico

Fonte: TPF, 2023a.

| Tabela 7-20: Determinação da capacidade de escoamento nos diferentes trechos do canal periférico 02

Estrutura		CP 02								
Características	Trecho	1	2	3	4	5	5	6	7	8
	Vazão (m^3/s) - TR 500 anos	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95
	Seção	Trapezoidal	Trapezoidal	Retangular	Trapezoidal	Trapezoidal	Retangular	Trapezoidal	Retangular	Trapezoidal
	Declividade da parede lateral - m	1,00	1,00	-	1,00	2,00	-	1,00	-	1,00
	Revestimento	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto
	Largura da Base (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Altura de Parede (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Canal Liso - Metodologia de Manning	Declividade (%)	2,04	1,37		1,18	1,42		5,05		5,79
	Coeficiente de Manning	0,015	0,015		0,015	0,015		0,015		0,015
	Lâmina de água (m)	0,38	0,42		0,44	0,37		0,29		0,28
	Área Molhada (Am)	0,52	0,59		0,63	0,63		0,37		0,36
	Perímetro Molhado (Pm)	2,06	2,19		2,24	2,64		1,82		1,79
	Raio Hidráulico (Rh)	0,25	0,27		0,28	0,24		0,21		0,20
	Velocidade (m/s)	3,78	3,28		3,11	3,07		5,22		5,47
	Número de Froude	1,97	1,62		1,50	1,62		3,09		3,31
	Borda livre (m)	0,62	0,58		0,56	0,63		0,71		0,72
Trecho com degraus - Metodologia	Altura degrau (m)			0,40			0,40		0,40	
	Declividade (%)			8,64			9,97		10,61	
	Comprimento degrau (m)			4,00			4,00		4,00	
	Desnível do trecho (m)			5,76			1,63		4,00	
	Regime de Escoamento			*Skimming Flow*			*Skimming Flow*		*Skimming Flow*	
	Profundidade aerada (m)			0,53			0,56		0,53	

Estrutura		CP 02								
	Velocidade aerada (m/s)			3,66			3,47		3,66	
	Profundidade final (m)			0,38			0,40		0,38	
	Velocidade final (m/s)			5,18			4,90		5,18	
	Altura de referência da parede			0,75			0,79		0,75	

Fonte: TPF, 2023a.

Tabela 7-21: Determinação da capacidade de escoamento nos diferentes trechos do CP 03, CP 04 e CP 05

Estrutura		CP 03				CP 04			CP 05		
Características	Trecho	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3
	Vazão (m^3/s) - TR 500 anos	0,09	0,09	3,86	3,86	0,05	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03
	Seção	Retangular	Retangular	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal	Retangular	Trapezoidal	Trapezoidal	Retangular
	Declividade da parede lateral - m	-	-	1,00	1,00	1,00	1,00	-	1,00	1,00	-
	Revestimento	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto
	Largura da Base (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Altura de Parede (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Canal Liso - Metodologia de Manning	Declividade (%)			3,6	1	2,80	1,00		7,69	4,26	
	Coeficiente de Manning			0,015	0,015	0,015	0,015		0,015	0,015	
	Lâmina de água (m)			0,47	0,66	0,04	0,05		0,02	0,02	
	Área Molhada (Am)			0,69	1,10	0,04	0,06		0,02	0,02	
	Perímetro Molhado (Pm)			2,32	2,87	1,11	1,15		1,05	1,06	
	Raio Hidráulico (Rh)			0,30	0,38	0,04	0,05		0,02	0,02	

Estrutura		CP 03				CP 04			CP 05		
	Velocidade (m/s)			5,62	3,51	1,24	0,90		1,29	1,08	
	Número de Froude			2,62	1,38	1,99	1,23		2,98	2,28	
	Borda livre (m)			0,53	0,34	0,23	0,22		0,25	0,25	
Trecho com degraus – Metodologia Nappe Flow	Altura degrau (m)	0,40	0,40					0,40			0,40
	Declividade (%)	33,33	11,47					20,77			45,17
	Comprimento degrau (m)	1,20	3,00					2,00			0,90
	Desnível do trecho (m)	5,20	3,77					8,46			9,76
	Regime de Escoamento	*Nappe Flow*	*Nappe Flow*					*Nappe Flow*			*Nappe Flow*
	Profundidade aerada (m)	-	-					-			-
	Velocidade aerada (m/s)	-	-					-			-
	Profundidade final (m)	0,04	0,05					0,03			0,02
	Velocidade final (m/s)	2,30	2,14					1,43			1,40
	Altura de referência da parede	0,30	0,30					0,17			0,16

Fonte: TPF, 2023a.

Tabela 7-22: Determinação da capacidade de escoamento nos diferentes trechos do canal de desvio 01

Estrutura		CD 01									
Características	Trecho	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Vazão (m^3/s) - TR 500 anos	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53
	Seção	Trapezoidal	Trapezoidal	Retangular	Trapezoidal	Retangular	Trapezoidal	Trapezoidal	Retangular	Trapezoidal	Retangular
	Declividade da parede lateral - m	1,00	1,00	-	1,00	-	1,00	1,00	-	1,00	-
	Revestimento	Gabião	Gabião	Concreto	Gabião	Concreto	Gabião	Gabião	Concreto	Gabião	Concreto

Estrutura		CD 01									
	Largura da Base (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Altura de Parede (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Canal Liso - Metodologia de Manning	Declividade (%)	2,04	1,03		4,5		1,29	3,91		1	
	Coeficiente de Manning	0,028	0,028		0,028		0,028	0,028		0,028	
	Lâmina de água (m)	0,61	0,73		0,49		0,69	0,51		0,73	
	Área Molhada (Am)	0,98	1,26		0,73		1,16	0,77		1,27	
	Perímetro Molhado (Pm)	2,72	3,06		2,39		2,94	2,44		3,08	
	Raio Hidráulico (Rh)	0,36	0,41		0,31		0,39	0,32		0,41	
	Velocidade (m/s)	2,58	2,01		3,45		2,18	3,27		1,98	
	Número de Froude	1,06	0,75		1,57		0,84	1,46		0,74	
	Borda livre (m)	0,39	0,27		0,51		0,31	0,49		0,27	
Trecho com degraus – Metodologia Skimming Flow	Altura degrau (m)			0,40		0,40			0,40		0,40
	Declividade (%)			9,00		11,66			9,29		10,33
	Comprimento degrau (m)			4,00		4,00			4,00		4,00
	Desnível do trecho (m)			3,60		2,44			4,00		4,88
	Regime de Escoamento			*Skimming Flow*		*Skimming Flow*			*Skimming Flow*		*Skimming Flow*
	Profundidade aerada (m)			0,63		0,65			0,63		0,63
	Velocidade aerada (m/s)			4,03		3,92			4,04		4,05
	Profundidade final (m)			0,45		0,46			0,45		0,45
	Velocidade final (m/s)			5,62		5,47			5,64		5,65
	Altura de referência da parede			0,88		0,9			0,88		0,88

Fonte: TPF, 2023a.

Tabela 7-23: Determinação da capacidade de escoamento nos diferentes trechos do canal de desvio 02

Estrutura		CD 02									
Características	Trecho	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Vazão (m^3/s) - TR 500 anos	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
	Seção	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal	Retangular	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal	Retangular	Trapezoidal	Trapezoidal
	Declividade da parede lateral - m	1,00	1,00	1,00	-	1,00	1,00	1,00	-	1,00	1,00
	Revestimento	Gabião	Gabião	Gabião	Concreto	Gabião	Gabião	Gabião	Concreto	Gabião	Gabião
	Largura da Base (m)	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	1,00
	Altura de Parede (m)	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00
Canal Liso - Metodologia de Manning	Declividade (%)	1	8,62	1,05		10,00	5,27	2,91		5,18	2,42
	Coeficiente de Manning	0,028	0,028	0,028		0,028	0,028	0,028		0,028	0,028
	Lâmina de água (m)	0,35	0,19	0,35		0,18	0,22	0,26		0,22	0,28
	Área Molhada (Am)	0,48	0,23	0,47		0,22	0,27	0,33		0,27	0,35
	Perímetro Molhado (Pm)	2,00	1,54	1,99		1,52	1,62	1,74		1,62	1,78
	Raio Hidráulico (Rh)	0,24	0,15	0,24		0,14	0,17	0,19		0,17	0,20
	Velocidade (m/s)	1,38	2,92	1,40		3,08	2,47	2,01		2,45	1,88
	Número de Froude	0,74	2,14	0,76		2,30	1,68	1,26		1,67	1,15
	Borda livre (m)	0,65	0,81	0,65		0,82	0,78	0,74		0,78	0,72
Trecho com	Altura degrau (m)				0,40				0,40		
	Declividade (%)				38,93				26,67		

Estrutura	CD 02									
Comprimento degrau (m)				1,00				1,50		
Desnível do trecho (m)				11,61				3,60		
Regime de Escoamento				*Skimming Flow*				*Skimming Flow*		
Profundidade aerada (m)				0,30				0,32		
Velocidade aerada (m/s)				3,73				3,49		
Profundidade final (m)				0,20				0,22		
Velocidade final (m/s)				5,61				4,98		
Altura de referência da parede				0,41				0,44		

Fonte: TPF, 2023a.

Tabela 7-24: Dimensionamento hidráulico das descidas d'água entre taludes

Estrutura - descidas d'água	Parâmetros geométricos							Verificação hidráulica					
	Largura do degrau (m)	Altura de queda (m)	Comprimento do Degrau (m)	Altura da Parede (m)	Desnível do Trecho (m)	Número de Degraus	Vazão de Projeto (m^3/s)	Regime	Profundidade Aerada do escoamento (m)	Velocidade Aerada do escoamento (m/s)	Profundidade final do escoamento (m)	Velocidade final do escoamento (m/s)	Altura de referência da parede (m)
DC_01	1,00	0,40	1,20	0,60	10,00	25	1,489	*Skimming Flow*	0,36	4,11	0,25	5,85	0,51
DC_02	1,00	0,40	1,20	0,60	10,00	25	1,650	*Skimming Flow*	0,39	4,26	0,27	6,06	0,55
DC_03_Trecho 1	0,60	0,40	1,00	0,50	5,20	13	0,022	*Nappe Flow*	-	-	0,02	1,53	0,17
DC_03_Trecho 2	0,60	0,40	1,20	0,50	2,25	6	0,022	*Nappe Flow*	-	-	0,03	1,43	0,17
DC_04	0,60	0,40	1,20	0,50	10,00	25	0,644	*Skimming Flow*	0,29	3,68	0,20	5,25	0,41
DC_05	1,00	0,40	1,20	0,60	10,00	25	1,261	*Skimming Flow*	0,33	3,88	0,23	5,54	0,46

Fonte: TPF, 2023a.

Tabela 7-25: Dimensionamento hidráulico dos bueiros

Estrutura - bueiros	Parâmetros geométricos										Verificação hidráulica						
	Seção	Tipo	Material	Coeficiente de Manning	Diâmetro para bueiro tubular (m)	Seção do Bueiro Celular - BxH (m)	Aterro acima do Bueiro (m)	Comprimento (m)	Declividade (m/m)	Vazão de Projeto (m^3/s)	Tipo do Bueiro	Condição de Funcionamento	Declividade Crítica (m/m)	Profundidade Crítica (m)	Vazão admissível (m^3/s)	Profundidade Operacional em Escoamento uniforme (m)	Velocidade Associada à Prof. Operacional (m/s)
BUR 01	Tubular	Simples em galeria	Concreto	0,015	0,6	-	0,9	28,78	0,035	0,12	BSTC	Canal Supercrítico	0,0088	0,2014	0,4275	0,13	2,25
BUR 02	Celular	Simples em galeria	Concreto	0,015	-	0,7 x 0,7	0,6	11,4	0,01	0,66	BSCC	Canal Supercrítico	0,0088	0,4492	0,699	0,43	2,22

Fonte: TPF, 2023a.

Tabela 7-26: Dimensionamento das bacias de dissipação

Estrutura - dissipador	Parâmetros de entrada						Verificação hidráulica					
	Estrutura a montante	Vazão (m^3/s)	Largura a montante (m)	Profundidade montante D1 (m)	Velocidade a montante (m/s)	Número de Froude a montante	Profundidade jusante D2 (m)	L/Y2 - Gráfico	Comprimento da bacia (m)	Altura após Ressalto (m)	Altura de referência da parede (m)	Tipo de Dissipador
DIS 01	CD 01	2,53	1,00	0,274	5,65	3,45	1,07	5,82	6,22	1,14	1,53	Dissipador de concreto com caixa de pedra argamassada
DIS 02	BUR 01	0,66	0,50	0,1367	2,25	1,95	0,25	4,75	1,17	0,27	0,36	Dissipador de concreto com caixa de pedra argamassada
DIS 03	BUR 02	1,73	0,70	0,4597	2,22	1,05	0,26	3,80	0,979	0,281	0,37	Dissipador de concreto com caixa de pedra argamassada

Fonte: TPF, 2023a.

7.5.5.3 SUMP de Efluentes Líquidos

Neste item serão apresentadas as informações referentes aos aspectos geométricos e hidráulicos, levantamento dos parâmetros de entrada para dimensionamento do *Sump*, contando com a definição das características físicas da área de contribuição e do tempo de recorrência do evento chuvoso, e avaliação de sua segurança hidráulica.

Destaca-se que o Sump armazenará as águas de chuva incidentes sobre a área da pilha de disposição de resíduos industriais. Em razão do resíduo ser classificado como Perigoso (conforme Norma ABNT NBR 10.004:2004), as águas que escorrerem sobre este resíduo podem conter substâncias com potencial para contaminar águas subterrâneas e superficiais e solos. Por este motivo, estas águas residuárias são caracterizadas como "efluentes industriais líquidos" e serão encaminhadas para tratamento antes do lançamento em corpos hídricos.

7.5.5.3.1 Parâmetros Físicos da Área de Contribuição

A área de contribuição hídrica delimitada é compreendida pela área do empilhamento e secagem dos resíduos acrescido do terreno natural cuja contribuição pluvial é coletada pelo sistema de drenagem superficial previsto. Dessa forma, para os estudos de trânsito de cheias desenvolvidos, foi aplicada uma bacia de contribuição com área de aproximadamente 24,0 ha (TPF, 2023a).

Para a classificação do uso e cobertura do solo da bacia de contribuição foi considerada sua totalidade como resíduo cimentado, utilizando um valor do coeficiente de runoff de 0,65, adaptado a partir dos valores de referência recomendados por Pinheiro (2011 *in* TPF, 2023a).

7.5.5.3.2 Risco Hidrológico e Tempo de Recorrência

O risco hidrológico de uma estrutura ou obra hidráulica está associado a probabilidade de ocorrência de falha hidráulica da estrutura, causada pela ocorrência de chuvas e/ou vazões com intensidades superiores àquelas para qual a obra foi dimensionada, ocorrendo pelo menos uma vez em um período delimitado de anos.

Para o caso da Pilha de Resíduos Industriais, o risco hidrológico estimado está vinculado a probabilidade de galgamento do reservatório *sump*, partindo da premissa de que este evento não se configura como uma condição admissível, tendo em vista que, conforme classificações estabelecidas pela norma ABNT NBR 10.004:2004, o resíduo armazenado na estrutura é classificado como Classe I – resíduo perigoso (TPF, 2023b).

O cálculo do risco leva em conta o período de retorno considerado no dimensionamento hidráulico e a vida útil da estrutura, em anos, e foi calculada TPF (2023b) através da Equação 7-3.

Equação 7-3: $RH = 1 - \left(1 - \frac{1}{TR}\right)^n$

Onde:

- *RH é o risco hidrológico do projeto, valor entre 0 e 1;*
- *Tr é o período de retorno, em anos;*
- *n é o número de anos de utilização das instalações ou vida útil da estrutura.*

A Eletrobrás (2003) *apud* TPF (2023b), no documento "Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas" estabelece uma relação do percentual de risco hidrológico com a categoria do dano associado em caso de falha na estrutura a ser dimensionada, conforme demonstrado na Tabela 7-27.

Tabela 7-27: Critérios de risco hidrológico associado à categoria do dano associado

Duração	Risco Anual
Não há perigo de vidas humanas nem se prevê que ocorram danos importantes na obra e seu andamento.	5% - 20%
Não há perigo de vidas humanas, mas já se preveem danos importantes na obra e seu andamento.	2% - 5%
Há algum perigo de vidas humanas e são previstos importantes danos na obra e ao seu andamento.	1% - 2%
Há perigo real de perda de vidas humanas e são previstos grandes danos à obra e ao seu andamento.	<1%

Fonte: Adaptado de Eletrobrás, 2003 *in* TPF, 2023b.

Entende-se que, em caso de falha do *sump* projetado não haveria perigo para vidas humanas, entretanto, haveria danos importantes para a obra uma vez que em caso de galgamento poderia ocorrer a contaminação dos solos e água subterrânea. Por este motivo, considera-se como ideal que o período de retorno (TR) considerado neste estudo respeite um risco hidrológico inferior a 5% (TPF, 2023b).

Assim, a Tabela 7-28 mostra os resultados encontrados para o risco hidrológico da Pilha de Resíduos Industriais, considerando um TR de 100, 200 e 500 anos. Destaca-se que foi indicado uma vida útil de 8,5 anos, correspondente ao período operacional da estrutura. Já a Tabela 7-29, por sua vez, dispõe do número de anos máximo da fase operacional que pode ocorrer mantendo um risco máximo de 5%.

Tabela 7-28: Risco Hidrológico da Pilha de Resíduos Industriais

TR (anos)	Vida Útil (anos)	Risco Hidrológico (%)
100	8,5	8,19%
200	8,5	4,17%
500	8,5	1,69%

Fonte: TPF, 2023b.

Tabela 7-29: Vida útil máxima associada ao risco hidrológico de projeto

TR (anos)	Vida Útil (anos)	Risco Hidrológico (%)
100	5,1	5,0%
200	10,2	5,0%
500	25,6	5,0%

Fonte: TPF, 2023b.

Dessa forma, é possível observar que os riscos considerando a vida útil da Pilha de Resíduos Industriais (8,5 anos) são inferiores a 5% para os TRs de 200 e 500 anos. Para o TR 100 anos, contudo, o risco hidrológico é de 8,19%, não se configurando como ideal para os critérios estabelecidos (TPF, 2023b).

A partir da análise da Tabela 7-29, por sua vez, observa-se que mantendo um risco máximo de 5%, a vida útil da pilha pode se estender até 10,2 anos para um TR 200 anos e até 25,6 anos para um TR 500 anos. Desse modo, pode-se concluir que o TR 500 anos considerado para dimensionado do *sump* está adequado para os critérios de segurança do projeto (TPF, 2023b).

7.5.5.3.3 Curva Cota-Descarga

O vertimento do reservatório *Sump* projetado no âmbito do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais não é um cenário possível, visto que os efluentes líquidos armazenados na estruturas serão provenientes de águas de chuva incidentes sobre a área da pilha, a qual conterá resíduos classificados como Perigosos (Classe I pela Norma ABNT NBR 10.004:2004) . Deste modo, as águas armazenadas no *Sump* serão retiradas com auxílio de bombeamento, o qual terá a função de encaminhar os efluentes para tratamento.

A capacidade operacional do bombeamento proposto é de 300 m^3/h (TPF, 2023a). A partir dos estudos desenvolvidos, foi estabelecido por TPF (2023a) que a cota de emboque para início do bombeamento se daria na El. 531,65 m, mantendo uma vazão bombeada constante para elevações superiores.

7.5.5.3.4 Estimativa do Volume Morto

A avaliação da geração de sedimentos da Pilha de Disposição a Seco de Resíduos Industriais tem como objetivo estimar o volume morto do reservatório *Sump*, correspondente ao volume de sedimentos gerados na área de contribuição que irá reduzir a capacidade de armazenamento da estrutura.

Para estimativa da produção de sedimentos na área de drenagem, considerou-se a taxa de geração para áreas ocupadas por atividades de mineração na faixa de 600 m^3/ha.ano, conforme recomendado por Pinheiro (2011 *in* TPF, 2023a). A Tabela 7-30 apresenta a estimativa do volume de armazenamento necessário para contenção de sedimentos considerando o intervalo de tempo de 6 meses e 1 ano. O volume de sedimentos gerados em 6 meses é referente ao intervalo entre

outubro-março, uma vez que estes representam o período chuvoso da região, no qual estima-se um percentual de 89,59% das chuvas anuais apenas nesse período.

Tabela 7-30: Cálculo do volume de armazenamento de sedimentos

Estrutura	Intervalo de tempo considerado	Área da bacia de contribuição (ha)	Taxa de geração de sedimentos (m^3/ha)	Volume total de sedimentos (m^3)
PDR	1 ano	24,00	600,0	14.400,00
PDR	6 meses chuvosos	24,00	600,0	12.900,92

Fonte: TPF, 2023a.

Como forma impedir que os sedimentos transportados da pilha sejam captados pelo sistema da bomba, podendo provocar seu entupimento ou mal funcionamento, foi prevista uma barreira de contenção de sedimentos com 65 cm de altura.

Por este motivo, o dimensionamento do volume morto do *Sump* levou em conta o volume máximo contido pela barreira de contenção prevista, equivalente a 5.032,26 m^3. Com isso, foi identificado que, para alcançar este valor, seria necessária uma frequência mínima de três limpezas anuais (TPF, 2023a).

7.5.5.3.5 Estimativa do Volume de Armazenamento Mínimo e Verificação do *Fetch*

A partir das informações obtidas referentes à capacidade de descarga e cota de ativação do sistema de bombeamento, às características fiísicas da bacia de contribuição e definição do tempo de recorrência do evento extremo avaliado, foi possível desenvolver o estudo para obtenção do volume de armazenamento mínimo para segurança da estrutura.

Inicialmente foi definido, a aplicaçao transformação chuva-vazão a partir da adoção do Método Racional, recomendado por Pinheiro (2011 *in* TPF, 2023a) para determinação de vazões para áreas de contribuição inferiores a 1 km^2, o qual segue como premissa básica a consideração de uma precipitação de intensidade constante.

O método em questão confronta o volume afluente total com a capacidade de bombeamento para cada duração. Além disso, também são consideradas as abstrações hidrológicas originadas por infiltração e captação através do coeficiente de escoamento superficial ou *Runoff* (TPF, 2023a).

Deste modo, os volumes totais, afluente e defluente, utilizados para obtenção do volume mínimo do *Sump* foram obtidos a partir do fator entre a duração da chuva com a vazão afluente (obtida através da Equação 7-1, correspondente ao método racional) e capacidade de descarga (300 m^3/h = 0,083 m^3/s). Foi considerando um TR de 100 e 500 anos. Entretanto, o dimensionamento final do *Sump* considerou o volume necessário para atendimento de cheias com TR 500 anos, se enquadrando também dentre os valores de TR recomendados para estruturas de drenagem definitiva de acordo com a legislação Norma ABNT NBR 13.029:2017.

O balanço das vazões foi desenvolvido para durações de chuva variando entre 10 minutos e 30 dias. A Tabela 7-31 apresenta os resultados encontrados considerando o TR 100 anos, enquanto a Tabela 7-32 apresenta os resultados para TR 500 anos.

Tabela 7-31: Simulação de trânsito de cheias (TR 100 anos e bombeamento de 300 m³/h)

Duração	Precipitação (mm)	Área (m²)	Vazão média afluente (m³/s)	Volume afl. (m³)	Volume defl. (m³)	Volume de trânsito de cheias (m³)
10 min	24,90	239.982,90	6,48	3.884,12	50,00	3.834,12
15 min	33,30	239.982,90	5,78	5.194,43	75,00	5.119,43
20 min	39,30	239.982,90	5,11	6.130,36	100,00	6.030,36
30 min	47,70	239.982,90	4,14	7.440,67	150,00	7.290,67
1 hora	62,20	239.982,90	2,70	9.702,51	300,00	9.402,51
2 horas	83,90	239.982,90	1,82	13.087,47	600,00	12.487,47
3 horas	96,60	239.982,90	1,40	15.068,53	900,00	14.168,53
4 horas	105,70	239.982,90	1,15	16.488,03	1.200,00	15.288,03
6 horas	118,40	239.982,90	0,86	18.469,08	1.800,00	16.669,08
8 horas	127,40	239.982,90	0,69	19.872,98	2.400,00	17.472,98
10 horas	134,40	239.982,90	0,58	20.964,91	3.000,00	17.964,91
12 horas	140,10	239.982,90	0,51	21.854,04	3.600,00	18.254,04
18 horas	152,80	239.982,90	0,37	23.835,10	5.400,00	18.435,10
24 horas	161,90	239.982,90	0,29	25.254,60	7.200,00	18.054,60
2 dias	196,60	239.982,90	0,18	30.667,41	14.400,00	16.267,41
3 dias	239,10	239.982,90	0,14	37.296,94	21.600,00	15.696,94
5 dias	289,10	239.982,90	0,10	45.096,39	36.000,00	9.096,39
7 dias	329,60	239.982,90	0,09	51.413,94	50.400,00	1.013,94
10 dias	410,40	239.982,90	0,07	64.017,84	72.000,00	-7.982,16
20 dias	639,40	239.982,90	0,06	99.739,29	144.000,00	-44.260,71
25 dias	689,10	239.982,90	0,05	107.491,94	180.000,00	-72.508,06
30 dias	783,10	239.982,90	0,05	122.154,90	216.000,00	-93.845,10

Fonte: TPF, 2023a.

Tabela 7-32: Simulação de trânsito de cheias (TR 500 anos e bombeamento de 300 m³/h)

Duração	Precipitação (mm)	Área (m²)	Vazão média afluente (m³/s)	Volume afl. (m³)	Volume defl. (m³)	Volume de trânsito de cheias (m³)
10 min	29,00	239.982,90	7,55	4.523,68	50,00	4.473,68
15 min	38,70	239.982,90	6,71	6.036,77	75,00	5.961,77
20 min	45,60	239.982,90	5,93	7.113,09	100,00	7.013,09
30 min	55,30	239.982,90	4,80	8.626,19	150,00	8.476,19
1 hora	71,90	239.982,90	3,12	11.215,60	300,00	10.915,60
2 horas	97,90	239.982,90	2,12	15.271,31	600,00	14.671,31

Duração	Precipitação (mm)	Área (m^2)	Vazão média afluente (m^3/s)	Volume afl. (m^3)	Volume defl. (m^3)	Volume de trânsito de cheias (m^3)
3 horas	113,10	239.982,90	1,63	17.642,34	900,00	16.742,34
4 horas	123,90	239.982,90	1,34	19.327,02	1.200,00	18.127,02
6 horas	139,20	239.982,90	1,01	21.713,65	1.800,00	19.913,65
8 horas	150,00	239.982,90	0,81	23.398,33	2.400,00	20.998,33
10 horas	158,30	239.982,90	0,69	24.693,04	3.000,00	21.693,04
12 horas	165,20	239.982,90	0,60	25.769,36	3.600,00	22.169,36
18 horas	180,40	239.982,90	0,43	28.140,39	5.400,00	22.740,39
24 horas	191,20	239.982,90	0,35	29.825,07	7.200,00	22.625,07
2 dias	226,30	239.982,90	0,20	35.300,28	14.400,00	20.900,28
3 dias	280,80	239.982,90	0,17	43.801,68	21.600,00	22.201,68
5 dias	339,20	239.982,90	0,12	52.911,43	36.000,00	16.911,43
7 dias	377,20	239.982,90	0,10	58.839,01	50.400,00	8.439,01
10 dias	483,10	239.982,90	0,09	75.358,23	72.000,00	3.358,23
20 dias	785,60	239.982,90	0,07	122.544,87	144.000,00	-21.455,13
25 dias	834,50	239.982,90	0,06	130.172,72	180.000,00	-49.827,28
30 dias	962,00	239.982,90	0,06	150.061,31	216.000,00	-65.938,69

Fonte: TPF, 2023a.

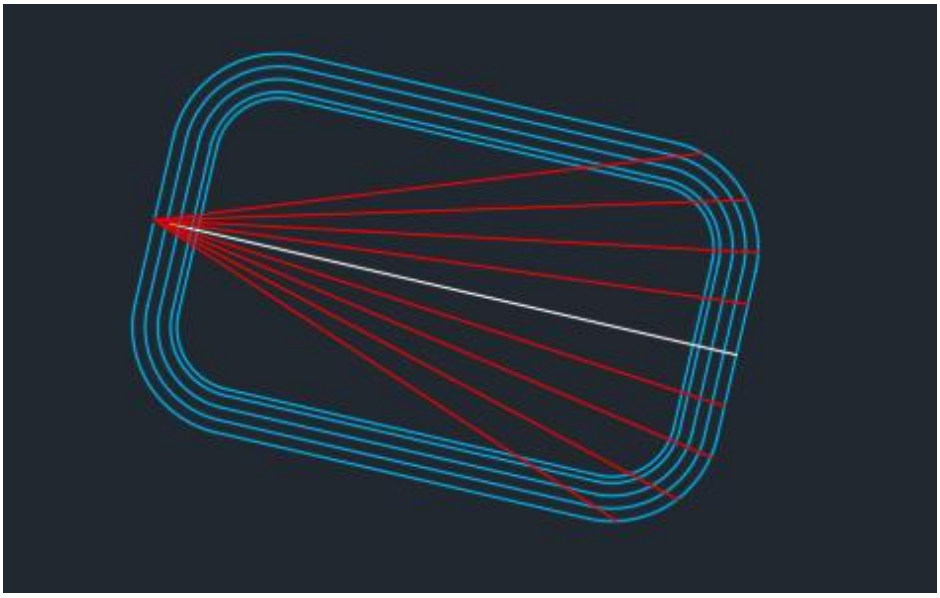
Como pode ser observado, a cheia de projeto no reservatório *Sump* apresentou para o TR 500 anos uma duração crítica de 18 horas, apresentando uma vazão afluente máxima de 0,43 m^3/s e a necessidade de disposição de um volume mínimo de amortecimento de 22.740,39 m^3 para que não ocorra o galgamento (TPF, 2023a).

É importante destacar que este valor não corresponde ao volume total da estrutura, visto que também deve ser levado em consideração o volume morto de sedimentos e uma borda livre mínima, visando manter uma segurança hidráulica durante os eventos de cheia.

Para definição da borda livre do *Sump*, aplicou-se como critério que esta deve ser superior a amplitude da onda eólica, obtida pelo cálculo do *fetch*, uma vez que a força do vento pode ocasionar ondas com possibilidade de ocasionar o vertimento indesejado no *Sump*, provocando riscos de erosão superficial ou o extravasamento de águas contaminadas pelo resíduo para a região de jusante da estrutura.

Deste modo, o *fetch* (F) foi calculado considerando o maior comprimento do *Sump* até a margem oposta do reservatório, visando obter o pior cenário possível. A partir do traçado principal, foram construídas linhas radiais em intervalos de 5°, sendo cada radial estendida até a margem (TPF, 2023a). A Figura 7-63 dispõe das linhas traçadas para obtenção deste parâmetro.

Figura 7-63: Linhas radiais traçadas para cálculo do *Fetch*



Fonte: TPF, 2023a.

Para definição da velocidade do vento, considerou-se o valor de 100 km/h, conforme recomendação de Pinheiro (2011). A Equação 1-4 apresenta o cálculo realizado para obtenção do *fetch*, enquanto a Equação 1-5 o cálculo da amplitude da onda eólica.

$$F = \frac{\sum di * \cos \propto i}{\sum \cos \propto i}$$

Equação 7-4

Onde:

F = fetch ou extensão da superfície líquida sobre a qual atua o vento, em km;

di = Comprimento na direção secundária, em km;

$\propto i$ = Ângulo entre a direção principal e secundária, em graus.

$$ho = 0{,}005 * Vw^{1{,}06} * F^{0{,}47}$$

Equação 7-5

Onde:

ho = Amplitude da onda eólica, em metros;

Vw = Velocidade do vento a 7,60 m acima do NA do reservatório, em km/h;

F = fetch ou extensão da superfície líquida sobre a qual atua o vento, em km.

Após determinação da amplitude da onda eólica, o valor encontrado deve ser multiplicado por um fator de segurança de 1,4, conforme determinado por Pinheiro (2011 *in* TPF, 2023a) para estruturas de terra e enrocamento.

Desse modo, a Tabela 7-33 dispõe dos parâmetros obtidos para o cálculo do *fetch* efetivo a partir das linhas traçadas na Figura 7-63. Já a Tabela 7-34 apresenta síntese dos resultados encontrados para determinação da onda eólica. A partir da análise dos resultados encontrados, verificou-se que a borda livre recomendada para atender a altura de onda provocada pela força do vento é de 0,40 m (TPF, 2023a).

Tabela 7-33: Parâmetros obtidos para o cálculo do *fetch* e amplitude da onda eólica

Segmento	θ	D (M)	COS θ	D.COS θ
d1	20	130,36	0,94	122,50
d2	15	140,00	0,97	135,23
d3	10	142,717	0,98	140,55
d4	5	141,54	1,00	141,00
d0	0	141,00	1,00	141,00
d5	5	141,55	1,00	141,01
d6	10	142,71	0,98	140,55
d7	15	139,90	0,97	135,13
d8	20	130,21	0,94	122,36
Total			8,77	1219,33

Fonte: TPF, 2023a.

Tabela 7-34: Verificação da amplitude da onda eólica

Velocidade do vento (km/h)	Velocidade Corrigida (km/h)	Fetch (km)	Altura da onda (m)	Borda livre necessária (m)
100,00	108,00	0,14	0,28	0,40

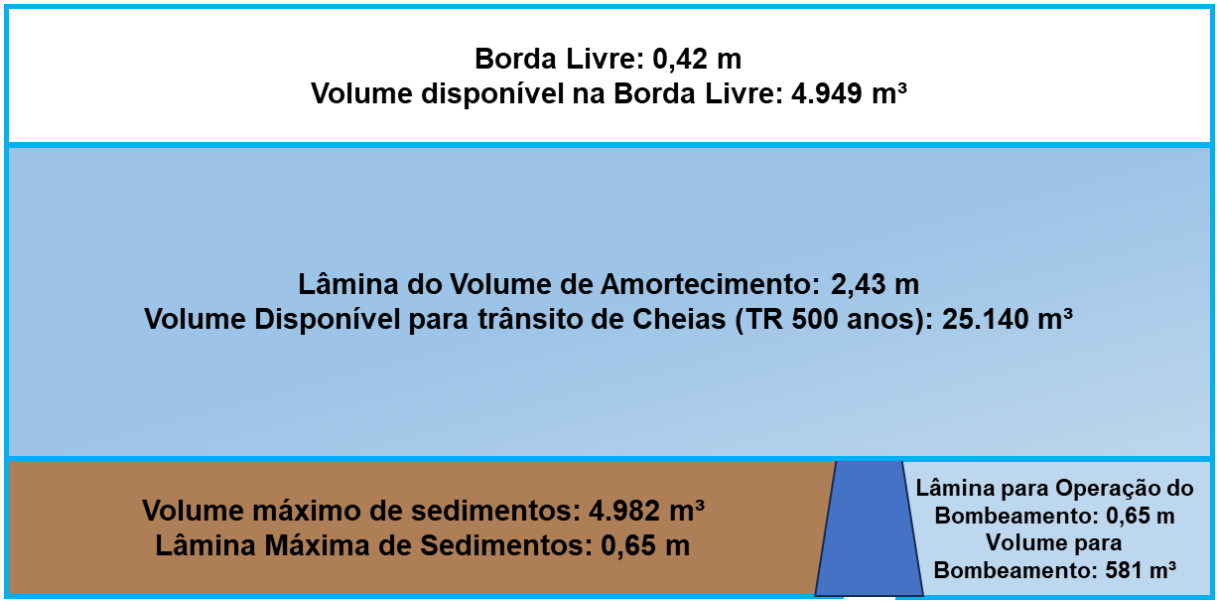
Fonte: TPF, 2023a.

7.5.5.3.6 Aspectos Geométricos

Para o dimensionamento geométrico do reservatório *Sump*, foi considerada a somatória do volume morto, volume de armazenamento hídrico durante evento chuvoso, volume correspondente à manutenção da borda livre e o volume correspondente à lâmina de água de 65 cm para o início do funcionamento da bomba de captação, considerando a existência de uma barreira de contenção de sedimentos.

Uma esquematização do funcionamento do *Sump* pode ser observada na Figura 7-64, a qual apresenta os volumes e as alturas das lâminas de água e de sedimentos. A partir desta pode-se observar que a borda livre resultante se manteve em 0,42 m, sendo esta superior à altura da onda eólica obtida (0,40 m) (TPF, 2023a).

Figura 7-64: Modelo esquemático de funcionamento do reservatório *Sump*



Fonte: TPF, 2023a.

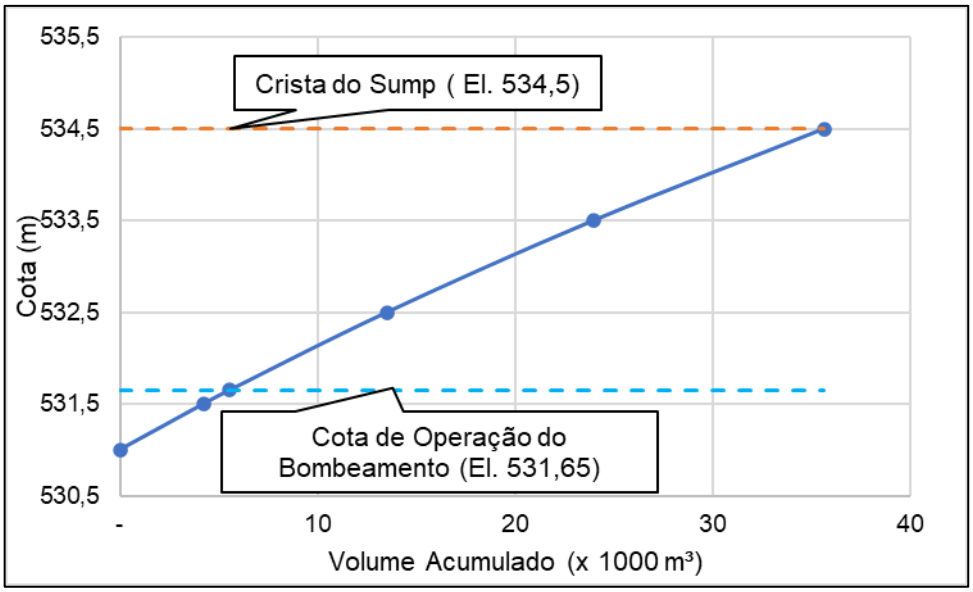
A Tabela 7-35 e a Figura 7-65 apresentam a curva cota-volume obtida a partir da modelagem realizada com base nos critérios operacionais definidos.

Tabela 7-35: Dados da Curva Cota-Área-Volume do *Sump*

Cota (m)	Área (m^2)	Δvolume (m^3)	Volume acumulado (m^3)	Volume acumulado (10^3 m^3)	Volume disponível para trânsito de cheias (10^3 m^3)
531,00	8.206,86	0,00	0,00	0,00	-
531,50	8.745,30	4.238,04	4.238,04	4,24	-
531,65	8.909,59	1.324,12	5.562,16	5,56	0,00
532,50	9.864,59	7.979,03	13.541,18	13,54	7,98
533,50	11.040,43	10.452,51	23.993,69	23,99	18,43
534,50	12.272,82	11.656,63	35.650,32	35,65	30,09

Fonte: TPF, 2023a.

Figura 7-65: Curva Cota-Área-Volume do *Sump*



Fonte: TPF, 2023a.

Por fim, apresenta-se na Tabela 7-36 a síntese dos resultados encontrados no estudo de dimensionamento do reservatório *Sump*.

Tabela 7-36: Síntese do dimensionamento do *Sump*

Parâmetro	Tempo de Retorno (TR)	
	100 anos	500 anos
Duração crítica	18 horas	18 horas
Vazão Afluente (m^3/s)	0,37	0,43
Vazão Defluente (m^3/s)	0,083	0,083
NA máximo *maximorum* (m)	533,50	534,08
Cota da Crista (m)	534,50	534,50
Borda Livre Resultante (m)	1,00	0,42

Fonte: TPF, 2023a.

Para determinação da locação do *sump*, foram consideradas as informações a respeito da altura do nível de água máximo do lençol freático da região, buscando respeitar um distanciamento entre o fundo do *sump* e o nível d'água suterrâneo máximo do nos períodos chuvosos de no mínimo 1,5 m (TPF, 2023a). Na fundação do *sump* deverá ser executada a impermeabilização conforme será apresentado em item seguinte.

7.5.6 Drenagem Interna

O sistema de drenagem interno da pilha de disposição a seco de resíduos industriais será composto por geomateriais filtrantes, encontrados naturalmente, dispostos como materiais granulares (brita e areia). A característica granulométrica destes materiais, associada à sua

constituição química e às condições da disposição natural, propiciam o comportamento drenante. Logo, a introdução desses materiais em um sistema de drenagem interna na concepção básica e executiva da pilha de resíduos é importante, uma vez que este sistema possibilitará dissipar a poropressão interna e as águas pluviais percoladas durante o alteamento da pilha (TPF, 2023a).

Assim, a drenagem interna da pilha de deposição de resíduos industriais será composta por um sistema de tapete drenante periférico, associado a um dreno de pé ao longo da saia da estrutura e por duas linhas dreno de fundo, que "cortam" a estrutura, longitudinalmente, em duas regiões. O tapete de drenante periférico associado ao dreno de pé foi projetado para reduzir a magnitude da linha freática gerada na pilha, ao longo do tempo pelas chuvas locais, nas proximidades dos taludes de modo que atendam aos fatores de segurança necessários. Quanto ao dreno de fundo, este foi projetado para coletar toda a água acumulada no centro da pilha e, assim, complementar a drenagem da estrutura, reduzindo a possibilidade de formação de gradiente hidráulico acentuado (TPF, 2023a).

Em termos de dimensionamento do tapete drenante, foram adotados os seguintes critérios (TPF, 2023a):

- *À princípio, foi estabelecida uma extensão equivalente à metade do comprimento do talude na sua extensão global e para tanto foi determinado 20 m;*
- *A altura do tapete drenante foi estabelecido em 60 cm, sendo essa uma dimensão convencional;*
- *Na região do pé, antes de interceptar o pé de enrocamento (Brita 4) foram estabelecidos dois filtros de transição. O primeiro é seria a extensão da camada de areia com espessura igual a 0,30 m com a mesma a mesma condutividade hidráulica semelhante ao do tapete drenante.*
- *O filtro de transição em brita 1, assim como a camada de areia, apresenta 0,30 m. Este filtro tem objetivo de filtrar o material da areia e ao mesmo tempo reduzir gradientes hidráulicos no pé da pilha de resíduos cimentada;*
- *Por fim, o pé do talude foi concebido em enrocamento (brita 4). Assim como a brita 1, o enrocamento tem o objetivo de reduzir gradientes hidráulicos no pé da pilha, aumentar a estabilidade da pilha através dos parâmetros geotécnicos favoráveis, como também possibilitar aumento de resistência a processos erosivos.*

O cálculo da vazão infiltrada (Q_i) foi realizado com base na equação a seguir, considerando uma parte da chuva percola no maciço.

$$Q_i = C_i . P_m . A_p \qquad \text{Equação 7-6}$$

Onde:

C_i – *Coeficiente de infiltração da pilha;*

P_m – *Precipitação máxima anual (mm/h);*

A_p – *Área de projeção.*

A vazão unitária (q) é dada pela Equação 7-6, que representa a vazão por metro de seção:

$$q = \frac{Q}{P} \qquad \text{Equação 7-7}$$

Onde:

Q – Vazão de percolação;

P – Perímetro drenante da pilha.

Desta forma, foi possível dimensionar a largura do tapete drenante (filtro horizontal) com base na lei de Darcy, que é para fluxo confinado. A largura B dos filtros pode ser determinada pelo traçado de redes de fluxo, envolvendo o maciço compactado e as fundações. No entanto, diante das pequenas espessuras dos filtros e as diferentes permeabilidades, o traçado é trabalhoso (TPF, 2023a). O dimensionamento da espessura com base na equação de Darcy pode ser visualizado a partir da dedução das equações a seguir.

$$\boldsymbol{q = K_r . i . A_d} \qquad \text{Equação 7-8}$$

Sabendo que:

$$\boldsymbol{A_d = B\ x\ 1} \qquad \text{Equação 7-9}$$

$$\boldsymbol{i = \frac{B}{L}} \qquad \text{Equação 7-10}$$

Onde:

Q – Vazão de percolação;

I – Gradiente hidráulico;

B – Espessura do dreno horizontal (filtro);

L – Largura do tapete drenante.

Logo,

$$B_{conf} = \sqrt{\frac{q.L}{\frac{K_r}{FS}}} \qquad \text{Equação 7-11}$$

Onde:

q – vazão unitária (por metro);

K_r – *Condutividade hidráulica do dreno;*

B_{conf} – *Espessura do dreno em regime confinado;*

L – Largura do tapete drenante.

Para o dimensionamento com base na Equação de Dupuit, ou seja, para fluxo não confinado, ocorre com base na equação a seguir. Esta hipótese admite que o filtro trabalhe livremente, com a existência de uma linha freática interna, isto é, sua seção plena não utilizada no escoamento (TPF, 2023a).

$$B_{não\ conf} = \sqrt{\frac{2q.L}{\frac{K_r}{FS}}} \qquad \text{Equação 7-12}$$

Onde:

q – vazão unitária (por metro);

K_r – *Condutividade hidráulica do dreno;*

$B_{não\ conf}$ – *Espessura do dreno em regime não confinado;*

L – Largura do tapete drenante.

Portanto,

$$B_{não\ conf} < B < B_{não\ conf}$$

Dados: C_i = 0,35; $K_r = 5\ x\ 10^{-3}\ m/s$; P_m = 354 mm/h; A_p = 22,04 há (220.400 m^2); P = 2069,93 m; L = 20 m; FS = 10 (Fator de segurança de colmatação).

Para o cálculo da chuva infiltrada, foi considerado:

$$Q_i = 0{,}35 \text{ x } 354 \text{ mm/h x } 220.400 \text{ m}^2 = 0{,}01039 \text{ m}^3/\text{s}$$

Com vazão unitária de:

$$\text{q} = \frac{0{,}01039 \text{ m}^3/\text{s}}{2069{,}93\ m} = 5{,}02 \text{ x } 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

Para fluxo confinado

$$B_{conf} = \sqrt{\frac{5{,}02 \text{ x } 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}\ x\ 20\ m}{\frac{5\ x\ 10^{-3}\ m/s}{10}}} \cong 0{,}45\ m$$

Para fluxo não confinado

$$B_{não\ conf} = \sqrt{\frac{2 \text{ x } 5{,}02 \text{ x } 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}\ x\ 20\ m}{\frac{5\ x\ 10^{-3}\ m/s}{10}}} \cong 0{,}63\ m$$

Logo:

$$0{,}45\ m < B < 0{,}63\ m$$

Com isso, o B adotado foi igual a 0,60 m.

Em termos de dimensionamento do dreno de fundo, foram adotadas as seguintes premissas (TPF, 2023a):

- *O dreno de fundo foi projetado desconsiderando a contribuição de drenagem do tapete drenante periférico. Ainda assim, a sua utilidade é de drenagem da água acumulada, ao longo das chuvas, do centro da pilha;*
- *Devido às condições topográficas da pilha, foram estabelecidos dois drenos de fundo. O primeiro, menor, com altura de 50 cm, coleta e drena a água percolada da área sudoeste da pilha. O segundo, maior, com altura de 1 m, coleta e drena a água percolada nordeste da pilha;*
- *O dreno de fundo foi dimensionado com base no método de Saliba et al. (2010 in TPF, 2023a);*
- *Para a estimativa da vazão foi considerado um fator de segurança de 2,5 com base na NBR 13.209:2017;*
- *No dreno de fundo, apenas o núcleo (Brita 4) foi considerado na drenagem. Os filtros de transição de areia e brita 1 foram introduzidos para proteção do núcleo e não considerando como meios drenantes;*
- *Os filtros de transição, tanto o de areia quanto o de brita 1, deverão apresentar espessuras construtivas de 0,30 m.*

Da Tabela 7-37 à Tabela 7-41 apresentam as planilhas de dimensionamento dos drenos.

Tabela 7-37: Condutividade Hidráulica em Regime Turbulento – Dreno menor

D50 (mm)	e	n	Rh (mm)calc	Rh (mm)	Kt (m/s)
19,1	0,2	0,17	2,39	2,30	0,25
50,8	0,2	0,17	6,35	6,1	0,41
152,4	0,23	0,19	19,05	19,1	0,71
203,2	0,23	0,19	25,4	24,4	0,81
609,6	0,24	0,19	76,2	79	1,47
1219,2	0,25	0,20	152,4	163,3	2,13

Fonte: TPF, 2023a.

Tabela 7-38: Dimensionamento do Dreno – Dreno menor

I (%)	W ($m^{1/2}/s$)	re	Rh (mm)	Vv (m/s)	Re	Regime	Kt (m/s)	Vt (m/s)	A dreno adotada (m^2)	A dreno efetiva (m^2)	Razão de drenagem	Q t dreno (m^3/s)	Q v dreno (m^3/s)
0,5	5,25	1	2,39	0,015	35	Laminar	0,25	0,125	1,83	0,91	50%	0,11	0,01
1	5,25	1	2,39	0,021	51	Laminar		0,25	1,83	0,91	50%	0,23	0,02
1,5	5,25	1	2,39	0,027	63	Laminar		0,375	1,83	0,91	50%	0,34	0,02
2	5,25	1	2,39	0,031	74	Laminar		0,5	1,83	0,91	50%	0,46	0,03
2,5	5,25	1	2,39	0,035	84	Laminar		0,625	1,83	0,91	50%	0,57	0,03
3	5,25	1	2,39	0,039	92	Laminar		0,75	1,83	0,91	50%	0,68	0,04
3,5	5,25	1	2,39	0,042	100	Laminar		0,875	1,83	0,91	50%	0,80	0,04
4	5,25	1	2,39	0,045	108	Laminar		1	1,83	0,91	50%	0,91	0,04
4,5	5,25	1	2,39	0,048	115	Laminar		1,125	1,83	0,91	50%	1,03	0,04
5	5,25	1	2,39	0,051	121	Laminar		1,25	1,83	0,91	50%	1,14	0,05
0,5	5,25	1	19,05	0,041	790	Turbulento	0,41	0,205	1,83	0,91	50%	0,19	0,04
1	5,25	1	19,05	0,060	1148	Turbulento		0,41	1,83	0,91	50%	0,37	0,05
1,5	5,25	1	19,05	0,075	1429	Turbulento		0,615	1,83	0,91	50%	0,56	0,07
2	5,25	1	19,05	0,088	1669	Turbulento		0,82	1,83	0,91	50%	0,75	0,08
2,5	5,25	1	19,05	0,099	1883	Turbulento		1,025	1,83	0,91	50%	0,94	0,05
3	5,25	1	19,05	0,109	2078	Turbulento		1,23	1,83	0,91	50%	1,12	0,10
3,5	5,25	1	19,05	0,119	2258	Turbulento		1,435	1,83	0,91	50%	1,31	0,11
4	5,25	1	19,05	0,127	2427	Turbulento		1,64	1,83	0,91	50%	1,50	0,12
4,5	5,25	1	19,05	0,136	2587	Turbulento		1,845	1,83	0,91	50%	1,68	0,12
5	5,25	1	19,05	0,144	2738	Turbulento		2,05	1,83	0,91	50%	1,87	0,13

Fonte: TPF, 2023a.

Tabela 7-39: Balanço Hídrico, Vazão de Infiltração e Verificação do Dreno -- Dreno menor

Mês	P (mm/mês)	ETP (mm/mês)	Cn	ES (mm/mês)	Balanço (mm/mês)	ETR (mm/mês)	Chuva Infiltrada (mm/mês)	V infiltração (m/s)	Apilha (m^2)	Q pilha (m^3/s)	Qv dreno (m^3/s)	Qv dreno colmatado (m^3/s) - FS=10	FS Global - DI
Jan	337	0	0,65	219,05	117,95	0	117,95	4,551E-08	63500	2,89E-03	8,00E-02	8,00E-03	2,77
Fev	210	0	0,65	136,5	73,5	0	73,5	2,836E-08	63500	1,80E-03	8,00E-02	8,00E-03	4,44
Mar	216	0	0,65	140,4	75,6	0	75,6	2,917E-08	63500	1,85E-03	8,00E-02	8,00E-03	4,32
Abr	84	0	0,65	54,6	29,4	0	29,4	1,134E-08	63500	7,20E-04	8,00E-02	8,00E-03	11,10
Mai	30	0	0,65	19,5	10,5	0	10,5	4,051E-09	63500	2,57E-04	8,00E-02	8,00E-03	31,09
Jun	7	0	0,65	4,55	2,45	0	2,45	9,452E-10	63500	6,00E-05	8,00E-02	8,00E-03	133,23
Jul	5	0	0,65	3,25	1,75	0	1,75	6,752E-10	63500	4,29E-05	8,00E-02	8,00E-03	186,52
Ago	10	0	0,65	6,5	3,5	0	3,5	1,35E-09	63500	8,57E-05	8,00E-02	8,00E-03	93,26
Set	34	0	0,65	22,1	11,9	0	11,9	4,591E-09	63500	2,92E-04	8,00E-02	8,00E-03	27,43
Out	98	0	0,65	63,7	34,3	0	34,3	1,323E-08	63500	8,40E-04	8,00E-02	8,00E-03	9,52
Nov	248	0	0,65	161,2	86,8	0	86,8	3,349E-08	63500	2,13E-03	8,00E-02	8,00E-03	3,76
Dez	354	0	0,65	230,1	123,9	0	123,9	4,78E-08	63500	3,04E-03	8,00E-02	8,00E-03	2,63
Ano	1633	---	---	1061,45	---	0	571,55	---	---	---	---	---	---

Fonte: TPF, 2023a.

Tabela 7-40: Dimensionamento do Dreno -- Dreno maior

I (%)	W ($m^{1/3}/s$)	re	Rh (mm)	Vv (m/s)	Re	Regime	Kt (m/s)	Vt (m/s)	A dreno adotada (m^2)	A dreno efetiva (m^2)	Razão de drenagem	Q t dreno (m^3/s)	Q v dreno (m^3/s)
0,5	5,25	1	2,39	0,015	35	Laminar	0,25	0,125	4,30	2,15	50%	0,27	0,03
1	5,25	1	2,39	0,021	51	Laminar		0,25	4,30	2,15	50%	0,54	0,05
1,5	5,25	1	2,39	0,027	63	Laminar		0,375	4,30	2,15	50%	0,81	0,06
2	5,25	1	2,39	0,031	74	Laminar		0,5	4,30	2,15	50%	1,08	0,07
2,5	5,25	1	2,39	0,035	84	Laminar		0,625	4,30	2,15	50%	1,34	0,08
3	5,25	1	2,39	0,039	92	Laminar		0,75	4,30	2,15	50%	1,61	0,08
3,5	5,25	1	2,39	0,042	100	Laminar		0,875	4,30	2,15	50%	1,88	0,09
4	5,25	1	2,39	0,045	108	Laminar		1	4,30	2,15	50%	2,15	0,10
4,5	5,25	1	2,39	0,048	115	Laminar		1,125	4,30	2,15	50%	2,42	0,10
5	5,25	1	2,39	0,051	121	Laminar		1,25	4,30	2,15	50%	2,69	0,11
0,5	5,25	1	19,05	0,041	790	Turbulento	0,41	0,205	4,30	2,15	50%	0,44	0,09
1	5,25	1	19,05	0,060	1148	Turbulento		0,41	4,30	2,15	50%	0,88	0,13
1,5	5,25	1	19,05	0,075	1429	Turbulento		0,615	4,30	2,15	50%	1,32	0,16
2	5,25	1	19,05	0,088	1669	Turbulento		0,82	4,30	2,15	50%	1,76	0,19
2,5	5,25	1	19,05	0,099	1883	Turbulento		1,025	4,30	2,15	50%	2,20	0,05
3	5,25	1	19,05	0,109	2078	Turbulento		1,23	4,30	2,15	50%	2,64	0,23
3,5	5,25	1	19,05	0,119	2258	Turbulento		1,435	4,30	2,15	50%	3,09	0,25
4	5,25	1	19,05	0,127	2427	Turbulento		1,64	4,30	2,15	50%	3,53	0,27
4,5	5,25	1	19,05	0,136	2587	Turbulento		1,845	4,30	2,15	50%	3,97	0,29
5	5,25	1	19,05	0,144	2738	Turbulento		2,05	4,30	2,15	50%	4,41	0,31

Fonte: TPF, 2023a.

Tabela 7-41: Balanço Hídrico, Vazão de Infiltração e Verificação do Dreno -- Dreno maior

Mês	P (mm/mês)	ETP (mm/mês)	Cn	ES (mm/mês)	Balanço (mm/mês)	ETR (mm/mês)	Chuva Infiltrada (mm/mês)	V infiltração (m/s)	Apilha (m^2)	Q pilha (m^3/s)	Qv dreno (m^3/s)	Qv dreno colmatado (m^3/s) - FS=10	FS Global - DI
Jan	337	0	0,65	219,05	117,95	0	117,95	4,551E-08	130000	5,92E-03	1,88E-01	1,88E-02	3,18
Fev	210	0	0,65	136,5	73,5	0	73,5	2,836E-08	130000	3,69E-03	1,88E-01	1,88E-02	5,11
Mar	216	0	0,65	140,4	75,6	0	75,6	2,917E-08	130000	3,79E-03	1,88E-01	1,88E-02	4,97
Abr	84	0	0,65	54,6	29,4	0	29,4	1,134E-08	130000	1,47E-03	1,88E-01	1,88E-02	12,78
Mai	30	0	0,65	19,5	10,5	0	10,5	4,051E-09	130000	5,27E-04	1,88E-01	1,88E-02	35,78
Jun	7	0	0,65	4,55	2,45	0	2,45	9,452E-10	130000	1,23E-04	1,88E-01	1,88E-02	153,33
Jul	5	0	0,65	3,25	1,75	0	1,75	6,752E-10	130000	8,78E-05	1,88E-01	1,88E-02	214,66
Ago	10	0	0,65	6,5	3,5	0	3,5	1,35E-09	130000	1,76E-04	1,88E-01	1,88E-02	107,33
Set	34	0	0,65	22,1	11,9	0	11,9	4,591E-09	130000	5,97E-04	1,88E-01	1,88E-02	31,57
Out	98	0	0,65	63,7	34,3	0	34,3	1,323E-08	130000	1,72E-03	1,88E-01	1,88E-02	10,95
Nov	248	0	0,65	161,2	86,8	0	86,8	3,349E-08	130000	4,35E-03	1,88E-01	1,88E-02	4,33
Dez	354	0	0,65	230,1	123,9	0	123,9	4,78E-08	130000	6,21E-03	1,88E-01	1,88E-02	3,03
Ano	1633	---	---	1061,45	---	0	571,55	---	---	---	---	---	---

Fonte: TPF, 2023a.

7.5.7 Impermeabilização e Sistema de Detecção de Vazamento

Como os resíduos industriais que serão dispostos na pilha são atualmente classificados como Perigosos (Classe I, conforme Norma ABNT NBR 10.004:2004), faz-se necessário proceder a impermeabilização da pilha de disposição a seco de resíduos industriais e das estrutruas associadas (*sump* de efluentes líquidos e *pond* de emergência da Pilha de Filtragem/Cimentação).

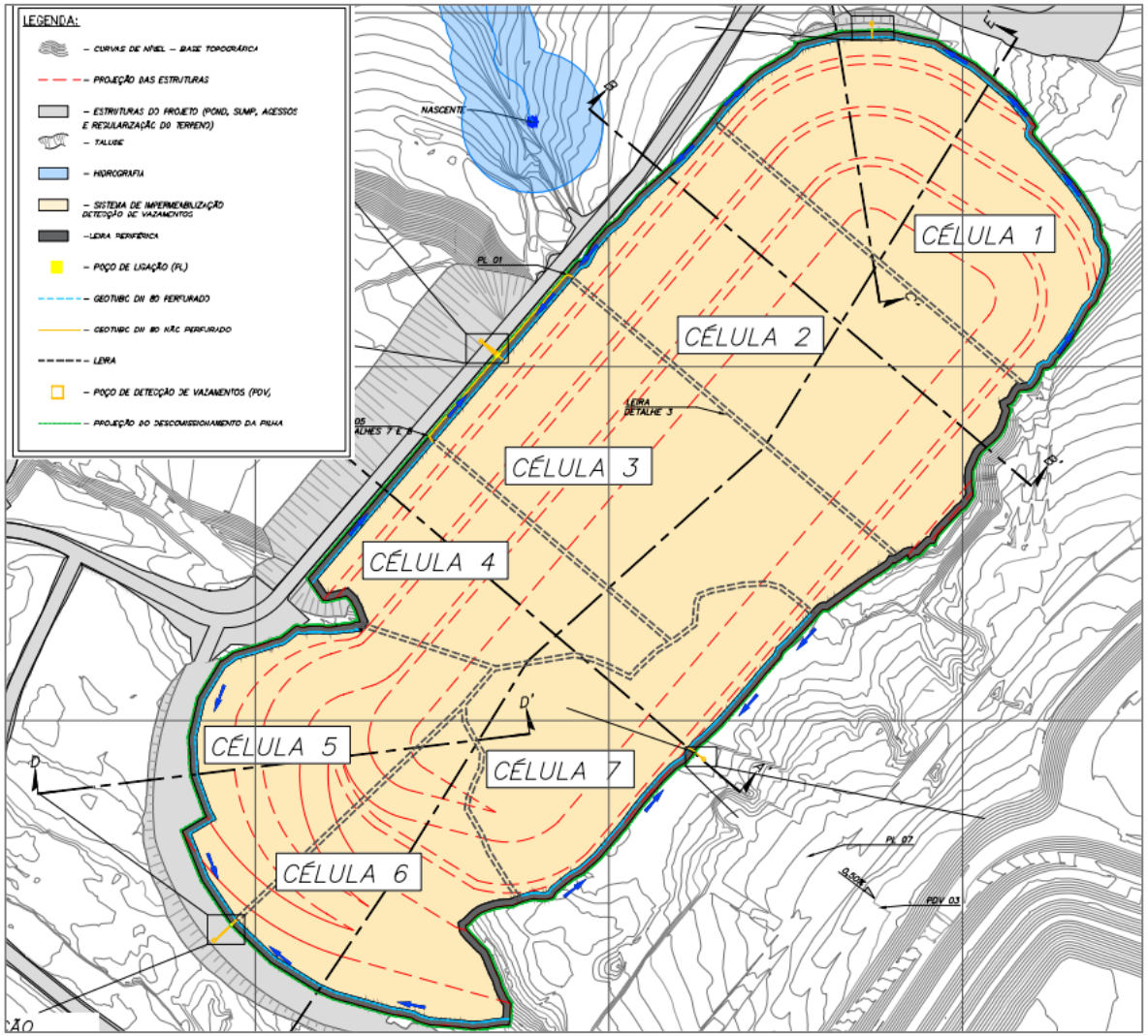
Especificamente no caso da pilha de disposição de resíduos industriais está previsto, também, a implementação de um sistema de detecção de vazamentos a fim de verificar possíveis problemas na impermeabilização que possam resultar em contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas.

O sistema de impemeabilização da pilha encontra-se imediatamente abaixo do material de empilhado e é composto por um geomembrana PEAD primária, conjuntamente com geotêxtil não tecido. Esse sistema tem o objetivo de impedir que fluidos potencialmente contaminados acessem o terreno natural e permitam a transferência diretamente para o sistema de drenagem interna da pilha (TPF, 2023a).

Abaixo do sistema de impermeabilização encontra-se o sistema de detecção de vazamento que representa um componente fundamental do projeto para o acompanhamento do desempenho do sistema de impermeabilização da pilha ao longo da sua vida operacional. Este sistema é composto por uma série de células de detecção que permitem o monitoramento setorizado da pilha, delimitadas por leiras de argila compactada, camadas de areia, apoiado sobre camadas geossintéticos e monitorados por poços de detecção de vazamento, conforme pode-se observar na Figura 7-66 (TPF, 2023a).

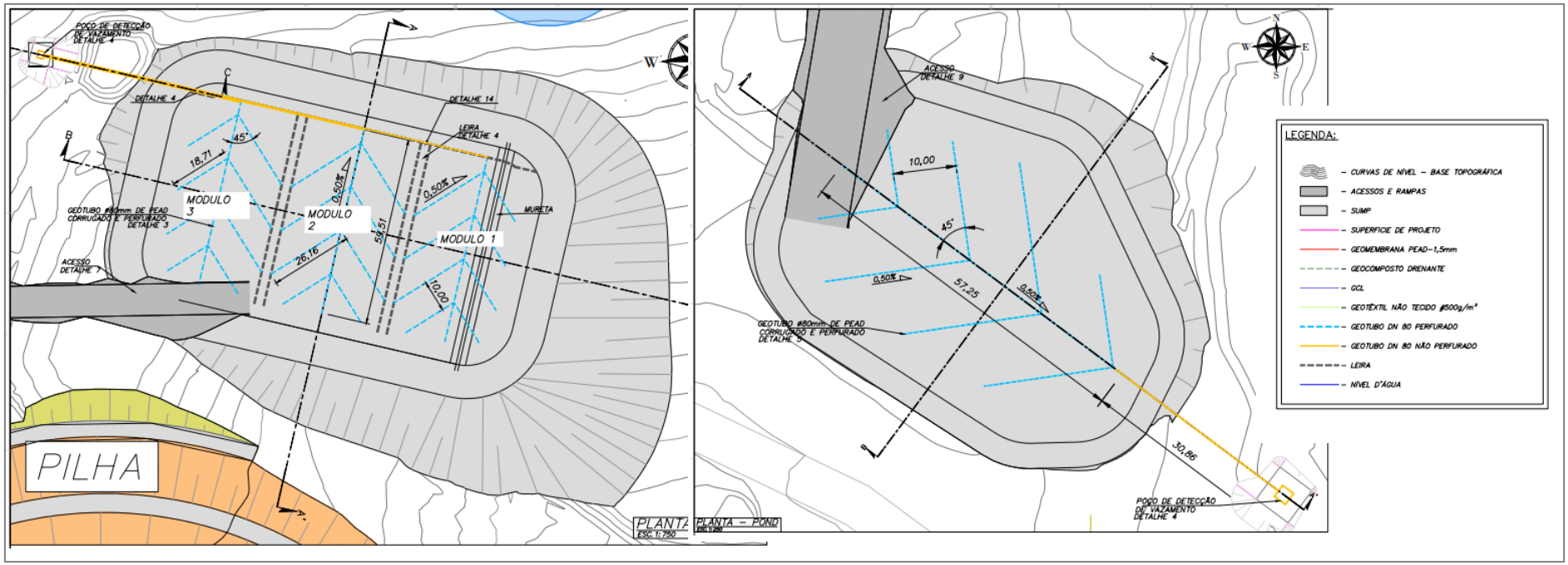
No caso do *Sump* e do *Pond*, o cenário será bem semelhante, conforme Figura 8-5; porém, em cada célula haverá a disposição de geotubos PEAD DN 80, em estrutura de espinha de peixe, envolto com geotêxtil não tecido fixados com abraçadeiras e introduzido no colchão drenante. Os taludes escavados serão protegidos com um sistema de geossintéticos que possibilitem proteção, drenagem e impermeabilização. Caso ocorra vazamento na geomembrana primária, a fluido contaminado será drenado para a célula de detecção de vazamento mais próxima e amparado pela geomembrana secundária de base e assim percolará até chegar ao poço de detecção de vazamento (PDV).

Figura 7-66: Células de detecção de vazamento da pilha de disposição a seco de resíduos industriais



Fonte: TPF, 2023a.

Figura 7-67: Impermeabilização e sistema de detecção de vazamentos do *Pond* e do *Sump*



Fonte: TPF, 2023a.

7.6 FASE DE PLANEJAMENTO (INVESTIGAÇÕES PRELIMINARES)

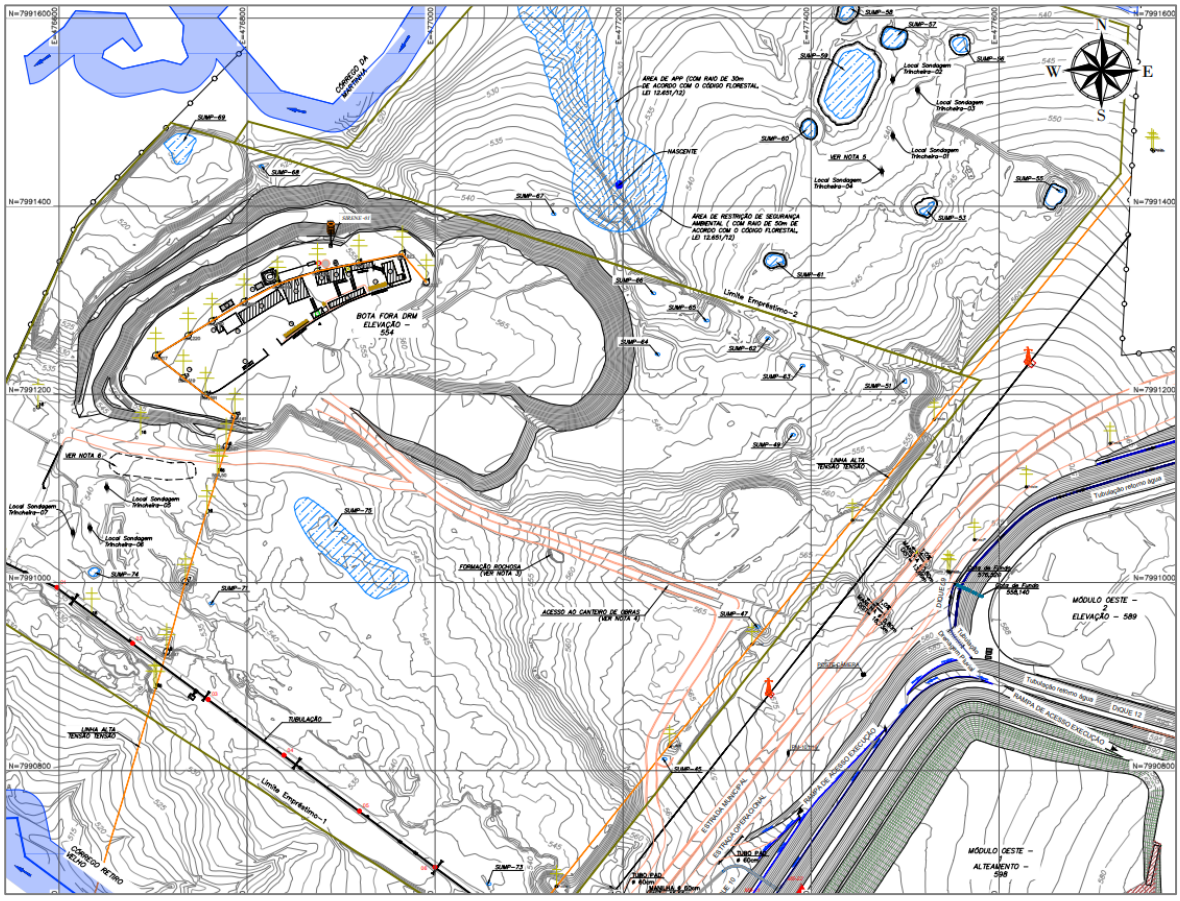
As atividades de planejamento do Projeto consistem, basicamente, na realização de estudos e investigações preliminares, que subsidiaram a elaboração do projeto.

Nos itens subsequentes, serão apresentados os estudos prévios (geológicos-estruturas, de sismicidade regional, geológico-geotécnicos, hidrogeológicos e hidrológicos) reunidos pela empresa TPF Engenharia no Projeto Básico da Disposição a Seco de Resíduos Industriais na Unidade Três Marias. Os textos apresentados a seguir foram, em algumas situações, transpostos do projeto conceitual e projeto básico, com o intuito de não perderem o sentido em que foram construídos.

7.6.1 Levantamento Topográfico

A base topográfica de referência para o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais é apresentada na Figura 7-68 e foi disponibilizada pela Nexa à projetista (TPF Engenharia). As curvas de nível geradas apresentam equidistância de 1 metro, compatível com a necessidade do projeto.

Figura 7-68: Planta da base topográfica de referência



Fonte: TPF, 2023a.

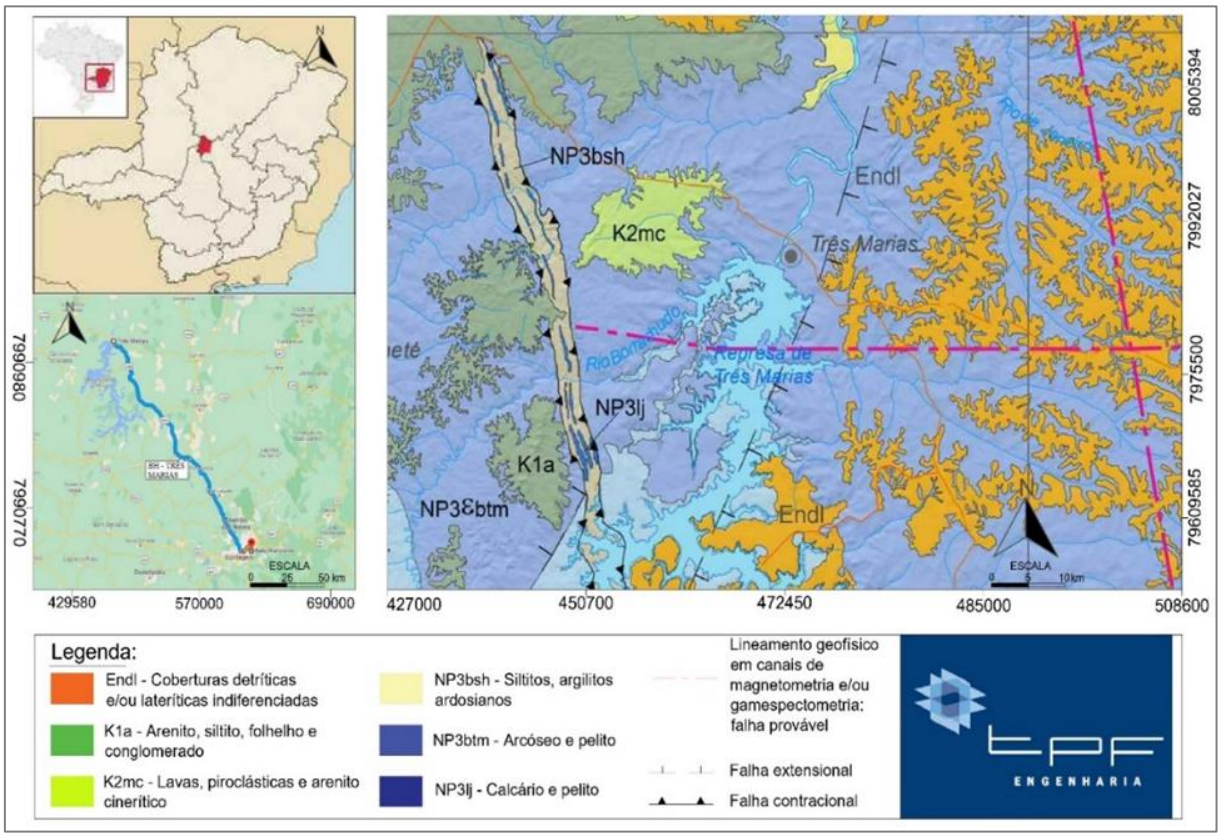
7.6.2 Estudos Geológicos-Estruturais

Em termos geológicos-estruturais, a área de inserção do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias insere-se no contexto geotectônico do Cráton do São Francisco (BARCELAR, 1989 *in* TPF, 2023a), sendo a estratigrafia local representada por rochas de idade neoproterozoica, incluídas na Formação Três Marias (Grupo Bambuí, Supergrupo São Francisco), que estão localmente cobertas por depósitos cenozoicos, representados por depósitos aluvionares e terraços (próximos aos cursos d'água principais) e por coberturas detrito-lateríticas (COSTA *et al.*, 2011 *in* TPF, 2023a).

De acordo com Costa *et al.* (2011 *in* TPF, 2023a), a Formação Três Marias é composta por arenitos líticos, siltitos e arenitos arcoseanos. Localmente, foram identificados um conglomerado basal e uma sequência pelítica, representada por intercalações siltitos e arcóseos. O conglomerado apresenta uma matriz arenosa a areno-siltosa com seixos de metapelito de tamanhos milimétricos a centimétricos e variado grau de alteração. Sobreposto a este conglomerado foi observado o metapelito característico da Formação Três Marias e um solo transportado/coluvionar, comum em toda a região.

A Figura 7-69 apresenta o mapa geológico regional da área do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

Figura 7-69: Mapa geológico regional



Fonte: TPF, 2023a.

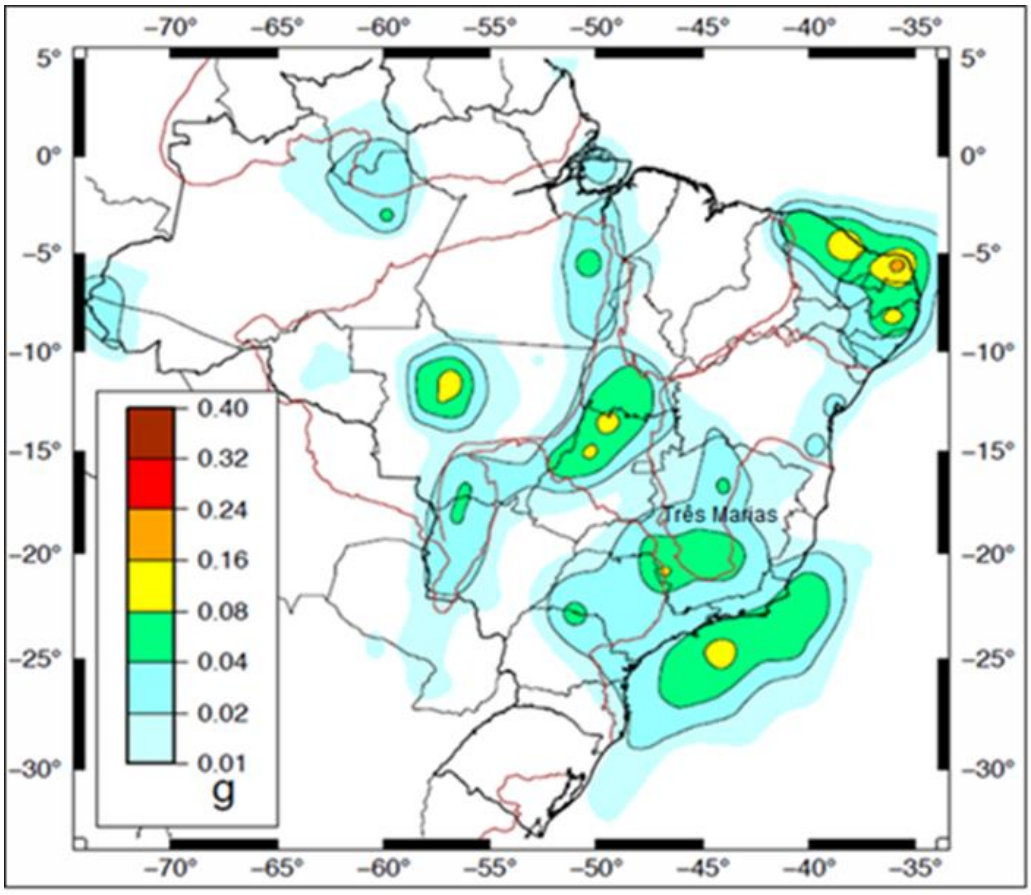
7.6.3 Estudos de Sismicidade Regional

No Brasil, eventos sísmicos são relativamente raros, entretanto, a sismicidade não é nula. Visando a segurança da estrutura geotécnica é importante que o potencial de sismicidade na área do empreendimento seja avaliado, segundo Cruz *et al.* (2021 *in* TPF, 2023a).

Embora as análises pseudo-estáticas sejam preconizadas apenas para estruturas de deposição de rejeitos como barragens e diques, as pilhas precisam ser verificadas quanto a este fenômeno. Até então, não existe uma norma específica para estas estruturas, uma vez que a ABNT NBR 13.029:2017 reporta apenas para estabilidade de taludes em condições estáticas de pilhas de estéril (TPF, 2023a).

Para tanto, utilizou-se o Mapa de Ameaça Sísmica Brasileiro que contém a distribuição das acelerações de pico em rocha com probabilidade de excedência de 10% durante 50 anos, correspondendo a um período de recorrência de 475 anos, apresentado na Figura 7-70. Este é o mais atualizado para o território brasileiro referente Boletim nº 96/2016 da Sociedade Brasileira de Geofísica, com base nos estudos de Assumpção *et al.* (2016 *in* TPF, 2023a).

Figura 7-70: Mapa de ameaça sísmica brasileiro



Fonte: Assumpção *et al.*, 2016 *in* TPF, 2023a.

A listagem de todos os sismos naturais de determinada região permite a obtenção de relações empíricas entre a frequência de ocorrência dos sismos e suas respectivas magnitudes, para um determinado período de retorno. Desta forma, TPF (2023a) realizou um levantamento da susceptibilidade sísmica para a estrutura do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais de Três Marias com base nos dados obtidos em busca restringida a uma área circular cujo centro reside a estrutura, com raio de 200 km e a sismos naturais de magnitude mínima 1,0 mb, até a definição final da influência sísmica (TPF, 2023a). Estes dados são apresentados na Tabela 7-42.

Tabela 7-42: Registro de incidência regional de sismos nas proximidades da estrutura analisada

Latitude	Longitude	Magnitude	Dia	Mês	Ano	Distância (km)
-18,26	-45,26	2,6	28	MAR	2019	10,91
-18,27	-45,25	2,7	22	DEZ	2014	11,54
-18,55	-45,38	2,5	28	OUT	2014	45,39
-18,54	-45,51	3,0	4	MAR	2013	51,33
-18,68	-45,52	3,8	27	FEV	2013	64,85
-18,72	-44,93	2,1	8	MAI	2020	67,82
-18,76	-44,91	2,9	20	FEV	2013	72,72
-17,70	-44,70	3,4	7	JAN	2001	75,48
-18,80	-44,80	3,1	21	SET	1982	82,28
-18,85	-44,79	2,3	11	ABR	2018	87,54
-18,83	-44,73	2,4	5	MAR	2016	89,14
-18,83	-44,71	2,7	16	JUN	2017	90,37
-18,86	-44,75	2,5	15	OUT	2018	90,71
-18,87	-44,76	2,1	22	JUL	2019	91,08
-18,87	-44,74	3,0	27	MAR	2020	92,21
-18,99	-44,73	2,7	5	DEZ	2019	104,11
-18,87	-44,55	2,4	28	MAR	2015	104,49
-17,20	-45,00	2,9	7	DEZ	1983	109,83
-19,27	-45,41	2,9	16	OUT	2020	123,32
-19,29	-45,39	2,3	28	OUT	2020	125,17
-17,30	-44,40	2,8	8	JUN	1985	129,47
-19,47	-45,39	2,0	15	ABR	2014	144,90
-19,39	-45,72	3,0	22	JAN	2021	144,98
-19,40	-45,70	3,4	9	MAR	1989	145,26
-19,46	-45,59	2,0	28	JAN	2021	147,98
-19,46	-45,60	2,5	10	JAN	2015	148,27
-18,90	-44,00	3,1	28	SET	1987	151,55
-17,40	-46,40	2,8	5	JAN	1984	151,78
-18,53	-43,82	2,5	7	ABR	2020	152,72
-18,98	-44,03	2,4	19	NOV	2019	153,83
-18,12	-43,69	3,2	27	ABR	1996	161,49
-18,03	-46,74	3,1	3	JUN	1995	162,06
-19,37	-44,27	3,1	24	MAR	2016	165,94
-19,45	-44,27	2,2	28	JAN	2020	173,08
-17,07	-44,04	2,9	29	DEZ	1990	174,33

Latitude	Longitude	Magnitude	Dia	Mês	Ano	Distância (km)
-19,72	-45,61	2,9	6	SET	1991	176,36
-19,77	-45,08	2,8	15	JAN	2018	177,51
-19,47	-44,16	2,6	24	MAR	2016	181,75
-19,47	-44,13	2,4	6	ABR	2016	183,70
-19,48	-44,10	2,2	6	ABR	2016	186,54
-19,52	-44,12	2,1	19	ABR	2020	188,69
-19,45	-44,03	2,9	6	MAI	2002	188,78
-19,56	-46,29	3,5	14	JUL	2007	190,88
-19,50	-44,03	2,2	10	MAI	2016	192,95
-19,54	-44,08	3,3	11	ABR	2016	193,02
-19,56	-44,09	2,6	24	MAR	2016	194,12
-19,59	-44,13	3,0	24	AGO	1998	194,24
-19,56	-44,07	2,0	24	MAR	2016	195,41
-19,56	-44,06	2,9	3	JUN	2010	196,06
-17,30	-46,85	2,8	1	SET	1919	198,30
-19,50	-43,95	3,6	28	JAN	2010	198,51
-16,88	-43,90	3,9	19	DEZ	2012	199,75
-18,87	-43,47	2,5	18	MAR	2015	199,84
-19,55	-43,99	3,2	23	SET	1987	199,88

Fonte: RSBR – Rede Sismográfica Brasileira, 2021 *in* TPF, 2023a.

O sismo registrado mais próximo da estrutura (10,91 km de distância) possui magnitude de 2,6 mb, referente ao dia 28/03/2019. Os registros com maior intensidade são referentes a 19/12/2012 e 27/02/2013 e estão localizados a 199,75 e 64,85 km do módulo, apresentando intensidade de 3,9 e 3,8 mb, respectivamente. Por fim, o sismo mais recente ocorreu em 28/01/2021, com magnitude de 3,0 mb e distância de 147,98 km da estrutura (TPF, 2023a).

7.6.4 Estudos Geológico-Geotécnico

A caracterização geológico-geotécnica da área foi definida com base nas informações obtidas durante a execução do mapeamento de superfície, a partir das investigações geotécnicas executadas na área e regiões próximas. A área da pilha de disposição a seco de resíduos industriais já foi alvo de mapeamentos geológicos, haja vista que já foi parcialmente utilizada para empréstimo durante a construção do Depósito de Rejeitos Murici - DRM. Foi realizado mapeamento geológico da área em estudo com objetivo de identificar e caracterizar os materiais em superfície antes não aflorantes (TPF, 2023a).

Conforme TPF (2023a) Figura 7-71 representa o mapa geológico-geotécnico da área de projeto, no qual encontram-se discriminadas cinco unidades geológico-geotécnicas, descritas a seguir:

- *Bota fora/aterro (roxo): depósito antrópico, destoando da geomorfologia predominantemente plana da região. Material de cor roxa escura, muito heterogêneo, de matriz areno-siltosa (areia fina) a silto-arenosa (areia fina), argila também está presente*

em menor quantidade; apresenta fragmentos de rocha (podendo ser quartizito e metapelito) variando desde grânulo até matacão. O índice de plasticidade varia de nula a baixa.

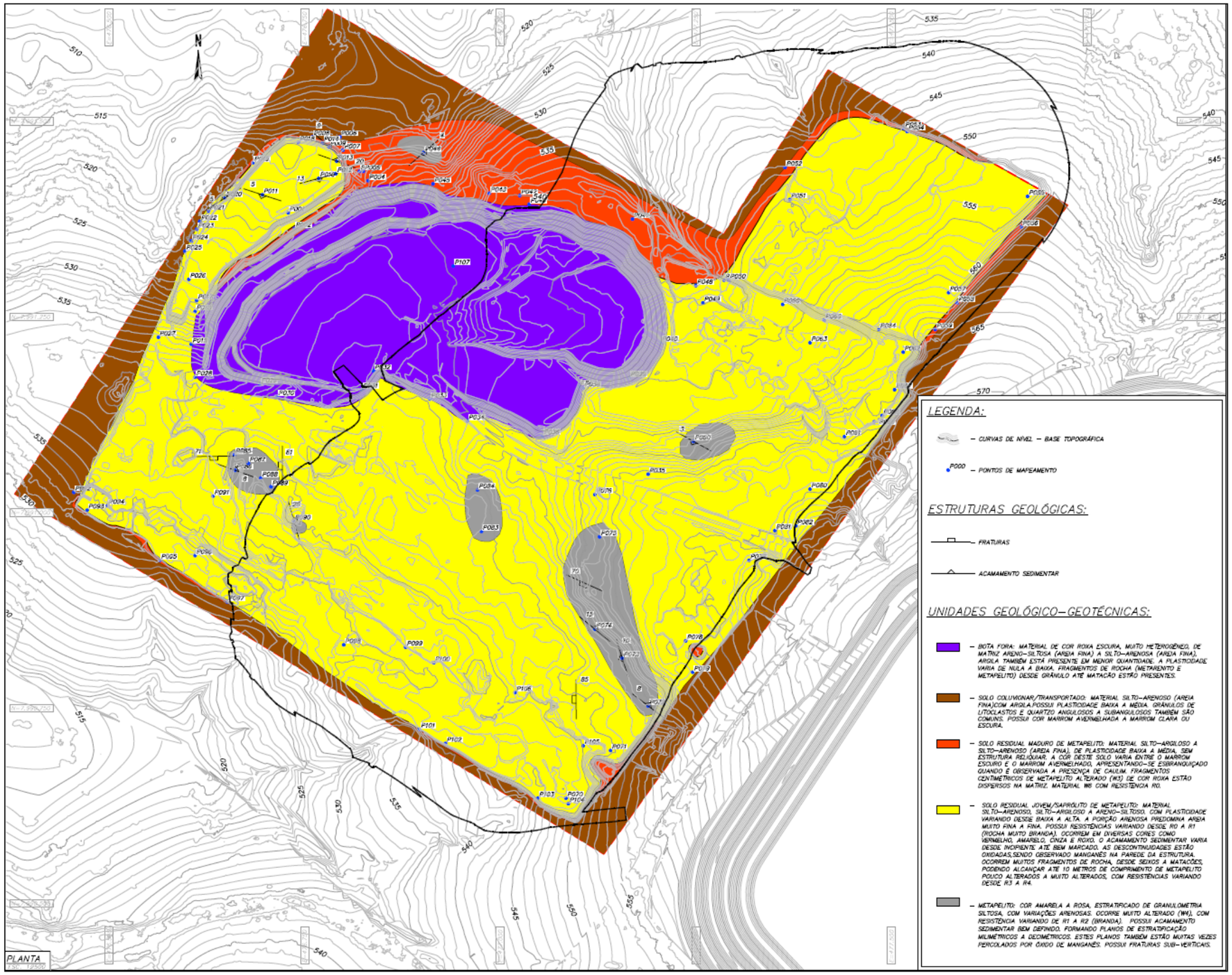
- *Solo coluvionar/transportado (marrom): recobre os solos residuais presentes na área, formando em geral uma capa pouco espessa de até 3,0 m. É constituído por material silto-argiloso a siltoso de coloração marrom avermelhada a marrom escura, podendo apresentar granulometria arenosa (areia fina).*

- *Solo residual maduro de metapelito (vermelho): grandes volumes deste material já foram utilizados como empréstimo e atualmente seus depósitos se concentram nas áreas ainda não escavadas, nos limites do Projeto. constituído por um material silto-argiloso a silto-arenoso (areia fina), com índice de plasticidade de baixo a médio, maciço, sem estrutura reliquiar. A coloração deste solo varia entre o marrom escuro e o marrom avermelhado, apresentando-se esbranquiçado condizente a presença de caulim.*

- *Solo residual jovem/saprólito de metapelito (amarelo): proeminente em toda a superfície da região, são materiais silto-arenosos, silto-argilosos a areno-siltosos, com plasticidade variando desde baixa a alta. A porção arenosa predomina areia muito fina a fina. Possui resistências variando desde R0 a R1 (rocha muito branda). Ocorrem em diversas cores como vermelho, amarelo, cinza e roxo.*

- *Metapelito (cinza): representa uma metamorfização do pelito que se manifesta estratificado e possui uma granulometria entre silte e areia fina. A espessura dos planos de estratificação varia, em termos de grandeza, entre milimétrica até decimétrica. Geralmente são rochas ricas em águas, em função da sua porosidade natural, o que as tornam muito suscetíveis a processos de metamorfização e hidratação. A rocha sã apresenta uma coloração cinza a verde, sendo que quando esta rocha se encontra alterada esta coloração se torna amarela/bege ou arroxeada. A rocha apresenta graus de resistência mecânica de branda a alta.*

Figura 7-71: Mapa geológico–geotécnico da área do projeto



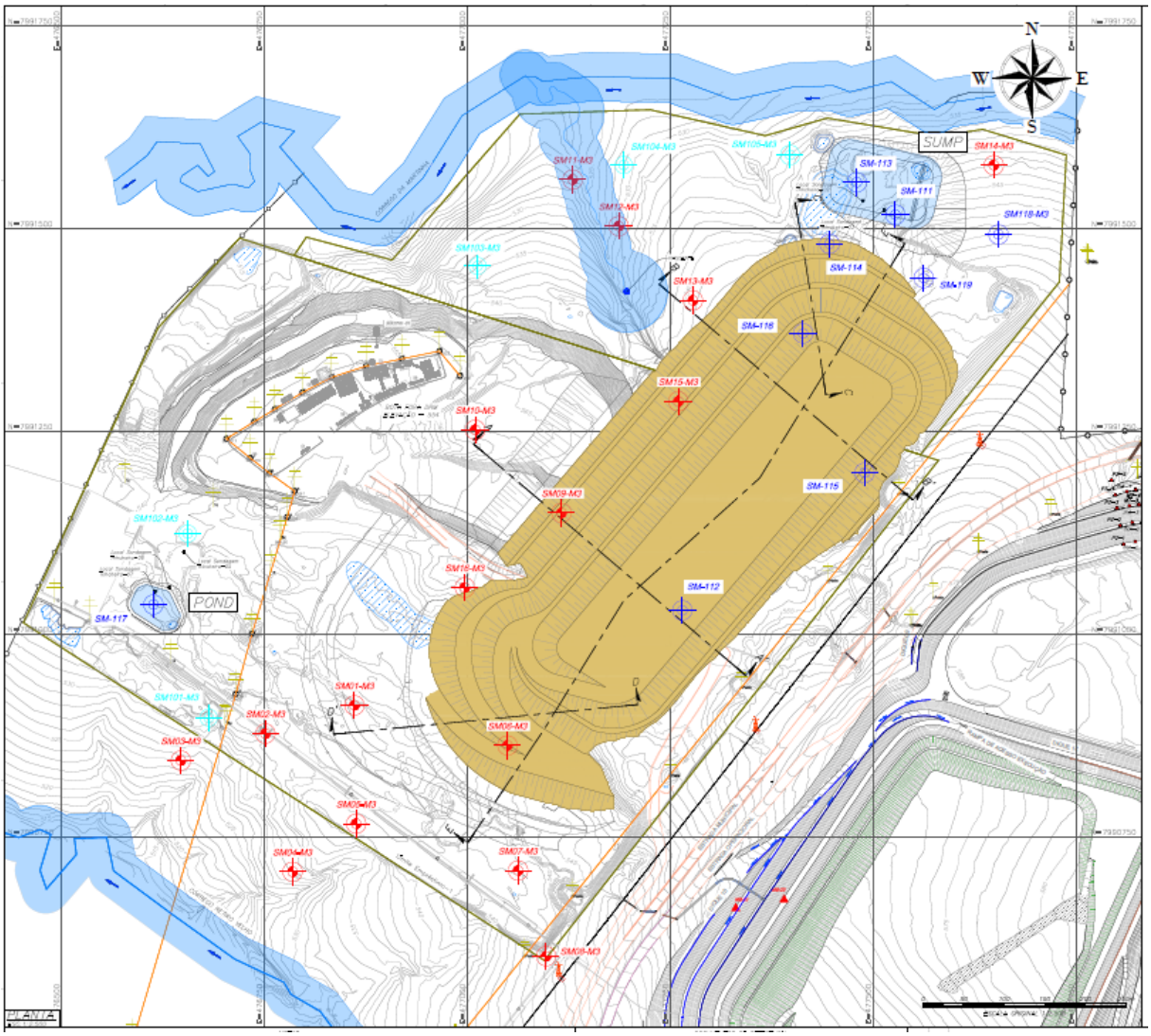
Fonte. DF+, 2021 in TPF, 2023a.

7.6.4.1 Sondagens Executadas e Interpretação

Para subsidiar o projeto básico de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, a TPF Engenharia (2023a) utilizou os dados de sondagens executadas pela empresa Chammas, nos anos de 2020 e 2022, além de investigações geológico-geotécnicos realizadas pela própria TPF Engenharia no ano de 2023.

Na primeira campanha realizada pela empresa Chammas *f*oram executadas dezesseis sondagens mistas (SM-01-M3 a SM-16-M3), em novembro/dezembro de 2020, totalizando 266,0 m perfurados, em conjunto com ensaios de permeabilidade, em seis furos. A segunda campanha realizada pela empresa Chammas contemplou cinco ensaios de SPT realizados nos trechos periféricos do terreno no ano de 2022. Com o propósito de complementar as investigações anteriores, no período de abril a maio de 2023 foram executadas 19 sondagens, totalizando aproximadamente 160 m perfurados. A localização das sondagens e a posição das seções geológicos-geotécnicas estabelecidas para a pilha de disposição a seco de resíduos industriais pode ser visualizada na Figura 7-72.

| Figura 7-72: Localização das sondagens e alinhamentos das seções geológico-geotécnicas na área do projeto



Fonte: TPF, 2023a.

A fim de possibilitar maior robustez aos levantamentos geológicos-geotécnicos, também foram empreendidas investigações geofísicas na área do projeto pela empresa Hidropoços, sendo levantadas cinco linhas geofísicas (quatro longitudinais e uma transversal), apresentadas na Figura 7-73, totalizando 3.430,0 m.

O levantamento geofísico foi efetuado com o método elétrico, a saber, Eletrorresistividade (ER) com base no arranjo *Schlumberger*. O fundamento do método se baseia na resposta de resistividade elétrica dos materiais, ou seja, a partir da dificuldade gerada pela passagem da corrente elétrica no solo a partir de uma diferença de potencial em pontos distintos de um terreno. A corrente elétrica é injetada no solo através do contato direto gerado pelos eletrodos metálicos ou porosos, e que por sua vez geram linhas de fluxos de corrente na zona. A resposta da diferença de potencial associada corrente elétrica possibilita estimar a resistividade elétrica do solo.

| Figura 7-73: Localização das linhas geofísicas levantadas na área do projeto



Fonte: DF+, 2021 in TPF, 2023a.

As sondagens executadas na área do projeto mostram que o substrato é composto por solos residuais e solos transportados, estando os solos residuais apresentados em horizontes com graus de intemperismos decrescentes. Além da formação de solos residuais de Metapelito, foi também encontrado solos em fases de metamorfização originados a partir de deposição sedimentar, que foram os Metassiltitos, Metarenitos e, já metamorfizado, o Quartzito. Por fim, foi encontrado material coluvionar (deposito sedimentar) gerado provavelmente em função de deslizamento de terra da própria formação de Metapelito (TPF, 2023a).

Para a compilação dos dados de sondagem aplicaram-se as seguintes premissas gerais (TPF, 2023a):

- *Para o cálculo dos valores de N_{SPT} foram utilizados como base o trabalho de Décourt et al. (1989). Neste caso se considera o máximo de 50 golpes, no qual é considerado material impenetrável;*
- *Trechos onde não foram realizados SPT, são representados pelo símbolo "x";*
- *Intervalos nos quais não foi possível a divisão entre solo residual jovem de metapelito e saprólito de metapelito através da descrição tátil-visual, adotou-se sempre que o NSPT < 30*

golpes, o material seria definido como solo residual jovem de metapelito. Já trechos com valores iguais ou maiores que este foram classificados como saprólito de metapelito;

- *Para classificação em relação ao grau de condutividade hidráulica, aplicou-se o proposto pela Associação Brasileira de Geologia de Engenharia - ABGE.*

7.6.4.2 Avaliação dos Solos e Rochas da Formação

A partir das investigações geotécnicas realizadas por meio das sondagens, foram constatadas a ocorrência de alguns tipos de rochas de natureza metamórfica em condições de fraturamento e resistência mecânica distintas na área do projeto, sendo elas: Metapelito, Metasiltito, Metarenito e Quartzito (TPF, 2023a). A Tabela 7-43 apresenta a síntese dos valores das estratificações do solo com as suas respectivas características.

Tabela 7-43: Interpretação das sondagens executadas na área do projeto

PROF.	SM-01-ALT (C:574 m)	SM-02-ALT (C:557 m)	SM-01-M3 (C:540 m)	SM-02-M3 (C:533 m)	SM-03-M3 (C:529 m)	SM-04-M3 (C:536 m)	SM-05-M3 (C:535 m)	SM-06-M3 (C:543 m)	SM-07-M3 (C:538 m)	SM-08-M3 (C:551 m)	SM-09-M3 (C:546 m)	SM-10-M3 (C:563 m)	SM-11-M3 (C:524 m)	SM-12-M3 (C:529 m)	SM-13-M3 (C:541 m)	SM-14-M3 (C:542 m)	SM-15-M3 (C:531 m)	SM-16-M3 (C:548 m)	SM-111 (C:542 m)	SM-112 (C:562 m)	SM-113 (C:537 m)	SM-114 (C:537 m)	SM-115 (C:552 m)	SM-116 (C:542 m)	SM-117 (C:537 m)	SM-118 (C:551 m)
0	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
-1	---	---	--	RQD=33%	--	RQD=45%	--	RQD=55%	--	--	--	--	--	--	--	--	RQD=5%	--	--	--	--	--	--	--	--	--
-2	18	8	9	RQD=31%	24	RQD=100%	50	RQD=0%	45	5	36	20	13	15	20	2	RQD=5%	21	--	--	39	--	--	--	--	43
-3	14	13	5	RQD=43%	21	RQD=100%	50	RQD=0%	RQD=100%	4	30	11	38	19	40	8	RQD=5%	30	--	--	15	--	40/10	--	--	44
-4	17	37	RQD=96%	RQD=0%	30	RQD=85%	50	RQD=11%	RQD=83%	13	RQD=69%	-	RQD=0%	30	38	12	RQD=4%	30	--	--	--	--	40/10	--	--	36
-5	---	50	RQD=78%	RQD=53%	43	RQD=88%	RQD=98%	RQD=63%	RQD=67%	31	RQD=0%	3	RQD=15%	RQD=15%	29	33	RQD=3%	50	--	--	--	--	--	--	--	40
-6	---	50	RQD=12%	RQD=19%	RQD=0%	RQD=80%	RQD=92%	RQD=74%	RQD=91%	33	RQD=10%	9	RQD=33%	RQD=50%	30	38	RQD=4%	RQD=37%	--	--	--	--	--	--	--	17
-7	38	50	RQD=71%	RQD=0%	RQD=11%	RQD=84%	RQD=90%	RQD=64%	RQD=64%	40	RQD=60%	3	RQD=0%	RQD=13%	RQD=0%	42	RQD=4%	RQD=23%	--	--	RQD 57%	--	--	--	--	42
-8	39	50	RQD=93%	RQD=33%	RQD=12%	RQD=95%	RQD=88%	RQD=11%	RQD=96%	42	RQD=96%	2	RQD=0%	RQD=55%	RQD=0%	41	RQD=3%	RQD=10%	RQD 42%	--	RQD 57%	--	--	--	--	--
-9	38	50	RQD=89%	RQD=0%	RQD=12%	RQD=98%	RQD=98%	RQD=67%	RQD=85%	43	RQD=73%	35	RQD=0%	RQD=56%	RQD=0%	50	RQD=3%	RQD=80%	RQD 42%	--	RQD 32%	--	--	RQD 48%	--	--
-10	50	50	RQD=89%	RQD=0%	RQD=56%	RQD=98%	RQD=81%	RQD=95%	RQD=59%	30	RQD=73%	4	RQD=0%	RQD=62%	RQD=33%	50	RQD=3%	RQD=90%		--	RQD 32%	--	--	RQD 48%		--
-11	50	50	RQD=90%	---	RQD=52%	RQD=91%	RQD=76%	RQD=75%	RQD=92%	42	RQD=87%	4	RQD=36%	RQD=96%	RQD=0%	50	RQD=2%	RQD=72%	RQD 43,3%	--		--	--	RQD 48%		--
-12	50	50	RQD=78%	---	RQD=66%	RQD=86%	RQD=97%	RQD=90%	RQD=89%	50	RQD=55%	10	RQD=88%	RQD=77%	RQD=20%	50	RQD=4%	RQD=76%	RQD 78%	--		--	RQD 93%	RQD 56,47%		--
-13	RQD=66%	50	RQD=95%	---	RQD=25%	RQD=71%	RQD=89%	RQD=96%	RQD=94%	50	RQD=69%	5	RQD=90%	RQD=26%	RQD=12%	RQD=31%	RQD=3%	RQD=99%	RQD 78%	--		--	RQD 54%	RQD 56,47%		--
-14	RQD=77%	50	RQD=96%	---	RQD=56%	RQD=72%	RQD=97%	RQD=96%	RQD=88%	RQD=48%	RQD=96%	17	RQD=73%	---	RQD=26%	RQD=31%	RQD=3%	RQD=90%		--		--	RQD 73,6%	---		--
-15	RQD=66%	RQD=44%	RQD=84%	---	RQD=38%	RQD=75%	RQD=92%	RQD=87%	RQD=93%	RQD=55%	-	7	---	---	RQD=11%	RQD=61%		RQD=68%		--	-		---	---		--
-16	RQD=96%	RQD=22%	---	---	RQD=39%	RQD=56%	---	---	---	RQD=87%	-	7	---	---	---	RQD=43%				--	-		---	---	---	--
-17	RQD=93%	50	---	---	RQD=65%	---	---	---	---	RQD=100%	---	-	---	---	---	RQD=87%				--	---		---	---	---	--
-18	RQD=100%	RQD=28%	---	---	---	---	---	---	---	RQD=88%	---	21	---	---	---	RQD=73%				--	---		---	---	---	--
-19	RQD=71%	RQD=87%	---	---	---	---	---	---	---	RQD =92%	---	14	---	---	---	RQD=85%				--	---		---	---	---	--
-20	RQD=51%	RQD=88%	---	---	---	---	---	---	---	RQD=89%	---	29	---	---	---	RQD=54%				--	---		---	---	---	--
-21	RQD=94%	RQD=74%	---	---	---	---	---	---	---	RQD=91%	---	1	---	---	---	---					---		---	---	---	---
-22	RQD=98%	RQD=82%	---	---	---	---	---	---	---	RQD=82%	---	35	---	---	---	---					---		---	---	---	---
-23	---	RQD=97%	---	---	---	---	---	---	---	RQD=100%	---	RQD=86%	---	---	---	---										
-24	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	RQD=100%	---	---	---	---										
-25	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	RQD=0% (30)	---	---	---	---										
-26	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	RQD=0% (42)	---	---	---	---										
-27	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	RQD=56%	---	---	---	---	---	---								
-28	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	RQD=0%	---	---	---	---	---	---								
-29	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---								

Fonte: TPF, 2023a.

Legenda:

- Aterro
- Solo transportado
- Solo Residual jovem
- Solo Residual maduro
- Saprólito
- Metasiltito
- Quartizito
- Metapelito
- Metarenito

A partir dos dados apresentados, TPF (2023a) descreveu a presença de nove classificações que podem ser atribuídas nos perfis estratigráficos, sendo essas:

- *Metarenito: manifesta com espessuras variadas entre as cotas de 525 m e 548 m, com tonalidades ocre, acinzentadas, acinzentadas escuras ou marrom amarelados e cinza esverdeados dependendo do grau de alteração. Estas rochas encontram-se naturalmente dispostas em condições alteradas ou sãs (A1-A5) com valores de fraturamentos variados (F2-F5) e qualidades de rochas variadas (RQD entre 0% e 96%) que, por sua vez, afetam a resistência ao cisalhamento. Em termos de grau de consistência, estas apresentam A1 a A5. Majoritariamente, estas rochas estão apresentadas em condições de resistência mecânica elevadas, salvo alguns trechos do mesmo furo com alguma alteração e RQD's típicos de rochas pobres ou pouco resistentes.*

- *Metassiltito: caracterizado por acamamentos sub-horizontais; lentes arenosas finas; porções seríticas aparentemente associadas a porções mais arenosas. Estas lentes intercalam-se ora sendo compostas por material arenoso, ora por material silto-argiloso. O material visualizado na região estudada manifesta-se com tons variados. Na grande maioria dos furos, a rocha encontra-se sã ou pouco fraturada com fraturas lisas horizontais revestidas por películas de óxidos ferro e/ou óxido de manganês. Foram observados níveis de RQD na faixa de 67% a 100%, o que configura em linhas gerais um maciço regular a rico, embora, especificamente, na sondagem SM-15 M3 foi presenciado uma formação de Metassiltito com RQD ≤ 5% já em condições muito fraturadas (rochas pobres) e que, in loco, manifestam-se como rochas duras alteradas.*

- *Metapelito: apresenta cor cinza com tom azulado, possuindo granulação fina, fração de silte e planos de estratificação milimétricos até decimétricos e quando alterado se manifesta com tonalidade ocre. Este é levemente a intensamente alterado (W2-W4), brando a resistente (R2-R4) e impenetrável ao SPT. Apresenta grau de fraturamento condicionado diretamente pelo intemperismo, alternando, em geral, entre F2 quando são, a F4 quando alterado. Valores F1 e F5 também ocorrem, mas são restritos.*

- *Quartzito: na região do projeto, o quartzito guarda muitas semelhanças do site das rochas metassiltito e de metarenito. Ao analisar as descrições geológicas das rochas se observou que quase sempre o material apresenta a tonalidade cinza, com granulação fina, por vezes apresentando laminações de materiais finos (natureza siltosa), poucas porções sericíticas, películas de óxidos de manganês e planos de fratura geralmente coincidente com a direção do acamamento (sub-horizontal). De um modo geral, a rocha foi classificada como bastante resistente em função dos altos valores de RQD. No que tange ao grau de fraturamento, de um modo geral, o material foi classificado entre F2 e F5 de forma oscilatória ao longo da profundidade da sondagem, como também da sua distribuição espacial.*

- *Saprólito de Metapelito: unidade identificada em três furos de sondagem. Possui espessuras que variam entre 2,5 e 4,0 m. Aflora principalmente na região do reservatório devido às escavações realizadas na área. O material possui cor marrom ou cinza com diversos tons*

como amarelado e bege marcado por laminações de óxido de manganês, marcado por porções de cor preta. Sua matriz é predominantemente siltosa a silto-arenosa, com variações silto-argilosas (areia fina) e areno-siltosas e plasticidade nula a alta.

- *Solo Residual Jovem de Metapelito: identificado em poucas sondagens, no qual forma camadas pouco espessas, na ordem de 2,0 m. O material apresenta cor marrom ou cinza com diversos tons como avermelhado, roxo, amarelo e alaranjado. A matriz é essencialmente silto-arenosa (areia fina), com passagens mais argilosas. A plasticidade varia desde nula, quando mais arenoso, até alta, quando apresenta maior porcentagem de argila. Diferencia-se do solo residual maduro por apresentar acamamento sedimentar reliquiar e uma maior concentração de minerais filossilicáticos (micas). Películas de manganês e óxidos de ferro são comuns no intervalo. O material é invariavelmente W6, com grau de resistência R0 (solo) e compacidade variando de fofo a medianamente compacto, sendo pontualmente compacto.*

- *Solo Residual Maduro de Metapelito: em geral, forma camadas pouco espessas de 1,0 m a 3,0 m de espessura. Localmente alcança até 6,0 m (SM-10-M3). Possui cor marrom clara com tons avermelhado, alaranjado e porções esbranquiçadas, sem acamamento sedimentar preservado. Sua matriz é silto-argilosa com variação silto-arenosa, sendo verificadas também passagens areno-argilosas. Apresenta plasticidade média a alta. Fragmentos angulosos a subangulosos de metapelito milimétricos ocorrem dispersos na matriz. O material invariavelmente possui grau de alteração W6 e grau de resistência R0.*

- *Solo Transportado (Colúvio): identificado em seis sondagens com espessuras médias de 3,00 m. Na região investigada, o material se manifesta como marrom claro, com tom avermelhado. Sua matriz é essencialmente silto-arenosa (areia fina a média) e consistência de mole a dura dependendo da profundidade do furo e da sua posição espacial. Por fim, possui fragmentos de metapelito angulosos a subangulosos de até 1,0 cm ou frações pedregulhosas.*

- *Bota Fora (Aterro): identificado no mapeamento de superfície, foi interceptado apenas no furo SM-10-M3, com espessura de 21,0 m. O material possui cor marrom clara com tons avermelhado e roxeado, ou seja, variegado. Sua textura é bastante variável e se divide em pacotes pequenos e pacotes grandes. Os pacotes pequenos, geralmente apresentam espessuras de 1,00 m e são compactos ou pedregulhosos acinzentados com valores de NSPT, entre 3 e 11 golpes, já os pacotes grandes são silte arenosos com classes de resistência variáveis. Estes solos, geralmente, são areias finas (quartzosos) a grossas pouco argilosas, com trechos silto argilosas, presença de matéria orgânica caracterizada pelos detritos vegetais e até mesmo detritos plásticos.*

7.6.4.3 Análise dos Resultado das Seções Geotécnicas-Geofísicas

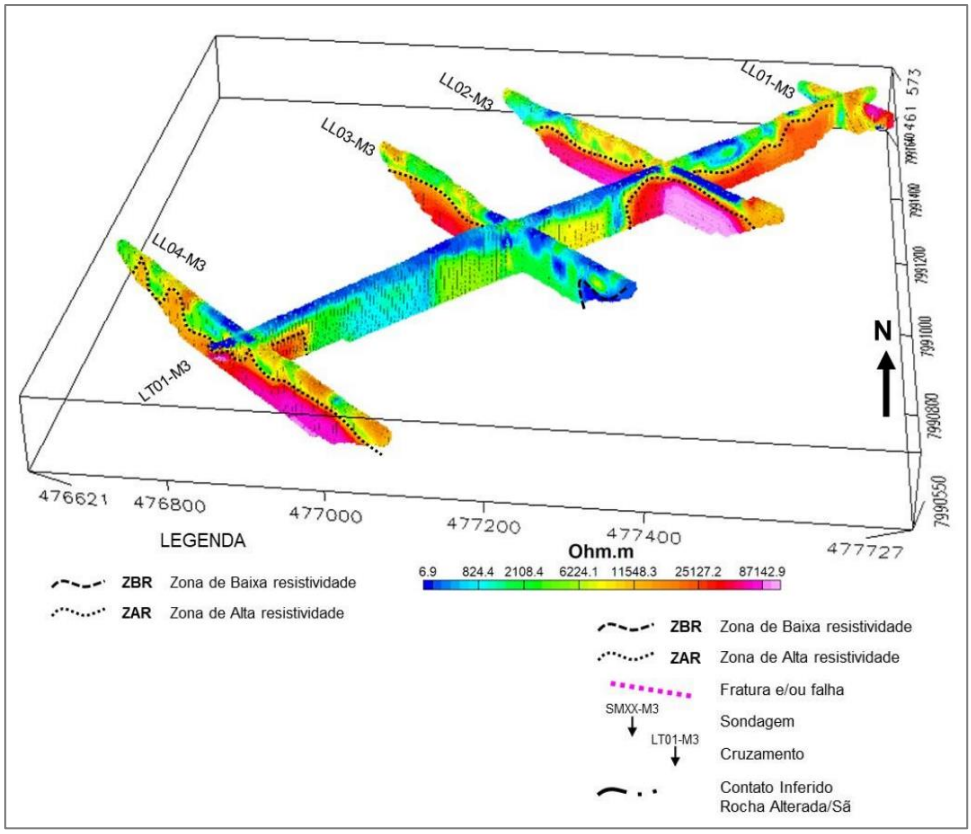
A seções geológico-geotécnicas do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais de Três Marias foram elaboradas no estudo das cinco linhas geofísicas de eletrorresistividade. A Figura

7-74 apresenta a distribuição tridimensional dos valores de resistividade a partir de um modelo pseudo-3D que, segundo Hidropoços (2021 *in* TPF, 2023a), é aplicável para a caracterização dos materiais geológicos, em termos de alteração, fraturamento, saturação, contatos litológicos, espessura dos estratos, profundidade do embasamento e profundidade do nível d'água. Sendo os valores de resistividade caracterizados por:

- *(ZBR) Área de baixa resistividade, e;*
- *(ZAR) Área de alta resistividade.*

De acordo com o exposto, pode-se inferir que, na área do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais de Três Marias, as camadas de solo de alteração mais superiores foram intensamente escavadas, quanto as áreas não escavadas, a região é caracterizada por perfis de alteração bem definidos, com solos residuais e saprólitos alcançando espessuras elevadas até o topo rochoso. Atualmente, as camadas não removidas são caracterizadas por saprólito e pontuais lentes de solo residual jovem. Estes solos de alteração formam camadas com espessuras variáveis, em geral, pouco espessas, desde centimétricas até métricas (TPF, 2023a).

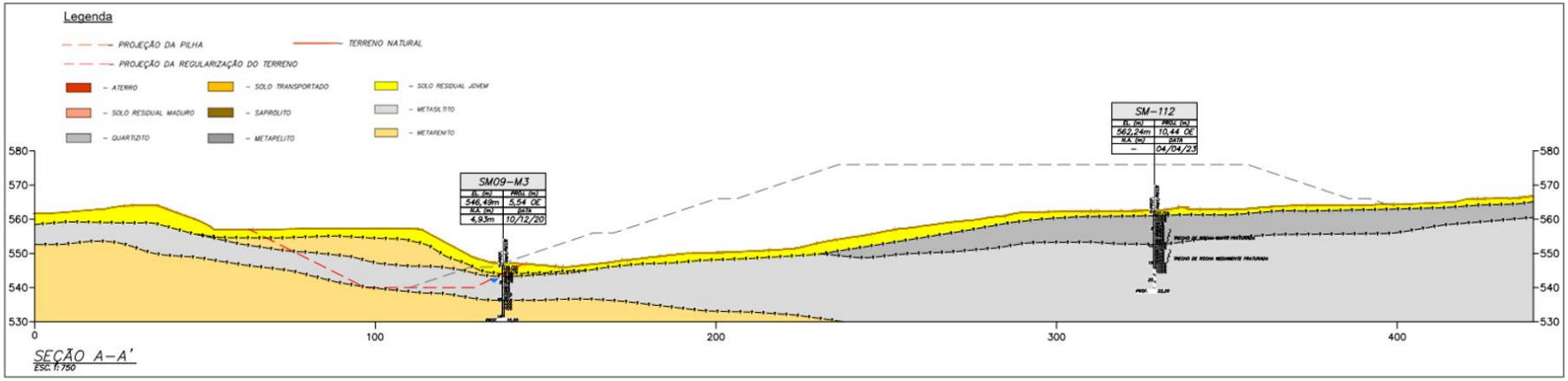
Figura 7-74: Geofísica tridimensional e suas interseções na área do projeto



Fonte: Hidropoços, 2021 *in* TPF, 2023a.

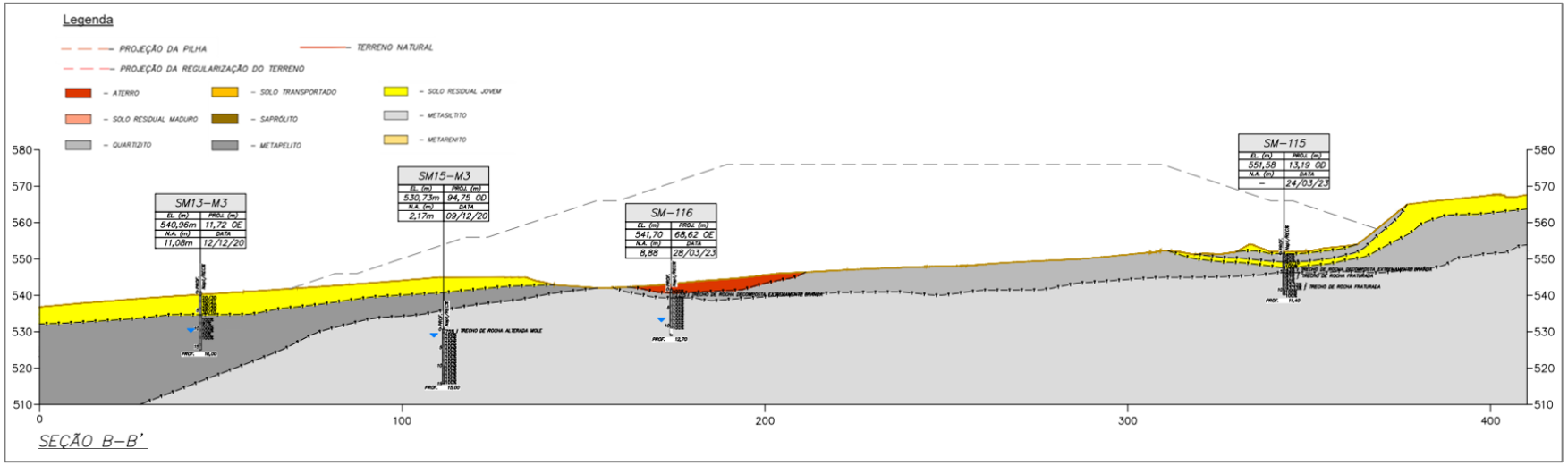
A partir das informações obtidas nos ensaios de sondagem, ponderando as informações das seções de resistividade, foram elaboradas as seções geológico-geotécnicas apresentadas nas Figura 7-75 a Figura 7-79.

Figura 7-75: Seção A-A' com representação geológico-geotécnica



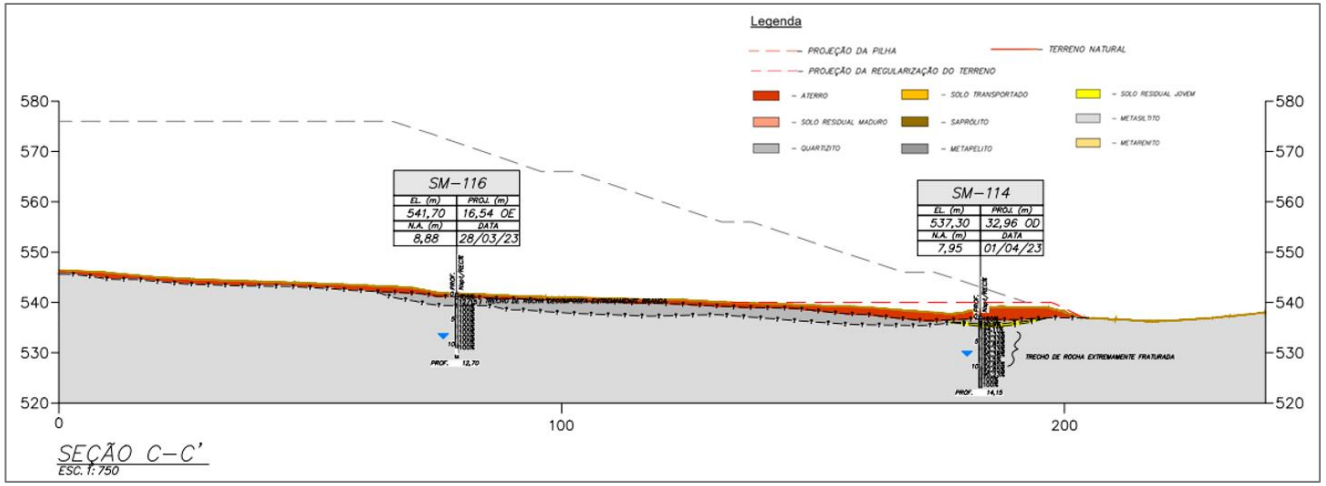
Fonte: TPF, 2023a.

Figura 7-76: Seção B-B' com representação geológico-geotécnica



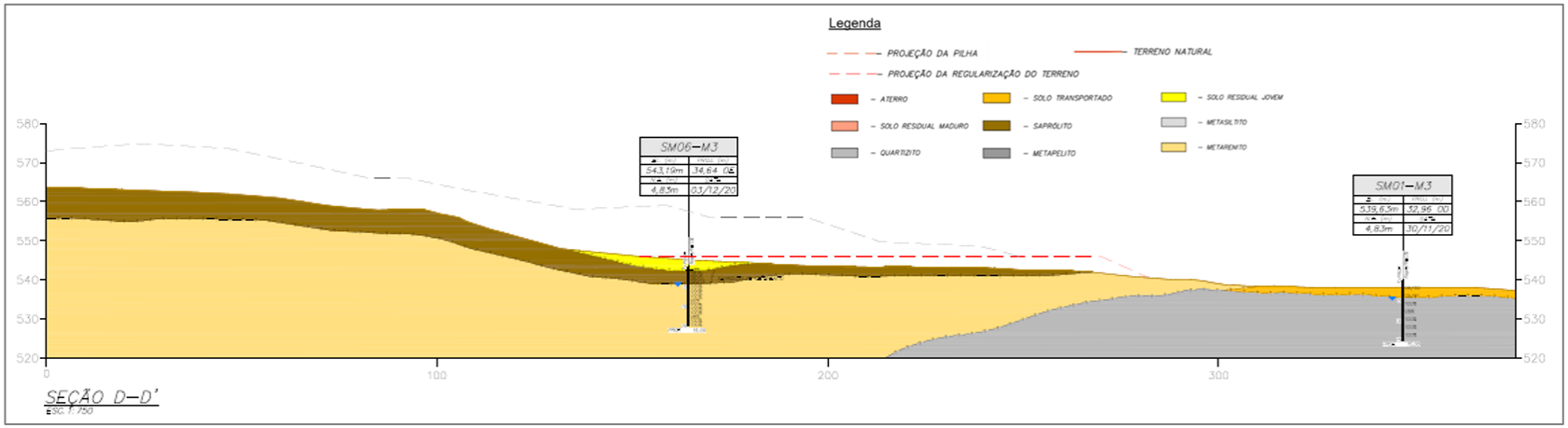
Fonte: TPF, 2023a.

Figura 7-77: Seção C-C' com representação geológico-geotécnica



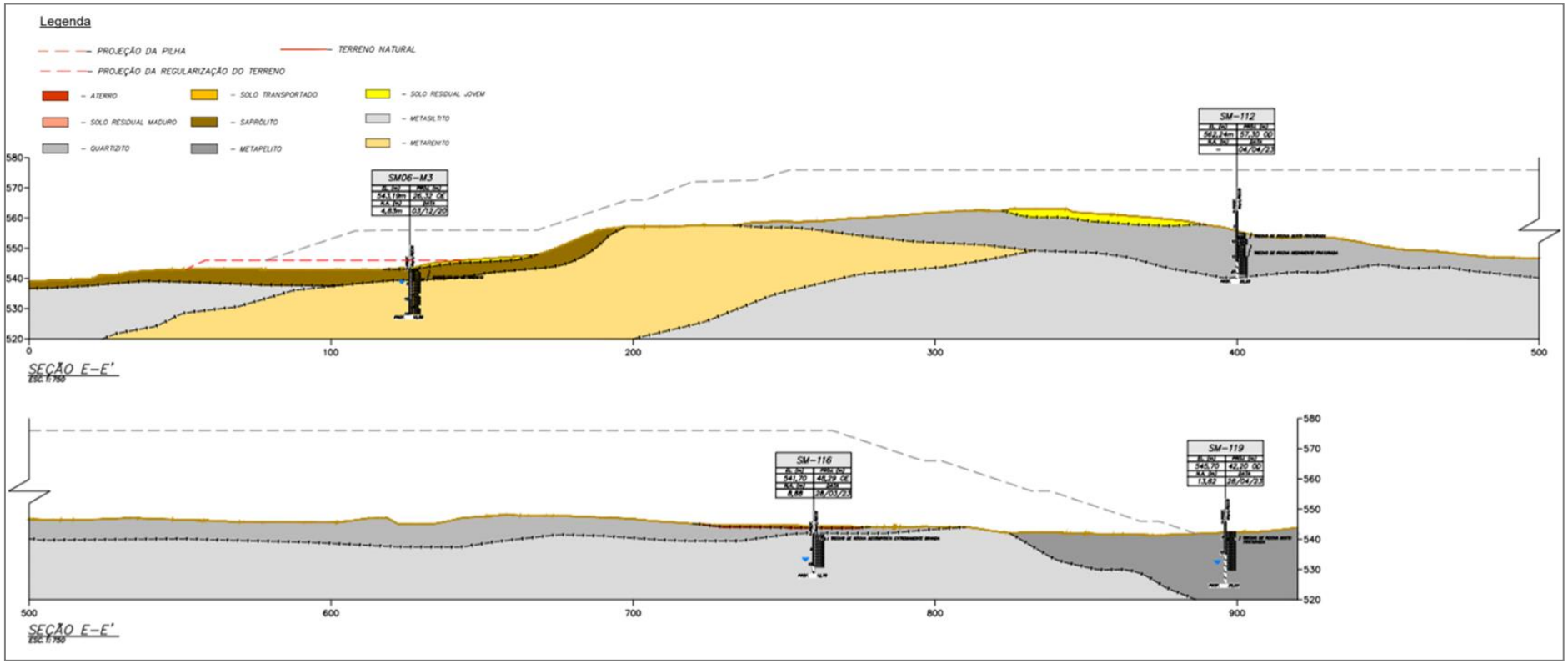
Fonte: TPF, 2023a.

Figura 7-78: Seção D-D' com representação geológico-geotécnica



Fonte: TPF, 2023a.

Figura 7-79: Seção E-E' com representação geológico-geotécnica



Fonte: TPF, 2023a.

7.6.5 Estudos Hidrogeológicos

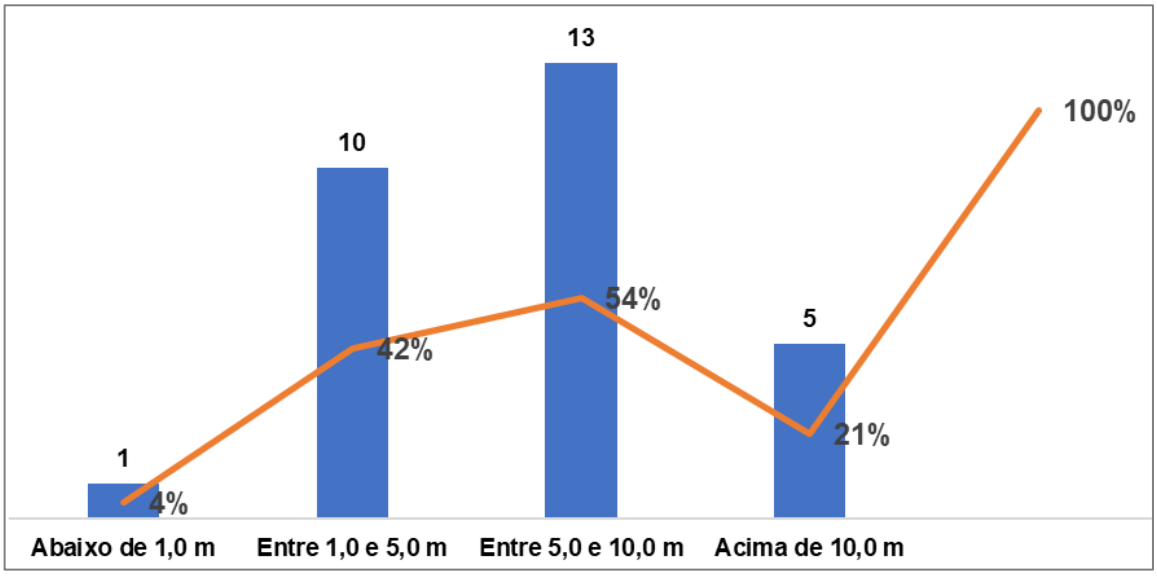
Para as análises hidrogeológicas, os níveis de águas subterrâneas, gradientes hidráulicos, direções de fluxo e as condutividades hidráulicas dos materiais que compõem, tanto a fundação quanto a pilha, influenciam as poropressões na fundação. Uma vez que, altos níveis de água subterrânea e a poropressão na fundação podem afetar adversamente a estabilidade estática da estrutura, como também podem criar condições (por exemplo, saturação) que elevem o potencial de falha devido ao mecanismo de liquefação (TPF, 2023c).

De acordo com TPF (2023c), a rede de drenagem do local de implantação da pilha de disposição a seco de resíduos industriais é influenciada pelos afluentes da margem direita do rio São Francisco inseridos nas sub-bacias do córrego Retiro Velho e do córrego Martinha.

Nas três campanhas de sondagem executadas na área foram registradas as medições de nível d'água subterrâneo em 31 dos 35 furos executados. Na Figura 7-80, são apresentadas as profundidades e cotas dos níveis d'água medidos nestas campanhas. A primeira campanha foi executada no mês de novembro de 2020, durante o final do período seco, a segunda campanha, foi executada em fevereiro de 2022 em pleno período chuvoso, já a terceira campanha foi realizada no período de março a maio de 2023, no fim do período chuvoso.

A média da profundidade do nível d'água na área do projeto é de 7,17 metros, com mais de 54% das medidas abaixo de 10 metros de profundidade (Tabela 7-44). No entanto, algumas regiões possuem níveis abaixo de 5,00 metros, principalmente nas porções mais baixas na direção dos córregos Retiro Velho e da Martinha, conforme distribuição das profundidades do nível d'água apresentadas na Figura 7-80.

Figura 7-80: Distribuição das profundidades de nível d'água subterrânea na área do projeto



Fonte: TPF, 2023c.

Tabela 7-44: Levantamento de sondagens com as respectivas informações de nível d'água subterrânea na área do projeto

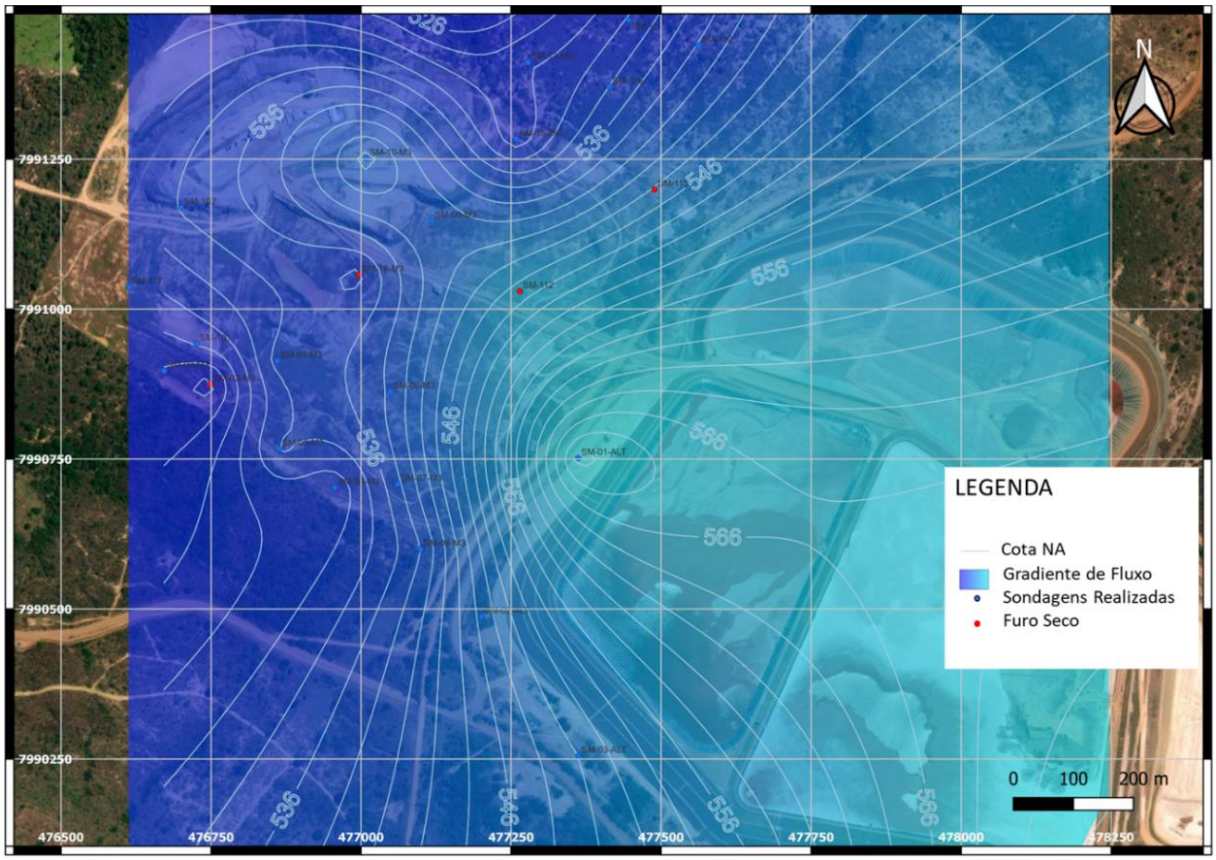
Sondagem	N (m)	S (m)	Cota NA (m)	Prof. NA (m)
SM-01-ALT	7.990.751,6	477.361,7	570,8	3,2
SM-01-M3	7.990.913,9	476.860,0	534,8	4,8
SM-02-ALT	7.990.487,2	477.200,5	546,6	10,3
SM-02-M3	7.990.874,4	476.748,7	523,1	-
SM-03-ALT	7.990.255,2	477.362,2	550,0	7,1
SM-03-M3	7.990.897,1	476.671,7	525,8	3,6
SM-04-ALT	7.990.067,6	477.634,7	555,3	9,2
SM-04-M3	7.990.702,6	476.956,2	530,5	5,6
SM-05-ALT	7.989.978,7	478.245,7	573,8	8,7
SM-05-M3	7.990.767,0	476.863,0	534,4	1,0
SM-06-M3	7.990.862,3	477.048,3	538,4	4,8
SM-07-M3	7.990.708,0	477.060,8	537,5	1,3
SM-08-M3	7.990.599,7	477.098,8	537,8	13,3
SM-09-M3	7.991.147,0	477.117,2	541,6	4,9
SM-101	7.990.942,1	476.725,9	528,3	1,4
SM-102	7.991.169,2	476.700,1	534,2	7,9
SM-103	7.991.499,2	477.057,2	526,7	7,4
SM-104	7.991.623,5	477.237,2	523,0	6,1
SM-105	7.991.636,0	477.442,2	527,8	7,2
SM-10-M3	7.991.251,4	477.009,3	545,0	18,2
SM-11-M3	7.991.575,8	477.153,2	515,8	8,5
SM-12-M3	7.991.504,7	477.181,1	523,3	5,2
SM-13-M3	7.991.411,5	477.278,2	529,9	11,1
SM-14-M3	7.991.592,0	477.674,2	539,9	1,7
SM-15-M2	7.991.283,6	477.258,6	528,6	2,2
SM-16-M3	7.991.057,3	476.996,4	533,4	
SM-111	7.991.517,59	477.527,01	530,929	10,59
SM-112	7.991.029,76	477.264,47	-	-
SM-113	7.991.557,59	477.479,55	528,98	7,56
SM-114	7.991.481,83	477.445,80	529,353	7,95
SM-115	7.991.199,41	477.488,88	-	-
SM-116	7.991.371,26	477.413,22	532,82	8,88
SM-117	7.991.037,01	476.612,90	532,36	4,47
SM-118	7.991.493,29	477.654,05	535,68	14,4
SM-119	7.991.439,54	477.561,80	531,88	13,82
Total Geral	**279.687.685,86**	**16.702.390,78**	**17.678,30**	**222,37**

Fonte: TPF, 2023c.

Comumente, a região de implantação da pilha é caracterizada por camadas de solos residuais sobrepostas a rochas (quartzitos, metassiltitos, metapelito e metarenito) com grau de alteração variando entre sã a alterada. Nos trechos em que essas rochas se encontram fraturadas, caracterizando o aquífero do tipo poroso-fissural livre (TPF, 2023c).

A partir dos dados de nível d'água obtidos nos furos de sondagem, TPF (2023c) desenvolveu interpolação geoestatística de Kruger para compreensão das tendências de fluxo de água no solo considerando a topografia local, como pode ser visualizado na Figura 7-81 e a representação das isolinhas do nível freático e direção do escoamento na Figura 7-82.

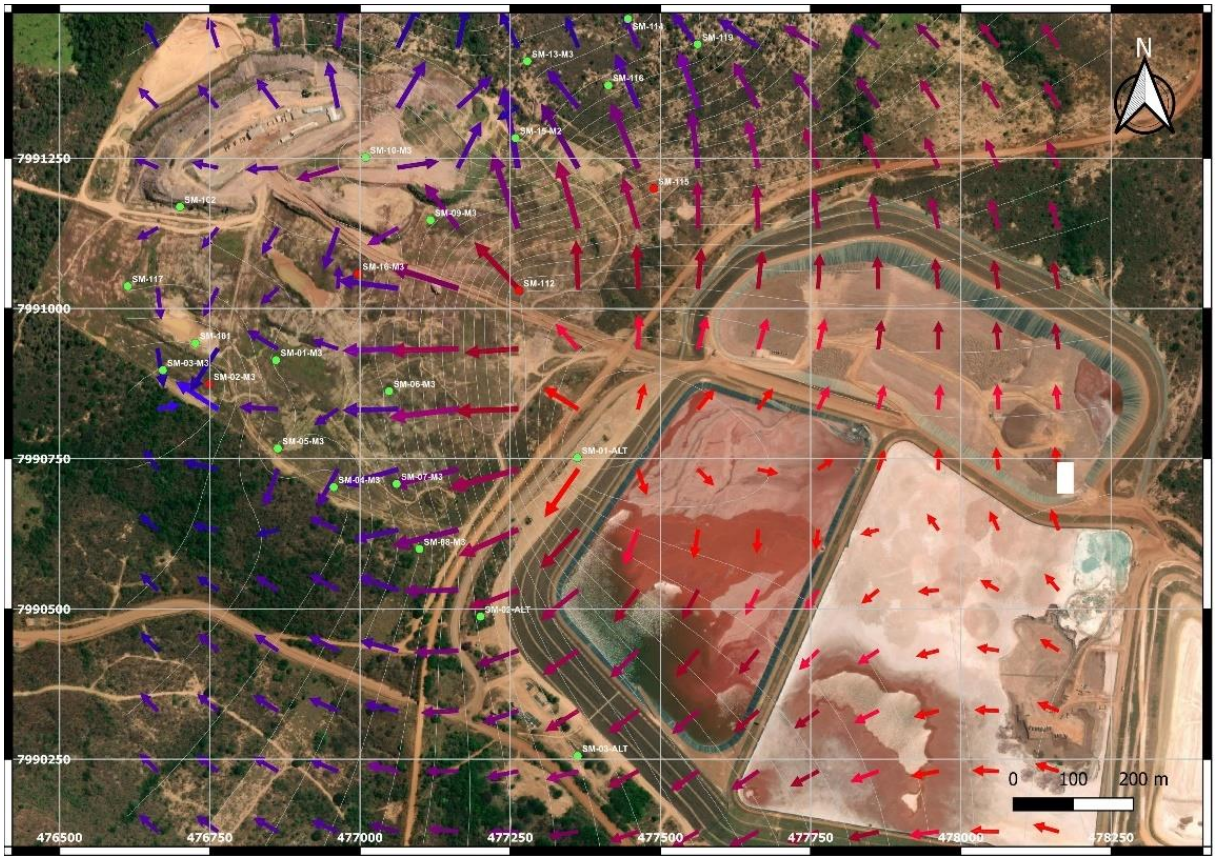
Figura 7-81: Fluxo de água subterrânea na área do projeto



Fonte: TPF, 2023c.

Nos furos secos de sondagem, onde não foram obtidos dados de nível d'água, foi considerado que o nível d'água estaria imediatamente abaixo da cota de fundo do furo. Além disso, observa-se que a linha água formada apresenta gradientes mais elevados próximo do Módulo Central do Depósito de Rejeitos Murici - DRM (a sudeste) vai reduzindo no sentido noroeste do terreno da pilha em direção ao córrego da Martinha (TPF, 2023c). O gradiente de fluxo obtido da região da implantação da PDR de Três Marias, vai de acordo com a superfície topográfica, ocorrendo no sentido descendente, das maiores cotas para as menores cotas no sentido leste-oeste (TPF, 2023c).

Figura 7-82: Direção do fluxo da água subterrânea na área do projeto



Fonte: TPF, 2023c.

7.6.6 Estudos Hidrológicos

O comportamento temporal das precipitações no local do empreendimento, desenvolvido para subsidiar o dimensionamento das estruturas hidráulicas e outras características do depósito, foram apresentados no item 7.5.5.2, juntamente com a descrição dos dispositivos hidráulicos projetados para a pilha de disposição a seco de resíduos industriais, com o objetivo de facilitar o entendimento dos critérios adotados.

7.6.7 Imóveis para Implantação do Empreendimento

Toda a área destinada à implantação do Projeto Disposição de Resíduos Industriais de Três Marias está inserida em imóvel de propriedade da Nexa Recursos Minerais S.A, denominado como Fazenda Retiro Velho. A inserção das estruturas em imóvel da Nexa constituiu premissa do projeto, de forma a evitar a necessidade de interferência e, consequentemente, possíveis impactos, em imóveis de terceiros. A Figura 7-83 apresenta a delimitação do imóvel e a localização do Projeto.

474500 476750 479000 481250

7993850 7991600 7989350 7987100

Rio São Francisco

Ilha do Periquito

Aldeia dos Dourados

São Gonçalo do Abaeté

Ilha da Catuaba

Vila dos Albanos

Nova Esperança

Três Marias

Bairro Chico Alexandre

Vila da Mineira

Bairro São Jorge

Parque das Gemas

Três Marias

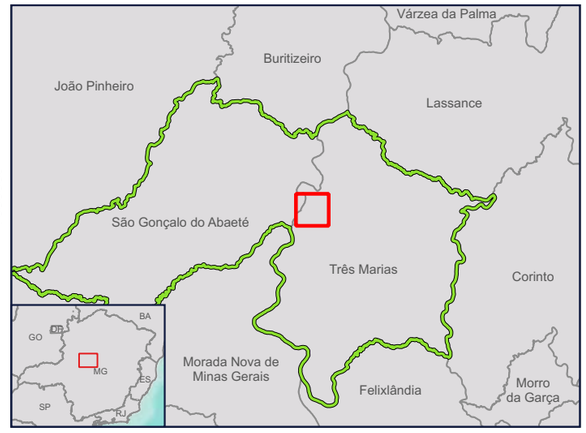
Centro

BR-040

0 0,5 1 1,5 km

Legenda

- Localidades
- Rodovias Federais
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Limite da Propriedade Nexa
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Regional (AER) do Meio Socioeconômico



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2022); AEL, Curso d'água, Localidades (Trust, 2023/2022); Rodovias Federais (DNIT, 2022); Propriedade (SICAR, 2020); Limites Municipais, Limites Estaduais (IBGE, 2022).

nexa | TRUST

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO

Figura 7-83 Localização do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais em relação ao imóvel de propriedade da Nexa

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	25/03/2024	NXTM-DRS-EIA-PropAEL-A3-v00

7.7 FASE DE IMPLANTAÇÃO

7.7.1 Canteiro de Obras

O canteiro de obras a ser utilizado pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais é existente, não havendo necessidade de implantação de uma nova estrutura. Trata-se de um canteiro permanente utilizado pela Nexa em diversas atividades da Unidade Três Marias. Inicialmente, as estruturas serviram de apoio à construção dos módulos do Depósito de Rejeitos Murici – DRM e, atualmente, não utilizadas nas atividades de descomissionamento de antigas estruturas de disposição de resíduos industriais (Barragem Velha e Barragem Córrego da Lavagem).

O canteiro está posicionado em área adjacente à pilha de disposição a seco de resíduos industriais e ocupa uma área útil da ordem de 14.000 m², contando com as seguintes estruturas: caixas de abastecimento de água potável, complexo de fiscalização, estacionamentos de veículos leves, *containers* administrativos, refeitório, área de vivência, vestiários masculino e feminino, área de lubrificação e limpeza de veículos e equipamentos, posto de combustível em comboio, oficina e estacionamento de máquinas e equipamentos. Não haverá necessidade de implantar alojamentos no canteiro de obras, uma vez que será priorizada a contratação de trabalhadores locais para construção do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

7.7.2 Corte de Árvores Isoladas e Limpeza de Terreno

A atividade de corte de árvores isoladas e limpeza do terreno será executada em todos os locais onde existir vegetação na área diretamente afetada pela construção do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, incluindo as áreas de bota-fora e bota-espera.

A porção norte da Área Diretamente Afetada já possui autorização para supressão vegetal por meio do Documento de Autorização para Intervenção Ambiental – DAIA nº 0038855-D, Processo nº 02030000379/20, emitido pelo Núcleo de Apoio Regional de Curvelo, em 13/07/2020, para um quantitativo total de 21,720 ha. A autorização foi revalidada em 2023, mediante processo SEI nº 2100.01.0011532/2020-21. O local foi explorado para construção da Elevação 598,0 m do Módulo Oeste 1 do Depósito de Rejeitos Muruci (estrutura da Unidade Três Marias) e ainda apresenta, parcialmente, vegetação nativa. Porém, considerando a existência do DAIA e a necessidade de exploração da área de empréstimo pela Nexa Recursos Minerais S.A. em 2024/2025, esta atividade não será contemplada no âmbito do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

As outras porções da Área Diretamente Afetada pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias que não estão contempladas pelo supracitado Documento de Autorização para Intervenção Ambiental – DAIA, apresentam-se antropizadas e com ocorrência de árvores isoladas. Conforme será detalhado no diagnóstico de flora componente deste Estudo

de Impacto Ambiental, o inventário realizado na área identificou a ocorrência de 258 indivíduos arbóreos, sendo 47 exemplares correspondentes a espécies exóticas e os outros 211 a espécies nativas da flora brasileira. Destaca-se que a Área Diretamente Afetada pelo empreendimento não intercepta Áreas de Preservação Permanente - APPs ou Reservas Legais – RLs.

Especificamente as árvores isoladas serão removidas por meio de processo semimecanizado (com uso motosserras) e, o restante do material, por meio do uso de equipamentos mecanizados de grande porte (limpeza do terreno). O material lenhoso e as madeiras serão temporariamente empilhados, para posterior aproveitamento, de acordo com a tipologia do produto florestal (lenha ou madeira).

O *topsoil* (material orgânico) retirado quando da limpeza do terreno será também depositado em pilhas e temporariamente estocado, para posterior utilização na recuperação/reabilitação de áreas degradadas.

7.7.3 Áreas de Empréstimo, Bota-Fora e Terraplenagem

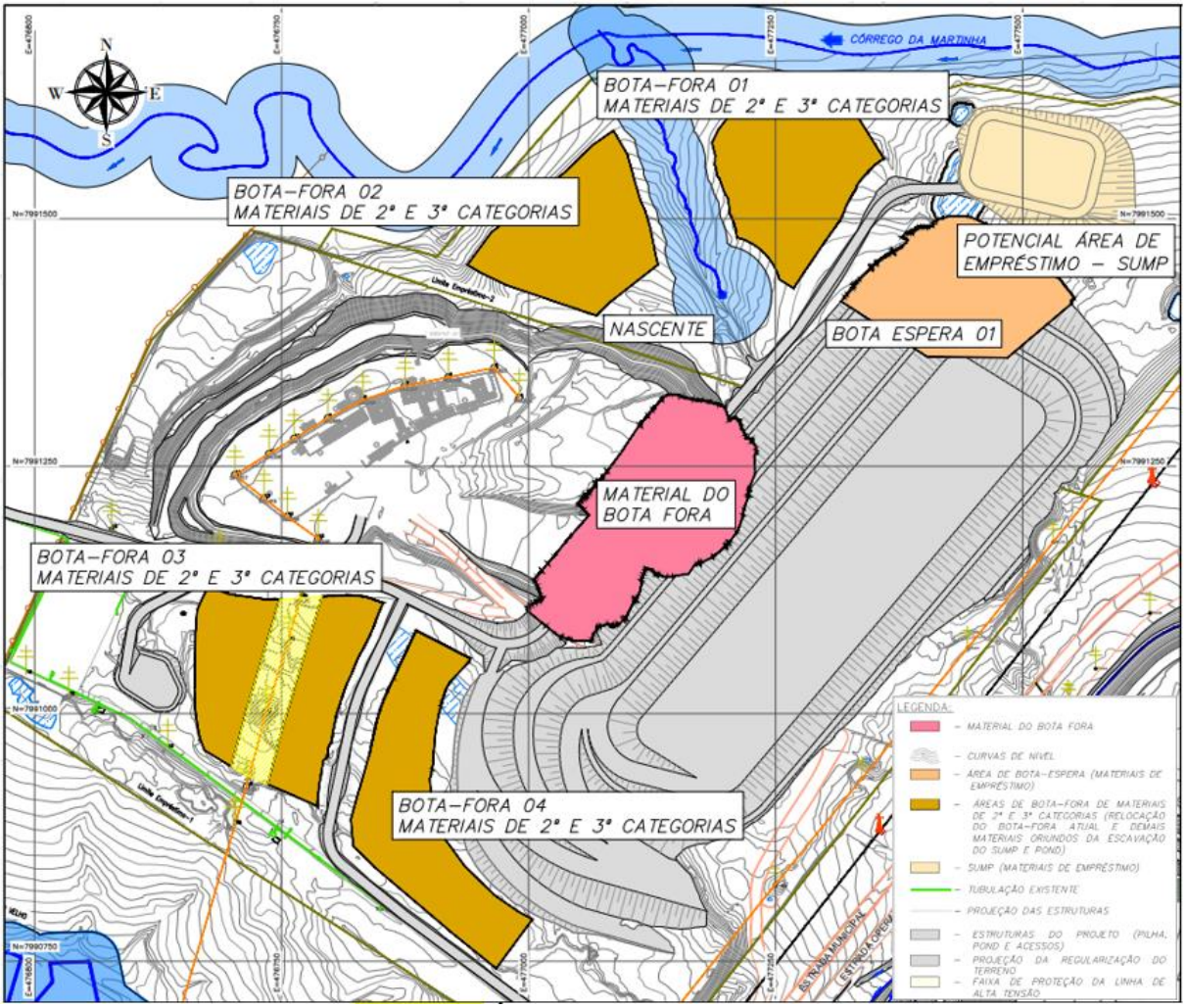
A Figura 7-84 mostra as áreas de empréstimo do material necessário para a realização dos aterros em solo, as áreas de bota-fora e de bota espera contempladas no Projeto da Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias. Destaca-se, também, que na porção oeste do pé da pilha de resíduos existe um bota-fora de materiais, que foi implantado em momento anterior, durante a instalação dos módulos do Depósito de Rejeitos Murici – DRM. Este material precisará ser removido no local em que se encontra atualmente, para viabilizar a instalação da pilha.

No balanço de massa da terraplenagem prevista, o volume necessário de escavação do bota fora existente é de 388.047,23 m^3, ao passo que o volume do aterro de regularização nas áreas necessárias é de apenas 77.424,14 m^3. Por isso, foram designadas as áreas bota-fora 01, 02, 03 e 04 para reserva temporária de materiais de 2ª e 3ª categoria, sobretudo os materiais de escavação do bota-fora existente áreas (TPF, 2023a). Dessa forma, Tabela 7-45 traz o quantitativo de material dessas.

Além disso, o *Sump* previsto ocupará uma área de 12.272,82 m^2, proporcionando um volume de material de empréstimo de 133.064,49 m^3. A zona designada para acomodar temporariamente o material resultante da escavação do *Sump* foi estabelecida na área de bota-espera 01. Cabe mencionar que será necessário realizar estudos detalhados do material escavado nas potenciais áreas de empréstimo, para determinar se estes podem ser utilizados no aterro de regularização da Pilha e/ou nos acessos propostos áreas (TPF, 2023a).

Conforme informações disponibilizadas pela Nexa, os materiais dispostos nos bota-foras previstos poderão ser utilizados nas atividades de descomissionamento que a Nexa realiza em estruturas da Unidade Três Marias.

Figura 7-84: Áreas de empréstimo e bota-fora e bota espera para o projeto



Fonte: TPF, 2023a.

Tabela 7-45: Áreas dos materiais de bota espera e bota-fora para o projeto

Descrição	Área (m^2)
Bota espera 01	21.781,36
Bota-fora 01 – materiais de 2° e 3° categorias	21.990,77
Bota-fora 02 – materiais de 2° e 3° categorias	19.618,92
Bota-fora 03 – materiais de 2° e 3° categorias	28.417,88
Bota-fora 04 – materiais de 2° e 3° categorias	23.464,08

Fonte: TPF, 2023a.

7.7.4 Interferências e Relocações

Na área de implantação da pilha de disposição a seco de resíduos industriais existem diversos elementos de infraestrutura como linhas de distribuição de energia elétrica, postes, estradas de acesso, bueiros, tubulações, *Sumps* de pequeno porte que deverão ser relocados para viabilizar a

instalação do projeto. Estas estruturas podem ser observadas na Figura 8-3 e são todas integrantes das operações da Nexa, de forma que a empresa procederá a relocação das interferências necessárias.

De acordo com TPF, 2023a, existem afloramentos rochosos onde atualmente é a estrada de acesso ao canteiro de obras permanente e na localização do acesso ao *Pond* projetado. Estes afloramentos devem ser retirados antes do início da implantação do projeto, para que não haja pontos de fraqueza ou juntas passíveis de ruptura na pilha.

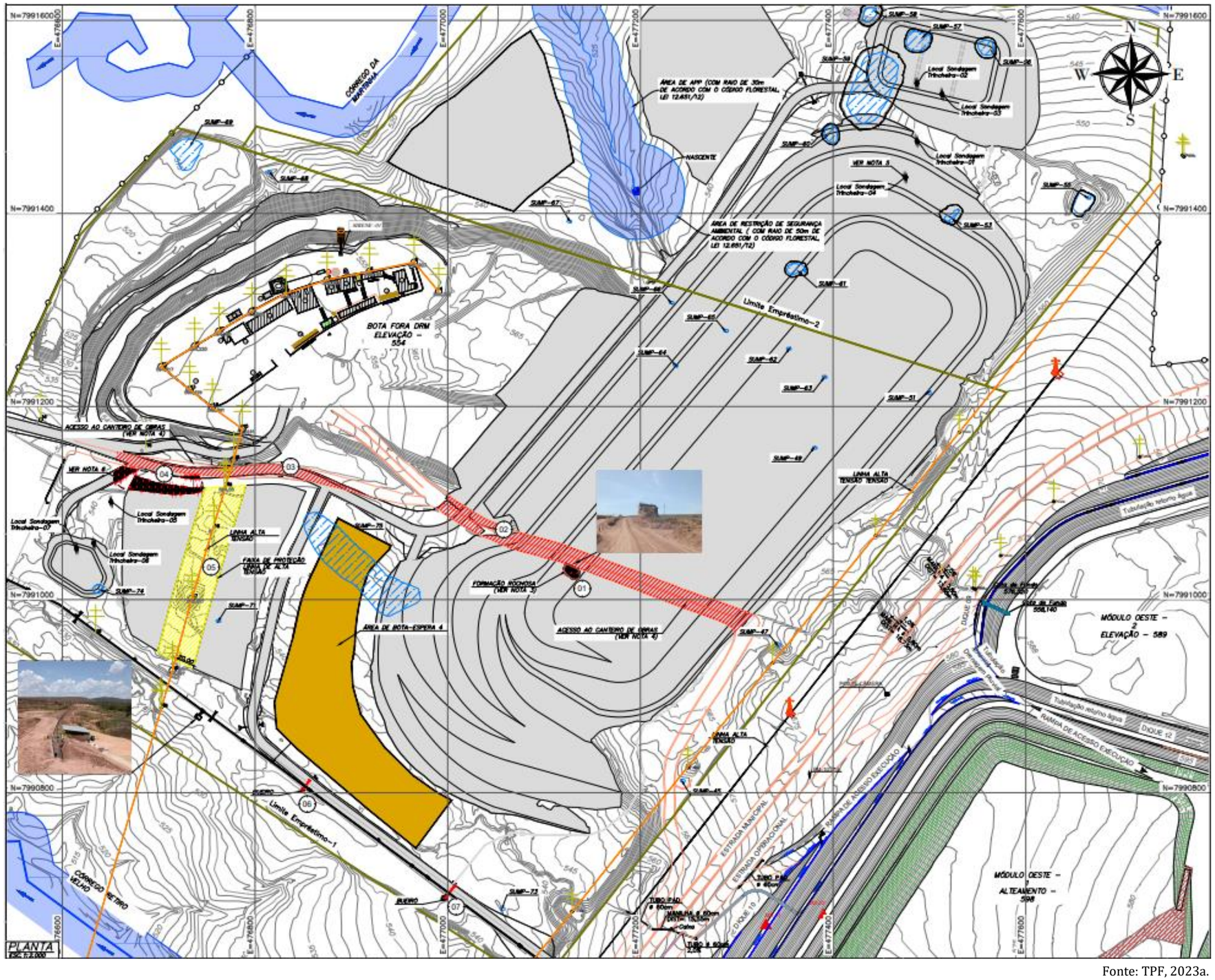
7.7.5 Acessos Internos ao Empreendimento

Conforme apresenta a Figura 7-86, serão implantados acessos para a pilha (inclusive para frentes de serviço), para o *Sump* de Efluentes Líquidos e para o *Pond* de Emergência. Os acessos à pilha serão construídos em zigue-zague, com ou sem recuos de volume de pilha, obedecendo critérios de declividade longitudinal, declividade lateral, largura de pistas e raio de curvatura especificados em função da conformação geométrica do empilhamento.

As vias operacionais representam os acessos construídos por meio de movimentos de aterro (corte/aterro) para acessar a pilha de resíduo, o *Sump*, o *Pond*, a planta de disposição a seco e o canteiro central.

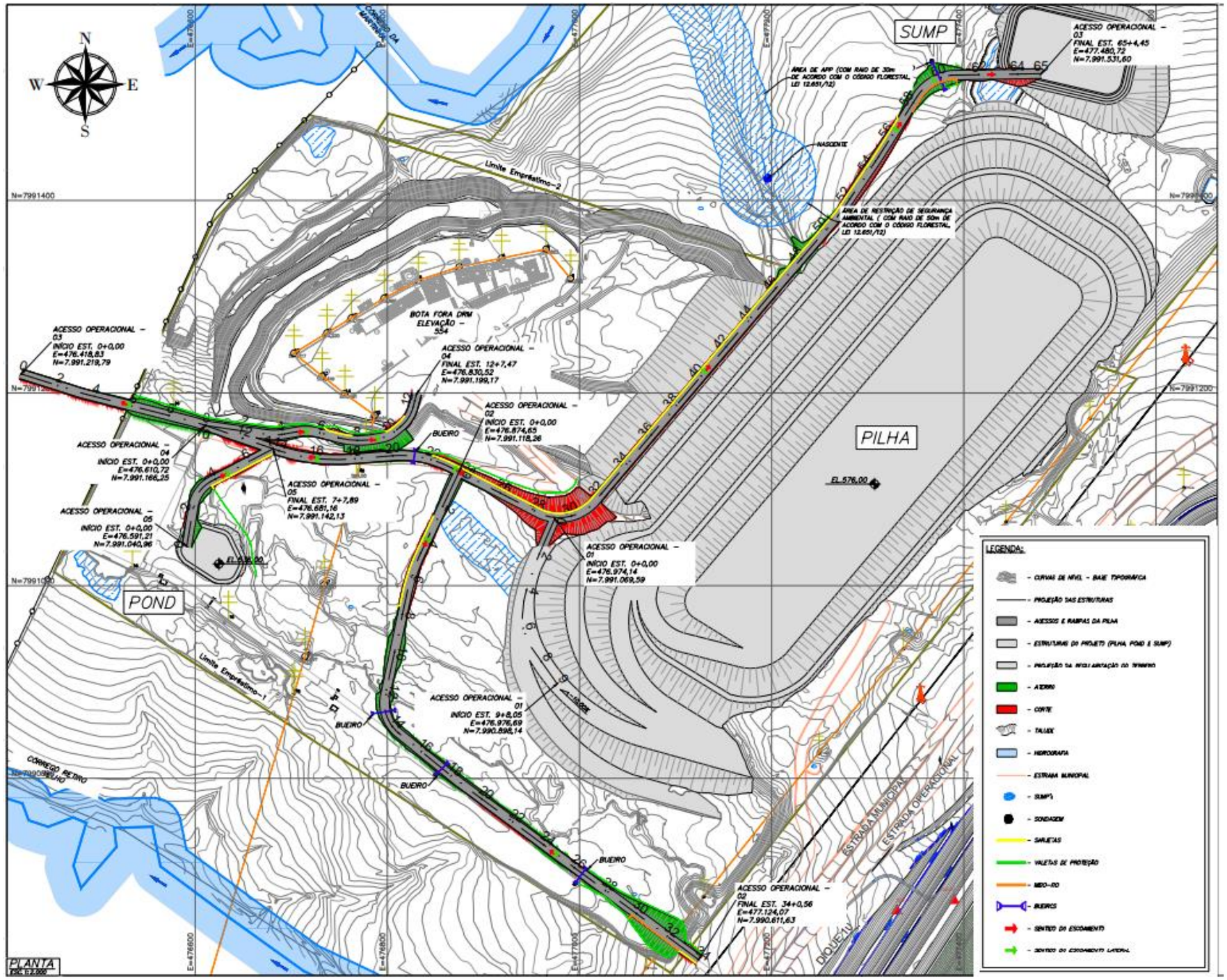
Os acessos permitirão o tráfego de equipamentos de terraplenagem e veículos na fase de construção, assim como para o monitoramento das estruturas durante as inspeções regulares e especiais.

| Figura 7-85: Mapa de interferências e relocações no âmbito do projeto



Fonte: TPF, 2023a.

Figura 7-86: Acessos da Pilha, do *Pond* e do *Sump*



Fonte: TPF, 2023a.

Os trechos em aterro da via deverão ser produzidos com material semelhante ao do aterro de regularização da pilha oriundo dos cortes e de capeamento da superfície de implantação da fundação da pilha e do *Pond*, devendo ser feito nos mesmos moldes do aterro de regularização da pilha (TPF, 2023a).

As rampas de acesso da pilha deverão ser construídas com o resíduo cimentado compactado no teor de umidade ótimo e grau de compactação semelhante ao da pilha na energia proctor normal. As rampas de acesso às cristas das bermas deverão apresentar uma declividade longitudinal máxima entre 8% e 10%. Contudo, as rampas de acesso ao *Sump* e ao *Pond* serão consideradas inclinações de 15%, uma vez são trechos curtos de acesso a estruturas de armazenamento (TPF, 2023a).

De acordo com TPF (2023a) de modo geral, as inclinações dos taludes dos aterros das vias de acesso foram padronizadas com inclinação 1V:2H e a declividade da pista deverá atender uma inclinação de 3% direcionada para um dos lados da pista, conforme ilustrado nos desenhos de projeto supracitados, permitindo a drenagem da água superficial sem a ocorrência de erosões.

Nas laterais das bancadas ou estradas onde houver riscos de quedas de veículos devem ser construídas leiras com altura mínima correspondente à metade do diâmetro do maior pneu de veículo que por elas trafegue e mantidas sempre em condições de uso. No que tange aos limites externos das bancadas utilizadas como estradas, estes devem estar demarcados e sinalizados de forma visível durante o dia e à noite (TPF, 2023a).

No caso de aterro sobre encostas com inclinação transversal acentuada, de acordo com o projeto (TPF, 2023a), eles devem ser escarificadas com um trator de lâmina acompanhando as curvas de nível. Se a natureza do solo condicionar a adoção de medidas especiais para a consolidação do aterro ao terreno natural, durante as obras poderá ser necessário a execução de degraus ao longo da área a ser aterrada (adesão escalonada).

7.7.6 Obras Civis e Eletromecânicas

As obras civis e eletromecânicas contemplam a implantação de sistemas de drenagens, de sistema de impermeabilização e detecção de vazamentos, acabamentos, instalações elétricas, mecânicas e hidráulicas. A montagem eletromecânica inclui todas as atividades de montagem das estruturas metálicas, bem como de equipamentos mecânicos, tubulações, sistemas de utilidades, e a realização das ligações desses equipamentos por meio da montagem dos equipamentos elétricos, instrumentação, sistemas de controle e automação. Cita-se toda a estrutura necessária para a implantação da planta de filtragem, composta principalmente por bombas, silos, tanques, filtros prensa, correias transportadoras.

Estas atividades perdurarão durante toda a fase de implantação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade de Três Marias, sendo intensificadas na etapa final da implantação.

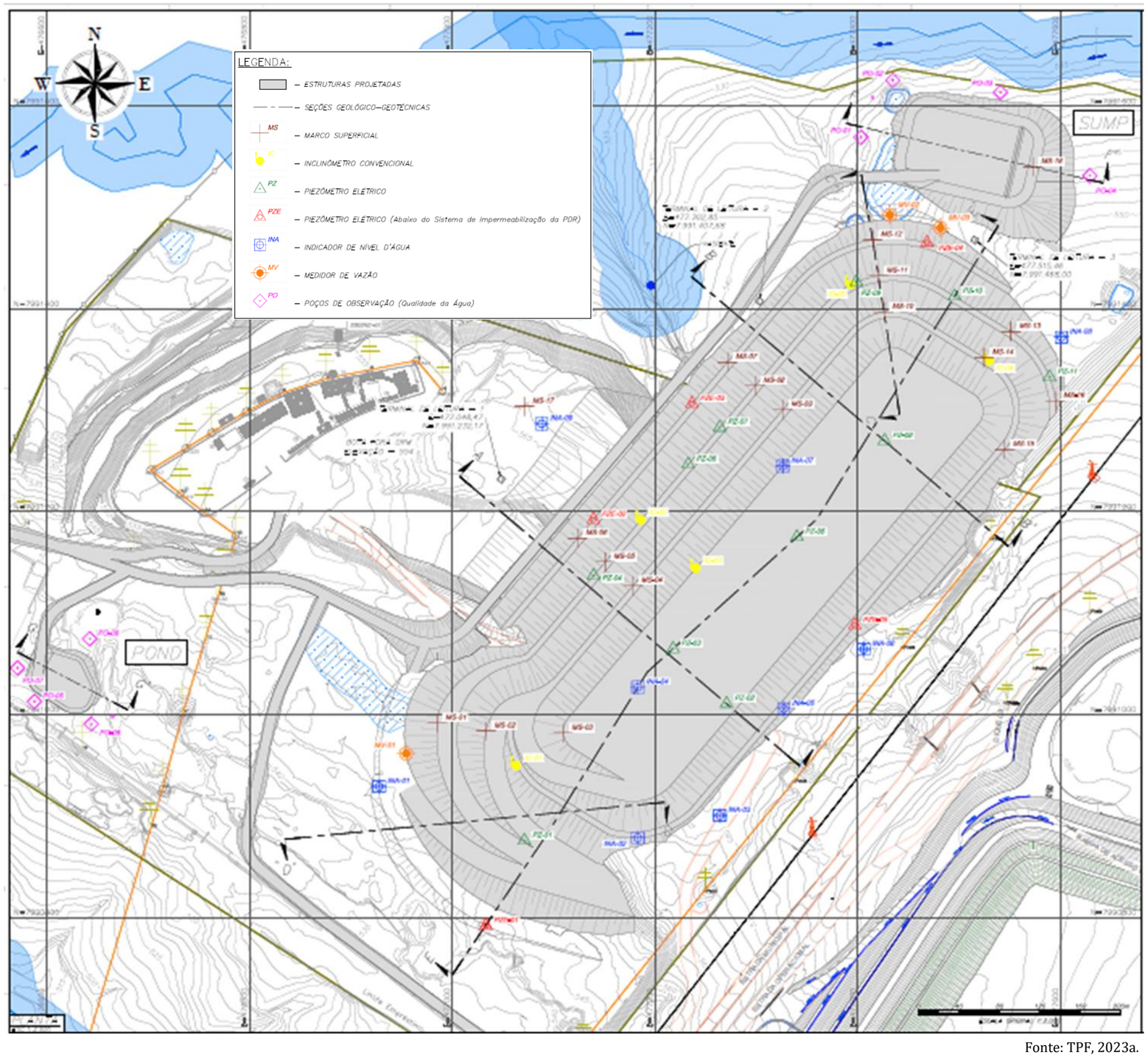
7.7.7 Implantação de Instrumentação para Monitoramento Geotécnico

A função da instrumentação é fornecer aos responsáveis pela auscultação da pilha e estruturas associadas, parâmetros para avaliação das condições de segurança das estruturas. O plano de instrumentação e monitoramento proposto pela projetista é apresentado na Figura 7-87 e contempla as seguintes tipologias e quantitativos de instrumentos:

- *18 Marcos Superficiais (MS) - realizam a medição de deslocamentos superficiais do maciço;*
- *5 Inclinômetros Convencionais (IC) - objetivam a medição de deslocamentos horizontais nas seções críticas;*
- *11 Piezômetros elétricos (PZ) - sendo alguns posicionados abaixo do sistema de impermeabilização da pilha - visam o monitoramento do nível d'água subterrâneo;*
- *11 Indicadores de nível d'água (INA) - visam o monitoramento do nível d'água subterrâneo;*
- *3 Medidores de Vazão (MV) - para medição de águas afluentes em dispositivos de drenagem.*

Os instrumentos previstos são detalhados na Tabela 7-46. Destaca-se que está se trata de uma especificação inicial para o projeto, de forma a demonstrar que serão instalados instrumentos de monitoramento para a segurança das estruturas. No entanto, os tipos de instrumentos, a localização e a quantidade podem ser alterados no projeto executivo da estrutura, durante a implantação ou, mesmo, ao longo da operação, devendo sempre seguir os dispostos do Manual de Operação da Pilha, o qual pode sofrer alterações. Por fim, cabe mencionar que no caso específico da qualidade das águas, a proposição de monitoramentos será contemplada no Plano de Controle Ambiental – PCA desenvolvido para o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

| Figura 7-87: Projeto de instrumentação e sistema de monitoramento para a pilha e estruturas associadas



Fonte: TPF, 2023a.

Tabela 7-46: Instrumentação proposta para a pilha de disposição a seco de resíduos

Instrumento	Coordenadas UTM Zona 23S (Datum SIRGAS2000)		Elevação (m)
	mN	mE	
MS-01	7.990.991,79	476.985,34	555.705
MS-02	7.990.983,80	477.033,42	565.659
MS-03	7.990.981,89	477.109,80	575.775
MS-04	7.991.127,24	477.178,45	566.000
MS-05	7.991.150,70	477.151,16	556.000
MS-06	7.991.174,06	477.123,76	546.000
MS-07	7.991.347,69	477.271,54	546.000
MS-08	7.991.324,32	477.298,93	556.000
MS-09	7.991.300,87	477.326,24	566.000
MS-10	7.991.397,11	477.425,90	565.850
MS-11	7.991.432,67	477.420,30	555.680
MS-12	7.991.468,23	477.414,71	545.824
MS-13	7.991.377,89	477.551,19	556.000
MS-14	7.991.352,03	477.524,54	566.000
MS-15	7.991.261,62	477.544,95	566.000
MS-16	7.991.309,54	477.594,86	555.688
MS-17	7.991.303,90	477.071,27	565.001
MS-18	7.991.540,37	477.572,84	532.500
IC-01	7.990.949,61	477.063,38	565.720
IC-02	7.991.192,02	477.186,19	555.966
IC-03	7.991.144,44	477.240,38	576.000
IC-04	7.991.348,88	477.529,65	566.000
IC-05	7.991.423,98	477.393,26	555.674
PZ-01	7.990.875,66	477.071,22	556.807
PZ-02	7.991.010,77	477.270,66	576.000
PZ-03	.7.991.067,89	477.217,87	576.000
PZ-04	7.991.139,99	477.139,49	556.000
PZ-05	7.991.175,09	477.340,01	576.000
PZ-06	7.991.246,65	477.232,82	556.000
PZ-07	7.991.283,20	477.263,93	556.000
PZ-08	7.991.269,92	477.426,40	576.000
PZ-09	7.991.426,50	477.398,71	555.760
PZ-10	7.991.412,37	477.495,40	556.000
PZ-11	7.991.332,77	477.589,11	555.726
INA-01	7.990.929,18	476.928,01	544.963
INA-02	7.990.878,35	477.183,06	565.902
INA-03	7.990.900,57	477.263,97	565.195
INA-04	7.991.027,02	477.183,25	576.000
INA-05	7.991.005,82	477.327,09	566.000
INA-06	7.991.064,61	477.405,96	562.586
INA-07	7.991.244,96	477.325,93	576.000
INA-08	7.991.372,28	477.600,76	550.010

Instrumento	Coordenadas UTM Zona 23S (Datum SIRGAS2000)		Elevação (m)
	mN	mE	
INA-09	7.991.286,83	477.088,43	566.033
MV-01	7.990.961,58	476.954,68	546.014
MV-02	7.991.492,76	477.431,73	539.546
MV-03	7.991.480,05	477.481,49	540.000

Fonte: TPF, 2023a.

7.7.8 Utilidades de Apoio à Implantação

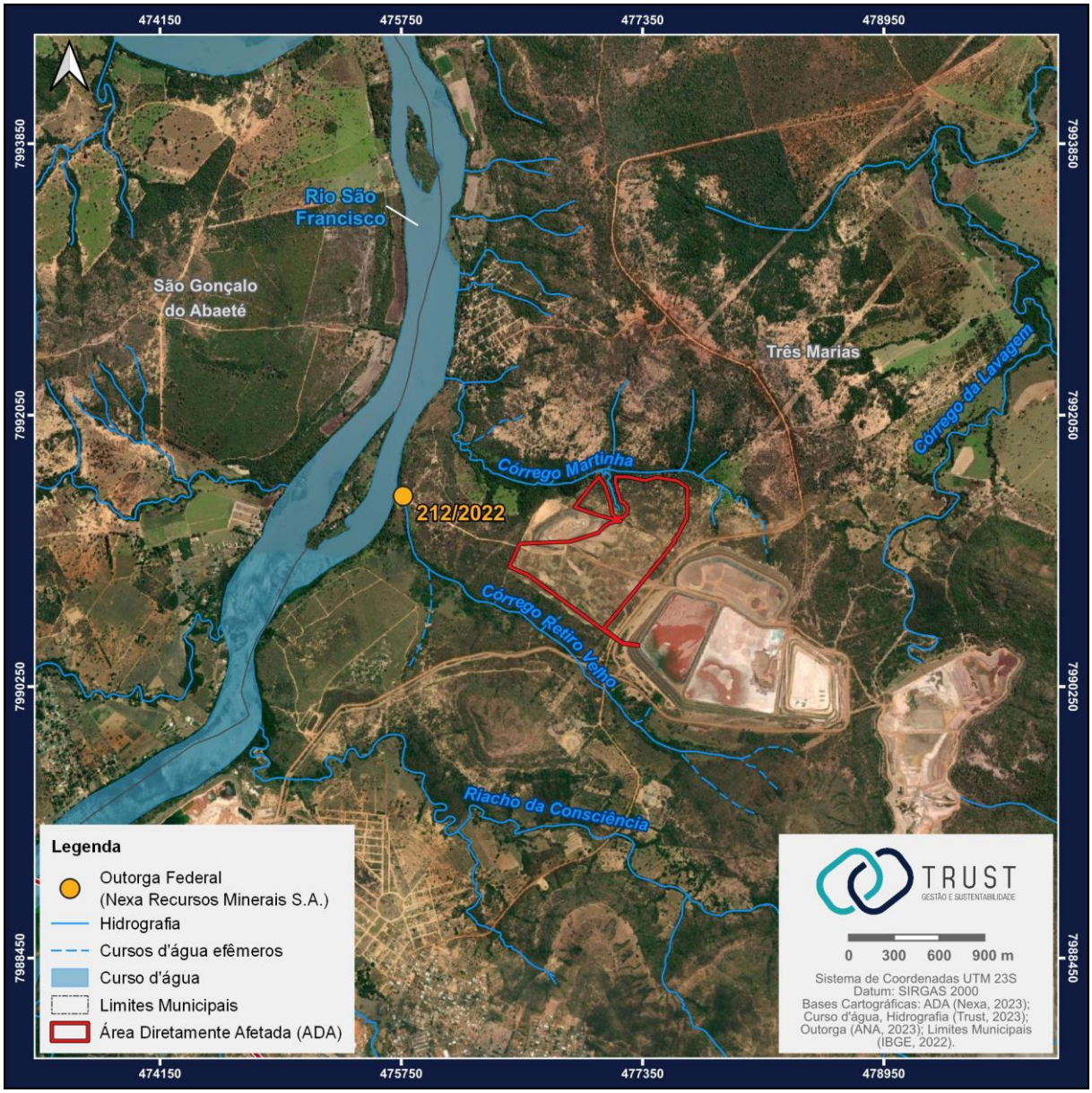
7.7.8.1 Abastecimento de Água

A demanda de água na fase de implantação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias estará vinculada a atividades que, atualmente, já são executadas na área, como a operação do canteiro de obras permanente e a aspersão de vias para mitigação da emissão de material particulado. Adicionalmente, pode ser necessária uma pequena demanda para utilização durante as obras civis que serão executadas.

A água que será utilizada durante a fase de implantação será proveniente de captação superficial existente no rio São Francisco, autorizada pela Outorga da Agência Nacional das Águas – Resolução ANA nº 1483/2024 (Processo nº 02501.033881/2024-15), a qual permite a captação de 190 m^3/h, durante 24 horas por dia e em todos os meses do ano, vigente até 20/06/2034. Este ponto de captação está localizado nas coordenadas -18,165638°/-45,229805°, representada na Figura 7-88.

Conforme informações disponibilizadas pela Nexa, a demanda de água para implantação não será superior ao montante já outorgado na captação existente. Tampouco será necessária qualquer alteração na tubulação que existe entre o ponto de captação e o canteiro de obras permanente, a qual, atualmente, deriva também para a planta teste de filtragem/cimentação.

Figura 7-88: Localização da captação de água existente, que atenderá à demanda do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais



7.7.8.2 Energia Elétrica

A demanda de energia elétrica para a fase de implantação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias estará relacionada à operação do canteiro de obras existente e, também, para implantação das estruturas previstas no âmbito do projeto. A infraestrutura de fornecimento de energia elétrica é existente e o suprimento é realizado pela Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG.

7.7.8.3 Combustível

Para a fase de implantação, a principal demanda de combustíveis é para máquinas e equipamentos que serão utilizados nas obras de instalação da pilha de resíduos industriais. Assim, prevê-se a demanda prioritária por diesel, a qual será suprida por meio do posto de combustível existente na Unidade Três Marias, na área da planta industrial. Conforme informações disponibilizadas pela Nexa, o ponto de armazenamento e abastecimento é ambientalmente regularizado e apresenta todos os sistemas de controle necessários à correta operação.

7.7.9 Principais Aspectos Ambientais da Etapa de Implantação

Os principais aspectos ambientais associados à implantação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias estão relacionados à geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos, geração de sedimentos, emissões atmosféricas e ruído.

7.7.9.1 Resíduos Sólidos

Durante a fase de implantação espera-se a geração de resíduos Classe I (perigosos) e Classe II (não perigosos), decorrentes do manuseio de diversos insumos e materiais a serem aplicados na adequação da Planta de Filtragem/Cimentação e na implantação da pilha de resíduos.

Os resíduos perigosos são segregados em baias de construção em alvenaria, piso de concreto e cobertura, sendo armazenados em quantidades compatíveis com o espaço disponível. Algumas tipologias de resíduos, quando pertinente, são acondicionados em tambores homologados pelo INMETRO.

Para acondicionamento dos resíduos sólidos Classe II (não perigosos) são utilizadas caçambas de coleta seletiva, facilitando o recolhimento e a destinação.

7.7.9.2 Efluentes Líquidos

Na fase de implantação, os efluentes líquidos gerados serão de dois tipos principais: oleosos e sanitários. Estes efluentes já são atualmente gerados no Canteiro de Obras existente na Unidade Três Marias.

O efluente oleoso é gerado nas áreas de manutenção, sendo succionado e encaminhado para tratamento por empresa terceira, que realiza destinação final adequada.

Por sua vez, o efluente sanitário gerado nas instalações sanitárias, áreas administrativas e refeitório é direcionado para fossa cega, de onde é também succionado e encaminhado para tratamento por empresa terceira contratada pela Nexa.

7.7.9.3 Geração de Sedimentos

A geração de sedimentos está relacionada à possibilidade de carreamento de material sólido e inconsolidado pelas águas das chuvas. Conforme informações disponibilizadas pela Nexa, está prevista a instalação de sistema de drenagem pluvial para a fase de implantação, contemplando dispositivos provisórios para disciplinar as águas, como valetas e canais de drenagem, além de sumps escavados em solo para contenção de sedimentos.

7.7.9.4 Emissões Atmosféricas

As principais fontes de emissões atmosféricas durante a fase de implantação estão relacionadas à movimentação de máquinas e equipamentos que irão preparar a fundação da pilha para disposição dos resíduos industriais. Trata-se, portanto, de fontes difusas de emissão, cujo principal poluente corresponde ao material particulado. Para controle das emissões de particulados está prevista a aspersão periódica das vias de acesso e áreas de manobra e de obras, por meio do uso de caminhões-pipa. Além disso, a implementação e manutenção de vegetação nas superfícies expostas (como bota-foras e outros locais com solo exposto) também contribuirão para conter o arraste eólico de partículas.

Adicionalmente, é possível que ocorra a emissão de gases de combustão em razão da operação das máquinas e equipamentos. Para controle dessas emissões, está prevista a execução periódica de manutenções preventivas.

7.7.9.5 Ruídos

No que tange ao ruído, as principais fontes emissoras durante a fase de implantação estão também relacionadas à movimentação de máquinas e equipamentos.

Para mitigação, está prevista a realização período de manutenção preventiva, de modo a garantir que não haja ruídos provenientes destas fontes.

7.7.10 Mão-de-Obra Prevista para Implantação

O efetivo estimado para implantação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais contempla, conforme dados disponibilizados pela Nexa, o total de 313 trabalhadores, sendo 150 relativos à contratação direta e outros 163 de mão de obra indireta. Está prevista a contratação de empresas para a execução das obras, além de empresa especializada, para fiscalização, garantindo a correta execução do projeto.

Inicialmente, o regime operacional definido para implantação da estrutura é de um turno de trabalho. Esta definição pode ser posteriormente alterada, a depender do tempo disponível para execução do projeto.

7.7.11 Cronograma de Implantação

Adequando a implantação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais à vida útil das estruturas de disposição de resíduos existentes na Unidade Três Marias e, também, os prazos legais definidos para o processo de regularização ambiental, a Nexa elaborou cronograma prévio de implantação, apresentado na Figura 7-89.

Conforme previsão, a construção civil do Projeto ocorreria em etapa única, entre os meses de abril e novembro de 2026, buscando enquadrar a execução das obras ao período de estiagem. Destaca-se, contudo, que este cronograma é preliminar e dependente da obtenção de licenças e autorizações aplicáveis às atividades pretendidas.

Figura 7-89: Cronograma previsto para implantação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais

Etapas	2023				2024				2025				2026				2027	
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2
Desenvolvimento de estudos ambientais																		
Solicitação de Licença Prévia e Licença de Instalação																		
Obtenção de Licença Prévia e Licença de Instalação																		
Contratação e mobilização dos serviços de implantação																		
Execução das obras																		
Solicitação de Licença de Operação																		
Obtenção da Licença de Operação																		

Fonte: informações disponibilizadas pela Nexa, em 2023.

7.8 FASE DE OPERAÇÃO

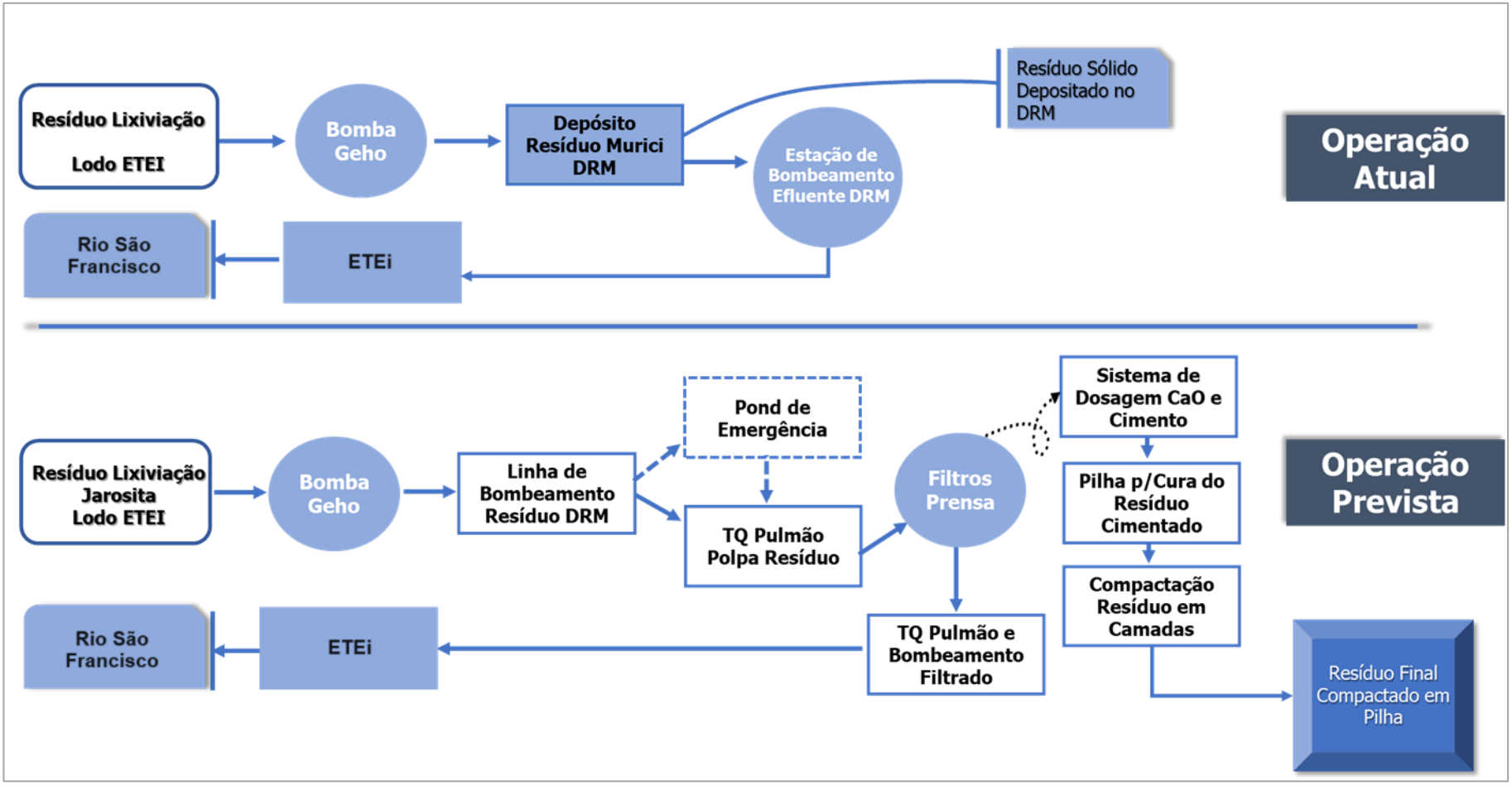
7.8.1 Fluxograma do Processo Produtivo Anterior e Previsto para a Unidade Três Marias

Para melhor esclarecer a inserção do Projeto no contexto operacional da Unidade Três Marias, a Figura 7-90 mostra a o processo produtivo atual, em comparação ao processo futuro, quando o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais estiver operando.

Atualmente, o resíduo remanescente do processo produtivo é bombeado, por meio de tubulação, até o Depósito de Rejeitos Murici – DRM, especificamente no Módulo Oeste 1, onde é disposto. O efluente sobrenadante no reservatório do Módulo Oeste 1 é então recuperado por bombeado e encaminhado para a área da planta industrial, para a Estação de Tratamento de Efluentes Industriais – ETEi e, após tratado, o efluente é direcionado para o rio São Francisco.

Com a implantação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais, o resíduo remanescente do processo produtivo é bombeado, por meio de tubulação existente, para a Planta de Filtragem/Cimentação. O resíduo filtrado e cimentado será disposto de forma permanente na pilha, em substituição ao Depósito de Rejeitos Murici – DRM. Os efluentes tanto filtrado do resíduo, quando armazenado no Sump da pilha serão direcionados para tratamento na Estação de Tratamento de Efluentes Industriais da planta hidrometalúrgica.

Figura 7-90: Fluxograma do processo produtivo da Unidade Três Marias, antes e após implantação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais



Fonte: imagem disponibilizada pela Nexa, em 2023.

7.8.2 Transporte e Disposição de Resíduos Industriais na Pilha

O resíduo industrial será submetido a um tratamento químico com cimento portland e leite de cal na Planta de Filtragem/Cimentação. Após o tratamento químico, o geomaterial no estado solto será carregado, com uso de pá carregadeira ou de retroescavadeira, em caminhões basculantes e transportado para região da pilha de resíduos industriais.

Na pilha, o material será basculado em faixas e espalhado em camadas com auxílio de motoniveladoras e/ou tratores de esteiras. Conforme informações disponibilizadas pela Nexa, durante a operação de espalhamento, o material deverá estar com o teor de umidade adequado e na espessura solta de compactação, de forma a garantir o grau de compactação adequado com a quantidade de passadas especificadas. Caso o material se encontre com o teor de umidade inadequado, aferido por meio de ensaios de campo, o material deverá passar por uma correção de umidade.

A correção de umidade geralmente ocorre por meio de abertura da camada por trator com reboque de grade, no caso de excesso de umidade, ou pela irrigação por caminhão-pipa, se o material estiver muito seco.

Conforme informações disponibilizadas pela Nexa, ao fim de todo esse processo, para recebimento da próxima camada, a camada compactada é escarificada com auxílio de trator com reboque de grade e uma nova camada solta é lançada sobre a anterior. Este processo garante que não ocorra laminação entre as camadas, ou seja, que sejam formadas zona de descontinuidade entre camadas.

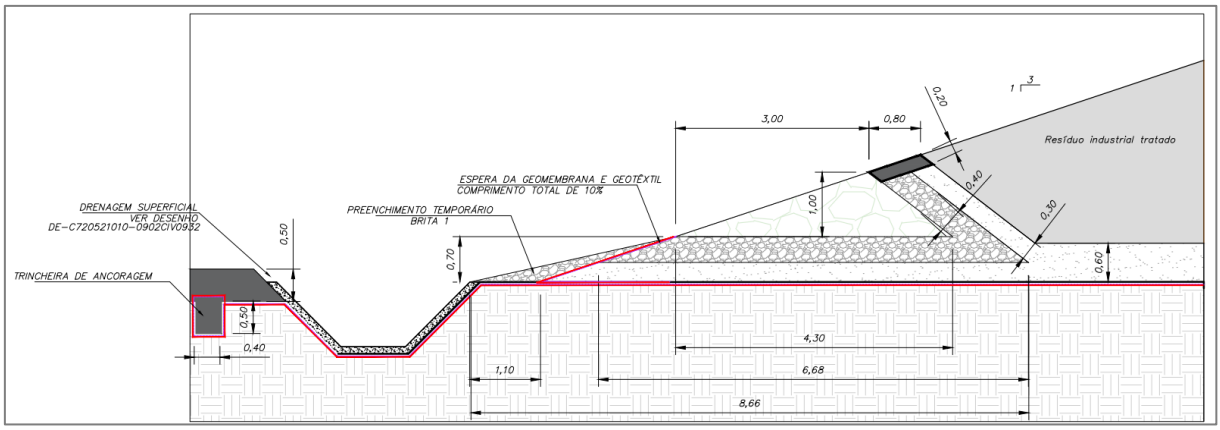
7.8.3 Processo Operacional

7.8.3.1 Disposição do Resíduo na Pilha e Fechamento Durante Operação

O Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias prevê-se que o descomissionamento da pilha começará assim que o empilhamento do primeiro talude seja encerrado. Ou seja, a Nexa trabalhará com um conceito de fechamento concomitante à operação, de forma a reduzir o passivo ambiental no fim da vida útil da estrutura.

Assim, durante a etapa de construção do sistema de drenagem interna, será feita a ancoragem do geotêxtil e da geomembrana, conforme pode-se observar na Figura 7-91. Uma espera de 5% do comprimento total será acondicionada no trecho denominado “preenchimento temporário”. Essa espera será utilizada para fazer o transpasse e emenda dos geossintéticos (TPF, 2023a).

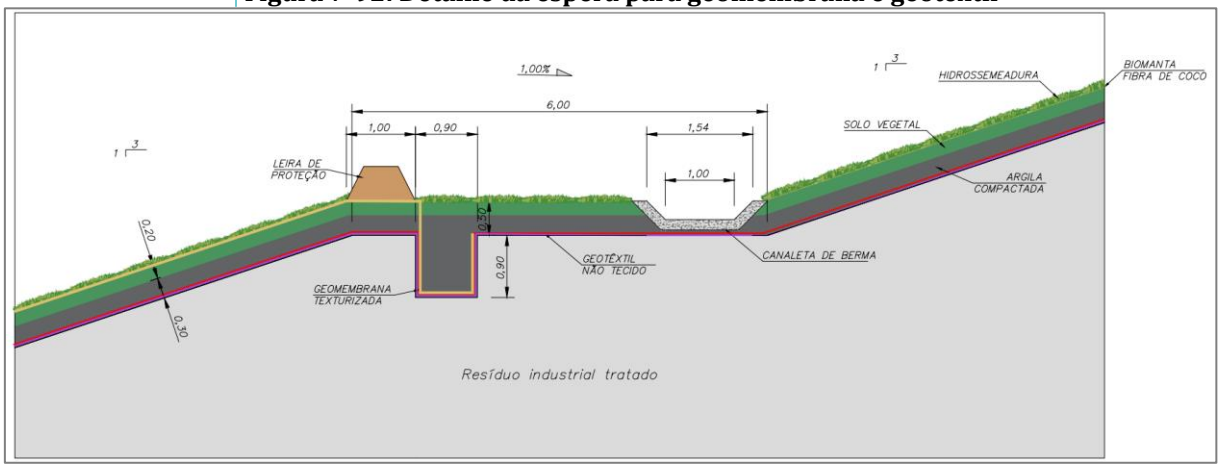
Figura 7-91: Detalhe da ancoragem do geotêxtil e da geomembrana



Fonte: TPF, 2023a.

A camada de geotêxtil e geomembrana segue até a cava de ancoragem no topo da berma. Em seguida, será feira a compactação do solo argiloso. Após a compactação, este solo será sobreposto por uma camada de 20 cm de solo vegetal. A biomanta de fibra de coco será então desenrolada a partir do topo da berma, onde estará ancorada na mesma vala de ancoragem dos demais geossintéticos, conforme pode-se observar na Figura 7-92. Sua fixação deverá ser efetuada através de grampos de aço de tamanhos variados de acordo com a dureza do terreno. A hidrossemeadura será então executada em toda a extensão do talude. Ao fim da hidrossemeadura no talude, será construída uma leira de proteção no platô acima das bermas (TPF, 2023a).

Figura 7-92: Detalhe da espera para geomembrana e geotêxtil



Fonte: TPF, 2023a.

Para as bermas, a seção de impermeabilização e revegetação será muito semelhante, excluindo-se a biomanta de fibra de coco. Após a vala de ancoragem, a geomembrana e geotêxtil continuam sobre a berma até a canaleta, onde será armazenada à espera do próximo alteamento da pilha. Posteriormente, será realizada a revegetação com solo compactado e hidrossemeadura. Quando a berma estiver concluída, os geossintéticos devem continuar por baixo das canaletas a construir e sobre o talude até a vala de ancoragem da berma superior. Esse processo se repete em todas as

bermas e taludes até o topo da pilha. No topo da pilha, a impermeabilização segue o padrão utilizados em todas as bermas, assim como a revegetação (TPF, 2023a).

7.8.3.2 Limpeza do Sump de Efluentes Líquidos da Pilha

Ao longo de toda a etapa de operação, o sump de efluentes líquidos da pilha será regularmente limpo para reduzir a quantidade de sólidos presentes na bacia e, assim, melhorar a eficiência de contenção e o volume útil da estrutura (TPF, 2023a). A limpeza será executada preferencialmente nos períodos secos.

7.8.4 Recuperação, Adução e Tratamento de Efluente Armazenado no Sump

Os efluentes associados à operação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias serão provenientes de duas fontes principais:

- *Filtrado do resíduo industrial;*
- *Efluente de contato com a pilha.*

O filtrado será gerado na Planta de Filtragem/Cimentação, após a polpa correspondente aos resíduos industriais passar pelos filtros-prensa. Estima-se uma vazão de polpa da ordem de 195 m^3/h (parte líquida + material sólido) e a vazão do filtrado de 141 m^3/h. Este efluente será direcionado para um tanque pulmão para armazenamento temporário, onde duas bombas, operacional e reserva, farão a transferência do filtrado para tratamento.

O efluente armazenado no reservatório do Sump da pilha, por sua vez, correspondente à água percolada ou que teve contato com o material disposto na estrutura. Estima-se uma vazão máxima de 300 m^3/h para este efluente, que deve variar entre os períodos chuvoso e de estiagem, com registros das máximas durante as chuvas. A partir do Sump, este efluente será recuperado por meio de uma estação de bombeamento flutuante.

Os efluentes, tanto filtrado do resíduo industrial, quanto do Sump, serão direcionados para a área da planta metalúrgica, em tubulação existente, locada paralelamente à tubulação de polpa. Esta tubulação atualmente é utilizada para transporte do efluente captado nos reservatórios do Depósito de Rejeitos Murici – DRM e será prolongada até as áreas do Sump e do tanque pulmão de efluentes da Planta de Filtragem/Cimentação.

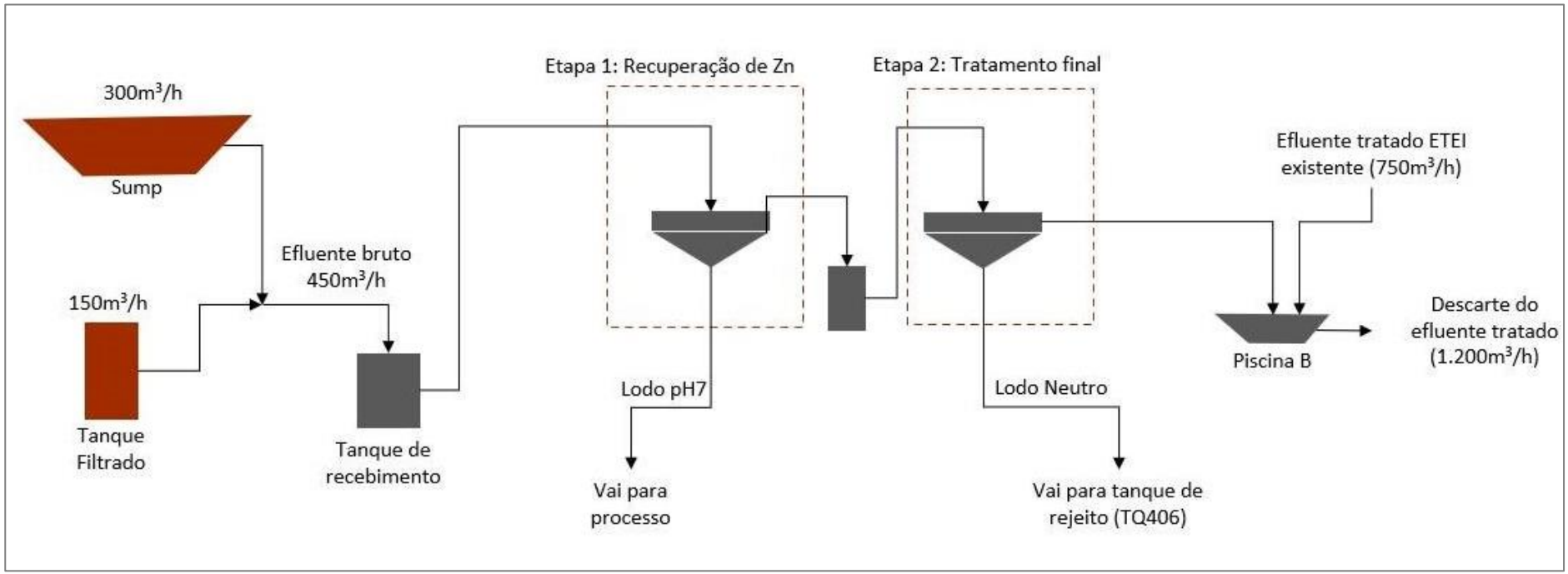
Todo efluente será, então, direcionado para a Estação de Tratamento de Efluentes Industriais – ETEi da Unidade Três Marias, sendo previsto o aumento de capacidade de tratamento de forma a absorver, também, a vazão proveniente do Sump da nova pilha. Assim, para complementar a solução atual de tratamento de efluentes da Unidade Três Marias, a Nexa está prevendo a instalação de uma ETEi modular adjacente ao sistema existente, inserido na área já impactada pela planta metalúrgica.

O tratamento do efluente industrial se dá em processo físico-químico, com a remoção de contaminantes por meio da precipitação e separação das frações sólido/líquido e com ajuste final do pH para descarte no corpo receptor . A Figura 7-93 apresenta o fluxograma de tratamento previsto para os efluentes industriais gerados no âmbito do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

O efluente tratado é atualmente lançado no rio São Francisco no local de coordenadas geográficas -18,18194° / -45,23889°. O lançamento é autorizado pela Outorga da Agência Nacional das Águas – Resolução ANA nº 1484/2024 (Processo nº 02500.033882/2024-60), a qual permite o descarte de 750 m^3/h, durante 24 horas por dia e em todos os meses do ano, vigente até 20/06/2034. Mesmo com o aumento da capacidade de tratamento, o lançamento permanecerá no mesmo ponto atual.

Destaca-se que a Nexa realiza o monitoramento periódico do efluente tratado, antes do lançamento no rio São Francisco, em atendimento às condicionantes da LO nº 088/2013 (PA COPAM nº 00012/1978/048/2011).

Figura 7-93: Fluxograma simplificado do tratamento dos efluentes industriais



Fonte: imagem disponibilizada pela Nexa, em 2024.

7.8.5 Gestão de Segurança da Pilha

Nos itens a seguir, serão apresentados os principais procedimentos relacionados à gestão de segurança que serão aplicadas à pilha de resíduos industriais prevista para a Unidade Três Marias.

7.8.5.1 Monitoramento

O monitoramento da pilha consistirá, basicamente, nas técnicas de verificação por meio de inspeções visuais e por meio de medições periódicas em instrumentos de controle.

7.8.5.1.1 Monitoramento Visual

O monitoramento visual consiste na inspeção local do empilhamento e das estruturas acessórias das estruturas de disposição de resíduos, como as caixas coletoras e dispositivos de drenagem, por meio da verificação de:

- *Condições geométricas das bermas e dos taludes;*
- *Verificação da existência de trincas e/ou surgências de água nos taludes;*
- *Integridade do sistema de impermeabilização;*
- *Identificação da existência de processos erosivos na superfície dos taludes;*
- *Existência de trincas, deslizamentos e depressões nos taludes e nas bermas;*
- *Existência de regiões saturadas de água na superfície dos taludes do depósito;*
- *Deformações ou qualquer outro indicativo de instabilidade do sistema aterro/fundação;*
- *Controle visual do percolado proveniente dos sistemas de detecção de vazamento com o objetivo de verificar possíveis alterações nas características físicas, cuja existência pode indicar danos nas tubulações drenantes ou na camada superior do sistema de impermeabilização;*
- *Monitoramento visual do sistema de detecção de vazamento, por meio da observação das caixas coletoras, de forma que seja identificado qual geotubo captará percolado e, portanto, indicando a célula correspondente;*
- *Verificação das estruturas de drenagem, buscando identificar processos erosivos, pontos de assoreamento e pontos com possível deficiência no revestimento.*

7.8.5.1.2 Monitoramento por Instrumentos

Um conjunto de instrumentos serão implantados na fundação e na pilha, conforme descrito no item 7.7.7, com o objetivo de monitoramento o comportamento da estrutura por meio de parâmetros como nível d'água, deslocamentos, tensão total e vazão.

Durante a fase de operação, a instrumentação será periodicamente medida e os resultados serão analisados e interpretados para, assim, atestar as condições de segurança da estrutura. Tais medições serão realizadas via sistemas mecânicos, hidráulicos, pneumáticos, elétricos e fibra óptica e contemplarão o acompanhamento dos seguintes instrumentos: piezômetros (PZs), indicadores de nível d'água (INAs), marcos superficiais (MSs), inclinômetros (ICs) e medidores de vazão (MVs).

Todos os resultados obtidos são analisados pela equipe interna da Nexa, sendo também enviados à empresa especializada (Geoconsultoria Ltda.) para uma segunda análise e emissão de relatório mensal de avaliação das condições de conservação e estabilidade.

7.8.5.2 Sistemas de Gestão de Segurança

Tendo como premissa as melhores práticas técnicas, a Nexa adota para gestão de suas estruturas de disposição de rejeitos/resíduos em pilha o Sistema Integrado de Gestão da Segurança de Depósitos – SIGDep. Trata-se de um facilitador para melhor monitorar as estruturas, com o intuito de manter a estabilidade e garantir a segurança social, ambiental e econômica.

O sistema conta com um total de oito módulos destinados aos mais variados controles das estruturas, conforme apresenta a Tabela 7-47.

Tabela 7-47: Estruturação do SIGDep, sistema utilizado para monitoramento das estruturas de disposição em pilha da Unidade Três Marias

Módulo	Característica
PRELIM	Neste módulo são executadas as atividades preliminares, em que é documentado as plantas estruturais, ficha técnica da estrutura, mapas de localização, organograma de responsabilidades (o qual consta o cargo que a pessoa exerce dentro da empresa, bem como seus telefones de contato e e-mail, além das respectivas responsabilidades), placas de sinalização e cercas de proteção, estaqueamento das estruturas lineares.
DOCUMENTA	Designado para organização de todos os documentos utilizados na implementação do depósito com: ARTs, projetos em geral, currículo dos profissionais envolvidos, relatórios técnicos, balanços hídricos, licenças, etc.
MONITORA	Neste módulo são armazenados todos os dados dos monitoramentos como: mapa das seções, planilha com especificação do monitoramento, bem como sua cota e os resultados de cada leitura realizada em toda a instrumentação de controle. Constam, também, as fichas de inspeção, que registra as inspeções visuais realizadas na estrutura.
GVISTA	Visa disponibilizar, de forma fácil e acessível, as informações dos monitoramentos realizados. Estes dados ficam disponíveis em um painel dentro da empresa, para que todos tenham acesso aos resultados e situação atual dos depósitos.
AVALIA	Este módulo é designado para avaliar as premissas de projeto e do manual de operação, comparando-o com o comportamento da estrutura. Através das avaliações, a empresa especializada que presta consultoria para a Nexa elabora relatórios de auditoria anuais para atendimento às exigências dos órgãos fiscalizadores e da própria empresa.
TREINAR	Este módulo prevê a realização de treinamentos para os responsáveis na gestão de segurança das estruturas e armazena os planos de treinamento anual e as evidências de realização dos treinamentos.
LEGAL	Neste módulo são armazenadas as legislações pertinentes ao assunto e, também, relatórios de autorias internas e externas realizadas nas estruturas.

Módulo	Característica
OPERA	Designado para detalhar toda e qualquer atividade que envolve a operação das estruturas. Por meio do manual de operação são definidas as premissas de cada projeto, organizações e responsabilidade, características dos resíduos, diretrizes operacionais, manutenção do sistema, avaliação de segurança e auditorias que ocorrem no decorrer de toda operação.

7.8.6 Utilidades de Apoio à Operação

7.8.6.1 Abastecimento de Água

A demanda de água para a fase de operação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias está relacionada à lavagem dos filtro-prensa, ao preparo de leite de cal, águas de serviço, lavador de rodas de caminhões que realizarão o transporte do resíduo e resfriamento dos selos mecânicos de bombas. Além disso, há demanda também para aspersão de vias e consequente abatimento de poeira, constituindo controle ambiental para o empreendimento.

A água que será utilizada durante a fase de operação, assim como na fase de implantação, será proveniente de captação superficial existente no rio São Francisco, autorizada pela Outorga da Agência Nacional das Águas – Resolução ANA nº 1483/2024 (Processo nº 02500.033881/2024 - 15), a qual permite a captação de 190 m^3/h, durante 24 horas por dia e em todos os meses do ano, vigente até 20/06/2034. Este ponto de captação está localizado nas coordenadas -18,16563°/-45,229805°. O teste industrial atualmente em execução, já utiliza água proveniente desta captação para operar a planta de filtragem/cimentação.

Conforme informações disponibilizadas pela Nexa, a demanda de água para operação não será superior ao montante já outorgado na captação existente. Tampouco será necessária qualquer alteração na tubulação que existe entre o ponto de captação e o canteiro de obras permanente, a qual, atualmente, deriva também para a planta teste de filtragem/cimentação.

7.8.6.2 Energia Elétrica

A demanda de energia elétrica para a fase de operação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias estará relacionada ao funcionamento da Planta de Filtragem/Cimentação e à iluminação na área da pilha. A infraestrutura de fornecimento de energia elétrica é existente e o suprimento é realizado pela Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG.

7.8.6.3 Combustível

Para a fase de operação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, a demanda de combustíveis está vinculada às máquinas e equipamentos que serão

utilizados no transporte e disposição dos resíduos na pilha. Assim, prevê-se a demanda prioritária por diesel, a qual será suprida por meio do posto de combustível existente na Unidade Três Marias, na área da planta industrial. Conforme informações disponibilizadas pela Nexa, o ponto de armazenamento e abastecimento é ambientalmente regularizado e apresenta todos os sistemas de controle necessários à correta operação.

7.8.6.4 Ar Comprimido

Durante a operação da Planta de Filtragem/Cimentação há demanda de utilização de ar comprimido, que será suprida por dois compressores existentes nas instalações em funcionamento para teste industrial, além de um novo compressor. O sistema de ar comprimido na Planta de Filtragem/Cimentação conta, também, com dois vasos de pressão de ar comprimido existentes, para atendimento específico ao sistema de filtragem, e está prevista a implantação de dois novos vasos.

7.8.6.5 Insumos e Matérias-Primas

Dentre os principais insumos necessários à operação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, cita-se a cal e o cimento que serão adicionados ao resíduo industrial na Planta de Filtragem/Cimentação. Estes insumos serão adquiridos de fornecedores qualificados e adequadamente armazenados (em local coberto e impermeável) até sua utilização.

7.8.6.6 Máquinas e Equipamentos

As máquinas e equipamentos utilizados na fase de operação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias estão associados ao manejo e transporte dos resíduos para disposição na pilha, como pás carregadeiras, retroescavadeiras e caminhões basculantes.

7.8.7 Principais Aspectos Ambientais da Etapa de Operação

Os principais aspectos ambientais associados à operação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias estão relacionados à geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos, geração de sedimentos, emissões atmosféricas e ruído.

7.8.7.1 Resíduos Sólidos

Durante a fase de operação espera-se a geração de resíduos Classe I (perigosos) e Classe II (não perigosos), decorrentes do manuseio de insumos e materiais a serem aplicados na Planta de Filtragem/Cimentação.

Os resíduos perigosos são segregados em baias de construção em alvenaria, piso de concreto e cobertura, sendo armazenados em quantidades compatíveis com o espaço disponível. Algumas tipologias de resíduos, quando pertinente, são acondicionados em tambores homologados pelo INMETRO.

Para acondicionamento dos resíduos sólidos Classe II (não perigosos) são utilizadas caçambas de coleta seletiva, facilitando o recolhimento e a destinação.

7.8.7.2 Efluentes Líquidos

Na fase de operação, os efluentes líquidos gerados são classificados como industriais e correspondem ao filtrado na Planta de Filtragem/Cimentação e ao efluente de contato da pilha, que será armazenado no sump.

O efluente será tratado na Estação de Tratamento de Efluentes Industriais da Unidade Três Marias, que será adequada para atender à demanda adicional de vazão decorrente do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais.

7.8.7.3 Geração de Sedimentos

A geração de sedimentos está relacionada à possibilidade de carreamento de material sólido e inconsolidado pelas águas das chuvas. O projeto da pilha prevê, conforme anteriormente detalhado, a instalação de sistema de drenagem pluvial permanente composto por canaletas de berma, canais periféricos, canais de desvio, descidas d'água, bueiros, caixas de passagem, travessias e sump.

7.8.7.4 Emissões Atmosféricas

As principais fontes de emissões atmosféricas para a fase de operação estão relacionadas à movimentação de máquinas e equipamentos que irão trabalhar no transporte e disposição dos resíduos industriais na pilha. Trata-se, portanto, de fontes difusas de emissão, cujo principal poluente corresponde ao material particulado. Para controle das emissões de particulados está prevista a aspersão periódica das vias de acesso e áreas de manobra e de obras, por meio do uso de caminhões-pipa. Além disso, a implementação e manutenção de vegetação nas superfícies da pilha também contribuirão para conter o arraste eólico de partículas.

Adicionalmente, é possível que ocorra a emissão de gases de combustão em razão da operação das máquinas e equipamentos. Para controle dessas emissões, está prevista a execução periódica de manutenções preventivas.

7.8.7.5 Ruídos

No que tange ao ruído, as principais fontes emissoras durante a fase de operação estão também relacionadas à movimentação de máquinas e equipamentos.

Para mitigação, está prevista a realização período de manutenção preventiva, de modo a garantir que não haja ruídos provenientes destas fontes.

7.8.8 Mão de Obra Prevista para Operação

O efetivo estimado para operação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais contempla, conforme dados disponibilizados pela Nexa, o total de 137 trabalhadores, sendo 42 dedicados à operação da Planta de Filtragem/Cimentação, 80 que ficarão responsáveis pelo transporte e disposição do material e outros 15 que estarão dedicados a serviços de manutenção da pilha. Destes 137 trabalhadores, boa parte já atua em outras áreas da Nexa, de forma que não está prevista, para a fase de operação, contratação relevante de pessoal.

Inicialmente, o regime operacional definido para operação da estrutura é de um turno de trabalho, porém esta definição pode ser posteriormente alterada, a depender da necessidade da operação.

7.8.9 Cronograma de Operação (Vida Útil Estimada)

A previsão é de que o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias entre em operação no segundo semestre de 2027. A vida útil estimada para a pilha é de 8,5 anos. Logo, o empreendimento estará em operação até o ano de 2035.

7.9 FASE DE DESCOMISSIONAMENTO

O Projeto de Descomissionamento foi desenvolvido pela empresa TPF Engenharia (2023c | RL-C720521010-0902CIV0915-R2), em um primeiro momento, contemplando apenas a pilha de disposição de resíduos industriais e do Pond de Emergência relacionado à Planta de Filtragem/Cimentação. Contudo, para além dessa estrutura, está previsto o fechamento de todas as estruturas componentes do processo de filtragem/cimentação e disposição, após o fim da operação de cada uma delas. Neste contexto, serão desenvolvidos planos de descomissionamento com ações específicas.

O Projeto de Descomissionamento, conforme informado por TPF (2023c) não contempla o SUMP de Efluentes Líquidos não será descomissionado, "*pois as contribuições oriundas da drenagem superficial serão destinadas a ele durante as etapas de construção da pilha e no pós-descomissionamento*".

O conceito do Projeto de Descomissionamento contempla a impermeabilização e revegetação das estruturas, a drenagem pós-descomissionamento, a instalação de instrumentação específica, recomendações de segurança e medidas de monitoramento e acompanhamento.

O Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias contempla o fechamento da pilha ao longo de sua execução. Ou seja, na medida em que a pilha for sendo construída, os setores de disposição de resíduos industriais que já chegaram à forma final da pilha serão envelopados impermeabilizados e revegetados, como foi detalhado no item referente à Etapa de Operação.

7.9.1 Impermeabilização e Revegetação

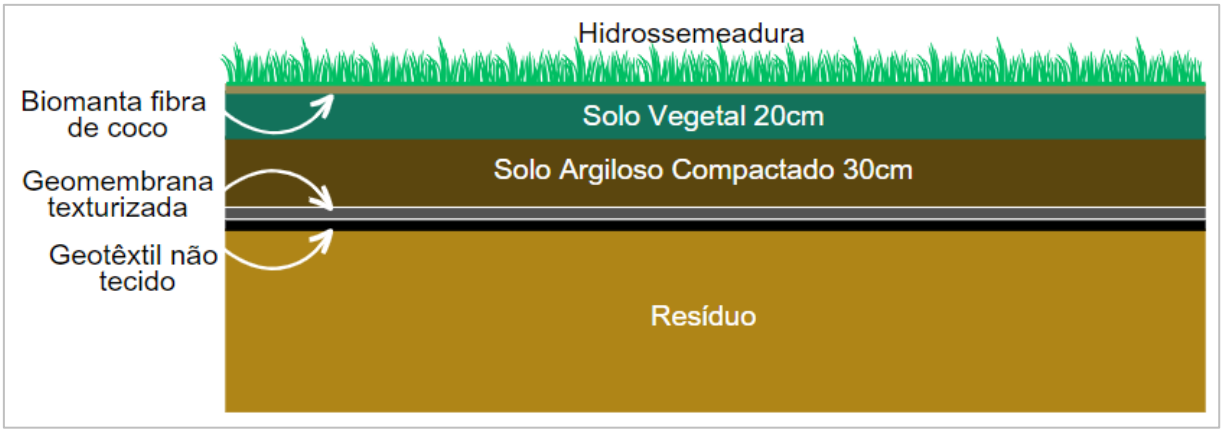
O descomissionamento da pilha prevê a impermeabilização e revegetação do resíduo cimentado ao longo dos taludes, bermas e crista, além do Pond de Emergência. Conforme descrito por TPF (2023c), o revestimento tem como principais funções:

- *Proteger e isolar o resíduo do meio ambiente;*
- *Evitar a sulfatação do zinco por capilaridade;*
- *Dificultar a infiltração da água da chuva no maciço da pilha e no pond;*
- *Possibilitar a revegetação.*

A Figura 7-94 mostra uma representação da impermeabilização e da revegetação, sendo a impermeabilização resultado de uma combinação de dois geossintéticos: geotêxtil não tecido em contato direto com o resíduo, sobreposto por uma geomembrana PEAD texturizada. O geotêxtil protege a integridade da superfície da geomembrana de possíveis danos decorrentes das irregularidades na face do talude, evitando o contato direto com o resíduo, enquanto a geomembrana tem a função de impermeabilizar a pilha e o pond. Acima destes, será aplicada uma camada de solo siltoso argiloso compactado, de baixa permeabilidade, com espessura de 30 cm (TPF, 2023c).

Para o revestimento vegetal, será utilizada uma camada de solo vegetal não compactado com espessura de 20 cm, além de biomanta de fibra de coco sobre a qual será aplicada a técnica de hidrossemeadura. O uso da biomanta protege o solo vegetal nos períodos iniciais de execução como contenção da erosão, incorporando matéria orgânica no solo e reduzindo, antes da vegetação se estabelecer, o carreamento causado pela inclinação do talude, sendo importante para enraizamento da vegetação. Assim sendo, nas bermas e crista da pilha e no pond, pela ausência de inclinação, não será necessário usar biomanta. Nesses casos, a hidrossemeadura será aplicada direto no solo vegetal (TPF, 2023c).

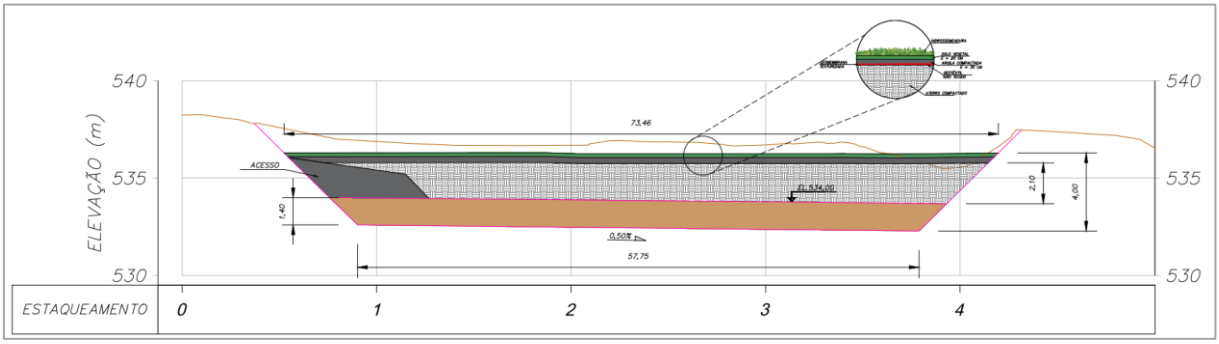
Figura 7-94: Representação do revestimento e revegetação da pilha de disposição a seco de resíduos industriais



Fonte: TPF Engenharia (2023c).

Para o Pond de Emergência, inicialmente deverá ser realizada a limpeza da estrutura, posteriormente, se executará um aterro com material não contaminado até a altura do terreno natural, de forma a preenchê-lo, conforme apresenta a Figura 7-95. Após regularização e limpeza , o *pond* será revestido e revegetado da mesma forma que apresentado para a pilha.

Figura 7-95: Representação do aterro do Pond de Emergência

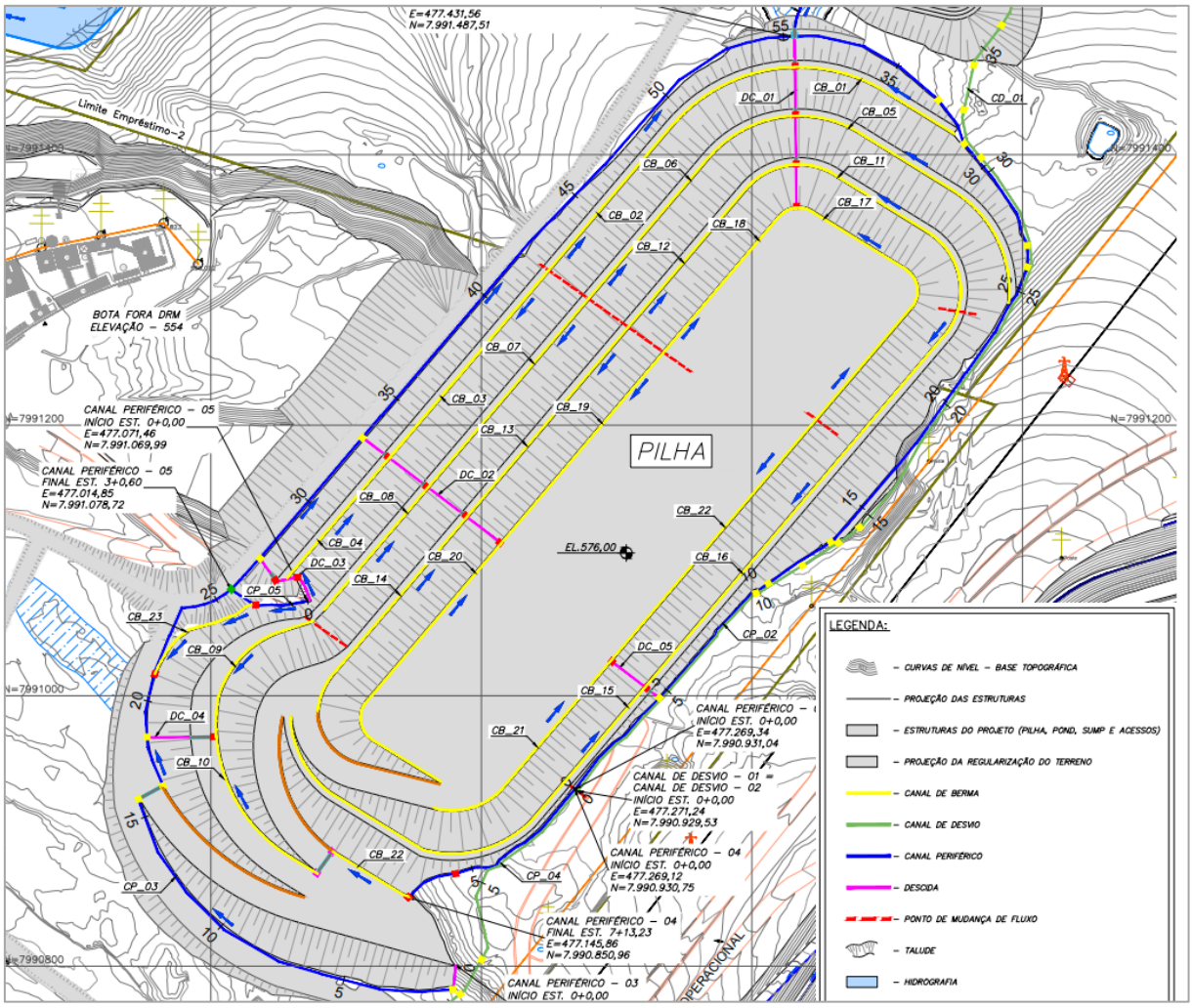


Fonte: TPF Engenharia (2023c).

7.9.2 Drenagem Superficial

O sistema de drenagem superficial para a fase de descomissionamento será composto por canaletas de berma, canais periféricos e canais de desvio e descidas d'água, todos executados em concreto. A Figura 7-96 apresenta a planta do sistema de drenagem superficial proposto para a pilha, onde é possível observar os diversos elementos constituintes do sistema. A construção das canaletas de berma será realizada conforme o faseamento construtivo previsto em projeto, de modo que estes elementos serão instalados à medida que os alteamentos da pilha forem finalizados. Assim como está previsto para a impermeabilização e revegetação (TPF, 2023c).

Figura 7-96: Planta geral do sistema de drenagem superficial na fase de descomissionamento da pilha

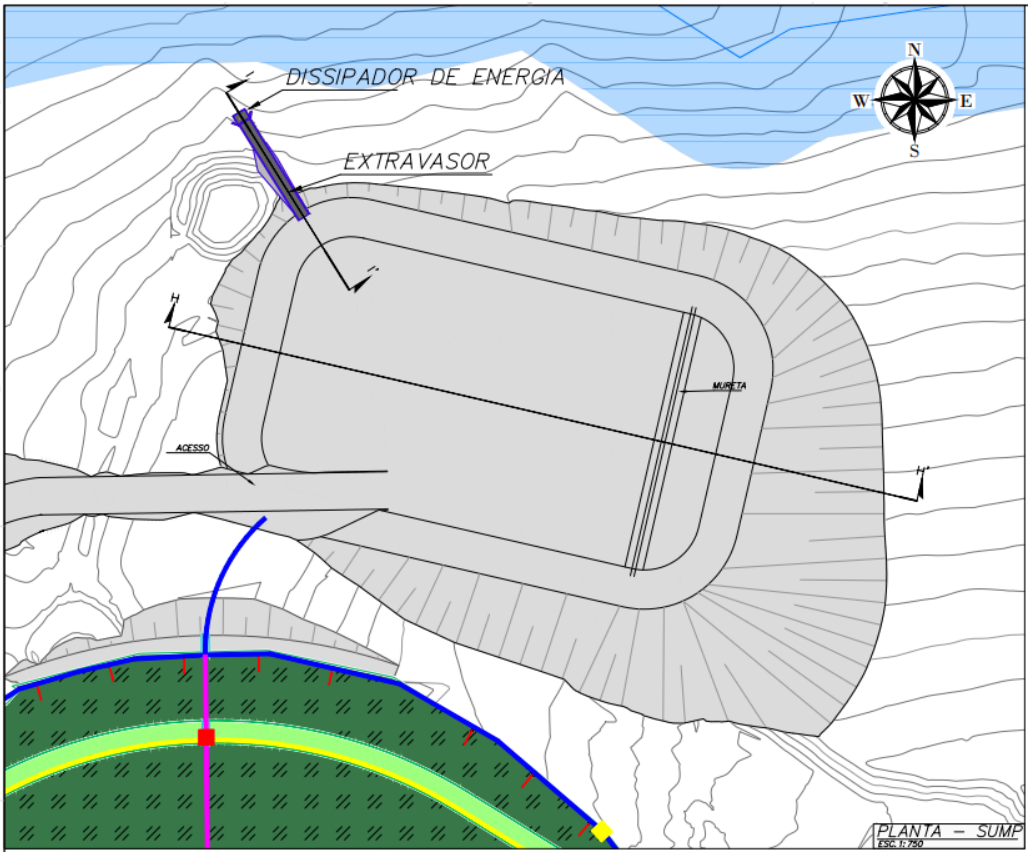


Fonte: TPF Engenharia (2023c).

Durante a execução da pilha e pós descomissionamento, os efluentes da drenagem superficial serão encaminhados pelos respectivos elementos de drenagem para o SUMP. Na fase de descomissionamento está previsto o monitoramento dos efluentes armazenados no SUMP. Considerando que a possível fonte de contaminação (resíduo industrial) estará isolada do meio ambiente, espera-se que os efluentes não apresentem poluentes. Sendo assim, a depender dos resultados deste monitoramento, um extravasor pode ser implantado no SUMP para que seja possível desaguar a água não contaminada em um dissipador de energia . A Figura 7-97 apresenta a localização do possível extravasor.

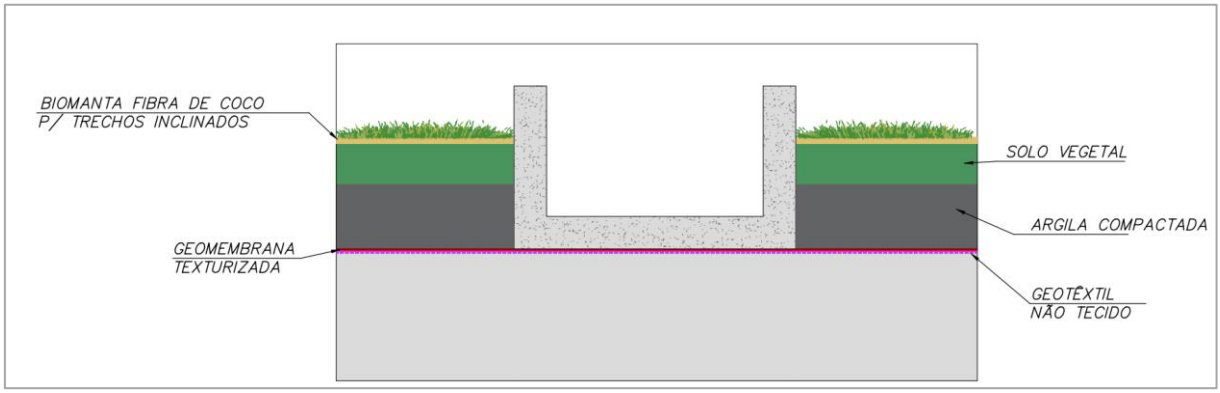
Haverá interação do revestimento da pilha com os elementos de drenagem superficial em concreto : canaletas , canais e descidas d'água. Esta interação está representada na Figura 7-98 onde é possível observar que as camadas de geotêxtil e geomembrana seguem abaixo dos elementos . Para não criar uma linha de possível infiltração decidiu -se por não interromper as camadas de geossintéticos nesses encontros (TPF, 2023c).

Figura 7-97: Possível extravasor a ser instalado no SUMP



Fonte: TPF Engenharia (2023c).

Figura 7-98: Interação do revestimento com a descida d'água

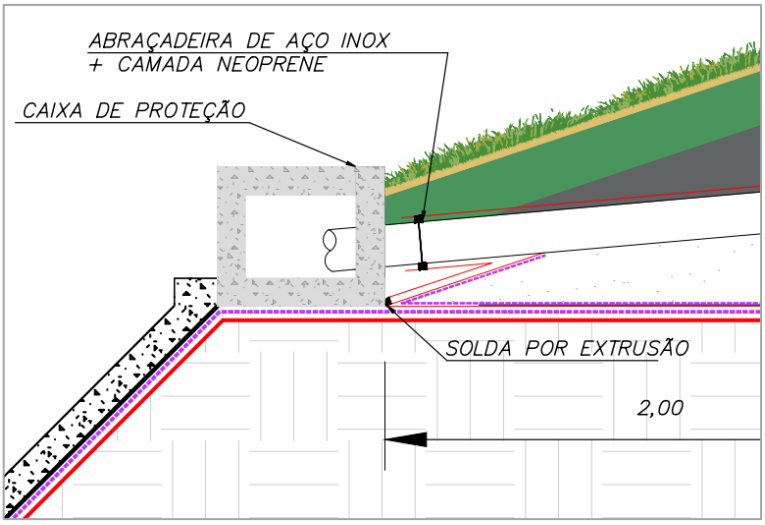


Fonte: TPF Engenharia (2023c).

Após a construção da primeira berma, barbacãs serão inseridos no dreno de pé da pilha com espaçamento de 20 m. O efluente oriundo do sistema de drenagem interna será encaminhado através das caixas de proteção (Figura 7-99), que seguem paralelas às canaletas periféricas , reservatórios estanques distribuídos de acordo com a topografia (TPF, 2023c).

O descomissionamento do Pond de Emergência não exigirá sistema de drenagem específico. Será feito um aterro até o nível natural do terreno, revestimento e revegetação, as contribuições de chuva devem se dissipar no terreno natural (TPF, 2023c).

Figura 7-99: Figura esquemática da caixa de proteção



Fonte: TPF Engenharia (2023c).

7.9.3 Instrumentação

Está prevista a manutenção dos instrumentos que serão implantados para monitoramento da estrutura e que serão utilizados ao longo da fase de operação. Contudo, alguns dos instrumentos sofrerão influência do descomissionamento, isso porque o revestimento adicionará entre 50 e 60 cm à cota final da pilha. A maior parte dos instrumentos está locada nas cristas das bermas, fato que deve ser compatibilizado tanto com a espessura adicional do sistema de revestimento quanto com as leiras previstas no projeto de impermeabilização e revegetação (TPF, 2023c).

Os piezômetros, inclinômetros, indicadores de nível d'água e poço de observação necessitarão de proteção superficial em suas porções superiores. Assim, será realizada a perfuração para implantação e construção de uma laje de proteção, naqueles que necessitam, sobre o maciço da pilha antes da impermeabilização com os geossintéticos e etapas subsequentes do descomissionamento. Os marcos superficiais serão já construídos sobre o solo compactado do descomissionamento (TPF, 2023c).

7.9.4 Recomendações de Segurança para a Fase de Descomissionamento

Para garantir a estabilidade física e química das estruturas que permanecerem no local a longo prazo, de forma a atender aos requisitos normativos, legais e requisitos internos, é indispensável a realização do acompanhamento das estruturas desativadas até que seja verificada/comprovada a eficácia das medidas de estabilização (TPF, 2023c).

Com vistas à redução ou eliminação da ação de agentes erosivos, mobilização e carreamento de partículas, o projeto considera que o fluxo de água superficial apresente baixa velocidade, para isso, optou-se pela instalação de sistemas de impermeabilização com a aplicação de geossintéticos concomitante a solo argiloso compactado e recobrimento de vegetação (aplicada através de hidrossemeadura). A adoção das medidas de controle hidrológico e hidrogeológico contribuem também para amenizar ou suprimir o aporte de águas subterrâneas (TPF, 2023c).

De forma geral, a infraestrutura e equipamentos envolvidos no descomissionamento devem ser gerenciados para certificar que o encerramento das operações ocorra conforme estabelecido em projeto (TPF, 2023c).

7.9.5 Medidas de Monitoramento e Acompanhamento

7.9.5.1 Efluentes da drenagem interna e superficial

Para acompanhamento dos efluentes das drenagens interna e superficial na fase de descomissionamento, há a recomendação de monitoramento mensal por pelo menos dois anos, a fim de verificar se há enquadramento nas especificações apontadas na Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 08/2022. Deve-se monitorar os efluentes utilizando-se os seguintes parâmetros:

Esses dados, conforme já reportado, subsidiarão a tomada de decisão de implantação do extravasor no SUMP, caso todos os parâmetros de interesse estejam atendendo aos requisitos legais. Por outro lado, se for observada contaminação após o monitoramento, deverá ser mantido o bombeamento do efluente para tratamento e investigar a origem da contaminação. Após estas ações, se a contaminação for observada, o extravasor do *sump* não deve ser construído até que se entenda a origem da contaminação e ações corretivas sejam tomadas para findar (TPF, 2023c).

7.9.5.2 Vegetação e erosão

Os plantios com mix de sementes com a técnica de hidrossemeadura deverão ser vistoriados mensalmente após a implantação para a verificação da brotação ocorrida e do desenvolvimento da vegetação. Após 30 dias de plantio deve-se fazer uma vistoria para identificar possíveis falhas neste desenvolvimento, caso existam áreas acima de 5 m^2 sem a vegetação, deverá ser realizado novo plantio, evitando assim processos erosivos na região das falhas (TPF, 2023c).

Nas vistorias deve-se observar os índices de germinação, quantidade de plantas por espécie e por m^2, presença de pragas e doenças que exijam controle, sintomas de deficiências nutricionais, espaçamento de plantio, quantidade exigida de insumos a ser aplicado por área, dentre outros. Nos meses de julho, devido ao período seco, deve-se percorrer a área para avaliar a existência de falhas de maior dimensão e em caso positivo proceder novo plantio. A revegetação inibe a erosão, assim é de essencial importância acompanhar os parâmetros apontados e reaplicar a técnicas nas

áreas em que a primeira aplicação não foi eficaz. Em épocas de longas estiagens é necessário fazer a irrigação do plantio (TPF, 2023c).

Como a hidrossemeadura será executada primeiramente no talude inferior é possível fazer as vistorias enquanto o talude superior estiver sendo executado. Após o descomissionamento total seguir o cronograma de vistorias. Anualmente, de preferência entre agosto e novembro, período chuvoso, deve-se realizar visita ao local para averiguação de falhas, processo erosivo e ocorrência de plantas com características arbóreas. A identificação de espécies arbóreas e sua necessária supressão se deve ao fato de seu crescimento ser potencialmente nocivo à impermeabilização da pilha, podendo causar danos aos geossintéticos utilizados (TPF, 2023c).

7.9.5.3 Sistema de Drenagem

O sistema de drenagem deverá ser vistoriado mensalmente após a implantação para garantir que elementos de drenagem sejam mantidos desassoreados, contínuos e perfeitamente interligados ao SUMP de Efluentes Industriais. Para o período chuvoso, faz-se necessário a inspeção a cada chuva intensa (TPF, 2023c).

Deve-se fazer verificação da geometria, da seção transversal, do perfil longitudinal. Observar também se há erosão entre o elemento e o talude, se há assoreamento e se a superfície do elemento está intacta. Além disso, vistoriar a chegada do canal periférico no SUMP. O mau funcionamento e/ou ausência da drenagem superficial pode ocasionar erosões, percolações indevidas ou aumento da saturação. Caso sejam observados danos à estrutura de drenagem superficial, ela deverá ser corrigida/reparada antes do próximo período chuvoso (TPF, 2023c).

Como o sistema de drenagem superficial será construído primeiramente no talude e na berma inferiores é possível fazer as vistorias enquanto o talude superior estiver sendo executado. Após o descomissionamento total seguir o cronograma de vistorias (TPF, 2023c).

7.9.5.4 Monitoramento Geotécnico

O plano de monitoramento geotécnico do descomissionamento da pilha e estruturas complementares, consiste na observação visual das estruturas e no monitoramento dos instrumentos, a fim de identificar possíveis alterações de estabilidade do maciço no decorrer do tempo (TPF, 2023c).

Os instrumentos a serem monitorados são aqueles instalados na fundação da estrutura e no interior da pilha, as leituras devem seguir os critérios estabelecidos no manual de operação. A inspeção visual possibilitará a verificação das condições geométricas das bermas, cristas e taludes, permitirá ainda, a identificação de surgências de água e/ou zonas de saturação das superfícies dos taludes de jusante, assim como viabilizar a detecção de alterações ou quaisquer evidências de

instabilidade das estruturas de drenagem, no aterro/ fundação, nos sistemas de impermeabilização e nos sistemas de detecção de vazamento (TPF, 2023c).

7.9.6 Possíveis Usos Futuros

A Pilha corresponde a um aterro de resíduos identificadas no grupo Classe I – Perigoso (conforme Norma ABNT 10.004:2004), portanto, possui limitações quanto ao reaproveitamento da área em decorrência do risco de contaminação com metais pesados ao meio ambiente e à saúde humana. Adicionalmente, a declividade cria impedimentos de acesso a estrutura, especialmente da pilha, por conta das estabilidades físicas e dos riscos inerentes de exposição (TPF, 2023c).

Seguindo uma tendência de demanda por energia renovável por parte da indústria da mineração, propõe-se a realização de um estudo para implantação de painéis fotovoltaicos no topo da Pilha de Disposição a seco de resíduos industriais, para geração de energia elétrica (TPF, 2023c).

7.10 Compensação Ambiental

Com base em informações disponibilizadas pela Nexa Recursos Minerais S.A., apresenta-se na Tabela 7-48, dados preliminares para cálculo da compensação prevista pela Lei Federal nº9.985, de 18 de julho de 2000.

Tabela 7-48: Referência inicial para compensação ambiental

Compensação ambiental	
Vida útil do empreendimento	8,5 anos
Valor de Referência do empreendimento (R$), conforme definido no Decreto Estadual nº 45.175, de 17 de setembro de 2009	Aproximadamente R$ 151.800.000,00
Estimativa de tempo para recuperação da estabilidade ambiental da área após encerramento das atividades	4 anos

8 ÁREAS DE ESTUDO

As áreas de estudo compreendem os espaços geográficos delimitados onde, potencialmente, podem ocorrer interferências diretas e indiretas do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade Três Marias. Tais locais serão alvo das investigações e levantamentos de dados primários e secundários no qual serão realizadas as adequadas caracterizações ambientais dos meios físico, biótico e socioeconômico, bem como a avaliação de impactos benéficos e adversos do Projeto.

As áreas de estudos foram definidas a partir do Projeto, tanto em função dos limites geográficos, quanto em relação às tipologias das estruturas previstas. Define-se, como referência, os conceitos principais:

- *Área Diretamente Afetada – ADA: representa as áreas que serão intervindas pela implantação e operação do Projeto, ou seja, áreas sujeita aos impactos diretos da implantação e operação do empreendimento.*
- *Áreas de Estudo Local - AEL: compreende as áreas a serem ocupadas pelas estruturas do empreendimento (Área Diretamente Afetada – ADA), acrescida do seu entorno imediato, conforme os critérios adotados para a delimitação, com o intuito de compreender a dinâmica e a relação dos fatores ambientais em uma escala local.*
- *Area de Estudo Regional - AER: compreende a área de estudo local, com espaço geográfico ampliado. Esta área corresponde ao polígono potencialmente sujeito a incidência dos impactos da implantação, operação e fechamento do empreendimento. com o intuito de compreender a dinâmica e a relação dos fatores ambientais em uma escala regional.*

A delimitação das áreas de estudo dos meios físico, biótico e socioeconômico foi realizada por meio de bases cartográficas, pesquisa de dados secundários, verificação dos acessos, apreensão das características físico-territoriais das localidades próximas e relação das comunidades de entorno com a empresa, haja vista se tratar de um Projeto que fará parte de uma unidade operacional (planta industrial) existente.

Cabe ressaltar que se decidiu por deliminar Áreas de Estudo Local (AEL) e Áreas de Estudo Regional (AER), com limites distintos, a fim de facilitar a organização dos diagnósticos a serem desenvolvidos, considerando a disponibilidade de dados secundários e o levantamento de dados primários. Assim, foram definidas três áreas de estudo, uma para cada meio, físico, biótico e meio socioeconômico. Na sequência, detalha-se a concepção da Área Diretamente Afetada e das áreas de estudo Regional e Local.

8.1 ÁREA DIRETAMENTE AFETADA

A Área Diretamente Afetada – ADA foi delimitada considerando estritamente as áreas que serão intervindas pela implantação e operação do Projeto de Disposição à Seco do Resíduo Industrial, abrangendo 59,1842 hectares. Todas as estruturas previstas para composição do projeto estão inseridas em propriedade da Nexa, na zona rural de Três Marias. Nesse contexto, não são previstas aquisições de novas propriedades ou negociações para arrendamento de novas propriedades.

O Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias prevê a implantação de uma pilha de disposição a seco dos resíduos industriais, um *sump*, responsável por receber toda a contribuição advinda do escoamento superficial da área operacional, um *pond* de emergência projetado para receber o rejeito proveniente da planta de filtragem em caso de manutenção,

parada do sistema de filtração ou conforme necessidade operacional e, as áreas auxiliares (bota-fora, acessos). Foram incluídos na ADA somente os locais que sofrerão algum tipo de intervenção, seja na fase de implantação ou na fase de operação do projeto. Destaca-se que a planta de filtragem/cimentação já foi instalada para realização de testes industriais. A Nexa possui dispensa de licenciamento para a estrutura.

A Figura 8-1 apresenta a Área Diretamente Afetada do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial, indicando, o uso atribuído a cada porção interna da ADA, sendo eles:

- *Pilha de disposição do resíduo industrial;*
- *Sump;*
- *Planta de filtragem/cimentação;*
- *Pond de emergência;*
- *Áreas de bota-fora;*
- *Acessos - contemplam acessos relocados.*

476425 476925 477425 477925

7991850 7990850 7990350

Córrego Martinha

Córrego Retiro Velho

0 100 200 300 m

Legenda

- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes, perenes e sem classificação
- Área Diretamente Afetada (ADA)



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023); Hidrografia (Trust, 2023); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 8-1: Área Diretamente Afetada do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais na Unidade Três Marias

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	25/03/2024	NXTM-DRS-EIA-ADA-A3-v00

8.2 ÁREA DE ESTUDO LOCAL

8.2.1 Meios Físico

A Área de Estudo Local do meio físico, seguindo o conceito supramencionado, corresponde ao recorte espacial baseado em critérios técnicos, abarcando a área de implantação das estruturas do Projeto e seu entorno para subsidiar os estudos de caracterização ambiental localmente.

Para a delimitação da AEL foram considerados os aspectos:

- *Área Diretamente Afetada do empreendimento pretendido;*
- *Sub-bacias hidrográficas;*
- *Cursos d'água do entorno do empreendimento;*
- *Configuração do relevo;*
- *Adensamento de receptores humanos;*
- *Trecho da planície fluvial do rio São Francisco.*

A referência principal para a definição dos limites da AEL do meio físico correspondeu aos contornos de bacias hidrográficas e cursos d'água que apresentam relação com as estruturas a serem implantadas. As bacias hidrográficas representam importantes limites geográficos e, portanto, delimitam espaços que apresentam características físicas semelhantes e correlacionadas.

Neste sentido, iniciando da porção leste para norte, os limites da AEL abrangeram a bacia hidrográfica do riacho da Consciência, passando pelo interflúvio do córrego da Lavagem, próximo a barragem do córrego da Lavagem. Deste, segue pelo córrego da Lavagem até a confluência com o córrego Espírito Santo, percorrendo, também, trecho de aproximadamente 2,33 km deste curso d'água. Na porção norte, os limites foram delimitados considerando os interflúvios de microbacias que contribuem tanto com o córrego Espírito Santo quanto com a margem direita do rio São Francisco, até transpor o rio, de forma a abarcar a ilha fluvial do Orlando. Na porção oeste (margem esquerda do rio São Francisco), um trecho da planície fluvial, de topografia suave, foi incorporado aos limites da AEL, assim como adensamentos de receptores tais como o Vila dos Albanos e Beira Rio, transpondo o rio São Francisco. Na porção sul da área de estudo local, a fim de abranger parte do perímetro urbano de Três Marias, nas proximidades da planta industrial da Nexa, utilizou-se como referência para delimitação um dos afluentes do córrego Barreiro Grande, assim como o limite de sua bacia hidrográfica.

Em maior evidência, têm-se na porção central da AEL as sub-bacias dos córregos Retiro Velho e Martinha, onde as estruturas do Projeto se encontram. A área de implantação do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial se encontra no interflúvio destas sub-bacias, de modo que

se espera que as principais influências decorrentes da implantação e operação do empreendimento tenderão a se concentrar nas porções de jusante, no sentido do fluxo das águas.

A AEL compreende, ainda, áreas antropizadas marcadas pela presença do Depósito de Rejeitos Murici – DRM, da planta industrial da Unidade Nexa Três Marias e de áreas com presença de potenciais receptores humanos (bairros residenciais na margem esquerda do rio São Francisco, Aldeia do Dourado, ilhas fluviais da Catuaba, do Periquito e do Orlando, além de parte da sede urbana do município de Três Marias).

A determinação dos limites da AEL considerou ainda, de modo secundário, a rede de monitoramento de hídrico, de qualidade do ar e de ruído atualmente executada pela Nexa no território.

A representação espacial da área da AEL para o meio físico é apresentada na Figura 8-2.

472700 475450 478200 480950

7994250 7991500 7988750 7986000

Rio São Francisco
Córrego Martinha
Córrego Retiro Velho
Córrego da Lavagem
Córrego Espírito Santo
Riacho da Consciência
Córrego Barreiro Grande
BR-040
Beira-Rio
Três Marias
São Gonçalo do Abaeté
Três Marias
Represa Três Marias
Morada Nova de Minas
① ② ③ ④
0 0,5 1 1,5 km

Legenda

- Localidades
- Rodovias Federais
- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes, perenes e sem classificação
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Físico

Estruturas

① DRM - Módulo Central
② Barragem Córrego da Lavagem
③ Dique de Segurança
④ Planta Industrial Nexa



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023); AEL, Estruturas, Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023/2020); Rodovias (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 8-2: Área de Estudo Local do Meio Físico para o Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	22/03/2024	NXTM-DRS-EIA-AELMF-A3-v00

8.2.2 Meio Biótico

Para o Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial, a Área de Estudo Local referente ao meio biótico abrange o trecho dos cursos d'água da microbacia dos Córregos Martinha, Córrego Retiro Velho e córrego Consciência, além de outras drenagens associadas e tributários diretos do rio São Francisco. A delimitação da AEL baseada na bacia se justifica em razão dos cursos d'água, especialmente o rio São Francisco limitarem o fluxo entre as populações da fauna (especialmente a terrestre) e flora local.

Para definição dos limites da AEL na porção nordeste os fragmentos florestais e as estradas municipais próximos a ADA foram os fatores utilizados como referência. No limite oeste, a delimitação tomou como referência a margem esquerda do rio São Franscisco, por ser um forte limitador de fluxo entre populações da fauna e, em alguma medida, da flora da região. Na porção leste, o limite foi definido a partir do córrego da lavagem que constitui um divisor de fragmentos florestais. Na direção sudeste o limite segue o vale que coincide com a margem do curso do córrego Consciência. E, por fim, a porção sul está definida a partir da rodovia BR-040 e pela margem direita do rio Barreiro Grande (no contato entre as áreas menos e mais antropizadas), os quais constituem importantes limites para populações da fauna.

A inclusão na AEL de fragmentos de vegetação nativa localizados no entorno da Área Diretamente Afetada – ADA pelo Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial é de suma importância para o contexto local, haja vista que a área está inserida no bioma Cerrado, o qual, apesar de ser considerado como "*Hotspot*" para a conservação da biodiversidade mundial, apresenta elevada antropização.

A Figura 8-3 apresenta a Área de Estudo Local do meio biótico para Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias.



Legenda

- Localidades
- Rodovias Federais
- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes, perenes e sem classificação
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Biótico

Estruturas

1. DRM - Módulo Central
2. Barragem Córrego da Lavagem
3. Dique de Segurança
4. Planta Industrial Nexa



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023), AEL; Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023); Rodovias Federais (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 8-3: Área de Estudo Local do Meio Biótico para o Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	22/03/2024	NXTM-DRS-EIA-AELMB-A3-v00

8.2.3 Meio Socioeconômico

A Área de Estudo Local do meio socioeconômico corresponde à área de implantação das estruturas do Projeto em licenciamento e à área de entorno, incluindo propriedades rurais, sede municipal e as localidades Aldeia do Dourado e loteamento Nova Esperança em Três Marias, além das localidades Vila dos Albanos e Beira Rio em São Gonçalo do Abaeté e Ilha da Catuaba, no rio São Francisco.

Como critérios observados para delimitação da AEL do meio socioeconômico tem-se:

- *Área Diretamente Afetada – ADA do empreendimento pretendido;*
- *Demanda por serviços e infraestrutura pública;*
- *Utilização de vias públicas e acessos compartilhados com comunidades do entorno;*
- *Limites das propriedades rurais no entorno do empreendimento (obtidos por meio de consulta ao Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural - SICAR e verificação em campo);*
- *Elementos naturais ou antropizados que se configuram como barreiras físicas;*
- *Comunidades potencialmente afetadas diretamente pelo empreendimento.*

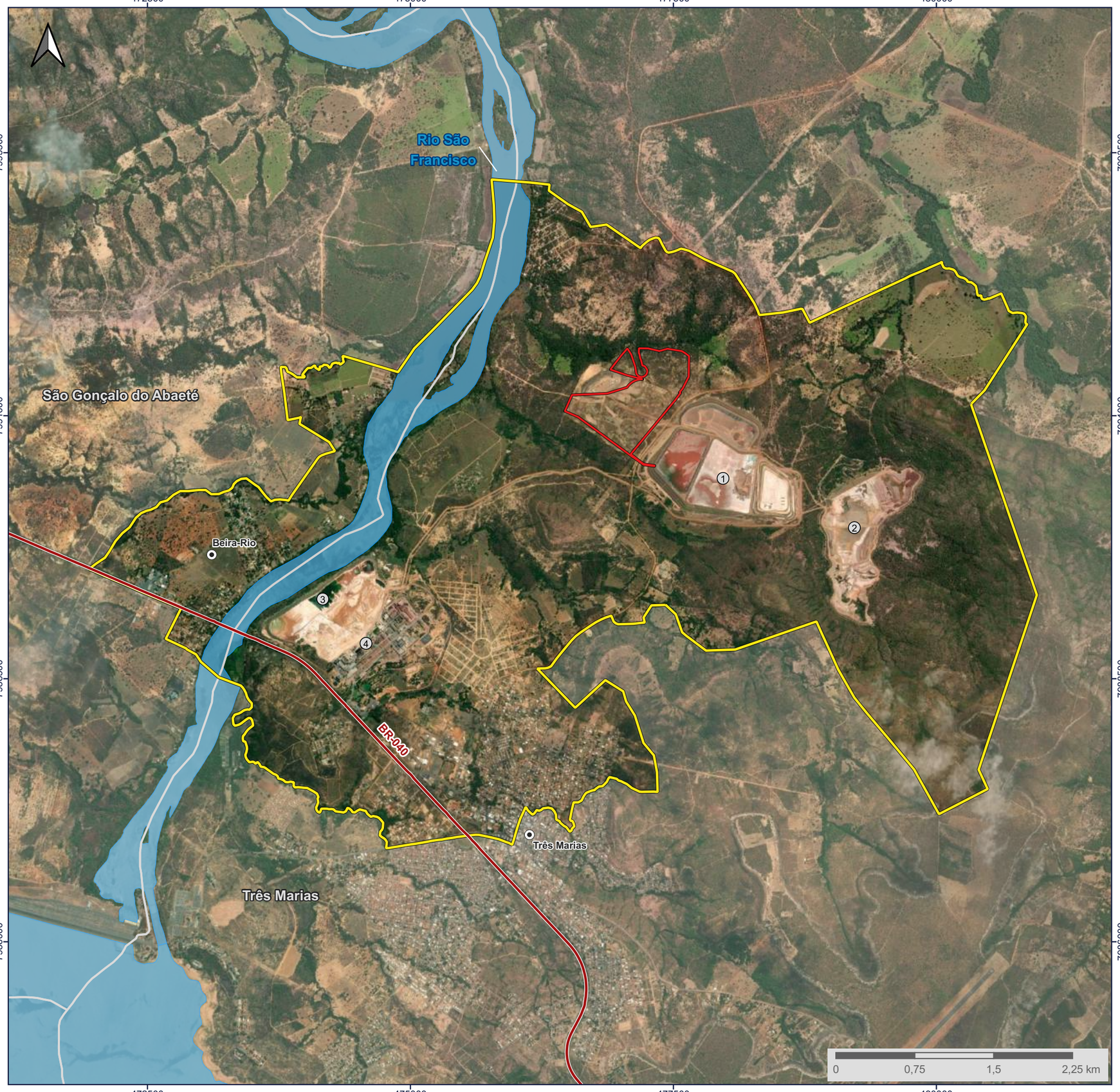
A delimitação da Área de Estudo Local – AEL contempla parte da sede municipal de Três Marias, que apresenta forte relação com as dinâmicas socioeconômicas atreladas às atividades da Nexa no município. Considerando que o Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial é uma ação estratégica necessária para a continuidade das operações da Nexa em Três Marias, a área foi delimitada contemplando locais onde potencialmente serão observadas as repercussões diretas e indiretas do empreendimento.

As propriedades rurais do entorno da ADA e a Aldeia do Dourado foram contempladas por serem os locais onde são potencialmente esperadas repercussões diretas do empreendimento.

A porção do território de São Gonçalo do Abaeté inserida na AEL, corresponde às localidades Vila dos Albanos, Beira-Rio e propriedades rurais às margens do rio São Francisco. Localizada no rio São Francisco, a Ilha da Catuaba foi inserida na AEL em função da proximidade com o empreendimento e, consequentemente, para o devido aprofundamento das possíveis repercussões que a implantação e operação do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial.

A Figura 8-4 apresenta a Área de Estudo Local do meio socioeconômico para o Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial. À norte, a delimitação geográfica da Área de Estudo Local compreende os limites das propriedades rurais vizinhas e a área antropizada da Aldeia do Dourado, seguindo à nordeste e oeste pela delimitação das propriedades rurais vizinhas ao imóvel de propriedade da Nexa, até o córrego Consciência. A partir do córrego Consciência, segue-se no sentido leste até a Estrada da Consciência, pela qual se segue até a malha urbanizada do distrito

Sede de Três Marias. O perímetro da AEL contorna a malha urbanizada do distrito sede, atravessa a BR-040 e segue a delimitação do território adensado, englobando a Vila da Mineira e seu entorno até a rodovia BR-040, sentido Noroeste até o município de São Gonçalo do Abaeté. Em São Gonçalo do Abaeté, o perímetro da AEL percorre os limites do bairro Beira Rio, seguindo à nordeste pelos limites das propriedades rurais às margens do rio São Francisco, incluindo a Vila dos Albanos. Ainda seguindo os limites das propriedades rurais em São Gonçalo do Abaeté, o perímetro da AEL segue até próximo à Ilha do Periquito e segue até o ponto inicial dessa descrição na Aldeia do Dourado, perfazendo assim o perímetro da Área de Estudo Local do meio socioeconômico.

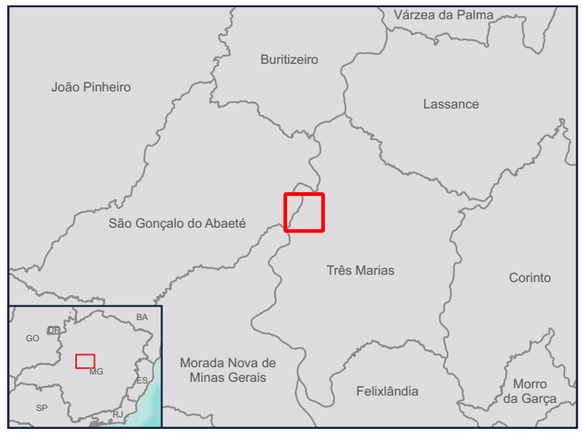


Legenda

- Localidades
- Rodovias Federais
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Socioeconômico

Estruturas

① DRM - Módulo Central
② Barragem Córrego da Lavagem
③ Dique de Segurança
④ Planta Industrial Nexa



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023), AEL, AER, , Curso d'água (Trust, 2023); Rodovias Federais (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 8-4: Área de Estudo Local do Meio Socioeconômico para o Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	22/03/2024	NXTM-DRS-EIA-AELMS-A3-v00

8.3 ÁREA DE ESTUDO REGIONAL

8.3.1 Meios Físico e Biótico

Em função da disponibilidade de dados para consolidação dos diagnósticos, decidiu-se por considerar a mesma Área de Estudo Regional para os meios físico e biótico.

A Área de Estudo Regional - AER compreende a porção do território onde é possível estabelecer uma contextualização dos aspectos ambientais relacionados aos Projeto e, também, obter informações a partir de dados secundários de bases de dados oficiais e estudos realizados na região delimitada.

Para a delimitação da AER do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial considerou-se, principalmente, os limites das bacias hidrográficas, bem como os compartimentos de relevo que delimitam estas bacias, marcos geográficos e ecossistemas que integram o espaço e que sejam alvo de estudos e obtenção de dados.

A área delimitada abrangeu grandes porções de sub-bacias hidrográficas localizadas no alto curso rio São Francisco, incluindo aproximadamente 23,4 km de seu leito. Os recortes ambientais mais expressivos utilizados na delimitação da área de estudo regional são os limites do relevo das bacias hidrográficas, deste modo a AER do Projeto inclui a leste as sub-bacias do córrego Lavagem e Espírito Santo, a sul dos córregos Barreiro Grande e Consciência e nas porções oeste e norte, microbacias de cursos d'água sem nome que drenam as margens esquerda e direita do rio São Francisco.

Estes limites são capazes de abarcar a influência do uso e ocupação do solo sobre os aspectos ecológicos da fauna, como as formações e tamanho dos fragmentos florestais e as diferentes fitofisionomias existentes.

Como elementos marcantes, a área inclui grandes porções de planícies fluviais das margens esquerda e direita do rio São Francisco, parte da mancha urbana do município de Três Marias e, na porção sudoeste, a área apresenta limites próximos ao barramento da Usina Hidrelétrica de Três Marias. De oeste para sul, a AER é interceptada pela rodovia BR040.

A representação espacial da área da AER para o meio físico é mostrada na Figura 8-5.

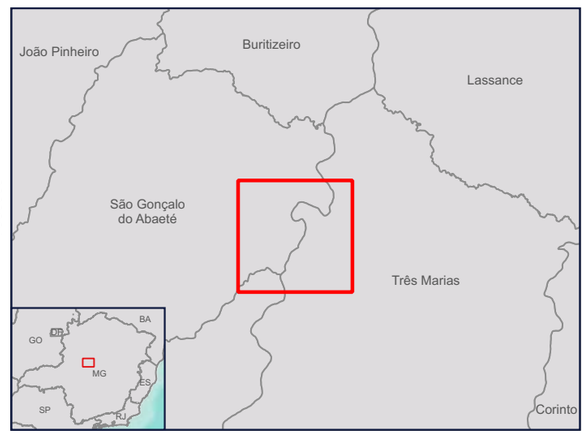


Legenda

- Localidades
- Rodovias Federais
- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes, perenes e sem classificação
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Regional (AER) do Meio Físico e do Meio Biótico

Estruturas

① DRM - Módulo Central
② Barragem Córrego da Lavagem
③ Dique de Segurança
④ Planta Industrial Nexa



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023); AER, Estruturas, Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023/2020); Rodovias (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 8-5: Área de Estudo Regional dos Meios Físico e Biótico para o Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial

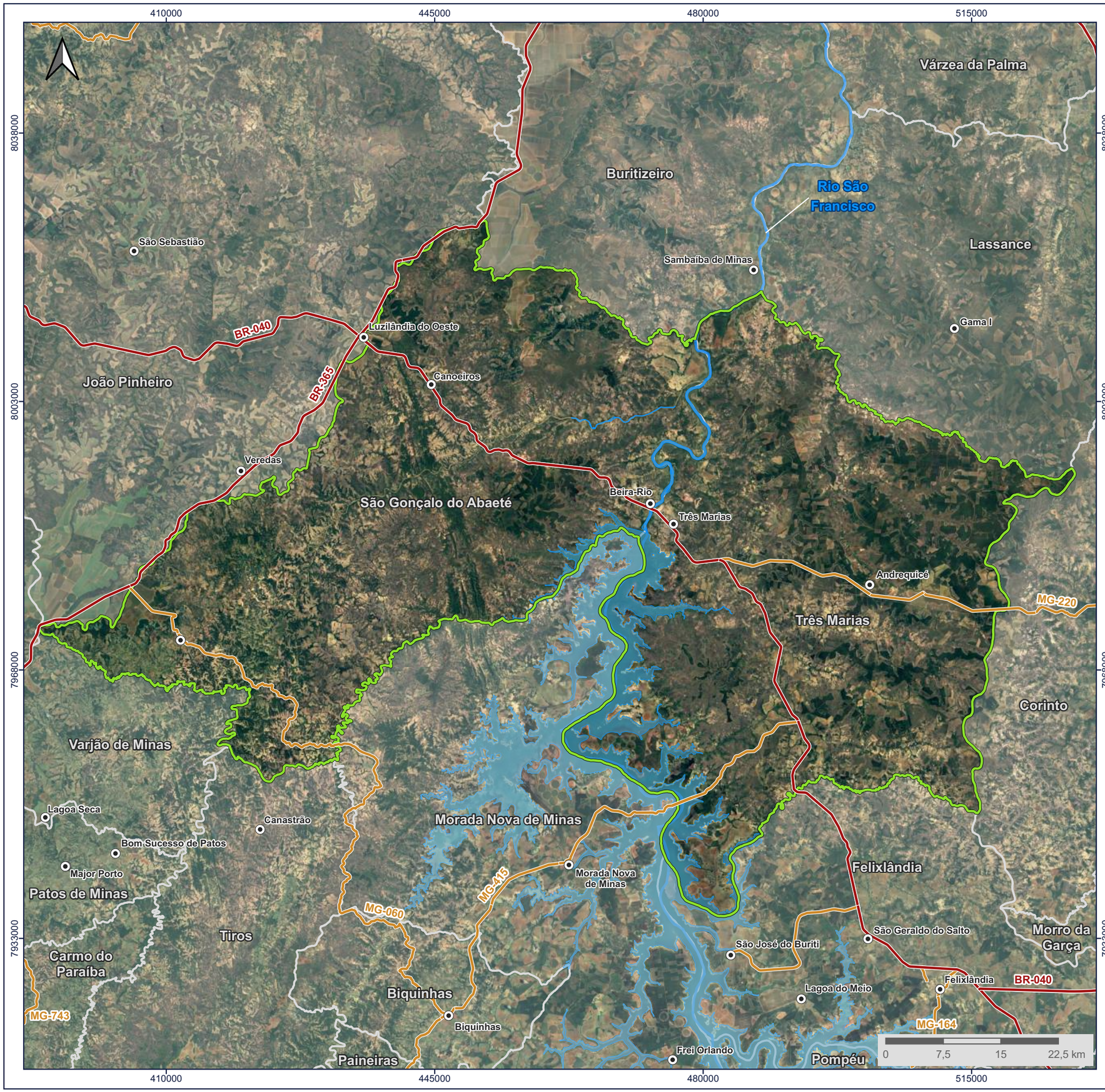
ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	22/03/2024	NXTM-DRS-EIA-AERMF-A3-v00

8.3.2 Meio Socioeconômico

O estudo na escala regional é uma análise realizada a partir do cruzamento de dados secundários, disponibilizados por fontes oficiais. Nesse contexto, o principal critério para delimitação dos limites geográficos da AER para o meio socioeconômico são as limitações das fontes de dados. Sendo assim, os limites geográficos da AER correspondem aos perímetros municipais de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté.

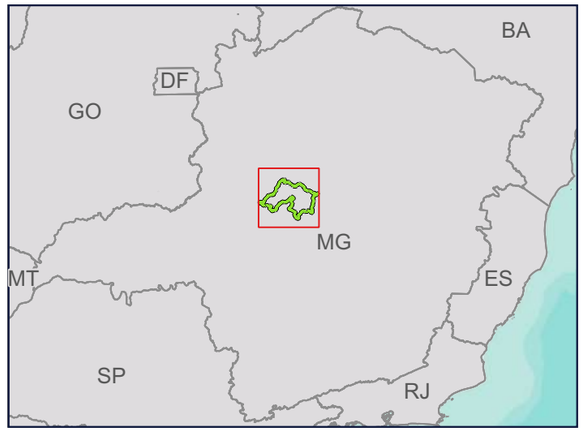
O município de São Gonçalo do Abaeté foi inserido na AER devido às possíveis repercussões que o empreendimento pode apresentar às dinâmicas socioeconômicas e socioespaciais na região do bairro Beira Rio e propriedades rurais às margens do Rio São Francisco, inseridas no território do município.

A Figura 8-6 apresenta a Área de Estudo Regional do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial, na Unidade da Nexa em Três Marias.



Legenda

- Localidades
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Rio São Francisco
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área de Estudo Regional (AER) do Meio Socioeconômico



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: AER, Cursod d'água (Trust, 2023); Rodovias Estaduais, Rodovias Federais (DNIT, 2022); Rio São Francisco (IGAM, 2021); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 8-6: Área de Estudo Regional do Meio Socioeconômico do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	22/03/2024	NXTM-DRS-EIA-AERMS-A3-v00

9 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

9.1 MEIO FÍSICO

As análises para o meio físico foram realizadas considerando diferentes fatores ambientais, e seguindo as solicitações do Termo de Referência Geral da SEMAD (Secretaria de Estado e Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável) de janeiro de 2023 para Elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

Assim, são apresentados diagnósticos para os seguintes temas:

- *Clima e Meteorologia;*
- *Qualidade do Ar;*
- *Mudanças Climáticas;*
- *Ruído Ambiental e Vibração*
- *Geologia;*
- *Geomorfologia;*
- *Susceptibilidade a Processos Erosivos;*
- *Pedologia e Aptidão Agrícola;*
- *Espeleologia;*
- *Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos;*
- *Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas;*
- *Áreas Contaminadas.*

De uma maneira geral, a metodologia para realização dos diagnósticos se baseou na análise de dados secundários, no levantamento de dados primários em campo e na análise de estudos e monitoramentos empreendidos pela Nexa na Unidade de Três Marias, cujos dados e relatórios foram disponibilizados pela empresa.

9.1.1 Clima e Meteorologia

9.1.1.1 Introdução

Este diagnóstico objetiva apresentar a caracterização das condições climatológicas e meteorológicas dominantes na região de inserção do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

A caracterização foi realizada com base na análise de dados das condições climatológicas e meteorológicas da região de inserção do projeto, envolvendo a avaliação do comportamento médio das variáveis temperatura, umidade do ar, radiação solar, velocidade e direção dos ventos, além da precipitação em escala histórica.

9.1.1.2 Metodologia

O desenvolvimento do diagnóstico de Clima e Meteorologia foi pautado, sobretudo, em dados secundários, obtidos tanto em estudos pré-existentes, quanto junto às instituições públicas como Agência Nacional das Águas (ANA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN/MCTI.

A dinâmica atmosférica regional, substanciada na identificação e descrição dos principais sistemas atmosféricos da área de inserção do projeto foi realizada com base em referencial bibliográfico, destacando-se os trabalhos de Nimer (1989).

A descrição do comportamento climático abrangendo as variáveis: temperatura, pluviometria, umidade relativa do ar, evaporação, insolação total, nebulosidade total e velocidade e direção do vento foi realizada de acordo com as normais climatológicas do INMET.

Para consolidação da caracterização local, foi desenvolvida uma análise sobre os dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET da estação climatológica convencional de Curvelo (código 83536) e da estação automática Três Marias (A528).

As informações pluviométricas foram obtidas a partir dos dados disponibilizados pela Agência Nacional das Águas – ANA e do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN/MCTI.

Das estações pluviométricas da ANA utilizaram-se: estação Canoeiros (código 1845021), localizada no município de São Gonçalo do Abaeté e estação Barra do Rio de Janeiro (código 1845027), localizada no município de Três Marias. Já do CEMADEN (código 316935601A) utilizou-se o pluviômetro automático Três Marias, localizado no município homônimo.

Estas estações pluviométricas foram utilizadas por estarem localizadas nos municípios em estudos e por apresentarem série histórica mínima de 30 anos, com exceção da estação pluviométrica do CEMADEM, que possui dados disponíveis dos últimos quatro anos.

Cabe mencionar que, embora a estação pluviométrica Três Marias (CEMADEN) não possua uma série histórica longa, foi importante a utilização desta estação para complementação dos dados a um período mais recente aos estudos realizados.

A Organização Meteorológica Mundial recomenda o emprego, sempre que possível, de série de dados meteorológicos correspondentes a, no mínimo, 30 anos consecutivos de registro, que em

geral, são considerados suficientes para a caracterização climática de uma área. Por este motivo, para a série de 30 anos da área de estudo, utilizou-se as normais climatológicas preparadas pelo INMET, no período entre 1991 e 2020, da estação Curvelo.

Cabe mencionar que a estação convencional de Curvelo se encontra a uma distância média de 100 km da área do empreendimento, contudo os dados desta estação foram necessários para compor a análise da série histórica de 30 anos, visto que a estação automática de Três Marias não apresenta 30 anos de série histórica. Assim, a série de 30 anos de registros disponíveis para a estação de Curvelo ajudaram a consolidar o panorama climatológico local.

A rosa dos ventos foi elaborada no *software* WR PLOT View 7.0, utilizando-se as informações disponibilizadas pelo INMET (estações Curvelo e Três Marias).

A Tabela 9-1 apresenta as estações de referência adotadas para elaboração do diagnóstico. Destaca-se que, sempre que possível, foram adotados para análise os dados da estação Três Marias. Os dados da estação climatológica de Curvelo complementaram a análise para variáveis meteorológicas não disponíveis para a estação Três Marias, e foi privilegiado o uso das normais climatológicas para o período entre 1991 e 2020.

Tabela 9-1: Estações climatológicas e pluviométricas de referência

Estação	Instituição	Código OMM	Coordenadas UTM (Zona 23S | Datum SIRGAS2000)		Altitude (m)	Período de dados	Parâmetros meteorológicos
			mE	mN			
Curvelo (convencional)	INMET	83536	557.974	7.926.744	668,26	1991 a 2020	Temperatura, umidade relativa, precipitação, insolação e nebulosidade.
Três Marias (automática)*	INMET	A528	451.375	7.987.531	931,01	Jan/2007 a Dez/2020	Temperatura, umidade relativa, precipitação, pressão atmosférica e radiação solar.
Canoeiros	ANA	1845021	444.963	8.005.311	-	Jan/1991 a dez/2020	Precipitação
Barra do Rio de Janeiro	ANA	1845027	489.411	8.014.237	-	Jan/1991 a dez/2020	Precipitação
Três Marias	CEMADEN	316935601A	475.885	7.987.364	-	Abr/2018 a dez/2022	Precipitação

*A estação Três Marias está, na verdade, localizada no município de São Gonçalo do Abaeté.

9.1.1.3 Resultados

9.1.1.3.1 Caracterização Regional

O estado de Minas Gerais apresenta uma geografia peculiar, possuindo diferentes complexos topográficos como as serras da Mantiqueira, da Canastra e do Espinhaço e não faz fronteira com o oceano. Segundo REBOITA *et al.* (2015) essas características influenciam diretamente o clima, pois a distância do oceano contribui para uma maior amplitude do ciclo diurno da temperatura do ar.

Já a topografia, com altitudes variando entre 75 e 2.890 m, aproximadamente, favorece o desenvolvimento de circulações de mesoescala (brisa de vale e montanha), que influenciam a direção e a intensidade do vento, e condições úmidas a barlavento das áreas montanhosas e secas a sotavento destas. Além disso, áreas com maior elevação possuem temperaturas mais baixas que aquelas mais próximas ao nível médio do mar.

A dinâmica climática se origina de circulações globais, como as células de circulação atmosférica tropical e os sistemas frontais (fatores dinâmicos) e de suas interações com a continentalidade tropical e a topografia regional (fatores estáticos), bastante acidentada.

A área de estudo se insere nos domínios de altas latitudes das zonas tropicais, próximo ao Trópico de Capricórnio e na latitude aproximada de 18°S 00''. Essa posição indica que atuam sobre a região sistemas atmosféricos tropicais, equatoriais e extratropicais, sendo os principais: o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), o Anticiclone Polar do Atlântico Sul (APAS), as Frentes Frias (FF) e outros sistemas ciclonais, como a Alta da Bolívia (AB).

O Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul tem dominância temporal de atuação, ainda que exerça maior influência em meados do ano. Sob influência do ASAS, passam-se períodos de estabilidade atmosférica com tempos ensolarados e baixa nebulosidade (NIMER, 1989), ainda que condições de tempo instável possam se estabelecer, geradas pela convecção em função do grande aquecimento da superfície; situação mais recorrente na primavera/verão.

Ao longo do ano, os períodos de estabilidade são interrompidos principalmente por influência das Frentes Frias (FFs) que se deslocam para o Equador com direção noroeste/sudeste (ABREU, 1998), sendo que as incursões das FFs são mais frequentes no inverno. As FFs precedem o APAS, responsável pelas temperaturas mais baixas registradas no inverno.

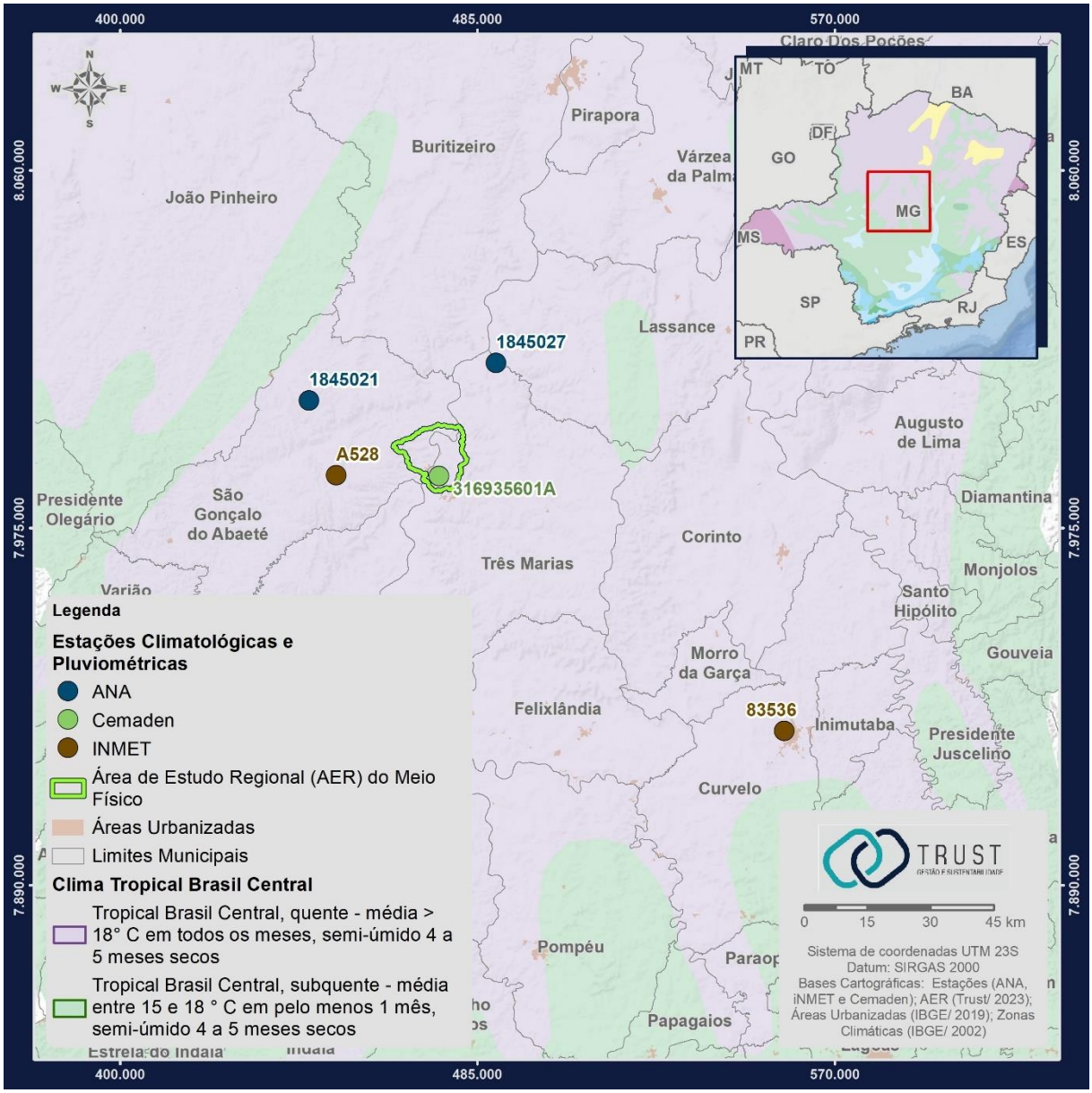
A ZCAS, provavelmente estabelecida quando da interação entre Linhas de Instabilidades e Frentes Frias (ABREU, 1998), é a principal modeladora das chuvas na região, atuando desde o final da primavera até início do outono. A ZCAS é responsável por transportar a umidade produzida na Amazônia para as regiões Sudeste e Sul do Brasil, provocando chuvas durante dias contínuos. Caracteriza-se como uma banda de nebulosidade e precipitação, com orientação

noroeste/sudeste, que se estende desde o sudeste da Amazônia até o sudoeste do Oceano Atlântico Sul.

Nos últimos anos e, em especial no período chuvoso dos anos 2016/2017, diversas regiões do Brasil, incluindo o centro-norte de Minas Gerais apresentaram chuvas abaixo das médias históricas. Este fato está certamente associado a uma ausência de episódios bem configurados da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e, também, à redução de sua frequência. Não se conhece, ainda, os fenômenos climatológicos que influenciam a ocorrência e a configuração da ZCAS, mas acredita-se que possam estar associados à Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) e eventos ENOS (El-Niño Oscilação Sul).

De acordo com as classes de clima definidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2002), a região de interesse (Figura 9-1) está sob influência do clima tropical quente semiúmido, que apresenta de quatro a cinco meses secos, temperaturas médias superiores a 18°C e distinguem-se em dois períodos: estação chuvosa, bem definida de novembro a março, com umidade relativa do ar elevada e maiores índices de precipitação; e estação seca, em geral de maio a setembro. Os meses de abril e outubro caracterizam-se como as transições entre as referidas estações, sendo o ano hidrológico na região definido de novembro a março.

Figura 9-1: Localização do empreendimento em relação ao mapa de Clima do Brasil, segundo IBGE (2002)



Fonte: modificado de IBGE, 2002

De modo geral, a região de Três Marias está submetida, durante todo o ano, à ação do anticiclone semifixo do Atlântico Sul, que provoca ventos predominantes oriundos de Leste e Nordeste (REBOITA et al., 2015). Os totais de precipitação são maiores no verão devido tanto à atividade convectiva local quanto à ocorrência dos sistemas da Monção Sul-Americana (MSA), sendo que nessa época a precipitação é quase 60% do total anual.

As menores temperaturas mínimas são registradas no inverno e a atuação do setor oeste do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) sobre as regiões sul e sudeste do Brasil nessa época contribui para movimentos subsidentes, o que inibe a convecção e propicia céu claro. Com

isso, há grande perda radiativa durante à noite implicando em baixos valores de temperatura mínima (REBOITA *et al.*, 2015).

Por outro lado, a região apresenta maiores valores de temperatura máxima no verão e na primavera. A primavera apresenta-se quente devido a ocorrência de céu menos nebuloso. Quando o céu é menos nebuloso mais radiação solar consegue atingir a superfície, facilitando o aquecimento dessa e do ar adjacente (REBOITA *et al.*, 2015).

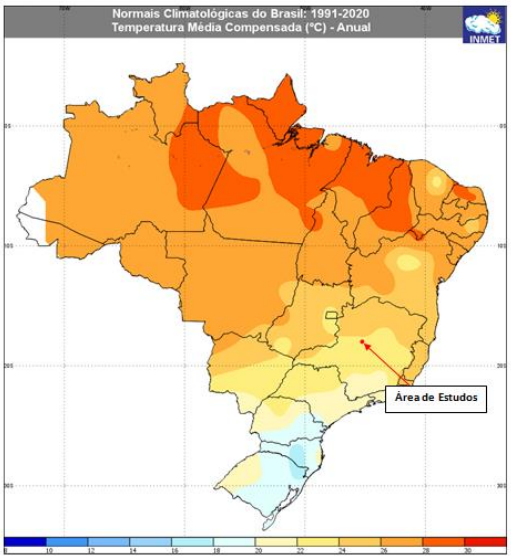
9.1.1.3.2 Caracterização Local – Análise dos Parâmetros Meteorológicos

9.1.1.3.2.1 Temperatura e Radiação

A Figura 9-2, Figura 9-3 e Figura 9-4 apresentam as isotermas médias, mínimas e máximas anuais compiladas pelo INMET com base nos dados das Normais Climatológicas da rede de estações distribuídas no território nacional, para o período de 1991 a 2020. Trata-se do conjunto de temperaturas médias medidas na rede de estações meteorológicas do INMET.

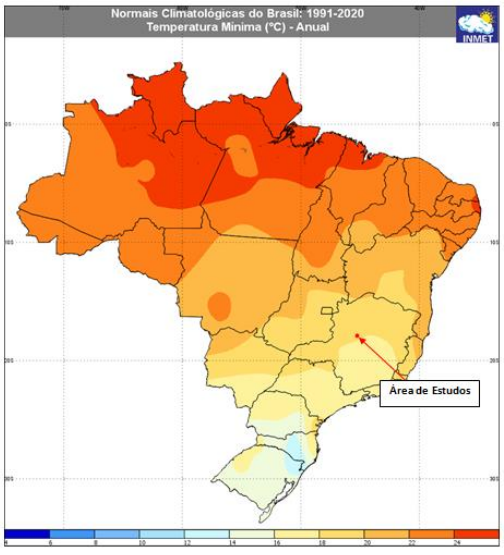
Observa-se no mapa de distribuição espacial das isotemperaturas médias anuais que a faixa de temperatura de 22 a 24°C domina sobre a área do empreendimento. Com relação às isotemperaturas mínimas anuais domina a faixa de temperatura de 18 a 20°C e, para as isotemperaturas máximas anuais, a faixa de temperatura de 31 a 33°C.

Figura 9-2: Isotermas médias anuais



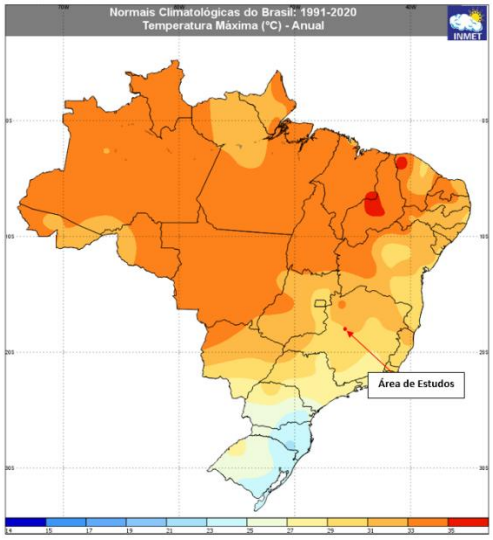
Fonte: INMET, 2023.

Figura 9-3: Isotermas mínimas anuais



Fonte: INMET, 2023.

Figura 9-4: Isotermas máximas anuais



Fonte: INMET, 2023.

Analisando-se os dados da série Normal Climatológica (1991 a 2020) para a estação Curvelo e os dados da estação automática Três Marias (2002 a 2020), verifica-se que as duas estações possuem as maiores médias de temperaturas nos meses de setembro e outubro e em fevereiro e março. A estação Curvelo apresentou as maiores temperaturas quando comparadas com a estação Três Marias (Gráfico 9-1), com valores coerentes com as isotermas máximas anuais.

Em ambas as estações, as menores temperaturas ocorrem em junho e julho (Gráfico 9-2), e a média do período apresenta valores próximos, sendo 23,1°C para a estação Curvelo e 22,1°C para a estação Três Marias, correspondendo à faixa representada acima nas isotermas médias (Gráfico 9-3).É provável que a altitude da estação Três Marias (931,01 m) em relação à estação Curvelo (668,26 m) influencie o comportamento da temperatura.

Com relação à radiação, verifica-se que os meses que apresentam os maiores índices de radiação, coincidem com os meses de maior temperatura, ou seja, setembro e outubro (Gráfico 9-4).

Gráfico 9-1: Temperatura Máxima estações Curvelo e Três Marias

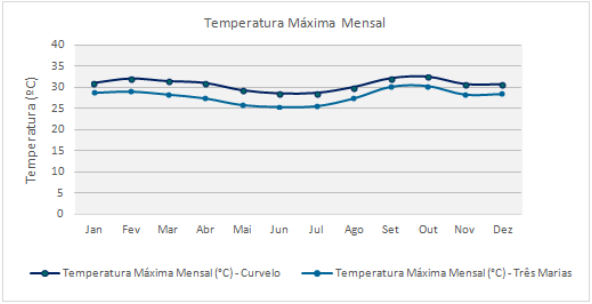
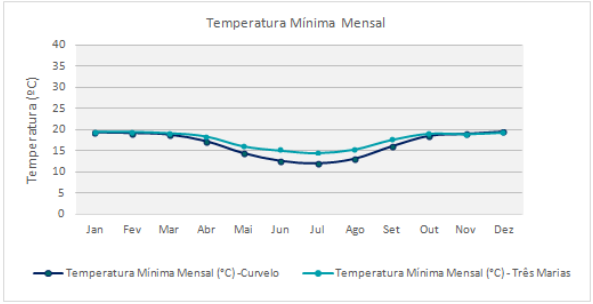
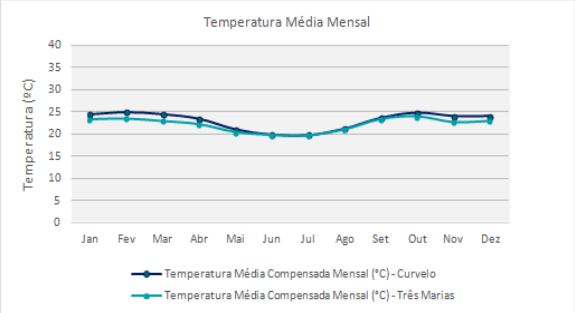


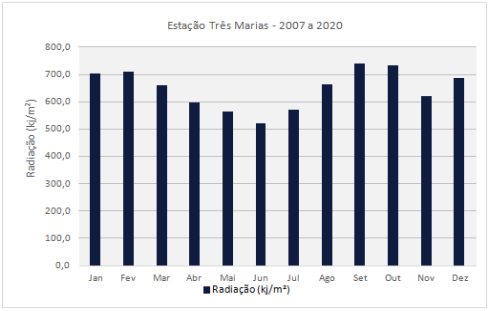
Gráfico 9-2: Temperatura Mínima estações Curvelo e Três Marias



| Gráfico 9-3: Temperatura Média estações Curvelo e Três Marias



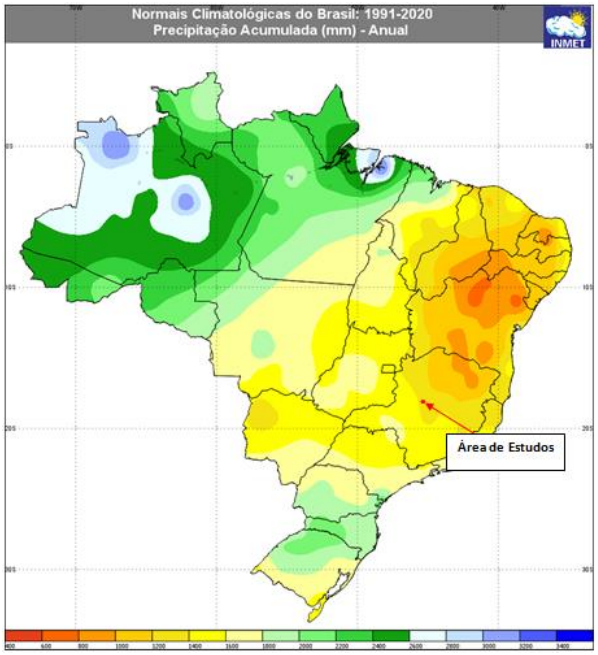
| Gráfico 9-4: Radiação estação Três Marias



9.1.1.3.2.2 Precipitação Pluviométrica

Avaliando a distribuição espacial da chuva na região do empreendimento (Figura 9-5), verifica-se que os totais pluviométricos acumulados ficam entre 1.200 e 1.400 mm. A média acumulada da precipitação tanto da estação Curvelo quanto da estação Três Marias apresenta valores próximos de 1.200mm.

| Figura 9-5: Chuva acumulada (mm) Médias anuais



Fonte: INMET, 2023.

Os registros pluviométricos da estação Curvelo no período entre 1991-2020 (Gráfico 9-8), mostram que, em média, entre os meses de novembro e março, chove 85% dos totais pluviométricos anuais. Os meses com os maiores acumulados pluviométricos são dezembro e janeiro com, aproximadamente, 264,8 e 201,0 mm, respectivamente. No período de estiagem, que ocorre nos meses de junho a agosto, não chegam a 10 mm.

Os registros históricos da estação Três Marias no período entre 2007-2020 (Gráfico 9-6) mostram que o regime pluviométrico se comporta de maneira muito semelhante à estação Curvelo, sendo novembro a janeiro os meses mais chuvosos. Da mesma forma que a estação Curvelo, os valores de precipitação do período de estiagem da estação Três Marias (junho a agosto) não ultrapassa 10mm.

As estações pluviométricas Canoeiros e Barra do Rio de Janeiro, também demonstraram um comportamento similar, quando comparado às estações Curvelo e Três Marias. A média acumulada de ambas as estações pluviométricas está próxima de 1.200 mm.

A estação pluviométrica Canoeiros, localizada em São Gonçalo do Abaeté, apresenta os meses de novembro e dezembro como os meses mais chuvosos e junho a agosto como os meses mais secos (Gráfico 9-7). Já a estação Barra do Rio de Janeiro, localizada em Três Marias, apresenta dezembro e janeiro como os meses mais chuvosos e os meses os meses de junho a agosto como os meses mais secos (Gráfico 9-8).

O pluviômetro Três Marias (CEMADEN), localizado no município homônimo, apresentou os meses de novembro a fevereiro como os meses chuvosos, destacando-se dezembro e fevereiro como os meses de maior precipitação. Da mesma forma que as outras estações analisadas, os meses de junho a agosto foram os meses mais secos, com precipitação inferior a 1mm (Gráfico 9-9).

Gráfico 9-5: Estação Curvelo - Precipitação Acumulada Mensal (2008 a 2020)

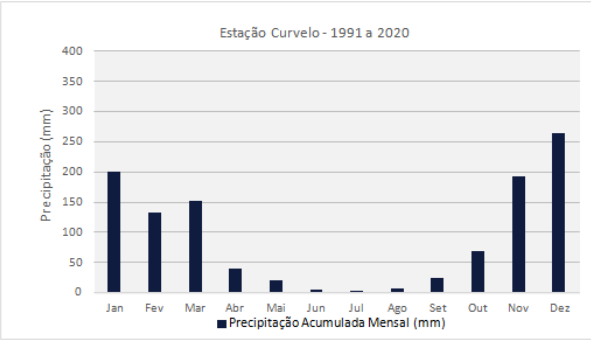


Gráfico 9-6: Estação Três Marias - Precipitação Acumulada Mensal (2007 a 2020)

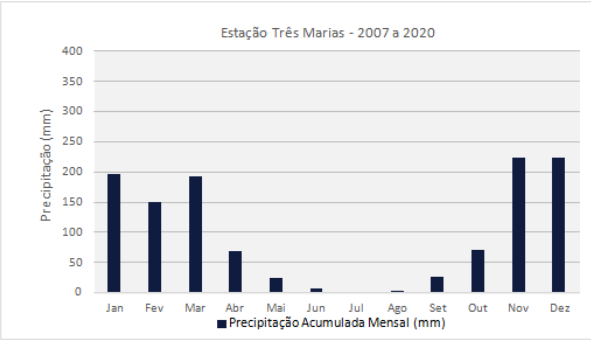


Gráfico 9-7: Estação Pluviométrica Canoeiros Precipitação Acumulada Mensal (1991 a 2020)

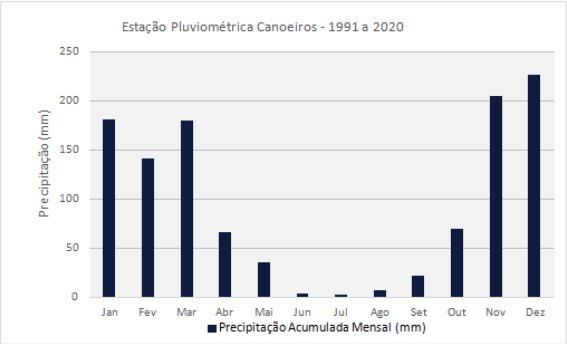


Gráfico 9-8: Estação Pluviométrica Barra do Rio de Janeiro - Precipitação Acumulada Mensal (1991 a 2020)

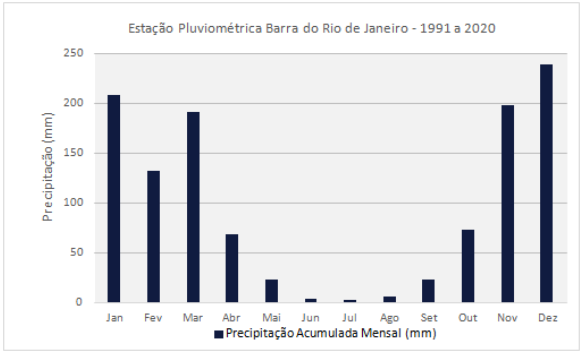
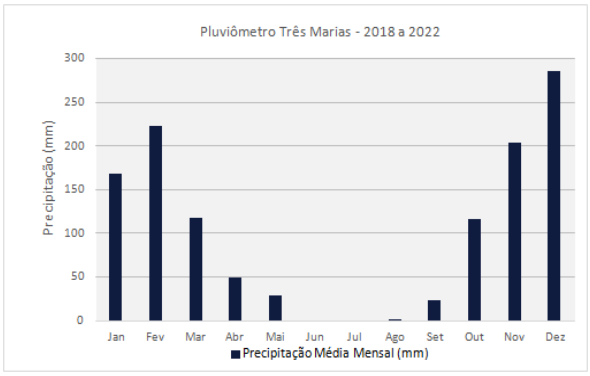
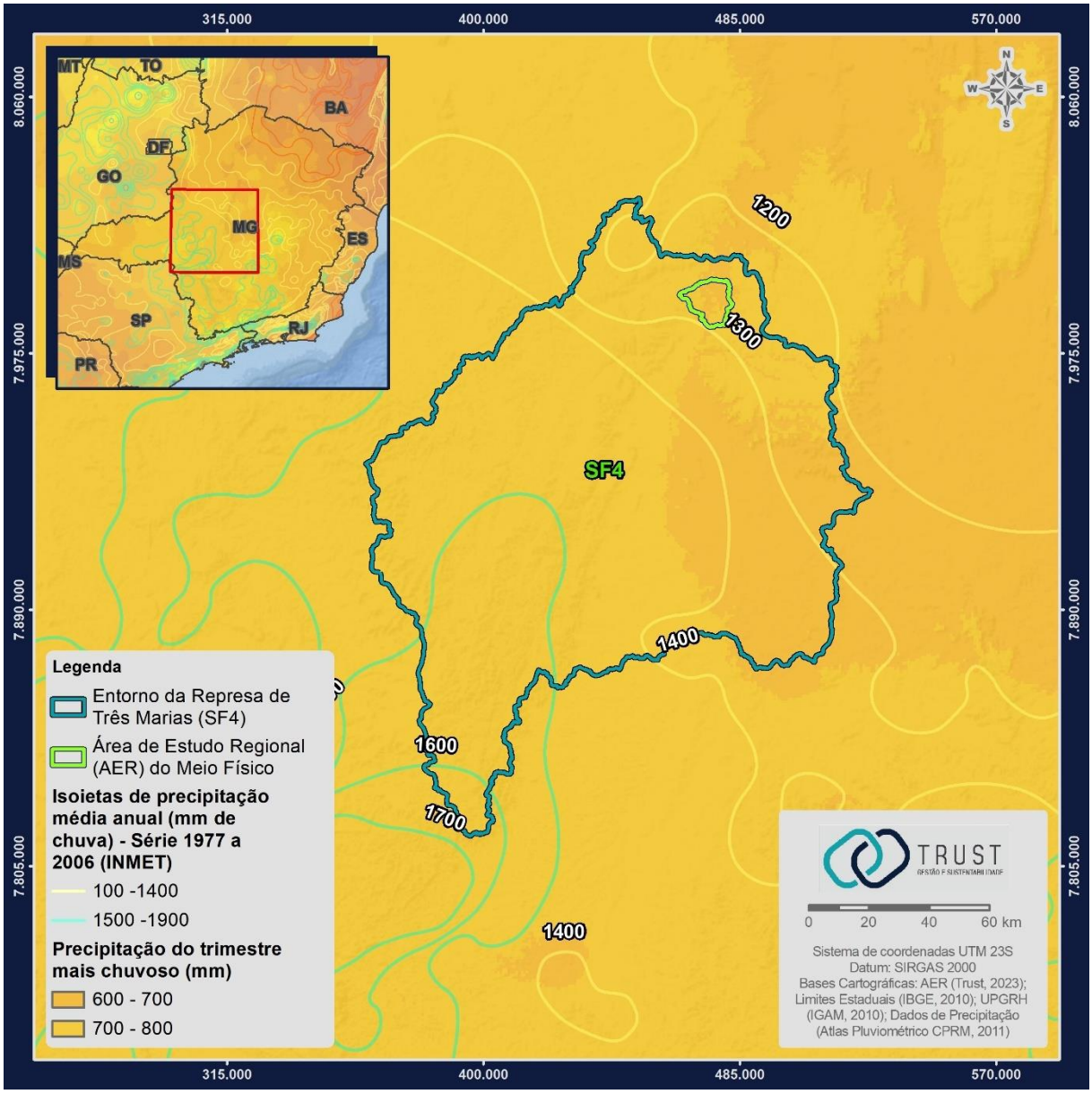


Gráfico 9-9: Pluviômetro Três Marias (CEMADEN) Precipitação Média Mensal (2018 a 2022)



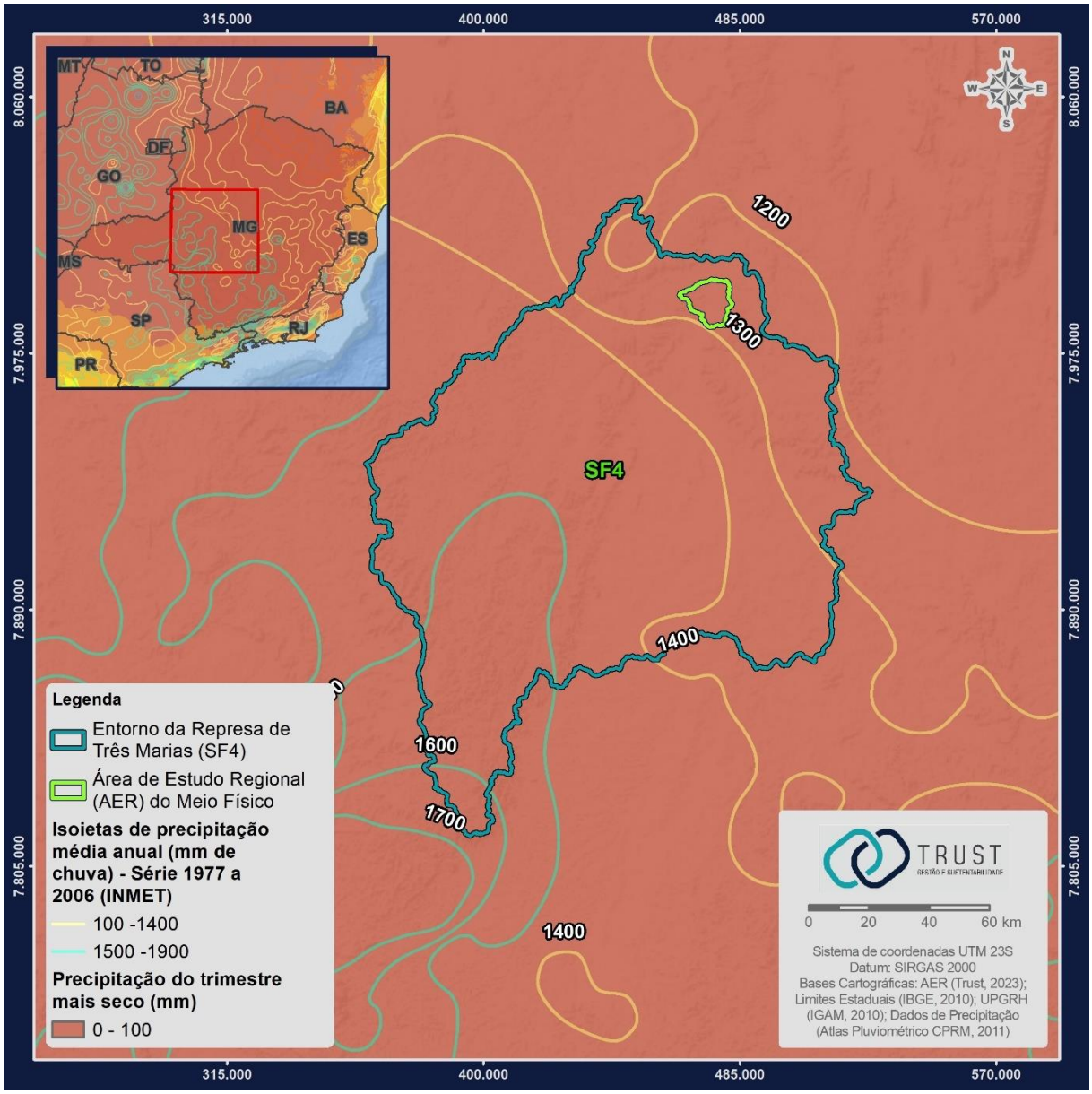
Em relação ao comportamento sazonal da pluviosidade da Área de Estudo Regional e sua contextualização na bacia hidrográfica do rio São Francisco são apresentadas, nas figuras a seguir, os dados de precipitação do trimestre mais chuvoso e mais seco, de acordo com os dados de precipitação do WorldClim/DPI – INPE. Como pode ser observado na Figura 9-6, durante o trimestre mais chuvoso do ano, a AER apresenta, em sua maioria, uma média de precipitação de 700 a 750 mm, ao passo que no período seco (Figura 9-7) os acumulados diminuem consideravelmente, passando a ter registros de 0 a 20 mm.

Figura 9-6: Precipitação do trimestre mais chuvoso



Fonte: elaborado a partir de WorldClim/DPI – INPE, 2023

Figura 9-7: Precipitação do trimestre mais seco



Fonte: elaborado a partir de WorldClim/DPI – INPE, 2023

9.1.1.3.2.3 Nebulosidade e Pressão Atmosférica

Analisando-se as informações das estações climatológicas e pluviométricas, verifica-se que o mês de julho é o mês com menor acumulado pluviométrico. Neste período ocorre maior atuação dos sistemas anticiclonais (ASAS e APAS), além do registro dos menores índices de nebulosidade (Gráfico 9-10) devido à estabilidade climática e maior pressão atmosférica (Gráfico 9-11).

Os períodos com tendências maiores de nebulosidade são observados nos meses de maior precipitação e maiores temperaturas.

Os menores índices de pressão atmosférica detectados durante o período chuvoso indicam instabilidade atmosférica, sendo novembro o mês com a menor média de pressão (909,5 hPa, na

estação Três Marias). Os meses que apresentam os menores valores de pressão atmosférica, indicativo de instabilidade, estão relacionados aos de altos índices de nebulosidade registrados na estação de Curvelo, sobretudo entre os meses de outubro a março, com 0,5 a 0,6 décimos de partes de céu coberto.

Gráfico 9-10: Nebulosidade Estação Curvelo

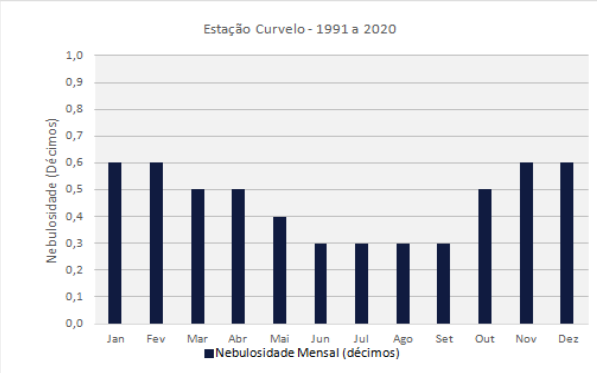
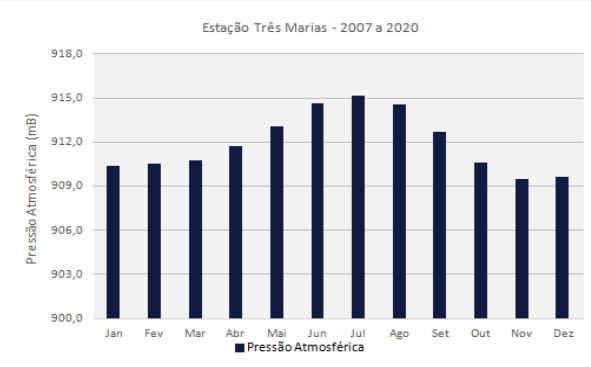


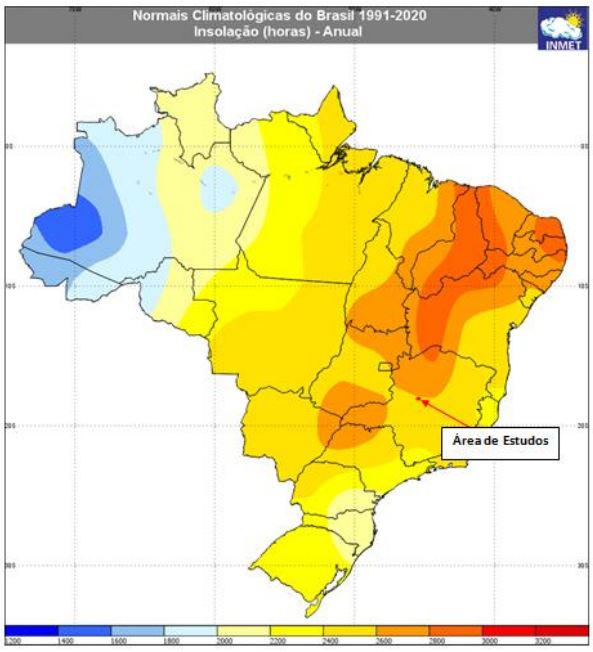
Gráfico 9-11: Pressão Atmosférica Estação Três Marias



9.1.1.3.2.4 Insolação

A insolação corresponde ao intervalo efetivo de horas em que há brilho solar. A Figura 9-8 mostra a distribuição espacial da insolação elaborada pelo INMET. Observa-se que a insolação total na Normal Climatológica (1991 a 20120) esperada sobre a área do projeto é de aproximadamente 2.400 a 2.600 horas por ano.

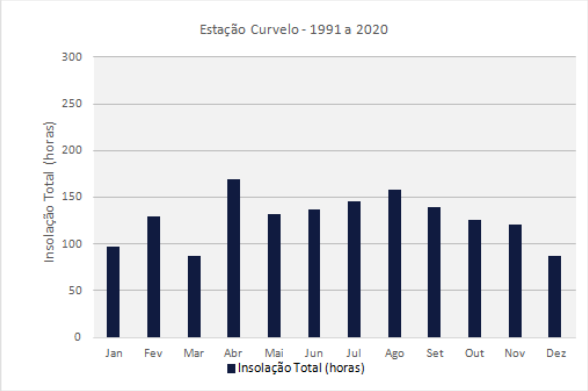
Figura 9-8: Distribuição Espacial da Insolação



Fonte: INMET, 2023.

O Gráfico 9-12 apresenta o comportamento esperado para a insolação, indicando uma tendência de maior duração do brilho solar durante os meses em que há menor nebulosidade, o que facilita o alcance da superfície terrestre. Os maiores valores de insolação são observados nos meses de abril (168,7 horas de brilho solar) e agosto (158,0 horas de brilho solar); enquanto o menor valor é registrado no mês de dezembro (86,6 horas de brilho solar) no verão.

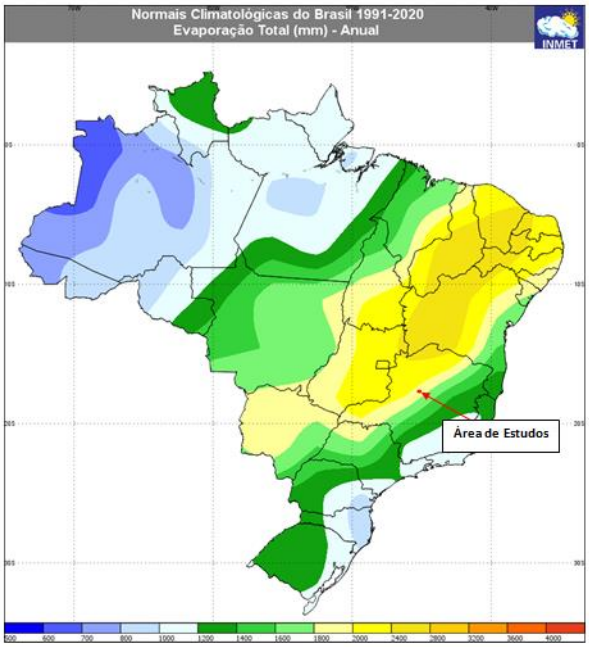
| Gráfico 9-12: Insolação Total Mensal
Estação convencional de Curvelo



9.1.1.3.2.5 Evaporação

Em relação à análise da evaporação, segundo normais climatológicas (INMET – 1991 a 2020), observa-se que a evaporação média anual sobre a região do projeto é da ordem de 1800 mm a 2.000 mm. A Figura 9-9 apresenta as médias anuais da evaporação total com indicação da área do Projeto.

| Figura 9-9: Evaporação Total (mm) médias anuais

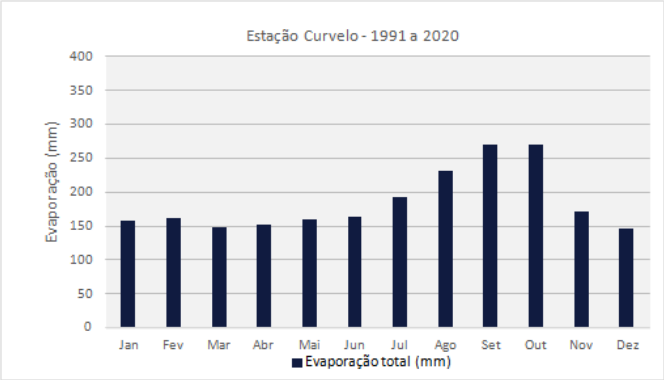


Fonte: INMET, 2023

O Gráfico 9-13 apresenta os dados de evaporação total (mm) mensais considerando como fonte de dados a estação Curvelo. Estes dados demonstram que os maiores registros guardam uma tendência climatológica de ocorrer nos meses de agosto, setembro e outubro. Neste período, o crescente aumento da radiação solar incidente sobre o hemisfério sul, combinado à nebulosidade ainda baixa, favorecem a entrada de radiação de ondas curtas (menos obstáculos para chegar à superfície) forçando a evaporação do vapor d'água presente na atmosfera. Esta situação contrasta fortemente com aquela verificada entre dezembro e fevereiro, onde há o aumento da nebulosidade.

Registra-se que os valores de evaporação foram apresentados apenas para a estação Curvelo, pois a estação Três Marias não monitora este parâmetro meteorológico.

Gráfico 9-13: Evaporação Total Estação Curvelo



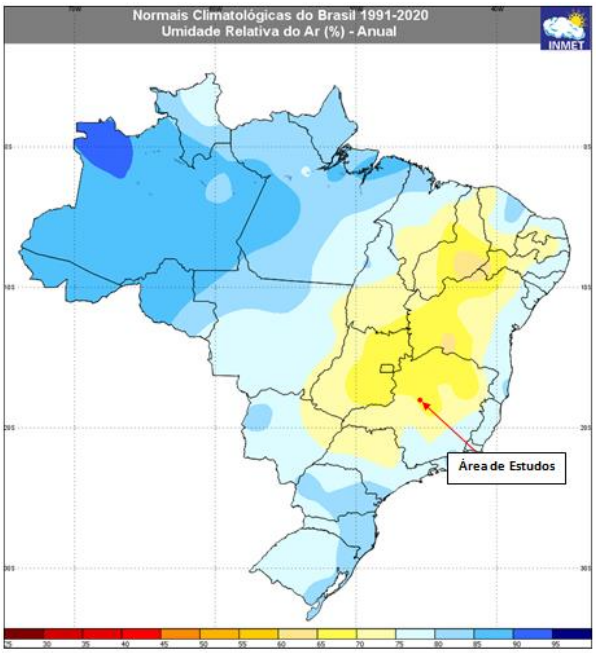
9.1.1.3.2.6 Umidade Relativa do Ar

A Figura 9-10 apresenta a distribuição espacial da umidade relativa média anual sobre o estado de Minas Gerais, realizado com a série das Normais Climatológicas do INMET (1991 a 2020). Observa-se que a umidade sobre a área do projeto oscila entre 65% e 70%.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o nível ideal de umidade relativa do ar para a saúde humana, pode variar entre 50% e 60%, estando a região com valores acima do recomendado. Esta umidade do ar, na região estudada, tem influência da UHE Três Marias e do rio São Francisco.

Na estação Três Marias, verifica-se que, mesmo o mês mais seco (setembro), a umidade relativa do ar apresenta valor próximo de 50%, não muito abaixo do recomendado pela OMS (Gráfico 9-14).

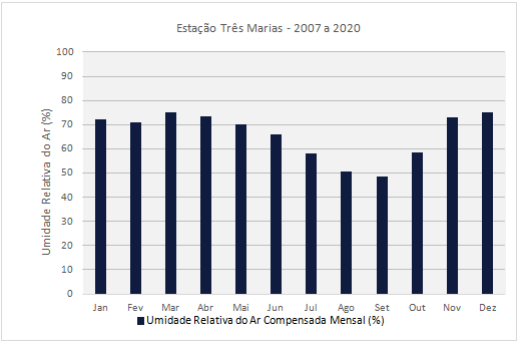
| Figura 9-10: Distribuição Espacial da Umidade Relativa do Ar



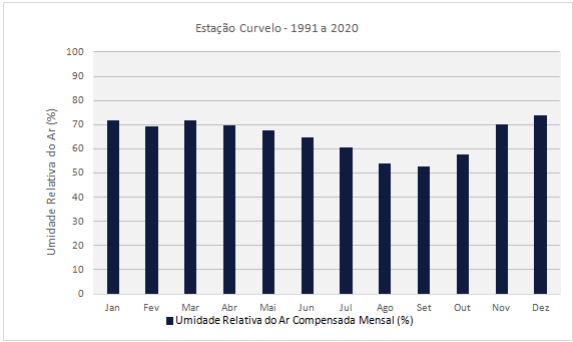
Fonte: INMET, 2023.

Os dados da estação Três Marias (Gráfico 9-14) e da estação Curvelo (Gráfico 9-15) mostram que o comportamento da umidade relativa do ar tende a ser mais elevado nos períodos correspondentes aos maiores acumulados de chuva e às maiores temperaturas, que favorecem a saturação do ar. Nos meses de agosto e setembro observam-se a diminuição e transição em direção ao aumento da temperatura.

| Gráfico 9-14: Umidade Relativa do Ar Estação Três Marias



| Gráfico 9-15: Umidade Relativa do Ar Estação Curvelo



9.1.1.3.2.7 Ventos

De modo geral, os ventos na região de inserção do empreendimento apresentam proveniência predominante do quadrante leste, especificamente NE/E/SE, de acordo com os dados da estação Três Marias. A velocidade predominante nessa estação varia de 2,1 a 5,7 m/s, que é descrito como Aragem ou Fraco, segundo a escala Beaufort. Ventos de até 8,8 m/s foram registrados durante o

período de 2007 a 2020 na estação Três Marias, no entanto, eles não são frequentes, e são provenientes, geralmente, dos sentidos sudeste e nordeste.

A estação Curvelo apresenta direção preferencial NE/E, e, diferentemente da estação Três Marias, frequências de direção NNO. Ambas as estações registram calmaria de 6% do tempo analisado, aproximadamente. A Figura 9-11 e a Figura 9-12 apresentam a rosa dos ventos para a estação Três Marias e estação Curvelo.

Figura 9-11: Velocidade e direção dos ventos na estação Três Marias (2007-2020)

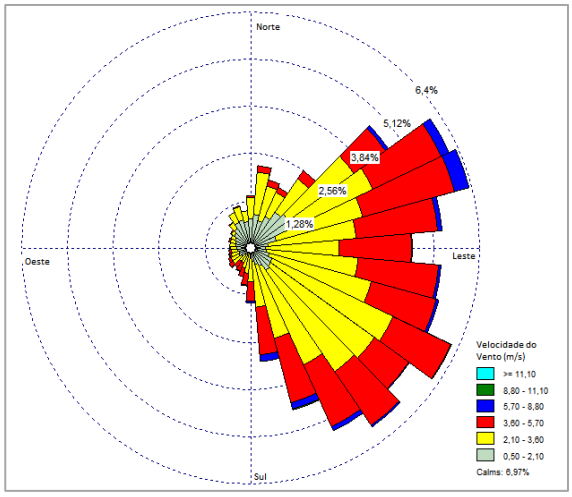
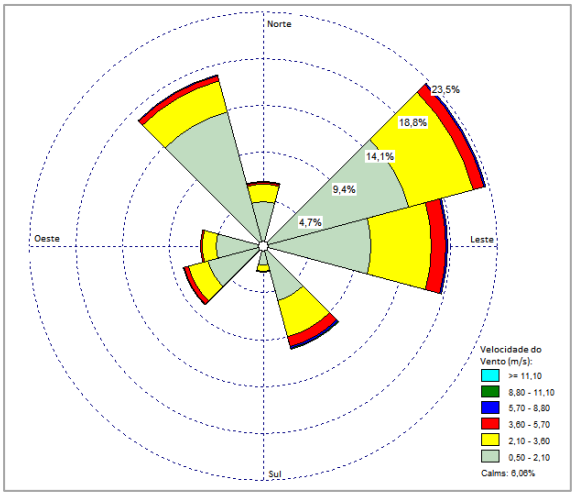


Figura 9-12: Velocidade e direção dos ventos na estação Curvelo (1991-2020)



9.1.1.4 Síntese Conclusiva

O clima da região do empreendimento, segundo a classificação do IBGE (2002), está sob influência do clima tropical quente semiúmido, que apresenta de quatro a cinco meses secos, temperaturas médias superiores a 18°C e distinguem-se em dois períodos: estação chuvosa, bem definida de novembro a março, com umidade relativa do ar elevada e maiores índices de precipitação; e estação seca, em geral de maio a setembro.

A média anual de chuva registrada na estação Três Marias é de 1.186,40 mm, valor muito parecido com a média anual registrada na estação Curvelo que é de 1.112,6 mm. As estações pluviométricas apresentaram valores coerentes também, sendo de 1.140,3 mm para a estação Canoeiros, 1.169,0 mm para a estação Barra do Rio de Janeiro e 1216,8 mm para o pluviômetro de Três Marias. Os baixos índices pluviométricos ocorrem no final do outono e nos meses de inverno.

Com relação às temperaturas, verifica-se que as duas estações possuem as maiores médias de temperaturas nos meses de setembro e outubro e em fevereiro e março. A estação Curvelo apresentou as maiores temperaturas quando comparadas com a estação Três Marias. Em ambas as estações, as menores temperaturas ocorrem em junho e julho e a média do período apresenta valores muito próximos, sendo 23,1°C para a estação Curvelo e 22,1°C para a estação Três Marias.

A respeito da radiação, verifica-se que os meses que apresentam os maiores índices, coincidem com os meses de maior temperatura, ou seja, setembro e outubro. Verificou-se também que, embora os meses de janeiro a março também sejam meses com temperaturas elevadas, a radiação apresentou valores um pouco menores quando comparado aos meses de setembro e outubro. Isso ocorre em função da maior nebulosidade neste período.

A umidade relativa do ar apresenta as menores taxas percentuais entre o fim do período seco e o início do período chuvoso, quando as chuvas ainda não são constantes durante os meses de agosto a outubro. Na maior parte do ano, a umidade relativa se encontra na faixa de 70%. Na estação Curvelo, a curva de umidade se comporta de maneira semelhante à estação Três Marias durante o ano, onde os meses menos úmidos (agosto a outubro) são correspondentes ao retorno do período chuvoso no ano climatológico.

A pressão atmosférica em Três Marias evidencia as épocas de maior instabilidade e estabilidade, sendo o mês com os maiores índices de pressão atmosféricas (915,2 hPa), coincidindo com o período seco do ano climatológico.

Assim como os índices de pressão, a insolação ocorre com mais frequência no período seco, sendo abril (168,7) e agosto (158) os meses com maior incidência de insolação. Dezembro é o mês com menores incidências de insolação (86,6h).

Em contrapartida, a nebulosidade apresenta os menores índices no período seco, quando o céu está com menor recobrimento de nuvens. Na estação Curvelo, onde esta variável é monitorada, julho a setembro são os meses com os menores índices de nebulosidade (0,3 décimos) e novembro, dezembro, janeiro e fevereiro são os meses que apresentam os maiores valores para nebulosidade (0,6 décimos).

De modo geral, os ventos na estação Três Marias apresentam proveniência predominante do quadrante leste, especificamente NE/E/SE. A velocidade predominante nessa estação varia de 2,1 a 5,7 m/s, que é descrito como Aragem ou Fraco, segundo a escala Beaufort. Ventos de até 8,8 m/s foram registrados durante o período de 2007 a 2020, no entanto, eles não são frequentes, e são provenientes, geralmente, dos sentidos sudeste e nordeste. A estação Curvelo apresenta direção preferencial NE/E, e, diferentemente da estação Três Marias, frequências de direção NNO. Ambas as estações apresentam uma calmaria de 6% do tempo analisado, aproximadamente.

9.1.2 Qualidade do Ar

9.1.2.1 Introdução

A qualidade do ar de uma determinada região é proveniente de uma complexa interação entre as emissões atmosféricas, a topografia e as condições meteorológicas. As emissões atmosféricas são de origem natural ou antropogênica, ocorrem de forma pontual ou difusa e englobam um ou mais

poluentes. Por sua vez, a topografia da região e as condições meteorológicas influenciam diretamente na dispersão ou abatimento dos poluentes atmosféricos.

Neste contexto, a caracterização da qualidade do ar de uma região, antes do início das atividades de implantação e operação, se torna fundamental para o conhecimento dos níveis atuais de poluentes e para nortear a avaliação dos impactos ambientais. Portanto, este documento objetiva diagnosticar os níveis atuais da qualidade do ar na região do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

9.1.2.2 Metodologia

A ADA do projeto está inserida na Unidade Três Marias próximo ao Depósito de Rejeitos Murici – DRM e a planta industrial. A Unidade Três Marias executa o monitoramento da qualidade do ar em atendimento à condicionantes, em quatro pontos, sendo um localizado próximo a ADA (ponto DRM) e os demais em receptores na área de estudo local do Projeto. Para este diagnóstico foi utilizado uma série histórica de seis anos (2018 e o primeiro semestre de 2024) dos monitoramentos executados pela Nexa. Os resultados das concentrações foram analisados com os padrões da qualidade do ar estabelecidos na legislação vigente.

Foi disponibilizado pela Nexa o Estudo de Dispersão Atmosférica (EDA) da Unidade Três Marias, elaborado pela WSP em outubro de 2023. A modelagem matemática de dispersão dos poluentes atmosféricos, assim como o inventário de poluentes, visou quantificar as condições das fontes emissoras atuais (As Is).

9.1.2.2.1 Legislação Aplicável

Tendo como premissa evitar efeitos nocivos à saúde humana e ao meio ambiente, os dispositivos legais denominados padrões de qualidade do ar (PQAr) definem as concentrações máximas para cada poluente atmosférico.

No Brasil, os padrões de qualidade do ar são estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 491/2018 (Dispõe sobre padrões de qualidade do ar), que revogou e substituiu a Resolução CONAMA nº 03/1990 (Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR) em novembro de 2018. Visto que o período de análise compreende os últimos cinco anos, ambas legislações são tomadas como referência. Os resultados obtidos entre janeiro e 18 de novembro de 2018 foram comparados aos padrões primários estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 03/1990, a partir do dia 19 de novembro as concentrações obtidas foram analisadas tomando como base os novos padrões.

A Resolução CONAMA nº 03/1990 estabelecia dois tipos de padrões de qualidade do ar: *(i)* padrões primários de qualidade do ar, correspondentes às concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderiam afetar a saúde da população, podendo ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de

curto e médio prazo; *(ii)* padrões secundários de qualidade do ar, correspondentes às concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e flora aos materiais e meio ambiente em geral, podendo ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo.

A Resolução CONAMA nº 491/2018 estabelece os padrões de qualidade do ar no Brasil e utiliza a definição de padrões intermediários como metas para que, em médio/longo prazo, sejam alcançadas as concentrações máximas ideais para cada poluente. Os Padrões de Qualidade do Ar serão adotados sequencialmente, em quatro etapas, a depender do poluente. A primeira etapa, em vigor e tomada como referência na análise dos dados aqui apresentados, compreende os Padrões de Qualidade do Ar Intermediários PI-1. No que tange as Partículas Totais em Suspensão - PTS se aplica o Padrão de Qualidade do Ar Final (PF) que se trata de um valor guia definido pela Organização Mundial da Saúde - OMS em 2005.

A Tabela 9-2 sintetiza o PQAr estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 03/1990, e na Resolução CONAMA nº 491/2018.

Tabela 9-2: Padrões de Qualidade do Ar - PQAr

Parâmetro	Período de Referência	Resolução CONAMA 03/1990	Resolução CONAMA 491/2018	
		Padrão Primário	PI - 1	PF
Partículas Totais em Suspensão - PTS	24 horas	240 µg/m³	-	240 µg/m³
	Anual (1)	80 µg/m³	-	80 µg/m³
Material Particulado MP2,5	24 horas	-	60 µg/m³	-
	Anual (2)	-	20 µg/m³	-
Material Particulado MP10	24 horas	150 µg/m³	120 µg/m³	-
	Anual (2)	50 µg/m³	40 µg/m³	-
Dióxido de Nitrogênio – NO_2	1 hora (3)	320 µg/m³	260 µg/m³	-
	Anual (2)	100 µg/m³	60 µg/m³	-
Dióxido de Enxofre – SO_2	24 horas	365 µg/m³	125 µg/m³	-
	Anual (2)	80 µg/m³	40 µg/m³	-

(1) Média Geométrica Anual (MGA)
(2) Média Aritmética Anual (MAA)
(3) Média Horária (MH)

9.1.2.2.2 Rede de Amostragem

A Nexa possui uma rede de amostragem para atendimento às condicionantes de licenças ambientais, composta por quatro pontos de monitoramento. Em cada ponto são amostrados cincos parâmetros: os gases de Dióxido de Nitrogênio (NO_2) e Dióxido de Enxofre (SO_2) e o material particulado (MP) em suas três frações regulamentadas (Partículas Totais em Suspensão-PTS, Material Particulado MP10 e Material Particulado MP2,5). A rede de amostragem é descrita pela Tabela 9-3 e representada pela Figura 9-13.

Tabela 9-3: Descrição da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar – Nexa / Unidade TM

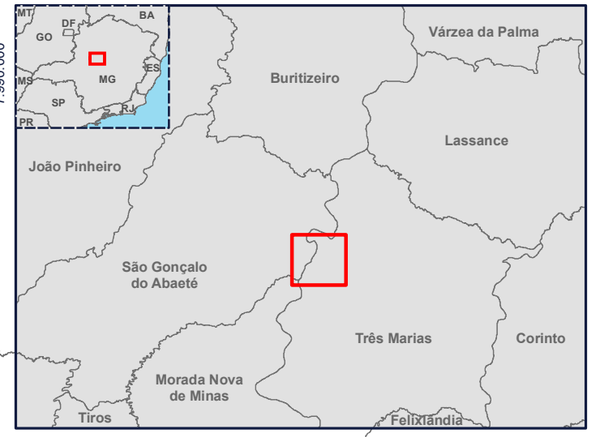
Ponto	Descrição de Localização	Parâmetros monitorados	Coordenadas UTM 23S Datum SIRGAS2000		Foto do equipamento
			mE	mN	
Ginásio Coberto	Ginásio memorial Nardi (Noroeste da planta industrial)	PTS MP10 MP2,5 NO_2 SO_2	475.248	7.987.541	
Vila Residencial (anteriormente denominada Pombal)	Próximo ao campo Pombal (Sudoeste planta industrial)	PTS MP10 MP2,5 NO_2 SO_2	474.055	7.988.226	

Ponto	Descrição de Localização	Parâmetros monitorados	Coordenadas UTM 23S Datum SIRGAS2000		Foto do equipamento
			mE	mN	
Beira Rio	Via de Pescadores Bairro Beira Rio (Margem esquerda do Rio São Francisco)	PTS MP10 MP2,5 NO_2 SO_2	473.597	7.989.483	
DRM	Depósito de Rejeitos Murici	PTS MP10 MP2,5 NO_2 SO_2	478.442	7.989.846	

475.000
480.000
7.995.000
7.990.000
7.985.000
N
W
E
S
Beira Rio
DRM
Vila Residencial
Ginásio Coberto
Córr. Martinha
Córr. Retiro Velho
Riacho Espírito Santo
Córr. da Lavagem
Riacho da Consciência
RIO SÃO FRANCISCO
BR-040
SÃO GONÇALO DO ABAETÉ
TRÊS MARIAS
MORADA NOVA DE MINAS
Represa Três Marias
0 500 1.000 1.500 m

Legenda

- Estações de monitoramento de Qualidade do ar
- Acesso federal
- Acesso municipal
- Hidrografia
- Cursos d'Água Efêmeros
- Curso d'água/ Represa
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Físico
- Limite municipal



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km, respectivamente.

Base Cartográfica: ADA, AEL, hidrografia bifilar, (Trust/2023); hidrografia (Trust/2023, adaptada de IGAM); rodovias (IBGE/2021); limite municipal (FJP/2022), pontos de monitoramento (Trust/2023).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-13: Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Lucas F.de Oliveira	18/03/2023	NXTM-DRS-EIA-MonitQualidAr-A3-v00

9.1.2.2.3 Dados Amostrais

Os resultados das amostras apresentados neste diagnóstico são dados secundários, uma vez que a Nexa realiza o monitoramento da qualidade do ar com coletas, de amostra de 24 horas nominais, a cada seis dias em quatro pontos existentes da rede de amostragem.

As coletas e análises laboratoriais foram iniciadas pela empresa MEAM Medições Ambientais e desde agosto de 2019 são conduzidas pelo laboratório Campo Análises Ltda. Ambas as empresas possuem acreditação pela Norma ISO 17.025/2005 para análises laboratoriais em conformidade a Deliberação Normativa COPAM nº 216, de 27 de outubro de 2017, que "*dispõe sobre as exigências para laboratórios que emitem relatórios de ensaios ou certificados de calibração referentes a medições ambientais*". As acreditações podem ser consultadas no Anexo 2.

Os métodos e equipamentos utilizados para as amostragens são apresentados por meio da Tabela 9-4, assim como, o período de dados que será analisado neste diagnóstico.

Tabela 9-4:Método de amostragem e período de dados analisados

Parâmetro	Método	Equipamento	Período de dados analisados
Partículas Totais em Suspensão – PTS (Partículas com diâmetro equivalente de corte de 50 micrômetros)	ABNT NBR 9547 - Material particulado em suspensão no ar ambiente - Determinação da concentração total pelo método do amostrador de grande volume	Amostrador de Grande Volume (AGV) ou mais comumente conhecido *Hi-Vol*	Janeiro de 2018 a junho de 2024
Material Particulado – MP10 (Partículas com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 10 micrômetros – Partículas Inaláveis)	ABNT NBR 13412 - Material particulado em suspensão na atmosfera - Determinação da concentração de partículas inaláveis pelo método do amostrador de grande volume acoplado a um separador inercial de partículas - Método de ensaio	Amostrador de Grande Volume (AGV) acoplado a um separador inercial de partículas	Janeiro de 2018 a junho de 2024
Material Particulado – MP2,5 (Partículas com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 2,5 micrômetros – Partículas Respiráveis)	ABNT NBR 13412 - Material particulado em suspensão na atmosfera - Determinação da concentração de partículas inaláveis pelo método do amostrador de grande volume acoplado a um separador inercial de partículas - Método de ensaio	Amostrador de Grande Volume (AGV) acoplado a um separador inercial de partículas	Janeiro de 2018 a junho de 2024
Dióxido de Enxofre - SO_2	NBR 12979 (Atmosfera - Determinação da concentração de dióxido de enxofre, pelo método do peróxido de hidrogênio - Método de ensaio).	Amostrador de Gases na Atmosfera - TRIGÁS	Janeiro de 2018 a junho de 2024
Dióxido de Nitrogênio - NO_2	US EPA – EQN-1277-026 – Método do Arsenito de Sódio para a determinação de Dióxido de Nitrogênio na atmosfera.	Amostrador de Gases na Atmosfera - TRIGÁS	Janeiro de 2018 a junho de 2024

9.1.2.2.4 Metodologia da Modelagem de Dispersão

O Estudo de Dispersão Atmosférica (EDA) elaborado pela empresa WSP em outubro de 2023, considerou o cenário de emissões de fontes atuais internas da Nexa ("As Is"), que representa as atividades padrão ocorridas em um ano típico operacional da Unidade Três Marias. Ainda foram avaliadas e incluídas as concentrações de gases e materiais particulados já presentes na atmosfera, consideradas como *background* no processo de modelamento.

Devido à ausência de dados de monitoramento de qualidade do ar na região anterior à operação da Unidade, para a definição dos valores de *background* dos gases SO_2 e NO_2, o estudo adotou a estação do local denominado DRM, localizada no interior da Unidade, cerca de 300 metros ao sul do Módulo Leste do DRM. Tendo em vista a análise dos gases gerados por queimas de SO e NO, com a premissa de que essa região está relativamente isenta de contribuições oriundas das atividades da Nexa para dois poluentes, pois a área está cerca de 3,5 km distante da Planta Industrial e também por não haver grande atividade de equipamentos movidos a combustão interna no entorno imediato.

Para a definição de *background* dos materiais particulados, o estudo executou uma análise a partir de modelagens numéricas de dispersão de fontes externas, visto não haver pontos de monitoramento na região que representem concentrações de partículas na atmosfera que não sejam oriundas da Nexa ou da área urbana de Três Marias. Um total de vinte e uma áreas externas expostas e sem vegetação foram mapeadas no entorno da Unidade em um raio de até 2 km, além da estrada vicinal que tangencia o conjunto DRM e se dirige no sentido norte. Sobre essas fontes emissoras externas aplicou-se fatores de emissão de erosão eólica e, para a estrada, foi considerado um fluxo de caminhões e equipamentos por atividade da comunidade sem relação com a Nexa. Com isso, foi realizada uma modelagem de dispersão no AERMOD considerando essas fontes externas, para se ter um maior entendimento das contribuições externas.

As fontes de emissão consideradas no inventário de emissões atmosféricas associadas às operações atuais da Unidade (As Is), incluíram movimentação de materiais, com emissão de material particulado, na forma de PTS, MP10, MP2,5, arraste eólico em áreas com material granular exposto (emissão de material particulado), trânsito de veículos em vias não pavimentadas (emissão por ressuspensão do material particulado), queima de combustível em veículos e máquinas (material particulado e gases de combustão: SO e NO), emissões de chaminés e fontes fixas das atividades de queima dos fornos, caldeiras, fábrica de ácido (emissão de PTS, MP10, MP2,5, SO e NO), além de outras fontes relacionados à operação da Unidade com menores contribuições à emissão atmosférica. Quando aplicável, foi inventariado o chumbo presente nos materiais manejados no processo geral de Três Marias.

A modelagem de dispersão foi realizada utilizando o *software* AERMOD®, o qual se baseia em uma equação de dispersão de pluma gaussiana, que é indicado pela United States - Environmental Protection Agency (U.S. EPA) para processos de até 50 km de dispersão de poluentes. Cabe

ressaltar que todo o estudo foi desenvolvido em consonância com a Nota Técnica 02/2019 FEAM - Orientações Técnicas para a Elaboração de um Estudo de Dispersão Atmosférica (WSP,2023).

Considerando as premissas para *background* e o cenário atual da Unidade Três Marias (As Is), foram executados três cenários modelados para os poluentes PTS, MP10, MP2,5, SO_2, NO_2, e Pb[2] sendo eles:

- *Primeira máxima média período de curto prazo (24 h ou 1h no caso de NO2);*
- *Percentil 99º para as médias de 24h e 1h;*
- *Média Anual.*

Foram incluídos 14 pontos de receptores discretos, dentre a grade regular, em áreas habitadas (Tabela 9-5). A Figura 9-14 apresenta a distribuição dos pontos receptores em relação ao limite da Unidade Três Marias (polígono).

Tabela 9-5: Pontos de receptores discretos

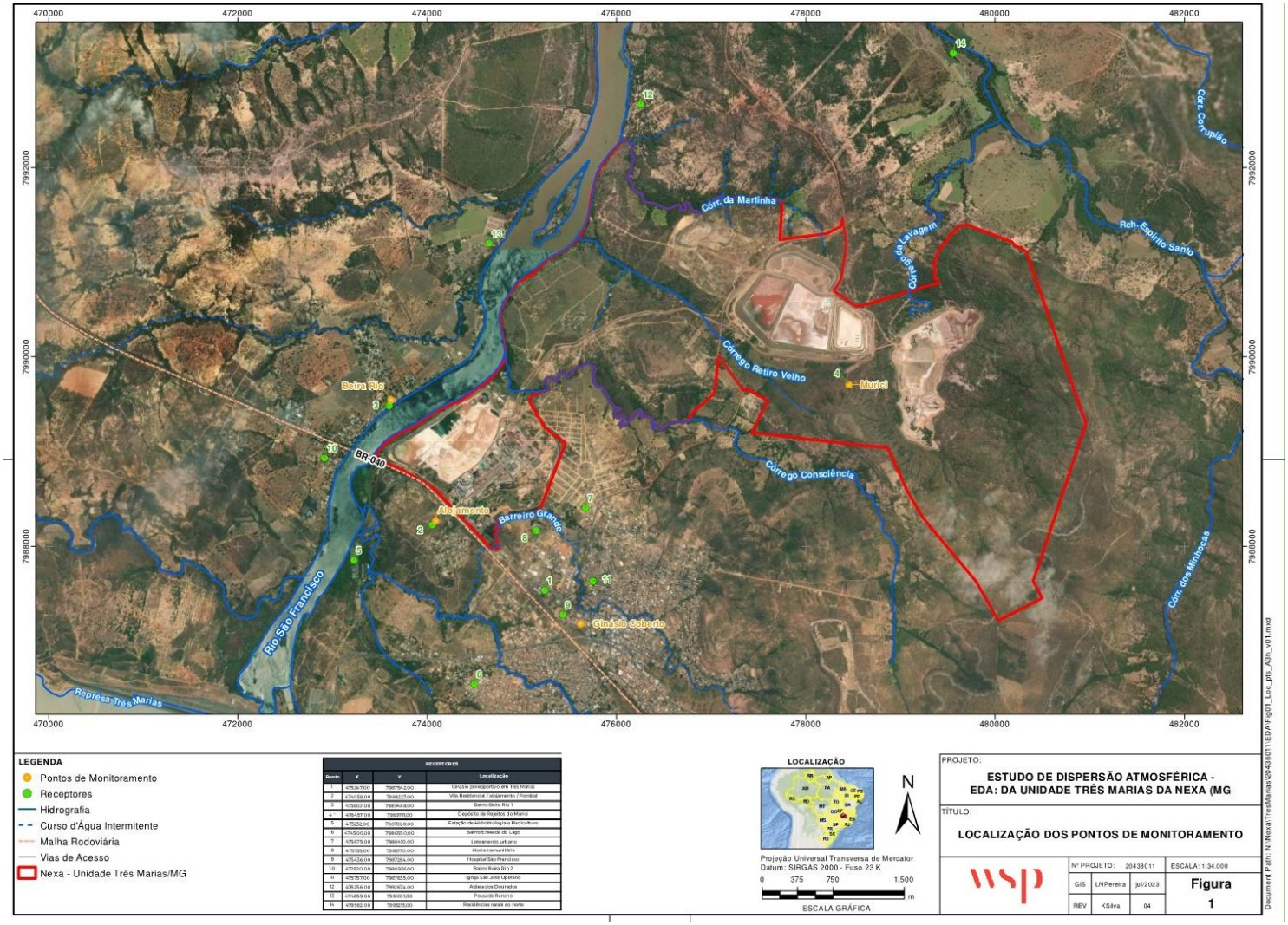
Ponto	Coordenadas (UTM) Fuso 23 Sirgas 2000		Localização
	mE	mN	
1	475.247	7.987.542	Ginásio poliesportivo em Três Marias
2	474.058	7.988.227	Vila Residencial / alojamento / Pombal
3	473.602	7.989.488	Bairro Beira Rio 1
4[1]	478.457	7.989.711	Depósito de Rejeitos do Murici
5	473.232	7.987.860	Estação de Hidrobiologia e Piscicultura
6	474.500	7.986.550	Bairro Enseada do Lago
7	475.675	7.988.410	Bairro em expansão
8	475.155	7.988.170	Horta comunitária
9	475.436	7.987.284	Hospital São Francisco
10	472.920	7.988.936	Bairro Beira Rio 2
11	475.757	7.987.635	Igreja São José Operário
12	476..256	7.992.674	Aldeia do Dourado
13	474.659	7.991.201	Pousada Rancho
14	479.562	7.993.213	Residências rurais ao norte

1 Receptor localizado dentro dos limites do imóvel da Unidade Três Marias da Nexa, para fins de comparação de resultados com o ponto de monitoramento localizado neste local.

Fonte: WSP, 2021

[2] Para modelagem de chumbo, devido à falta de dados, o *background* foi adotado como zero.

Figura 9-14: Localização dos pontos receptores



Fonte: WSP, 2023

9.1.2.3 Resultados

Nesta seção apresenta-se os resultados obtidos nas quatro estações em relação às análises das concentrações dos poluentes monitorados (PTS, MP10, MP2,5, SO_2 e NO_2), com representações gráficas e estatísticas. São também apresentados os resultados do Estudo de Dispersão Atmosférica (WSP, 2023) representado pelas plumas de dispersão.

9.1.2.3.1 Resultados dos Monitoramentos

Foram analisados dois períodos de referência: as concentrações de curto prazo (24 horas) e as médias anuais[3] para cada poluente.

Para as concentrações de curto prazo, foi realizada uma análise estatística dos últimos seis anos, por meio de gráficos boxplot[4] (Gráfico 9-16 a Gráfico 9-20). Nota-se que, as concentrações, em grande parte, permaneceram abaixo do padrão da qualidade do ar. Quando se analisa o terceiro quartil dos gráficos, o qual representa 75% das concentrações amostradas nos últimos cinco anos, percebe-se que todas as estações e poluentes amostrados estão em conformidade com a legislação. Todavia, é possível observar *outliers* e uma única máxima (MP2,5 – Ginásio Coberto) acima do padrão da qualidade do ar.

Ao analisar os gráficos das concentrações de 24 horas (Gráfico 9-21 a Gráfico 9-40), verifica-se que a maior parte das amostragens permaneceram em conformidade com o padrão da qualidade do ar, corroborando com os resultados dos gráficos boxplot. É possível notar que a maioria dos desvios, ocorrem entre abril e setembro, que corresponde ao período com menor índice pluviométrico, conforme apresentado no diagnóstico de Clima e Meteorologia.

O Gráfico 9-41 ao Gráfico 9-45 apresentam as médias anuais para cada poluente amostrado. Os resultados são satisfatórios em grande parte das médias calculadas entre 2018 e 2023. O poluente NO_2, por exemplo, apresentou conformidade em todas as estações. Entretanto, algumas médias anuais apresentaram resultados acima do padrão anual.

De acordo com o Relatório de Monitoramento Atmosférico e Qualidade do Ar (Nexa, 2022) a estação do Ginásio Coberto conta com a influência de diversas fontes de emissão, tais como a via municipal muito próxima aos equipamentos de amostragem, o tráfego intenso de veículos na rodovia BR-040, movimentação veicular realizadas no comércio varejista e na rodoviária adjacente à estação e as áreas expostas e sujeitas ao arraste eólico (parque de exposições). A estação DRM, mais próxima à ADA, recebe influência dos acessos operacionais sem pavimentação da Unidade Três Marias, áreas expostas, planta industrial da Nexa, olaria e aterro sanitário

[3] Média geométrica anual para PTS e média aritmética para os demais poluentes.
[4] O boxplot é uma representação gráfica de um conjunto de dados estatísticos através de cinco medidas: mínimo, primeiro quartil (25%), mediana (50%), terceiro quartil (75%) e máximo. Ele permite visualizar a distribuição dos dados e identificar os valores atípicos (*outliers*).

municipal. Os pontos localizados na Vila Residencial e Beira Rio recebem influência das atividades da Nexa, movimentação veicular nas ruas municipais e obras civis.

Gráfico 9-16: Boxplot do poluente PTS nas quatro estações

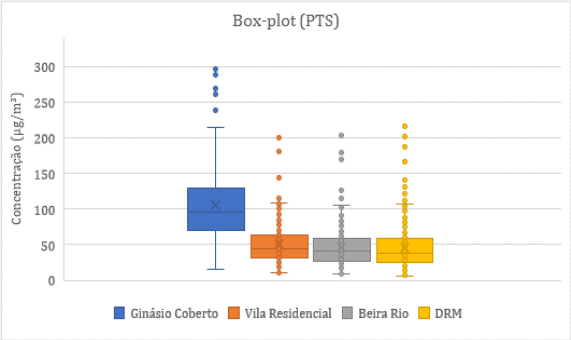


Gráfico 9-17: Boxplot do poluente MP10 nas quatro estações

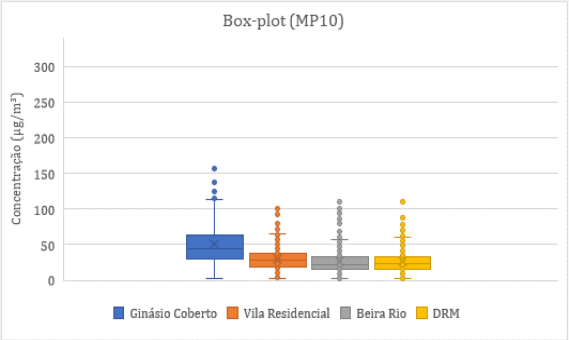


Gráfico 9-18: Boxplot do poluente MP2,5 nas quatro estações

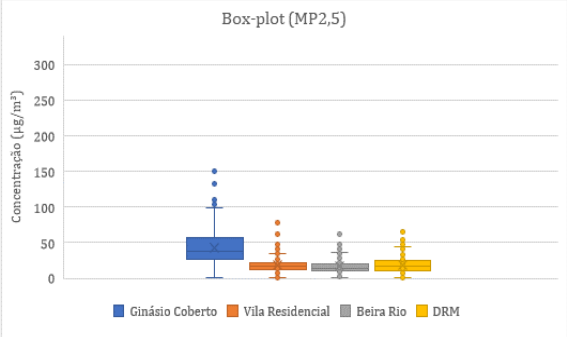


Gráfico 9-19: Boxplot do poluente SO_2 nas quatro estações

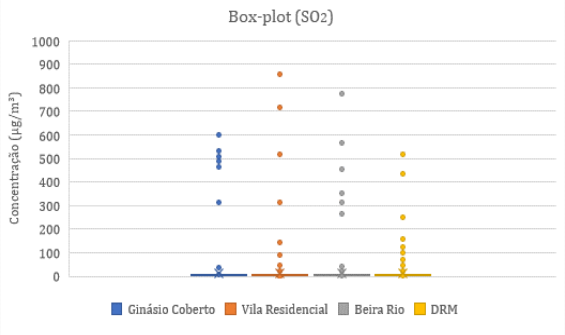


Gráfico 9-20: Boxplot do poluente NO_2 nas quatro estações

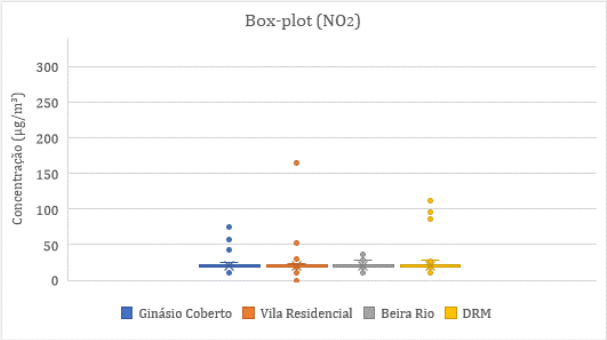


Gráfico 9-21: Ponto Ginásio Coberto - Concentrações de 24 horas de PTS

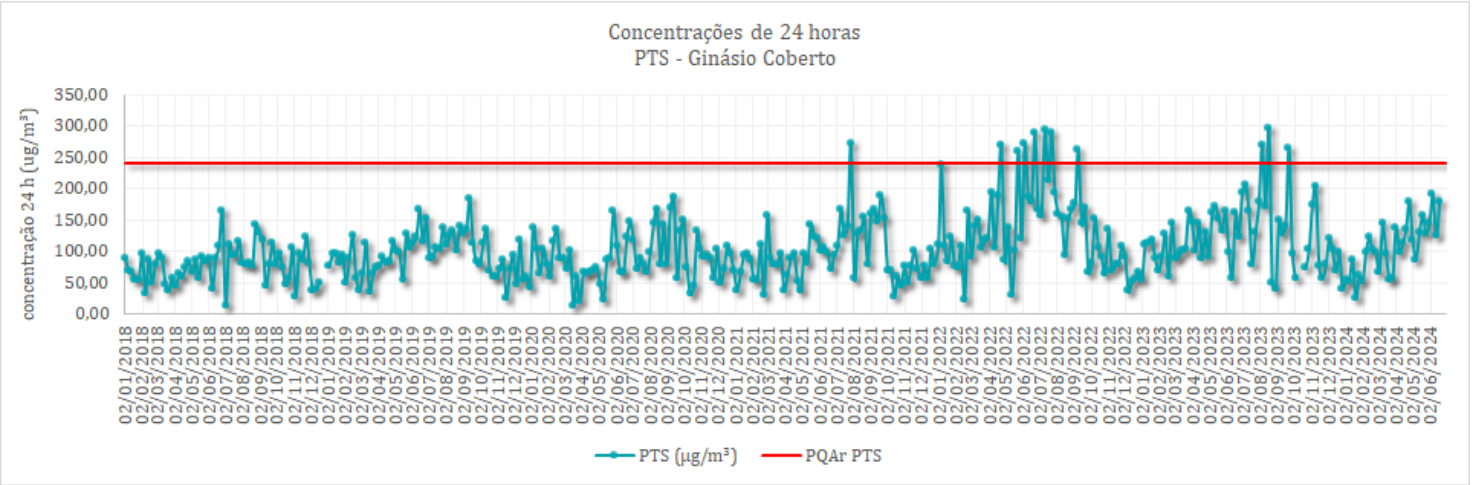
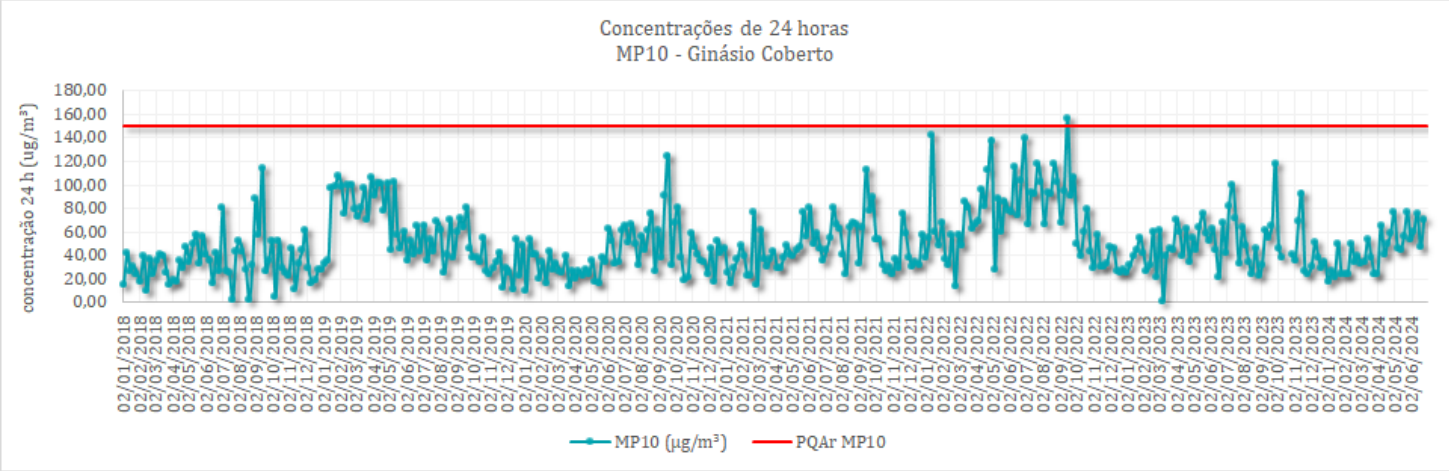
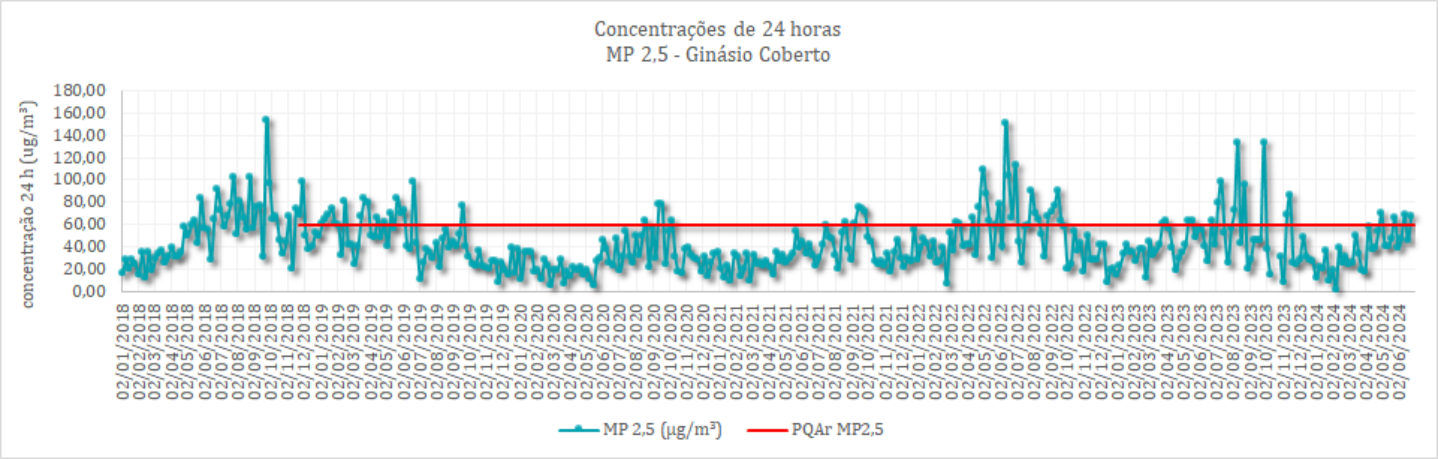


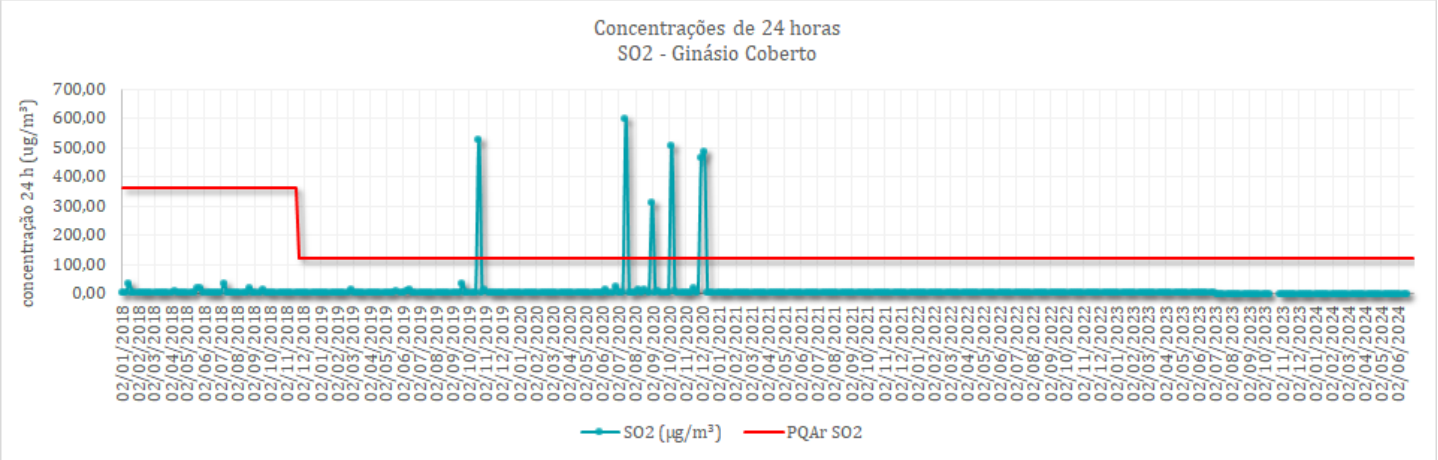
Gráfico 9-22: Ponto Ginásio Coberto - Concentrações de 24 horas de MP10



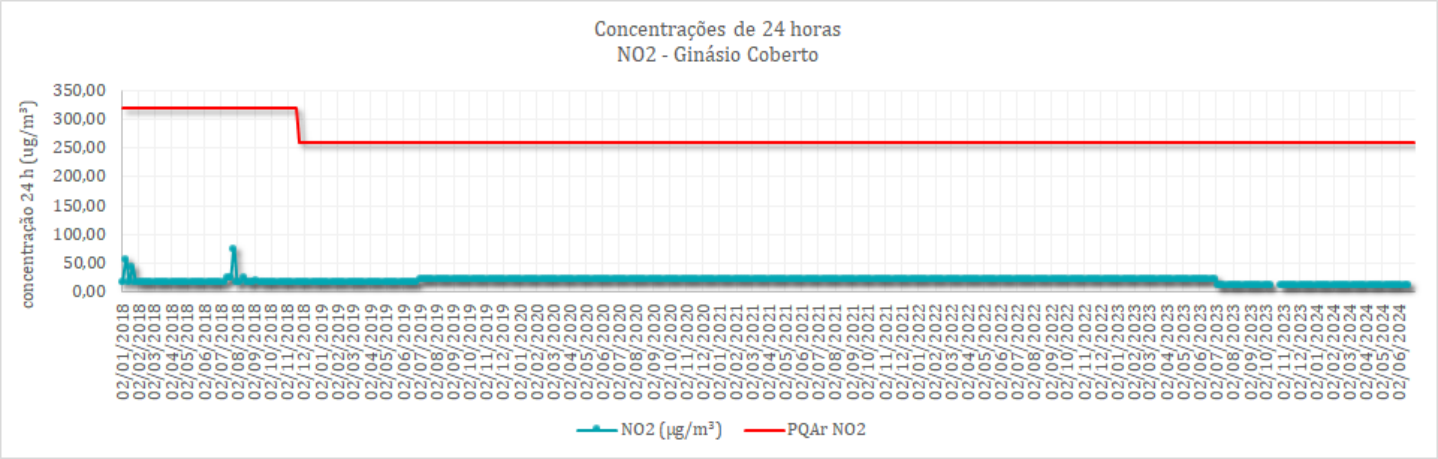
| **Gráfico 9-23: Ponto Ginásio Coberto - Concentrações de 24 horas de MP2,5**



| **Gráfico 9-24: Ponto Ginásio Coberto - Concentrações de 24 horas de SO_2**



| **Gráfico 9-25: Ponto Ginásio Coberto - Concentrações de 24 horas de NO_2**



| **Gráfico 9-26: Ponto Vila Residencial - Concentrações de 24 horas de PTS**

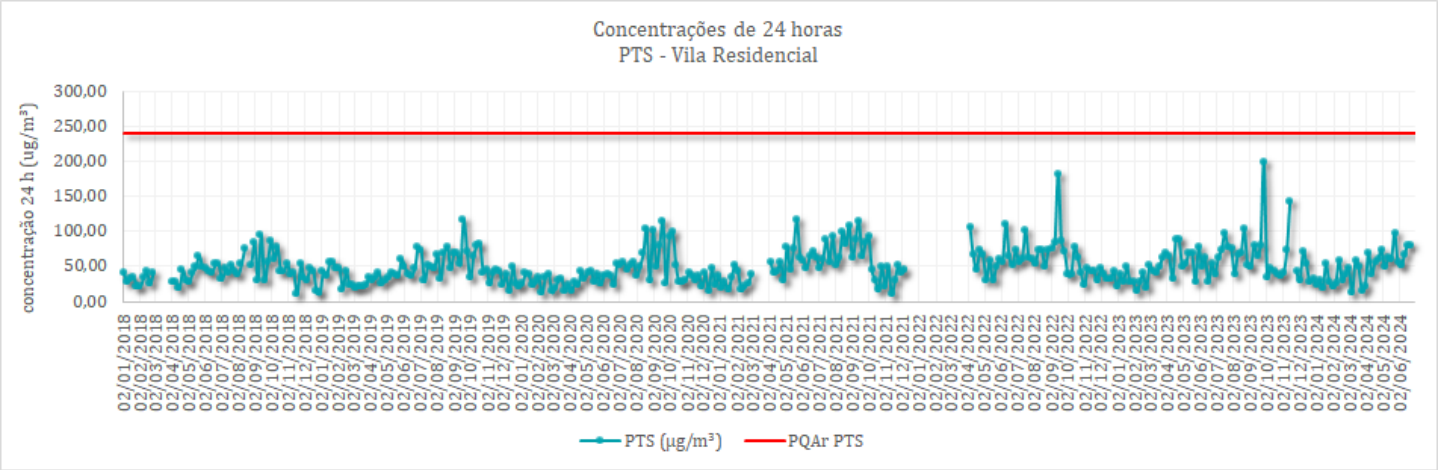


Gráfico 9-27: Ponto Vila Residencial - Concentrações de 24 horas de MP10

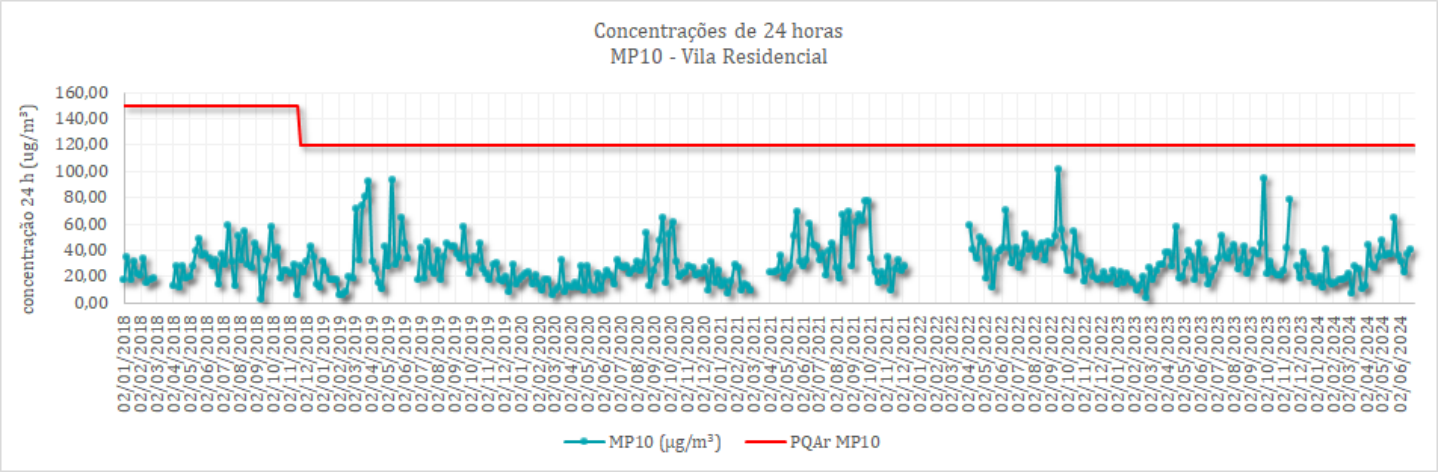
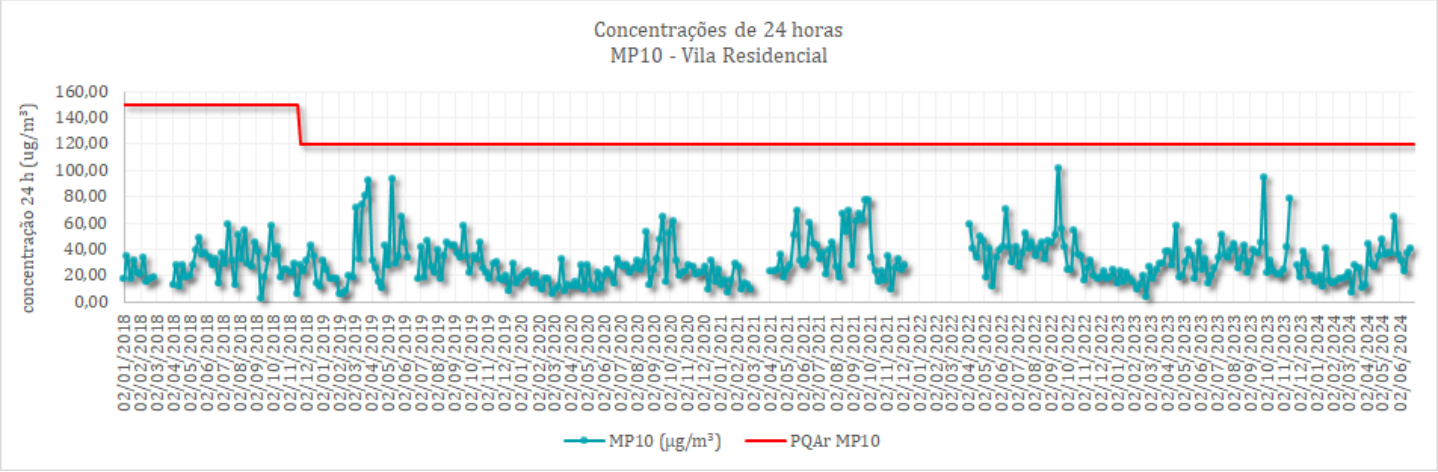
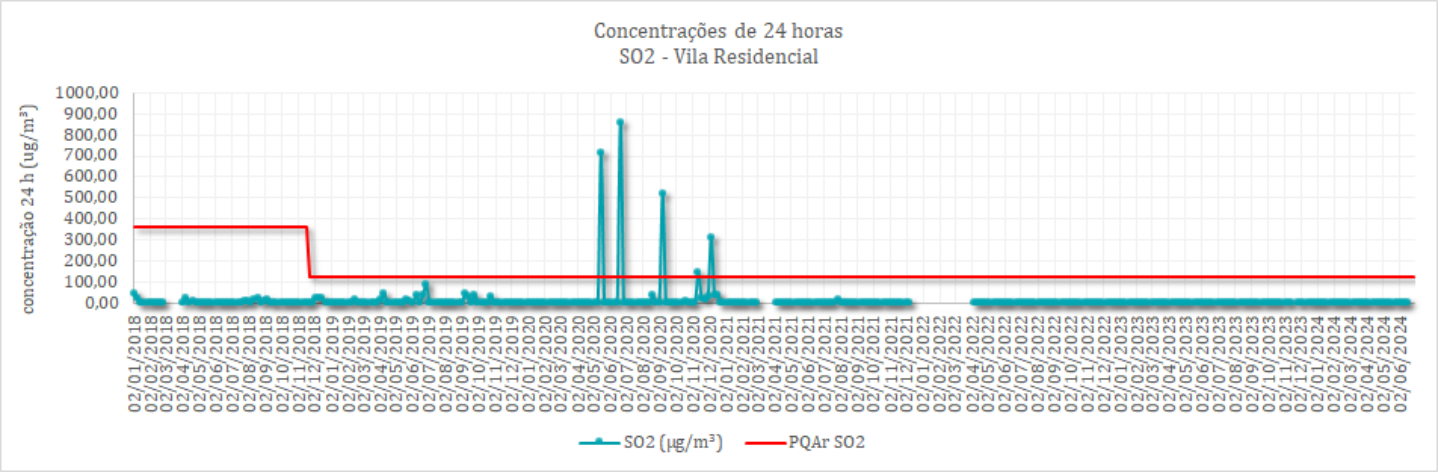


Gráfico 9-28: Ponto Vila Residencial - Concentrações de 24 horas de MP2,5



| **Gráfico 9-29: Ponto Vila Residencial - Concentrações de 24 horas de SO_2**



| **Gráfico 9-30: Ponto Vila Residencial - Concentrações de 24 horas de NO_2**

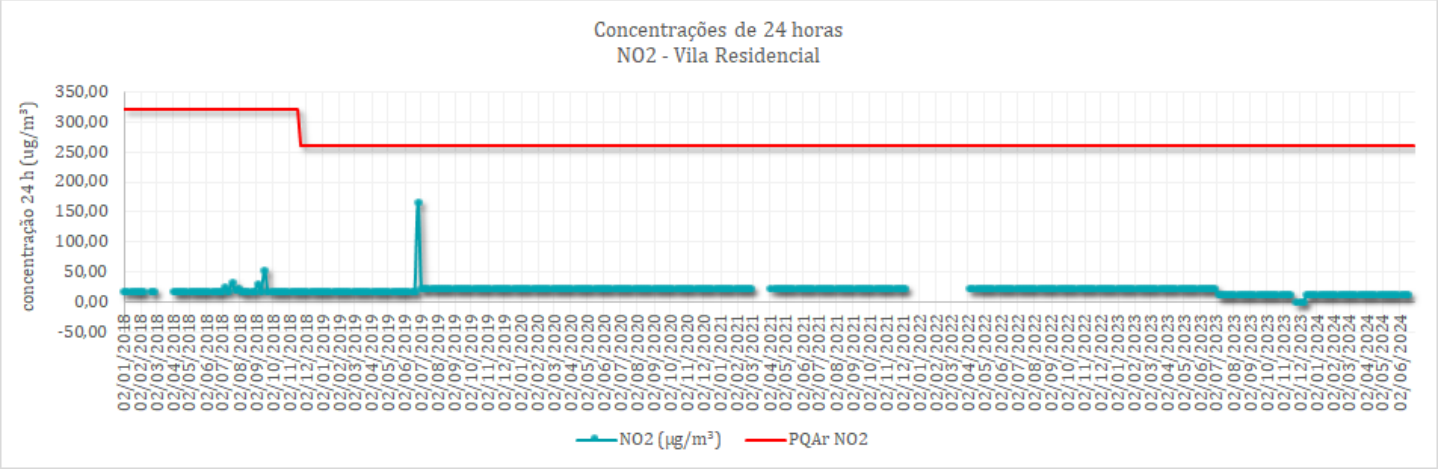


Gráfico 9-31: Ponto Beira Rio - Concentrações de 24 horas de PTS

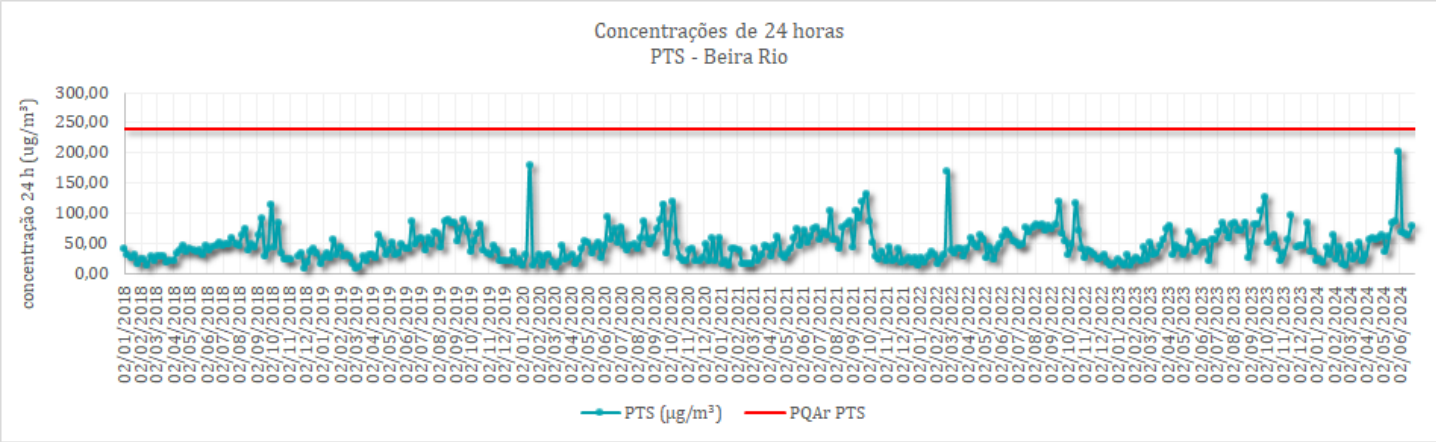
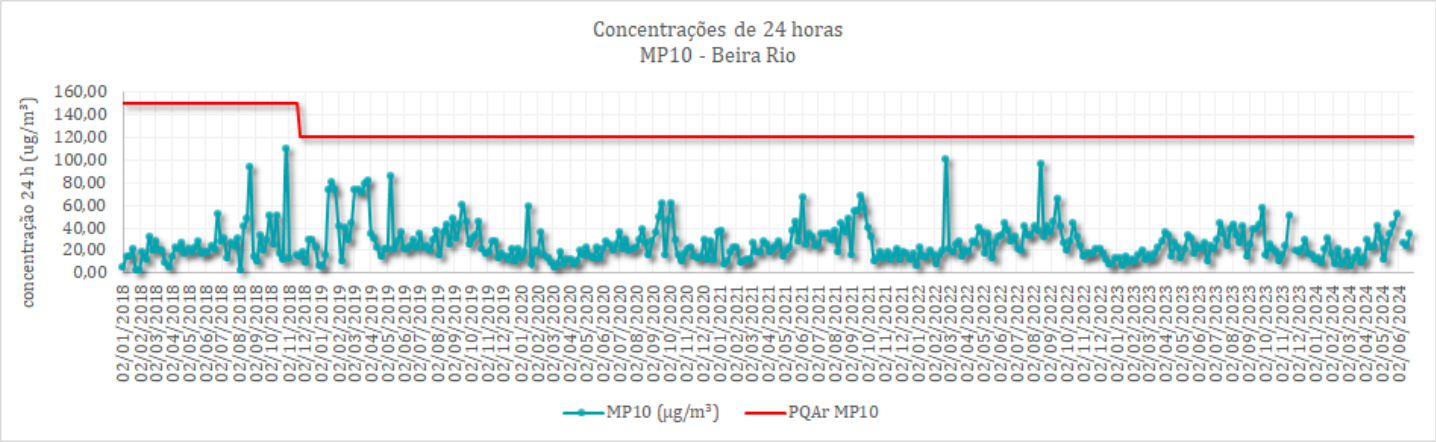
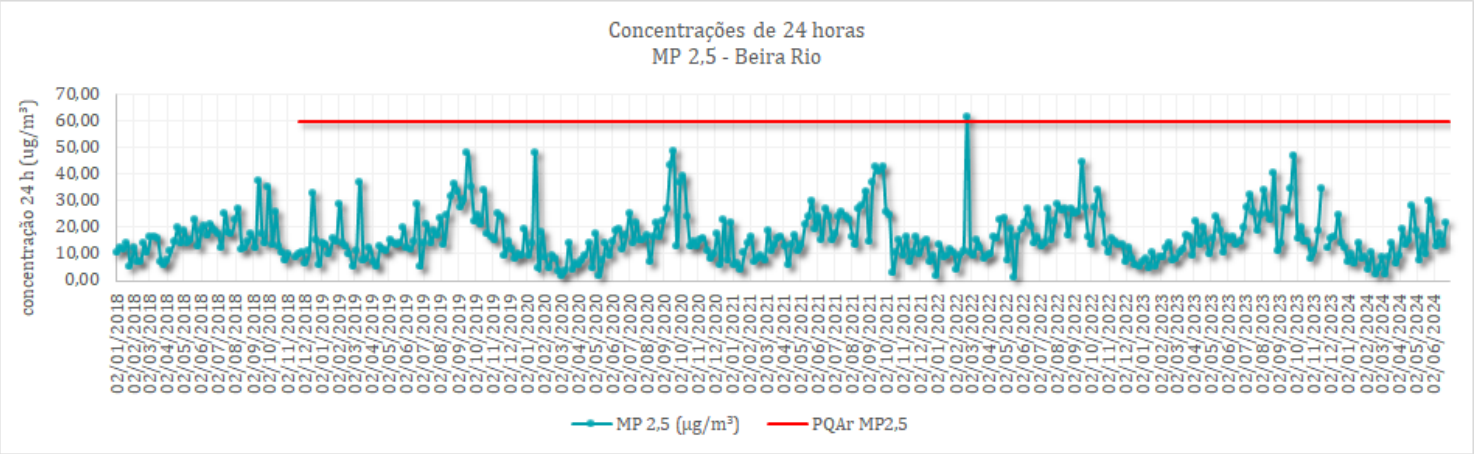


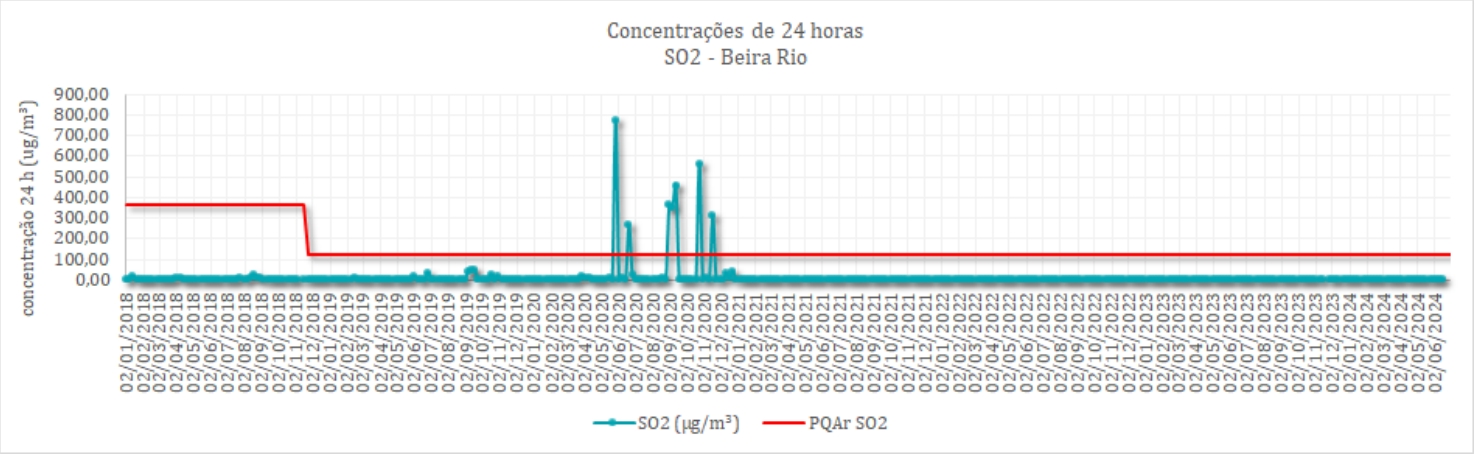
Gráfico 9-32: Ponto Beira Rio - Concentrações de 24 horas de MP10



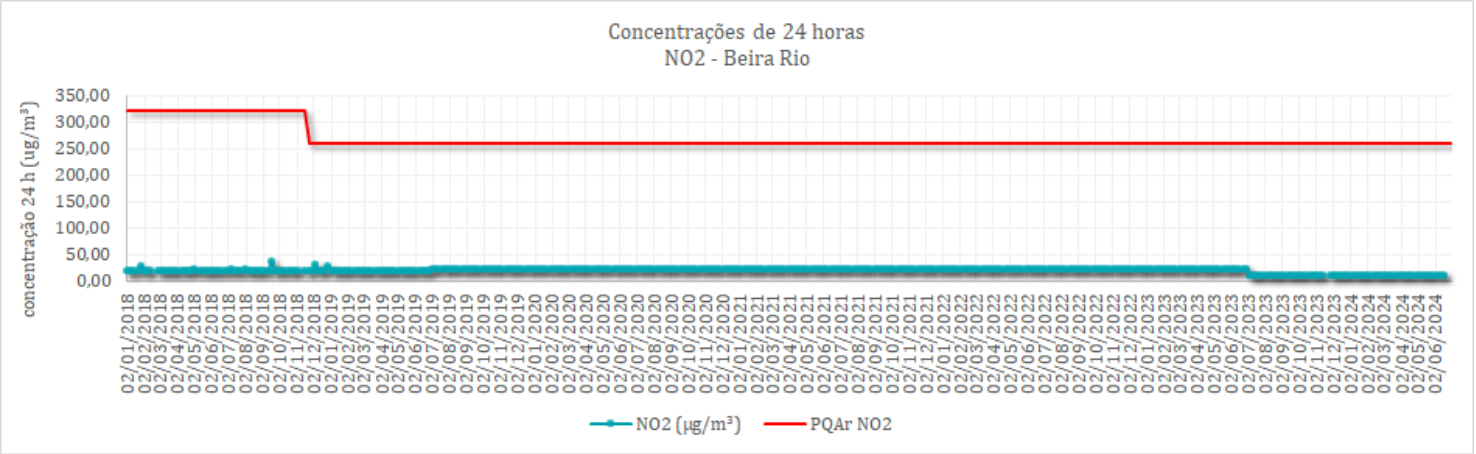
| **Gráfico 9-33: Ponto Beira Rio - Concentrações de 24 horas de MP2,5**



| **Gráfico 9-34: Ponto Beira Rio - Concentrações de 24 horas de SO_2**



| Gráfico 9-35: Ponto Beira Rio - Concentrações de 24 horas de NO_2



| Gráfico 9-36: Ponto DRM - Concentrações de 24 horas de PTS

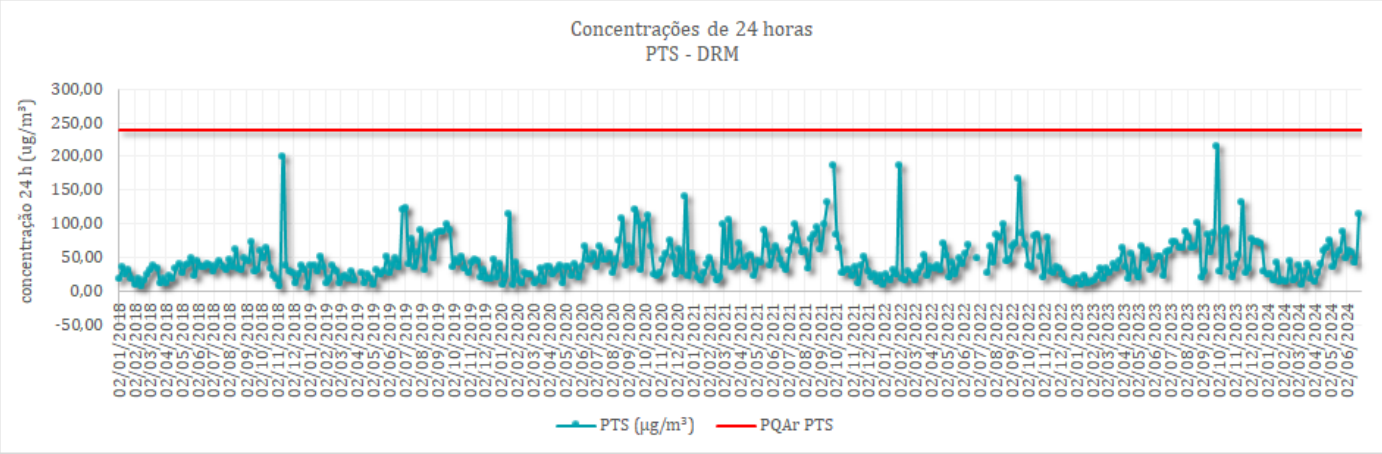


Gráfico 9-37: Ponto DRM - Concentrações de 24 horas de MP10

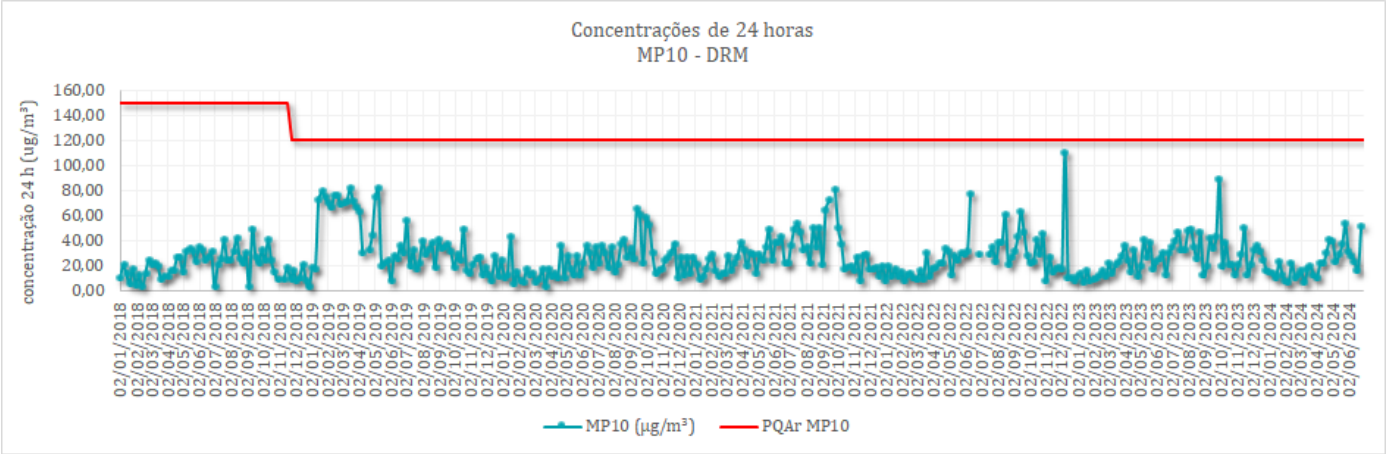
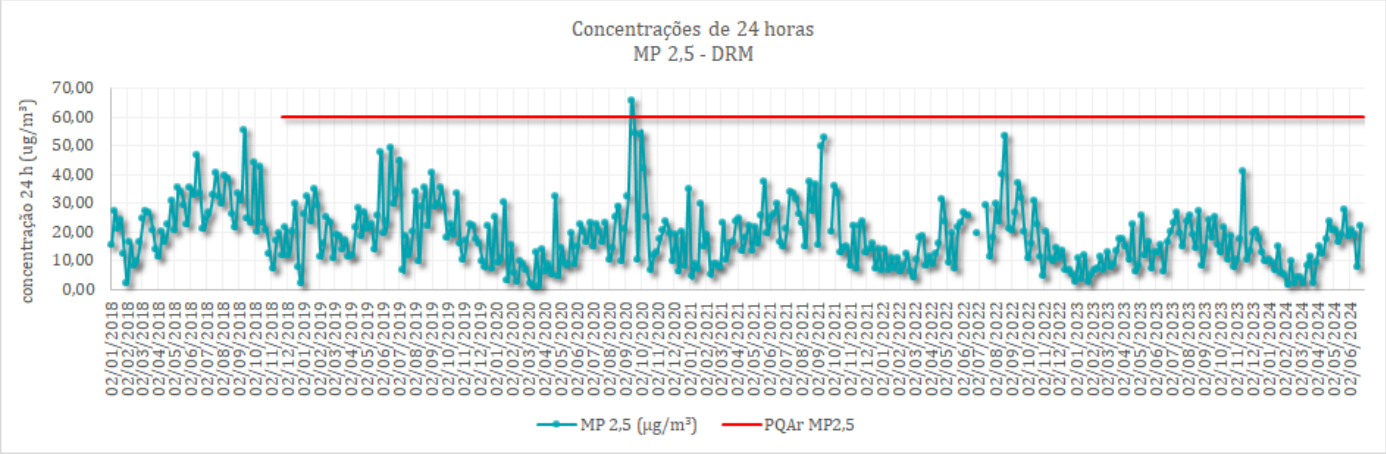
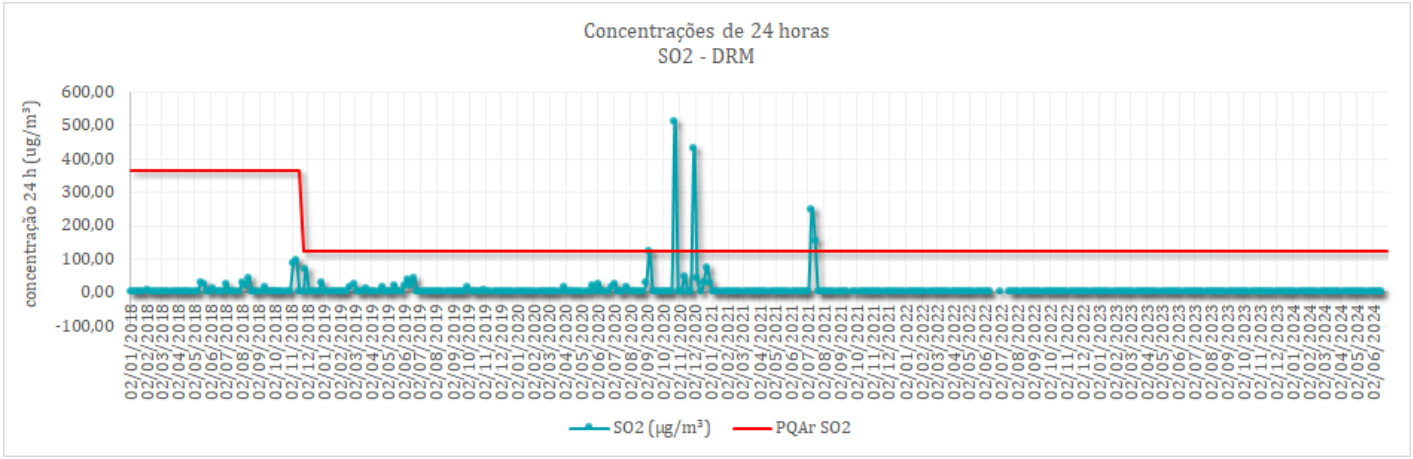


Gráfico 9-38: Ponto DRM - Concentrações de 24 horas de MP2,5



| **Gráfico 9-39: Ponto DRM - Concentrações de 24 horas de SO_2**



| **Gráfico 9-40: Ponto DRM - Concentrações de 24 horas de NO_2**

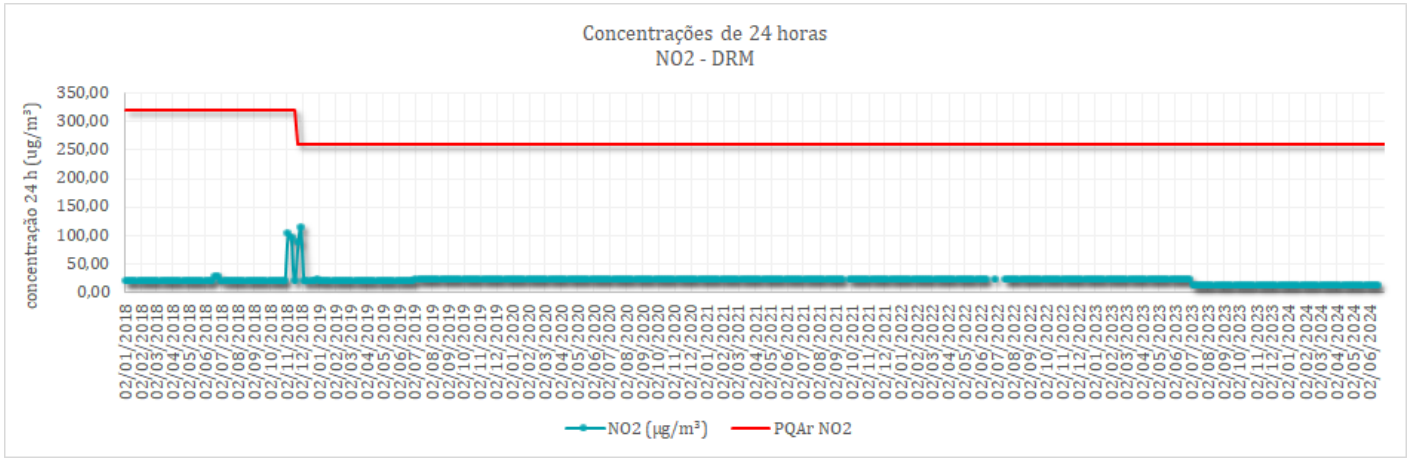


Gráfico 9-41: Médias Anuais - PTS

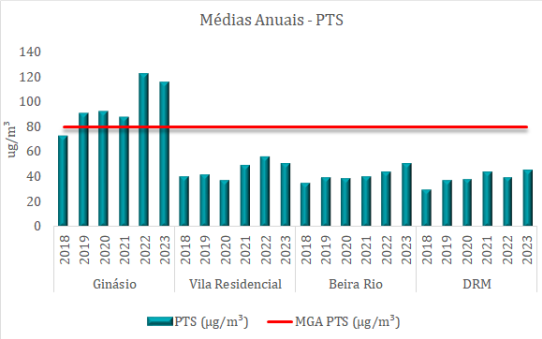


Gráfico 9-42: Médias Anuais – MP10

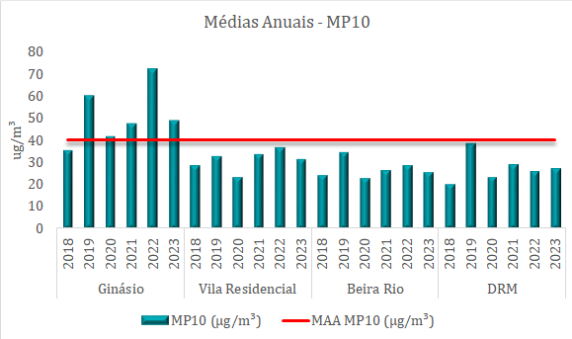


Gráfico 9-43: Médias Anuais – MP2,5

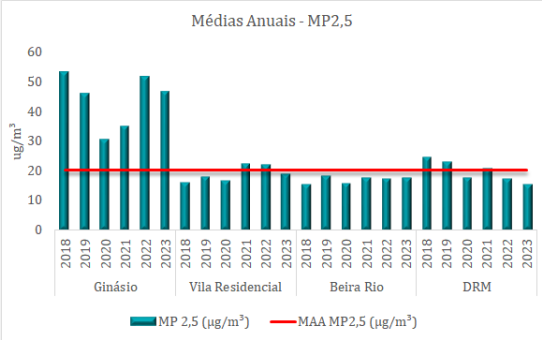


Gráfico 9-44: Médias Anuais – SO2

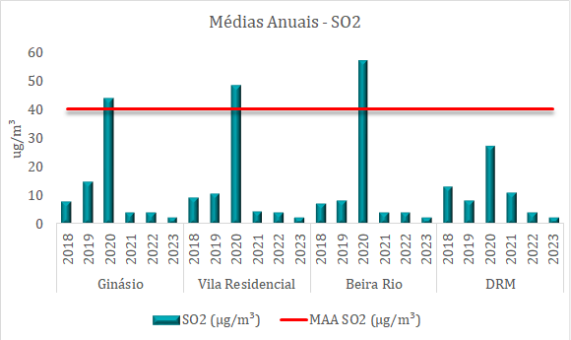
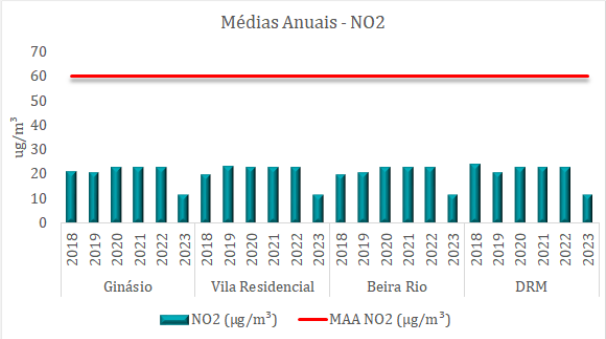


Gráfico 9-45: Médias Anuais – NO2



9.1.2.3.2 Resultados da Modelagem de Dispersão

Importante ressaltar que a metodologia adotada pela WSP,2023 buscou atender critérios conservadores, que são pouco prováveis de ocorrerem simultaneamente. Tais critérios consideram os máximos valores obtidos durante o período de modelagem, apresentados como "contribuição da operação" somados às concentrações de *background*, que englobam o cenário atual de operação da Unidade, bem como as contribuições externas para região de avaliação.

Os resultados das concentrações de *background* imputadas na modelagem são apresentados pela Tabela 9-6 e Tabela 9-7.

Tabela 9-6: Concentrações de *background* utilizados na modelagem, média mensal (2018-2022), para SO2 e NO2

Mês	SO_2 (µg/m³)	NO_2 (µg/m³)	Mês	SO_2 (µg/m³)	NO_2 (µg/m³)
Janeiro	2,53	10,20	Julho	26,50	10,90
Fevereiro	4,23	10,20	Agosto	6,57	10,50
Março	3,53	10,20	Setembro	9,93	10,50
Abril	3,10	10,20	Outubro	28,20	10,50
Maio	7,21	10,00	Novembro	38,75	28,50
Junho	11,03	11,78	Dezembro	12,58	11,05

Fonte: WSP,2023

Tabela 9-7: Concentrações de *background* utilizados na modelagem para PTS, MP10 e MP2,5 por setor de referência

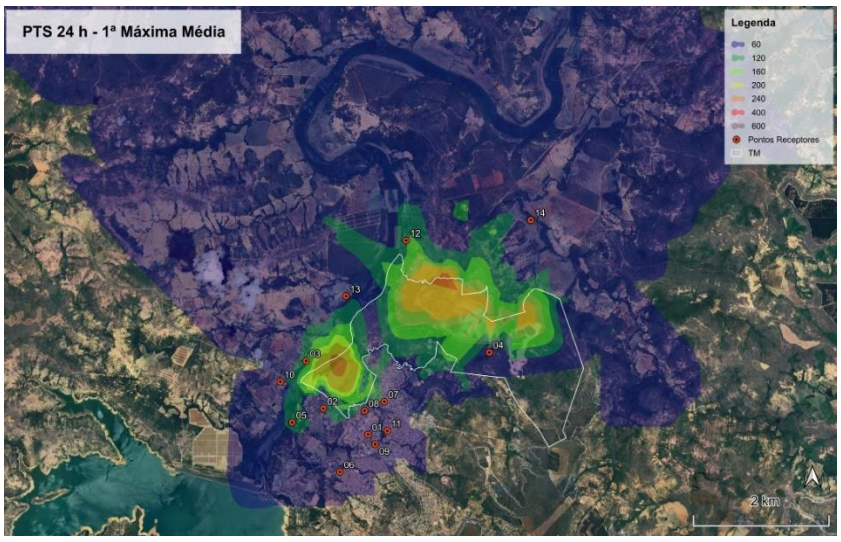
Setor	PTS (µg/m³)	MP10 (µg/m³)	MP 2,5 (µg/m³)
Região Norte (Aldeia dos Dourados)	59,02	12,67	10,10
Demais Áreas do estudo	9,01	7,78	4,04

Fonte: WSP,2023

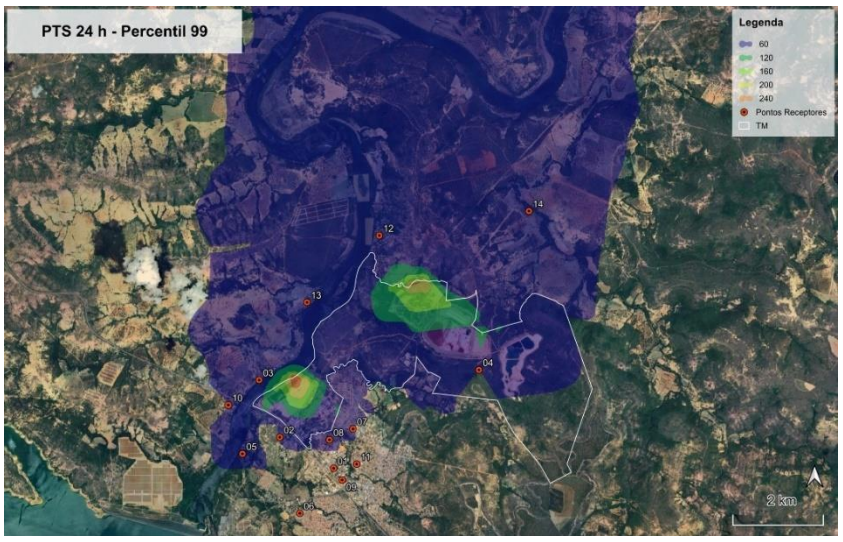
Entre a Figura 9-15 e Figura 9-32 são apresentadas as plumas de dispersão das concentrações que englobam o cenário atual de operação da Unidade, bem como o *background* e as contribuições externas para região de avaliação. Nota-se que os cenários modelados não apresentaram desvios do padrão de qualidade do ar em nenhum dos pontos receptores distribuídos no entorno da Unidade Três Marias. Principalmente, quando se analisa as plumas do Percentil 99 e anual.

As maiores concentrações se mostram mais evidentes no entorno imediato das fontes emissoras, tais como Planta Industrial e porção norte do DRM. Para o poluente NO2, no cenário de máxima média horária, nota-se dois pontos (loteamento e horta comunitária) com resultados de concentrações de 260µg/m³ (limite do PQAr), próxima ao entorno da Planta Industrial, especificamente próximo à bateria de fornos de óxido de zinco. Quanto a estes resultados, cabe ressaltar que o estudo foi utilizado uma premissa conservadora de funcionamento simultâneo de todos os fornos e demais atividades emissoras (veículos, máquinas, caldeiras e fábrica de ácido), o que também não ocorre na prática.

| Figura 9-15: PTS 24 h – 1ª máxima média de 24 h



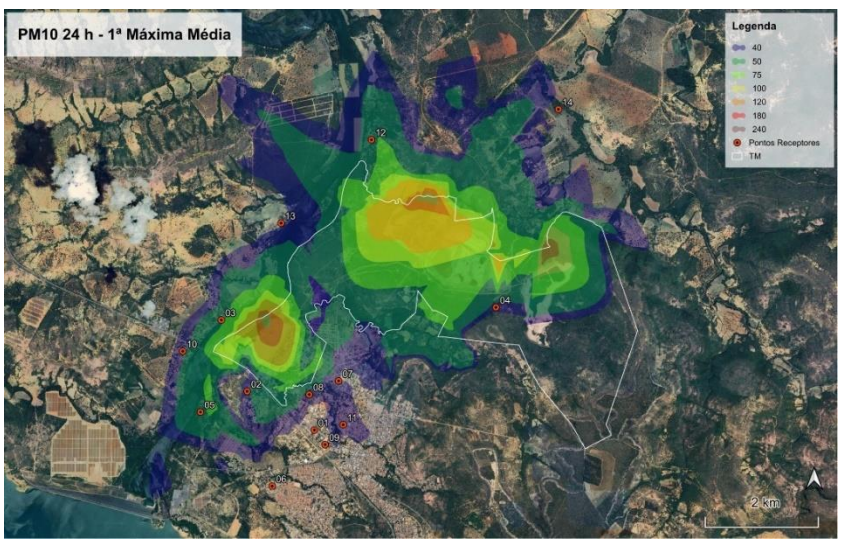
| Figura 9-16: PTS 24 h – Percentil 99



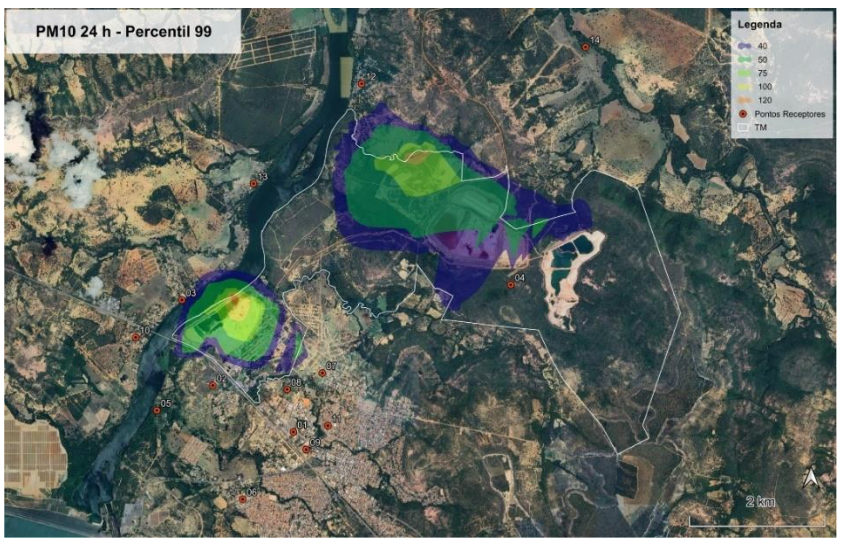
| Figura 9-17: PTS Anual



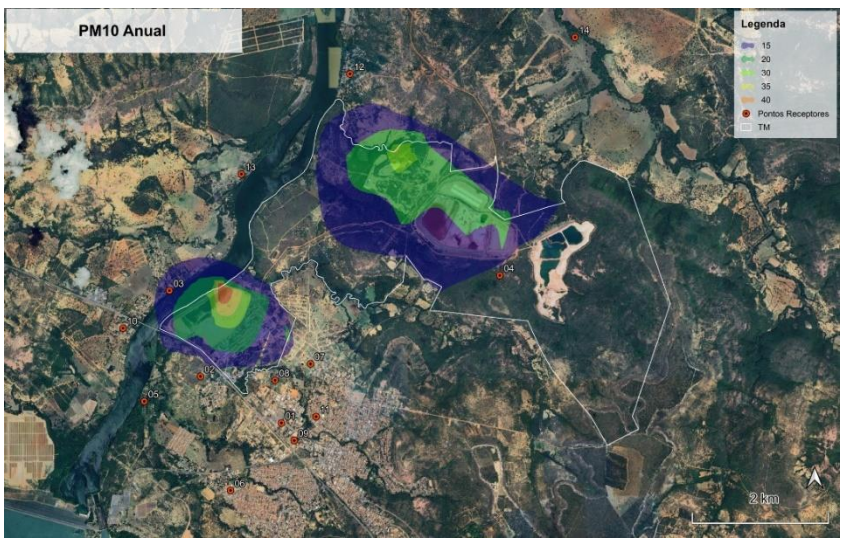
| Figura 9-18: PM10 24 h – 1ª máxima média de 24 h



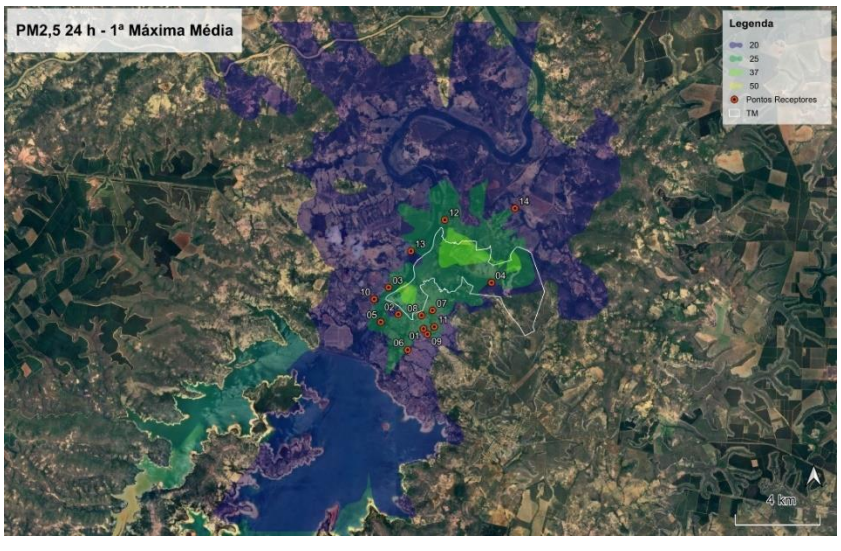
| Figura 9-19: PM10 24 h – Percentil 99



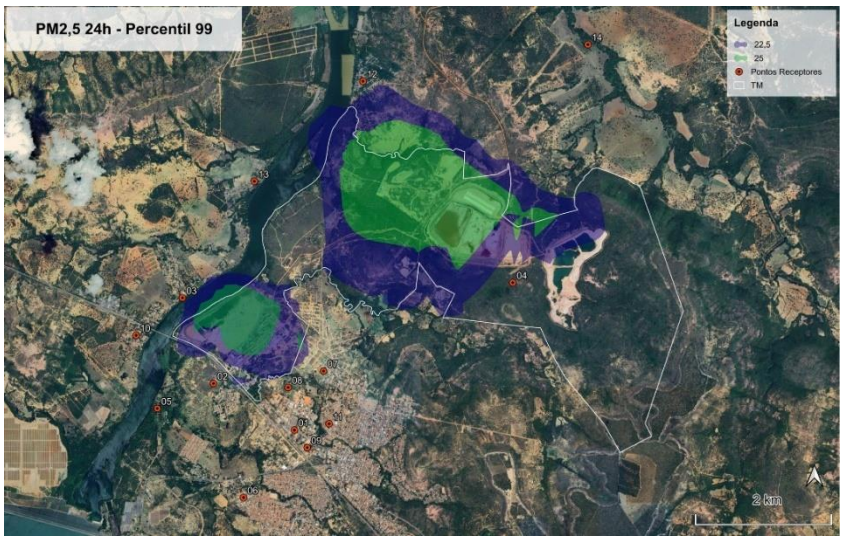
| Figura 9-20: PM10 Anual



| Figura 9-21: PM2,5 24 h – 1ª máxima média de 24 h



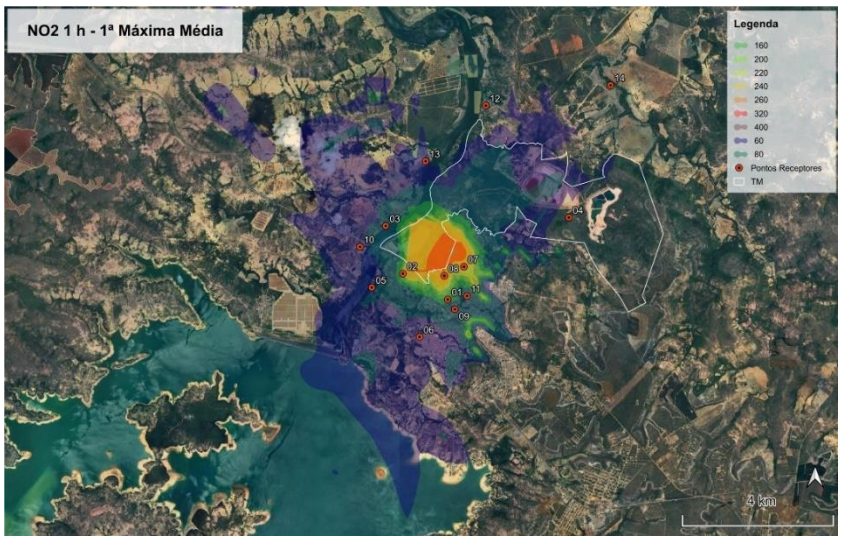
| Figura 9-22: PM2,5 24 h – Percentil 99



| Figura 9-23: PM2,5 Anual



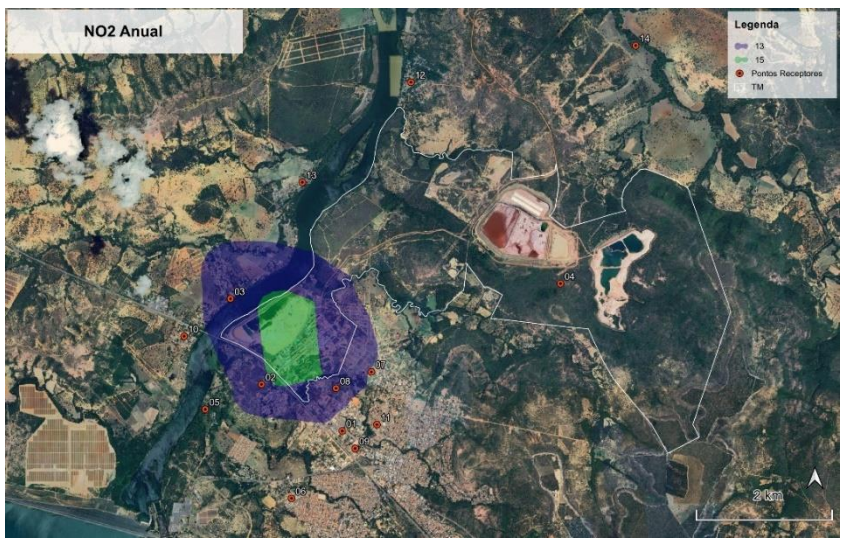
| Figura 9-24: NO_2 1h - 1ª máxima média de 1 h



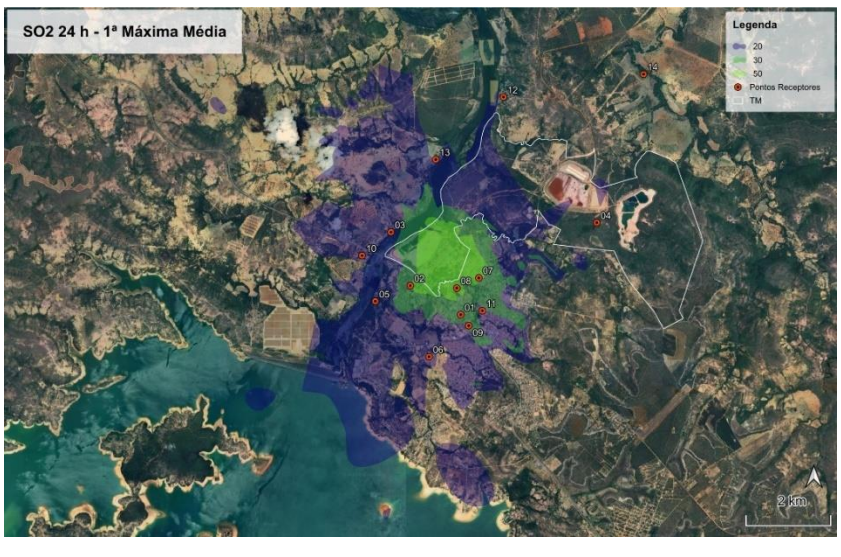
| Figura 9-25: NO_2 1h - Percentil 99



| Figura 9-26: NO_2 Anual



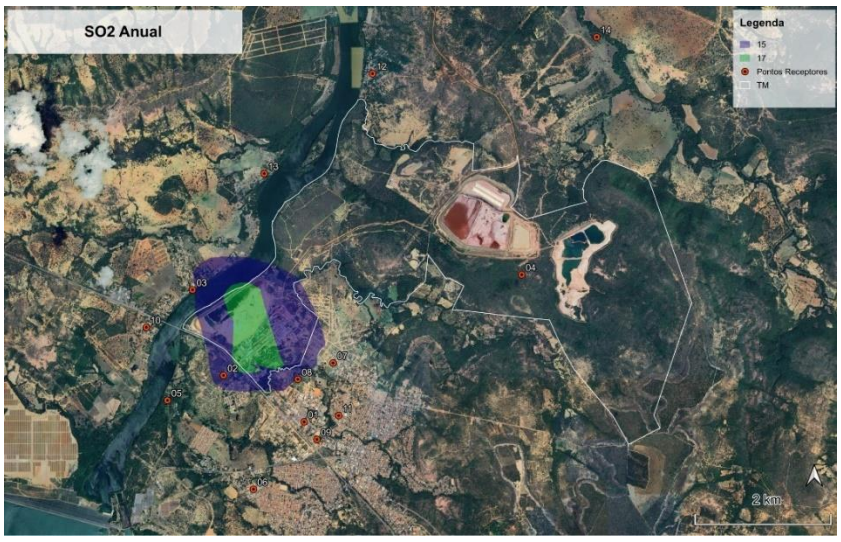
| Figura 9-27: SO_2 24h - 1ª máxima média de 24 h



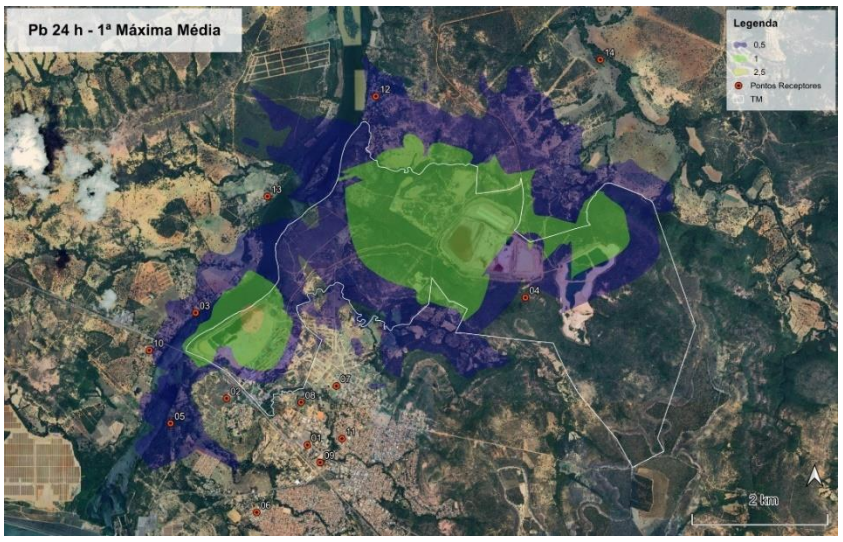
| Figura 9-28: SO_2 24h – Percentil 99



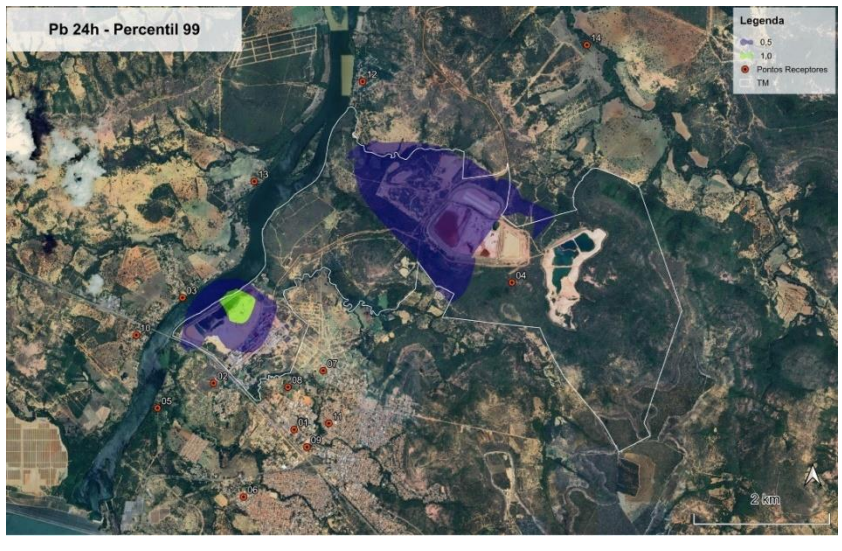
| Figura 9-29: SO_2 Anual



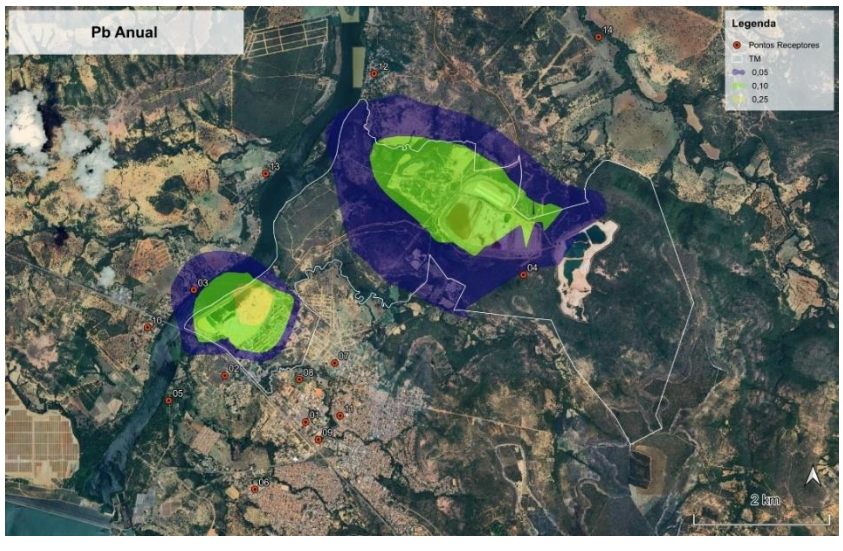
| Figura 9-30: Pb 24h - 1ª máxima média de 24 h



| Figura 9-31: Pb 24h – Percentil 99



| Figura 9-32: Pb Anual



9.1.2.4 *Síntese Conclusiva*

A caracterização da qualidade do ar foi realizada através de análise dos resultados históricos por meio de quatro pontos de monitoramento da Nexa os quais monitoram o material particulado (PTS, MP10 e MP2,5) e gases como NO_2 e SO_2 a cada seis dias, além do Estudo de Dispersão Atmosférica elaborado pela WSP em 2023 o qual representa as atividades do cenário atual, sem a interferência do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais.

Em relação aos dados de monitoramento, foram analisados uma série histórica que compreende o período janeiro de 2018 a 2024 (primeiro semestre). As concentrações de 24 horas (curto prazo) e médias anuais (longo prazo) foram analisadas em concordância ao Padrão de Qualidade do Ar – PQAr estabelecido pela Resolução CONAMA nº03/1990 durante sua vigência - até novembro de 2018, e a Resolução CONAMA nº 491/2018, ato normativo em vigência.

As concentrações de curto prazo, foram avaliadas estatisticamente por intermédio de gráficos boxplot. Em grande parte, as concentrações permaneceram abaixo do padrão da qualidade do ar. Quando se analisa o terceiro quartil dos gráficos, o qual representa 75% das concentrações amostradas nos últimos seis anos, percebe-se que todas as estações e poluentes amostrados estão em conformidade com a legislação. Entretanto, é possível observar *outliers* e uma única máxima (MP2,5 – Ginásio Coberto) acima do padrão da qualidade do ar. As concentrações de 24 horas corroboram com os resultados estatísticos, evidenciando conformidade nas grandes maiorias das amostragens. Os desvios são observados entre abril e setembro, que corresponde ao período com menor índice pluviométrico.

As médias anuais são satisfatórias em grande parte dos anos calculados. O poluente NO_2, por exemplo, apresentou conformidade em todas as estações e em todo o período avaliado. Entretanto, algumas médias apresentaram resultados acima do padrão anual.

Diversas são as fontes de emissão que podem interferir nos resultados das concentrações, tais como: acessos (pavimentados e não pavimentados), tráfego de veículos, áreas expostas e sujeitas ao arraste eólico, planta industrial da Nexa, olaria, aterro sanitário municipal e obras civis.

Importante destacar que atualmente, a Nexa faz o controle de particulados por meio de aspersão através de caminhões-pipa nas vias internas e externas, para abatimento da poeira.

O EDA, mostrou que de modo geral, as maiores concentrações são observadas no entorno imediato da Unidade Três Marias, principalmente nas imediações da Planta Industrial e do DRM porção norte. Os cenários modelados apresentaram concentrações abaixo do padrão de qualidade do ar em todos os receptores discretos.

O cenário Percentil 99° foi utilizado a fim de se obter uma comparação mais robusta em relação aos valores de referência, atenuando os impactos de valores extremos isolados e o cenário da média anual foi elaborado para comparações com os padrões anuais de qualidade do ar. As plumas

de dispersão destes cenários, apresentaram concentrações ainda mais inferiores do padrão da qualidade do ar em todos os receptores discretos e poluentes modelados.

9.1.3 Mudanças Climáticas

9.1.3.1 Introdução

A mudança climática é uma transformação atribuída direta ou indiretamente à atividade humana que altere a composição da atmosfera global e que seja adicional à variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis de tempo (KLUG *et al*., 2016).

As mudanças do clima não ocorrem linearmente por todo o globo e podem aparecer com características opostas em lugares distintos, como aumento da frequência e intensidade de cheias em determinada região e aumento gradual do número de dias sem chuva (seca) em outras. As alterações têm em comum o aumento da energia do sistema, mas, dadas a complexidade do sistema climático e as interações com o meio ambiente físico e com a vegetação, são criados aspectos diversos em áreas diferentes do planeta (KLUG *et al*., 2016).

Assim, o presente diagnóstico traz a caracterização das áreas de estudo do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias aos seus níveis de sensibilidade, exposição e de adaptação às mudanças climáticas, além de sua vulnerabilidade a tais mudanças, com o intuito de prever como a vulnerabilidade às mudanças climáticas observada na área sujeita aos impactos diretos e indiretos do empreendimento poderia interferir na instalação e operação da atividade ou empreendimento ou ser afetada por este.

9.1.3.2 Metodologia

Para a caracterização das mudanças climáticas nas áreas de estudo do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias foi utilizado como base o Estudo de Vulnerabilidade Regional às Mudanças Climáticas de Minas Gerais, referente ao Plano de Energia e Mudanças Climáticas (PEMC), elaborado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam) junto com o Comitê Técnico do Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais, em janeiro de 2014, bem como a plataforma mineira para adaptação às mudanças climáticas (Clima Gerais).

Além disso, foram consultados os dados geoespaciais, referentes a mudanças climáticas, disponíveis na plataforma do IDE-SISEMA (Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos), a e outros estudo relacionadas ao tema.

O estudo elaborado pela Feam (2014) apresenta uma avaliação da vulnerabilidade do território mineiro às mudanças climáticas a partir de uma análise integrada dos impactos e potenciais impactos climáticos nos sistemas naturais e socioeconômicos. Neste estudo foi realizada uma

avaliação qualitativa da sensibilidade regional, da exposição regional (os impactos das mudanças climáticas), a capacidade de adaptação regional e a vulnerabilidade regional às mudanças climáticas.

A plataforma Clima Gerais é uma ferramenta de apoio aos municípios mineiros quanto ao seu desenvolvimento de baixo carbono e sua adaptação territorial tendo em vista os efeitos das mudanças climáticas. A plataforma é um produto do Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais (PEMC) e apresenta os resultados obtidos neste estudo referentes aos níveis de sensibilidade, níveis de exposição, capacidade de adaptação e vulnerabilidade às mudanças climáticas para cada município do estado de Minas Gerais.

Desta forma, na plataforma Clima Gerais é possível visualizar o resultado de cada fator (mensurado de maneira qualitativa) utilizado para definir cada componente da vulnerabilidade às mudanças climática, bem como os resultados da sensibilidade, exposição, capacidade de adaptação e vulnerabilidade dos municípios mineiros às mudanças climáticas. Cada resultado é apresentado de maneira individual para cada município.

Cabe ressaltar que, para o presente estudo, foram analisadas informações, obtidas na plataforma Cima Gerais, referentes aos municípios que são interceptados pelas áreas de estudo regional e local do Projeto, ou seja, São Gonçalo do Abaeté e Três Marias.

9.1.3.2.1 Conceitos

Mudanças climáticas refere-se a mudanças no estado do clima que podem ser identificados por alterações na média e /ou a variabilidade das suas propriedades, que persiste por um período prolongado, tipicamente de décadas ou mais. A mudança climática pode ser devido a processos internos naturais ou forças externas tal como modulações dos ciclos solares, erupções vulcânicas persistente e ações antrópicas que alteram a composição da atmosfera (Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, 2013).

A vulnerabilidade às mudanças climática pode ser definida como "a propensão ou predisposição a ser adversamente afetada e abrange uma variedade de conceitos e elementos, incluindo sensibilidade ou suscetibilidade a danos e falta de capacidade de lidar e se adaptar" (Painel Intergovernamental das Alterações Climáticas – IPCC, 2022).

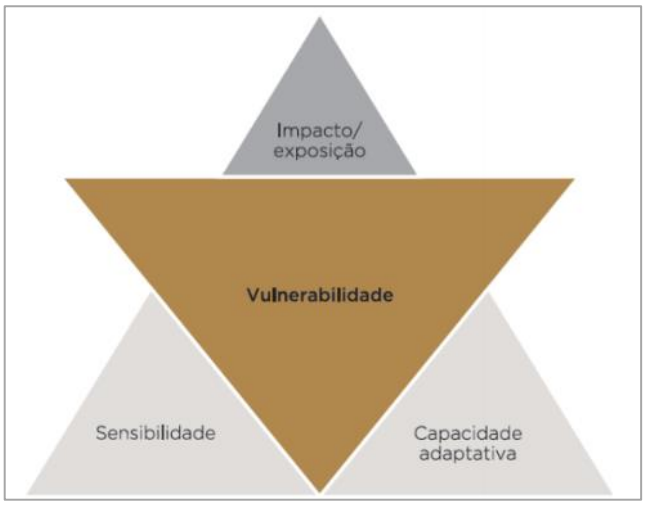
A capacidade adaptativa refere-se à capacidade de uma comunidade de criar infraestrutura de resiliência, enquanto os elementos de sensibilidade e exposição estão vinculados a elementos econômicos e geográficos que variam amplamente em diferentes comunidades (IPCC, 2022).

A avaliação da vulnerabilidade é importante porque fornece informações que podem ser usadas para desenvolver ações de gestão em resposta às mudanças climáticas.

Nesse contexto, a vulnerabilidade às mudanças climáticas de um município indica o grau ao qual o mesmo é suscetível aos efeitos adversos do clima. O índice é formado por três componentes

principais: a sensibilidade, exposição e capacidade de adaptação (CLIMA GERAIS, 2023), conforme ilustrado na Figura 9-33 .

Figura 9-33: Diagrama da vulnerabilidade às mudanças climáticas



Fonte: IPCC,2007 *apud* Feam, 2014

A sensibilidade é o "grau no qual um sistema é influenciado, positivamente ou negativamente, pela variabilidade ou pelas mudanças climáticas" (IPCC, 2007 *apud* Feam, 2014).

Dessa maneira, a sensibilidade de um território às mudanças climáticas é definida por seus atributos socioeconômicos e ambientais estruturais que, na ausência de adaptação, tornam esse território vulnerável aos impactos negativos das mudanças climáticas em sua integridade socioeconômica e ecossistêmica. Por exemplo, são utilizados indicadores socioeconômicos que permitem demonstrar o nível de dependência da localidade a um setor econômico específico sensível ao clima, como a agricultura, a exploração florestal, o turismo ou a geração de hidroeletricidade. Essa caracterização servirá para determinar em que grau (baixo, médio ou alto) a comunidade pode ser influenciada de maneira negativa pela variabilidade climática, considerando seu impacto nas atividades econômicas e nos meios de produção. Ela permitirá, também, identificar os fatores que mais contribuem para a sensibilidade do território às mudanças climáticas, assim como os setores econômicos, os recursos naturais e as populações mais sensíveis ao clima (Feam, 2014).

A exposição é definida como a "natureza, a amplitude e o ritmo da variação climática à qual o sistema considerado está exposto" (IPCC, 2007 *apud* Feam, 2014). Para FEAM (2014), um território é considerado exposto se for possível que um ou vários de seus componentes socioeconômicos ou ambientais sofram um ou vários impactos das mudanças climáticas, considerando-se, também, a amplitude e o ritmo previstos do impacto das mudanças climáticas sobre o território.

A capacidade de adaptação é a "capacidade de um sistema de se adaptar às mudanças climáticas (especialmente à variabilidade climática e aos fenômenos extremos), a fim de atenuar os danos

potenciais, de aproveitar as oportunidades ou enfrentar as suas consequências" (IPCC, 2007 *apud* Feam, 2014).

A capacidade de adaptação inclui todos os aspectos que permitem à coletividade se adaptar a uma mudança que surge em determinada situação. Essa é uma noção dinâmica que evolui no tempo, em função dos recursos dos quais dispõe a comunidade e de sua experiência anterior em matéria de adaptação. Ela resulta de fatores que facilitam a antecipação dos impactos e o ajuste às novas condições ambientais (Feam, 2014).

A capacidade de adaptação de uma comunidade pode, assim, ser medida através das ferramentas que ela tem para mudar uma situação indesejável ou aproveitar os impactos positivos provocados por uma variação do clima. Por exemplo, a existência de um sistema de alerta precoce, o conhecimento dos setores sociais e econômicos mais vulneráveis, a possibilidade de mobilizar recursos financeiros e humanos, a consideração dos impactos prováveis das mudanças climáticas no planejamento estratégico da comunidade, a informação do público etc., são alguns dos fatores que explicam a capacidade de adaptação de um território às mudanças climáticas (Feam, 2014).

9.1.3.2.2 Abordagem metodológica do estudo da FEAM

A avaliação da vulnerabilidade às mudanças climáticas do Estado de Minas Gerais foi realizada com base na definição de vulnerabilidade proposta pelo IPCC (2007) e seus três componentes principais (Feam, 2014).

Para cada uma das três dimensões da vulnerabilidade foram analisados os principais fatores ou componentes que permitem avaliar o grau de exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação do território às mudanças climáticas. Para cada dimensão, um conjunto de indicadores foi proposto para informar sobre cada um dos fatores identificados (Feam, 2014).

Segundo a Feam (2014), o estudo foi construído com base em pesquisas bibliográficas, informações disponíveis e discussões com o Comitê Técnico do PEMC. A análise integra os estudos já disponíveis sobre os elementos de vulnerabilidade do território mineiro e de seus setores socioeconômicos às mudanças climáticas. Considera, também, as iniciativas e estratégias já implementadas no estado e que favorecem direta ou indiretamente a adaptação do território aos impactos climáticos.

Os fatores de sensibilidade às mudanças climáticas foram definidos com base em um diagnóstico abrangente e aprofundado do território que relaciona os aspectos econômicos, sociais, ambientais e climáticos, destacando os setores e recursos mais sensíveis às mudanças climáticas. Os fatores de sensibilidade definidos no estudo foram lançados em uma matriz de sensibilidade, cujo resultado foi a definição da sensibilidade em quatro níveis: baixa, média, forte e muito forte (Feam, 2014).

Os níveis de exposição de cada município do estado de Minas Gerais foram definidos com base no estudo dos impactos às mudanças climáticas. Os principais impactos relacionados às mudanças

climáticas (climáticos, econômicos, sociais e ambientais) foram identificados e avaliados de maneira quantitativa, quando os estudos científicos desenvolvidos sobre essas questões já se encontravam disponíveis, ou de maneira qualitativa, na ausência de informações específicas. As avaliações foram lançadas em uma matriz de exposição aos impactos, cujo resultado definiu a exposição em quatro níveis: baixo, médio, forte e muito forte (Feam, 2014).

Para a classificação da capacidade de adaptação às mudanças climáticas, foram utilizados parâmetros que apresentam uma visão geral dos principais programas, planos e iniciativas que reforçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas do estado de Minas Gerais (estratégias estaduais, programas econômicos, saúde, proteção da biodiversidade, gerenciamento de recursos hídricos e gerenciamento de desastres naturais). A lista das ações utilizadas não compreende a totalidade das políticas públicas e projetos relacionados, mas buscou ser a mais representativa possível das ações no território estadual (Feam, 2014)

Os principais parâmetros relacionados à capacidade de adaptação foram identificados e avaliados de maneira qualitativa, e lançados em uma matriz da capacidade de adaptação de Minas Gerais às mudanças climáticas, cujo resultado foi dividido em três níveis de classificação: elevado, médio e baixo (Feam, 2014).

A classificação da vulnerabilidade dos municípios e regiões de planejamento de Minas Gerais, foi resultado de uma média ponderada dos três componentes da vulnerabilidade (Feam, 2014).

O estudo possibilitou elaborar um mapa com indicadores quantitativos e qualitativos das regiões mineiras, divido em quatro níveis de vulnerabilidade: baixo, moderado, alto e muito alto. Foi considerada a vulnerabilidade dos diferentes setores a partir de seus graus de sensibilidade ao clima, além da avaliação a exposição ou a magnitude dos impactos e a capacidade de adaptação às suas consequências, principalmente os eventos extremos de temperatura e precipitação (Feam, 2014a).

9.1.3.3 Resultados

A Tabela 9-8 apresenta os resultados obtidos na plataforma Clima Gerais (2023), referentes aos municípios de São Gonçalo do Abaeté e Três Marias, para a vulnerabilidade às mudanças climáticas e seus componentes (nível de sensibilidade, nível de exposição e capacidade de adaptação).

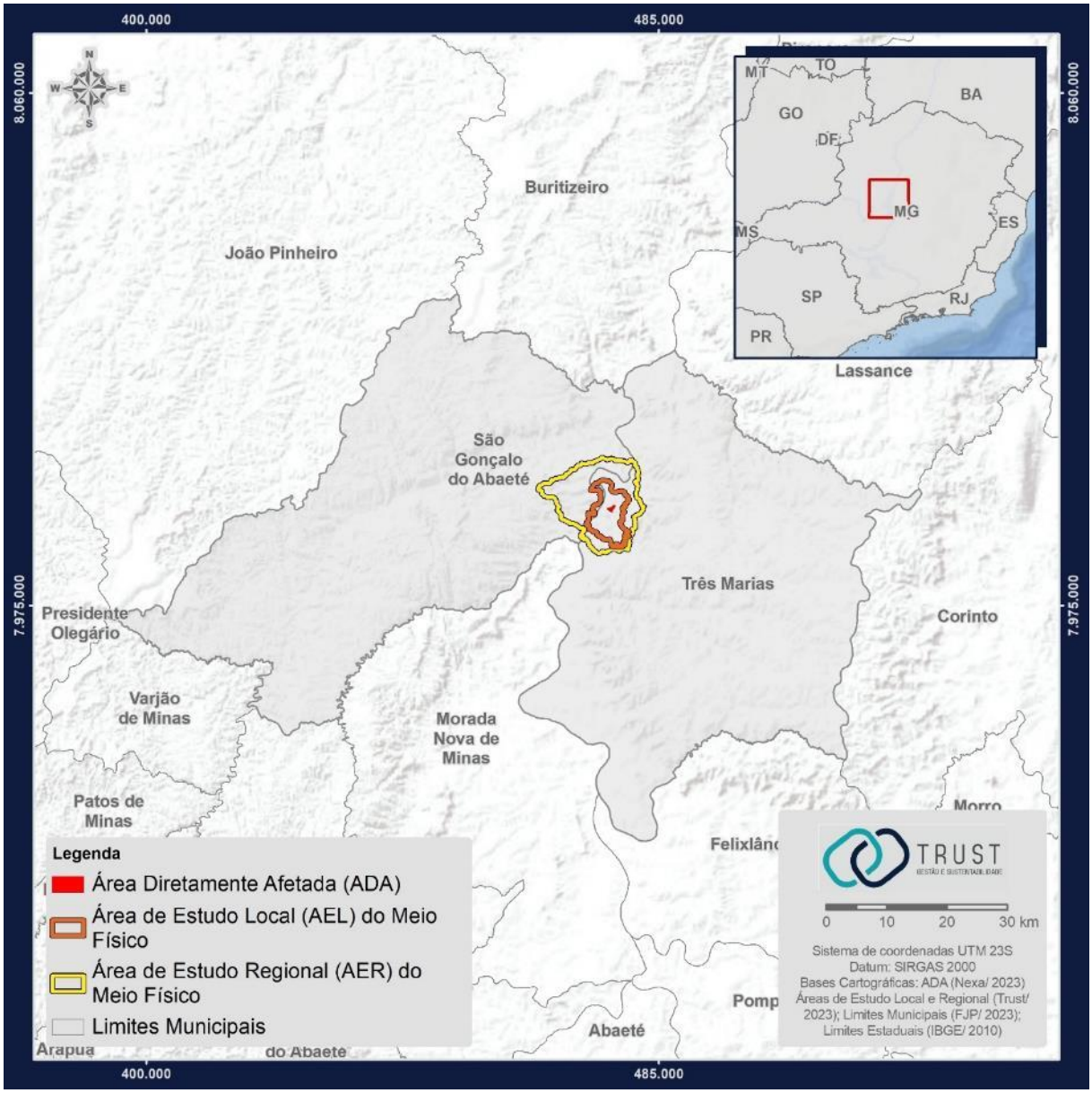
A Figura 9-34 espacializa as áreas de estudo do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias em relação aos municípios mencionados.

Tabela 9-8: Vulnerabilidade às mudanças climáticas e seus componentes municípios de São Gonçalo do Abaeté e Três Marias

Município	Vulnerabilidade às mudanças climáticas	Nível de Sensibilidade	Nível de Exposição	Capacidade de Adaptação
São Gonçalo do Abaeté	Moderada	Moderada	Alta	Moderada
Três Marias	Baixa	Baixa	Alta	Alta

Fonte: dados extraídos da plataforma Clima Gerais, 2023

Figura 9-34: Áreas de estudo em relação aos municípios de São Gonçalo do Abaeté e Três Marias



Fonte: Limites municipais: Fundação João Pinheiro 2023; Limites Estaduais: IBGE, 2010

Em função das características dos municípios analisados, verificou-se um baixo nível de sensibilidade para Três Marias e moderado nível de sensibilidade para São Gonçalo do Abaeté.

Isso significa que Três Marias é menos influenciável negativamente pela variabilidade ou pelas mudanças climáticas, quando comparado com São Gonçalo do Abaeté.

De acordo coma Agência Minas (2022), cerca de 68% dos municípios têm sensibilidade alta ao clima, sendo 5% com sensibilidade muito alta. Isso significa que 27% dos municípios mineiros estão classificados como baixa a moderada sensibilidade ao clima, sendo São Gonçalo do Abaeté e Três Marias pertencentes à esta estatística.

A exposição de ambos os municípios foi considerada alta, pois os fatores econômicos, ambientais e sociais são fortemente impactados pela variação climática. Para a Agência Minas (2022), ao todo são 102 municípios em Minas Gerais que apresentam nível alto a muito alto de exposição, onde há cerca de 2 milhões de habitantes.

A capacidade de adaptação de São Gonçalo do Abaeté é moderada e de Três Marias é alta. Isso significa que o município de Três Marias apresenta mais iniciativas e mais programas institucionais que reforçam a capacidade de adaptação do município às mudanças climáticas.

Com relação à vulnerabilidade às mudanças climáticas verifica-se que São Gonçalo do Abaeté apresenta vulnerabilidade moderada e Três Marias apresenta baixa vulnerabilidade às mudanças climáticas. Isso significa que Três Marias é menos susceptível aos efeitos adversos do clima, quando comparado com São Gonçalo do Abaeté e a maioria dos municípios mineiros.

No contexto do presente EIA, o Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Maria será implantado em uma área já antropizada, pertencente à Unidade da Nexa no município de Três Marias. Dessa forma, em função do tipo de empreendimento e de sua localização, prevê-se que a vulnerabilidade observada nos municípios em estudos, principalmente Três Marias, não irá intervir na instalação e operação do projeto em estudo, tão pouco, o mesmo não irá modificar ou afetar a vulnerabilidade às mudanças climáticas dos municípios avaliados.

9.1.3.4 Síntese Conclusiva

Foram analisados os estudos de vulnerabilidade disponíveis no estado de Minas Gerais, e consultado a plataforma mineira para adaptação às mudanças climáticas – Clima Gerais, a qual indica o nível de sensibilidade, nível de exposição, capacidade de adaptação e vulnerabilidade frente às mudanças climáticas.

Na análise dos componentes da vulnerabilidade de cada município, verificou-se um baixo nível de sensibilidade para Três Marias e moderado nível de sensibilidade para São Gonçalo do Abaeté; a exposição de ambos os municípios foi considerada alta e a capacidade de adaptação de São Gonçalo do Abaeté é moderada e de Três Marias é alta.

Com relação à vulnerabilidade, São Gonçalo do Abaeté apresenta um grau moderado, enquanto Três Marias apresenta grau de vulnerabilidade baixo aos efeitos adversos do clima.

No contexto do presente EIA, o Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Maria será implantado em uma área já antropizada, pertencente à Unidade da Nexa no município de Três Marias. Dessa forma, em função do tipo de empreendimento e de sua localização, prevê-se que a vulnerabilidade observada nos municípios em estudos, principalmente Três Marias, não irá intervir na instalação e operação do projeto em estudo, tão pouco, o mesmo não irá modificar ou afetar a vulnerabilidade às mudanças climáticas dos municípios avaliados.

9.1.4 Ruído Ambiental e Vibração

9.1.4.1 Introdução

Este diagnóstico objetiva apresentar a caracterização dos níveis de pressão sonora e de vibração amostrados na área de estudo local do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

A avaliação diagnóstica se torna relevante, pois permite identificar as características do ambiente acústico (som e vibração) antes da implantação do Projeto, permitindo avaliar possíveis alterações que venham a ocorrer durante a futura implantação e operação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

9.1.4.2 Metodologia

A caracterização dos níveis de pressão sonora na área de estudo local do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias foi realizada por meio de dados primários e secundários. Foram analisados os resultados do monitoramento de ruído executado pela Nexa, por meio de cinco pontos. Foram disponibilizados pela Nexa os dados referentes ao período entre 2019 e 2023, além de duas campanhas de monitoramento (março e maio de 2023), as quais amostrou-se os níveis de pressão sonora e de vibração em quatro pontos alocados em receptores humanos mais próximos às futuras instalações do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

9.1.4.2.1 Legislação Aplicável

No que diz respeito às legislações relacionadas ao ruído foram consultadas legislações e normas desde nível federal até as municipais. Na esfera federal, a Resolução CONAMA nº 01/1990 - *dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política*. Esta resolução indica a utilização da ABNT NBR 10.151, como referência para as avaliações de ruídos.

A Norma ABNT NBR 10151:2019 (versão corrigida 2020) - *Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral* - estabelece os procedimentos gerais para realização das medições, os limites máximos permitidos para diferentes tipologias de áreas,

além dos limites de horário para os períodos diurno e noturno que podem ser definidos pelas autoridades de acordo com os hábitos da população. Quando não há definição pelas autoridades locais, a norma indica que as medições diurnas devem ser realizadas depois das 7 h (sete horas) e as medições noturnas depois das 22 h (vinte e duas horas). A Tabela 9-9 apresenta os limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas.

Tabela 9-9: Limite dos níveis de pressão sonora de acordo com a tipologia de áreas, conforme a norma ABNT NBR 10.151:2019

Tipo de áreas habitadas	RLAeq Limites de nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A (dB)	
	Diurno	Noturno
Área de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial, urbana, de hospitais ou de escolas	50	45
Area mista predominantemente residencial	55	50
Area mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10.151, 2019.

Cabe ressaltar que o município Três Marias possui a Lei Complementar nº 1, de 10 de julho de 2008, a qual institui o Plano Diretor Participativo de Desenvolvimento Municipal do Município de Três Marias e dá outras providências. Os mapas de uso e ocupação do solo, anexados a esta lei, foram consultados para realizar a classificação dos pontos de acordo com os tipos de áreas habitadas indicadas na Norma ABNT NBR 10.151:2019.

Em âmbito estadual, tem-se a Lei nº 10.100, de 17 de janeiro de 1990 (*dá nova redação ao artigo 2º da Lei nº 7.302, de 21 de julho de 1978, que dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no Estado de Minas Gerais)*, a qual estabelece que são prejudiciais à saúde, à segurança ou ao sossego públicos os níveis de ruído que: *(i)* atinjam, no ambiente exterior do recinto em que têm origem, nível de som superior a 10 dB(A) acima do ruído de fundo existente no local, sem tráfego; *(ii)* independentemente do ruído de fundo, atinjam no ambiente exterior do recinto em que tem origem, nível sonoro superior a 70 dB(A) durante o dia, e 60dB(A) durante a noite.

Em âmbito municipal, Três Marias possui o Decreto Municipal de Três Marias nº 1.346, de 04 de novembro de 2005[5] que fixa os níveis máximos permitidos de som em dB(A) em três períodos durante o dia: (*i*) 1º período entre 07 e 19 horas - 65 dB(A); (*ii*) 2º período entre 19 e 22 horas -

[5] Regulamenta a Lei Municipal Nº 1.924 de 15 de julho de 2005, que dispõe sobre a política de proteção, conservação e melhoria do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação

60 dB(A); (iii) 3º período entre 22 e 07 horas - 50 dB(A). Destaca-se que o município de São Gonçalo do Abaeté não possui legislação específica.

Tabela 9-10: Limites de velocidade de vibração de partícula de pico por faixas de frequência

Faixa de frequência	Limite de velocidade de vibração de partícula de pico
4 Hz a 15 Hz	iniciando em 15 mm/s aumenta linearmente até 20 mm/s
15 Hz a 40 Hz	acima de 20 mm/s aumenta linearmente até 50 mm/s
Acima de 40 Hz	50 mm/s
Nota: para valores de frequência abaixo de Hz deve ser utilizado como limite o critério de deslocamento de partícula de pico de no máximo 0,6 mm (de zero a pico)	

Fonte: ABNT NBR 9653:2018

Devido à ausência de normas brasileiras[6] relativa à potencialidade de danos em estruturas associados à incidência de vibração, buscou-se referenciar os critérios empregados por norma internacional correlata. A norma alemã DIN 4150-3 (*Vibrations in buildings: Effects on structures - 1999/2016*), apresenta as diretrizes para a avaliação dos efeitos de vibração em edificações e demais estruturas. A Tabela 9-11 apresenta os limites estabelecidos pela norma alemã para o caso de vibrações de curta duração. Para composição deste diagnóstico foi adotado como referência o limite mais restritivo, que é de 5mm/s, para edificações residenciais, haja vista que os pontos de amostragem foram alocados nos receptores humanos mais próximos à Área Diretamente Afetada do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

Tabela 9-11: Limite de vibração de curta duração em edificações

Tipo de Estrutura	Velocidade de Pico da Partícula – VPP (Máxima velocidade medida em cada uma das três direções: Longitudinal, vertical e transversal)		
	1 Hz a 10 Hz	10 Hz a 50 Hz	50 Hz a 100 Hz
Edificações comerciais ou industriais	20,0 mm/s	20,0 mm/s a 40,0 mm/s	40,0 mm/s a 50,0 mm/s
Edificações residenciais	50,0 mm/s	**5,0 mm/s** a 15,0 mm/s	15,0 mm/s a 20,0 mm/s
Edificações frágeis que não se classificam nos itens anteriores (por exemplo, monumentos históricos e demais edificações de fragilidade aparentes)	3,0 mm/s	3,0 mm/s a 8,0 mm/s	8,0 mm/s a 10,0 mm/s

Fonte: DIN 4150-3

[6] No Brasil, a ABNT NBR nº 9653:2018, especifica os limites de velocidade de vibração de partícula de pico por faixas de frequência, entretanto esta norma é para as vibrações impulsivas, provenientes das detonações durante o processo de desmonte de rochas, que não se aplica ao Projeto em questão.

9.1.4.2.2 Rede de Amostragem

A rede de monitoramento dos níveis de ruído da Nexa (dados secundários), é composta por cinco pontos distribuídos nas imediações (divisas) da Unidade Três Marias, especificamente da planta industrial.

A rede de amostragem dos dados primários, de ruído e vibração, contou com quatro pontos distribuídos em receptores humanos localizados próximo a ADA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, em consonância a ABNT NBR 10.151/2019 a qual orienta que, para fins de avaliação sonora ambiental de empreendimentos, as medições devem ser realizadas em áreas habitadas vizinhas e, quando não houver áreas habitadas, as medições podem ser realizadas apenas nas áreas mais próximas a ADA.

A rede de amostragem de ruído e vibração é apresentada pela Tabela 9-12. O mapa com a distribuição dos pontos de ruído e vibração com relação a ADA e AEL pode ser visualizado na Figura 9-35.

Tabela 9-12: Localização dos pontos de monitoramento de ruído e vibração

Ponto	Localização em relação ao Projeto	Coordenada UTM (Zona 23K | Datum SIRGAS 2000)		Registro Fotográfico
		mE	mN	
P01	Divisa Córrego Barreiro Grande e BR 040 (Campo de Futebol). Localizado na porção sudoeste da ADA e AEL.	474.622	7.988.088	
P02	Divisa Rio São Francisco e BR 040 (Captação de Água). Localizado na porção sudoeste da ADA e AEL.	473.540	7.988.932	

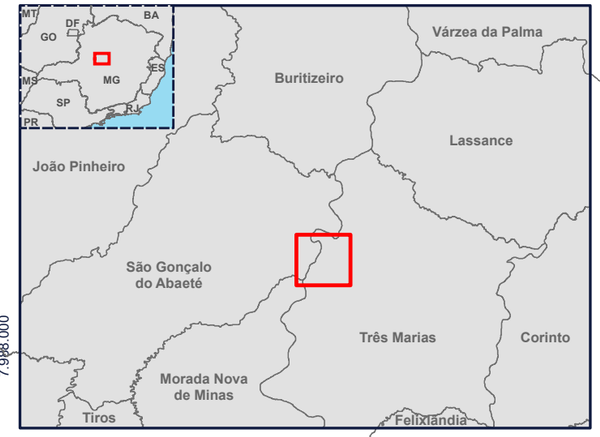
Ponto	Localização em relação ao Projeto	Coordenada UTM (Zona 23K | Datum SIRGAS 2000)		Registro Fotográfico
		mE	mN	
P03	Divisa Córrego Consciência e Rio São Francisco. Localizado na porção sudoeste da ADA e AEL.	474.729	7.989.731	
P04	Divisa entre a planta da Nexa e o loteamento urbano. Localizado na porção sudoeste da ADA e AEL.	475.472	7.989.107	
P05	Divisa entre Nexa e BR 040 (Tratamento de Água). Localizado na porção sudoeste da ADA e AEL.	474.428	7.988.575	
R01	Ilha Catuaba. Localizado na porção oeste da ADA. e central da AEL	475.620	7.991.899	

Ponto	Localização em relação ao Projeto	Coordenada UTM (Zona 23K | Datum SIRGAS 2000)		Registro Fotográfico
		mE	mN	
R02	Aldeia do Dourado. Localizado na porção noroeste da ADA e central da AEL.	476.408	7.992.384	
R03	Localizado na porteira de acesso a propriedade rural, as margens da estrada Consciência. Localizado na porção leste da ADA e central da AEL.	478.417	7.991.395	
R04	Localizado na porteira de acesso a uma propriedade particular, às margens da estrada da Consciência. Ponto localizado na porção sul da ADA e central da AEL.	477.069	7.989.178	



Legenda

- Pontos de monitoramento de Ruído
- Pontos de monitoramento de Ruído e Vibração
- Acesso federal
- Acesso municipal
- Hidrografia
- Cursos d'Água Efêmeros
- Curso d'água/ Represa
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Físico
- Limite municipal



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km, respectivamente.

Base Cartográfica: ADA, AEL, hidrografia bifilar, (Trust/2023); hidrografia (Trust/2023, adaptada de IGAM); rodovias (IBGE/2021); limite municipal (FJP/2022), pontos de monitoramento (Trust/2023).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 09-35: Localização dos pontos de monitoramento de ruído e vibração

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Lucas F. de Oliveira	18/03/2023	NXTM-DRS-EIA-MonitRuido-A3-v00

9.1.4.2.3 Dados Amostrais

Os dados secundários, referente ao monitoramento de ruído disponibilizados pela Nexa, foram amostradas pelo laboratório Campo Análises Ltda, acreditada pelo INMETRO para a Realização de Ensaios de Ruído Ambiental (CRL 1039). O monitoramento ocorre anualmente, conforme determinado por condicionante ambiental do empreendimento. Foram utilizados dados entre 2019 e 2022 e as amostragens ocorrem no período diurno e noturno com duração de cinco e 10 minutos.

Para compor o diagnóstico dos níveis de pressão sonora e, de modo a realizar amostragens de vibração, foram executadas duas campanhas de campo, sendo a primeira em março e, a segunda, em maio de 2023. Foram amostrados quatro pontos alocados no entorno da ADA em áreas habitadas na área central da área de estudo local do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, com medições de 15 minutos, em três períodos, em consonância ao Decreto Municipal de Três Marias n° 1.346/2005. Estas amostragens foram realizadas pelo laboratório Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente Ltda., acreditado pelo Inmetro para realização de ensaios de ruído e vibração (CRL1402).

Ambos os laboratórios citados atendem aos requisitos estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM nº 216, de 27 de outubro de 2017, que "*dispõe sobre as exigências para laboratórios que emitem relatórios de ensaios ou certificados de calibração referentes a medições ambientais*". Os certificados dos laboratórios Campo e Segma podem ser consultados no Anexo 2.

Os dados amostrais utilizados neste diagnóstico são descritos na Tabela 9-13.

Tabela 9-13: Dados utilizados para composição do diagnóstico de ruído e vibração

Dado	Tema	Data	Laboratório Responsável	Acreditação	Duração	Período	Parâmetros
Secundário	Ruído	2019-2022	CAMPO - Centro de Tecnologia Agrícola e Ambiental	CRL 1039	5 min (2022) 10 min (2019-2021	Diurno Noturno	LAeq - Nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A
Primário	Ruído	08/03/2023 29/05/2023	Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente Ltda.	CRL 1402	15 min	1º período: entre 07 e 19 horas 2º período: entre 19 e 22 horas 3º período: entre 22 e 07 horas.	LAeq - Nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A
Primário	Ruído	0808/2023	CAMPO - Centro de Tecnologia Agrícola e Ambiental	CRL 1039	5 min	Diurno Noturno	LAeq - Nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A
Primário	Vibração	08/03/2023 29/05/2023	Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente Ltda.	CRL 1402	15 min	Diurno	Velocidade de vibração triaxial (mm/s) Pico e Amplitude média quadrática (RMS)

No Anexo 3, junto aos laudos de ruído e vibração, é possível verificar as Anotações de Responsabilidade Técnica -ART dos profissionais responsáveis pelas amostragens, o certificado de acreditação e os certificados de calibração dos equipamentos utilizados. A Tabela 9-14 apresenta, resumidamente, os equipamentos utilizados nas amostragens de ruído e vibração.

Tabela 9-14: Equipamentos utilizados nas amostragens de ruído e vibração

Tema	Campanha	Equipamento	Calibração
Ruído	2019	Medidor 01 dB Solo Black Classe 2 em conformidade com IEC 61672	17/07/2018 a 17/07/2020
		Calibrador de Nível Sonoro 01 dB Solo Black Classe 2 em conformidade com a IEC 60942	17/07/2018 a 17/07/2020
	2020	Medidor 01 dB Solo Black Classe 2 em conformidade com IEC 61672	17/07/2018 a 17/07/2020
		Calibrador de Nível Sonoro 01 dB Solo Black Classe 2 em conformidade com a IEC 60942	17/07/2018 a 17/07/2020
	2021	Medidor 01 dB Solo Black Classe 2 em conformidade com IEC 61672	25/08/2020 a 25/08/2022
		Calibrador de Nível Sonoro 01 dB Solo Black Classe 2 em conformidade com a IEC 60942	25/08/2020 a 25/08/2022
	2022	Medidor 01 dB Solo DL 02 Classe 2 em conformidade com IEC 61672	25/08/2020 a 25/08/2022
		Calibrador de Nível Sonoro 01 dB Cal02 Classe 2 em conformidade com a IEC 60942	25/08/2020 a 25/08/2022
	Março e Maio 2023	Medidor Svantek 971 Classe 1 em conformidade com IEC 61672. Banda larga com todos os filtros de ponderação necessários, bem como filtros de banda de 1/1 ou 1/3 oitavos	07/07/2021 a 07/07/2023
		Calibrador de Nível Sonoro Chrompack SamrtCal Classe 1 em conformidade com a IEC 60942	13/04/2022 a 13/04/2024
		Anemômetro B-MAX XT-2134	19/01/2023 a 19/05/2025
	Agosto 2023	Sonômetro	31/10/2022 a 31/10/2024
		Microfone	
		Calibrador Sonoro	27/10/2022 a 27/10/2024
Vibração	Março Maio 2023	Medidor Svantek 948	08/03/2022 a 08/03/2024
		Acelerômetro Dytran 3143D1	08/03/2022 a 08/03/2024

9.1.4.3 Resultados

Para analisar os resultados dos níveis de pressão sonora, inicialmente, é necessário proceder com a classificação das tipologias de áreas. Para isso, foi analisado o plano diretor do município de Três Marias, que apresenta o recorte espacial apenas da "área urbana". Os pontos P01, P02, P05 e R02 estão localizados na mancha urbana definida pelo plano diretor. Entretanto, foi identificada a necessidade de reclassificar os pontos (de acordo com as tipologias de áreas estabelecidas na Norma ABNT NBR 10.151:2019), por meio de observações em campo, em virtude das características locais, conforme esclarecido a seguir:

- *P01, P02, P03 e P05 - Classificados como "Área predominantemente industrial": (Figura 9-35) estes pontos estão localizados dentro, caso do ponto P05, ou no entorno imediato da planta industrial da Unidade Três Marias. Nestes locais não foram identificados receptores humanos que justificasse alguma outra tipologia de área. Para estes pontos o RLAeq considerado é de 70 dB no período diurno e 60 dB no período noturno.*

- *P04 e R02 – Classificados como "Área estritamente residencial, urbana, de hospitais ou de escolas": o ponto P04 está alocado em um loteamento urbano com residências isoladas, ao passo que o R02 está em um aglomerado de residências de temporadas (Aldeia do Dourado, mapeada pelo plano diretor como área urbana). Para estes pontos o RLAeq considerado é de 50 dB no período diurno e 45 dB no período noturno.*

- *R01, R03 e R04 – Classificados como "Área de residências rurais": Os pontos R03 e R04 estão localizados em frente de propriedades com características rurais (fazenda, sítio, chácara, etc.). Para estes pontos, o RLAeq considerado é de 40 dB no período diurno e 35 dB no período noturno.*

Em consonância ao disposto no Decreto Municipal nº 1.346/2005, os limites de referência locais são de 65 dB(A) para o período diurno e 50 dB(A) para noturno. Para uma melhor interpretação, entende-se 1º e 2º período como diurno e 3º período como noturno. Visto que, de acordo com a Norma ABNT NBR10.151:2019 as medições diurnas devem ser realizadas depois das 7 h (sete horas) e as medições noturnas depois das 22 h (vinte e duas horas) e o Decreto Municipal estipula que o 1º período é entre 07 e 19 horas, o 2º período entre 19 e 22 horas e o 3º período: entre 22 e 07 horas.

Já a Lei Estadual nº 10.100/1990 estabelece os limites de 70 dB (A) para o período diurno e 60 dB (A) para o período noturno.

Considerando as premissas supradescritas, em um primeiro momento, são apresentados e discutidos os resultados obtidos por meio dos dados secundários (P01 ao P03 e P05). Nota-se que 100% dos níveis de pressão sonora amostrados permaneceram abaixo do RLAeq estabelecido na Norma ABNT NBR 10.151:2019 (Área predominantemente industrial) e do limite estipulado pela Lei Estadual nº10.100/1990, tanto no período diurno quanto noturno. Quando se compara os resultados do ponto P04 em relação ao RLAeq da ABNT NBR 10.151:2019 (Área estritamente

residencial, urbana, de hospitais ou de escolas) têm-se conformidade na maioria das amostragens, com um desvio no período diurno (2019 – 51,1 dB) e um desvio no período noturno (2022 – 52,5 dB). De acordo com as anotações de campo destas amostragens houve interferências proveniente de: movimentação de veículos, veículos utilizados na operação da Unidade Três Marias, processo industrial, grilos e sirene de ré.

Os dados primários, compostos pelos pontos R01 ao R04, apresentaram conformidade em 100% dos resultados em relação aos limites estipulados pelo Decreto Municipal nº 1.346/2005, Lei Estadual 10.100/1990. Assim como o ponto R02 apresentou conformidade ao comparar com o RLAeq da ABNT NBR 10.151:2019 (Área estritamente residencial, urbana, de hospitais ou de escolas).

No entanto, as amostragens comparadas com o RLAeq da ABNT NBR 10.151:2019 (Área de residências rurais), indicou desvios. O ponto R04 ficaram acima do limite do período diurno (1º e 2º período), com níveis entre 42dB e 45,9dB, sendo o limite 40dB e noturno (3ºperíodo) com níveis entre 40,7dB e 41,8dB, sendo o limite de 35dB. No entorno deste ponto, especificamente, existem diversas fontes de emissão de ruídos, sendo a principal delas a estrada municipal da Consciência, trecho pavimentado, que certamente influência os resultados do monitoramento de ruídos, devido à movimentação constante de veículos e as atividades operacionais da Nexa. Outra fonte, facilmente perceptível em campo, se trata de uma fábrica de gelo, que opera 24 horas (refrigeração constante). As demais fontes estão relacionadas ao aterro sanitário, e, no período noturno, ruídos de animais e insetos, por se tratar de uma área com características rurais. Cabe reforçar que a locação deste ponto próximo à estrada se deu em razão da existência de casas no local. Todos os pontos foram alocados o mais próximo possível dos receptores humanos (residências), conforme recomendado pela Norma ABNT NBR 10.151/2019.

O ponto R01 - Ilha Catuaba apresentou níveis de pressão sonora acima do limite definido pela ABNT NBR 10.151:2019 para tipologia de área de residências rurais tanto no período diurno (entre 42,9dB e 43,5 dB, sendo o limite de 40dB) quanto no período noturno (41,3 e 41,5 dB sendo o limite de 35dB), com exceção da amostra da primeira campanha (março) no 1ºperíodo (diurno). Durante as amostragens foram percebidos sons de motor de embarcações no rio São Francisco, visto ser um local muito visitado para a prática de pesca, tanto de no período diurno quanto noturno, além de conversa dos moradores, ruídos de animais e insetos devido as características rurais do local e atividades operacionais da Nexa.

Por fim, o ponto R03 apresentou um único resultado acima do limite de 40 dB em 29/05/2023 no período noturno (42,4dB). Este ponto foi alocado em frente a porteira de acesso da fazenda local, próximo à estrada municipal Consciência (trecho não pavimentado). Durante a medição ocorreram passagens de veículos, assim como manifestações de animais e insetos.

Os resultados de LAeq - Nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A, utilizado para a avaliação sonora ambiental dos pontos analisados por este diagnóstico, são apresentados graficamente através do Gráfico 9-46 ao Gráfico 9-50.

Gráfico 9-46: Níveis de pressão sonora no período diurno – dados secundários

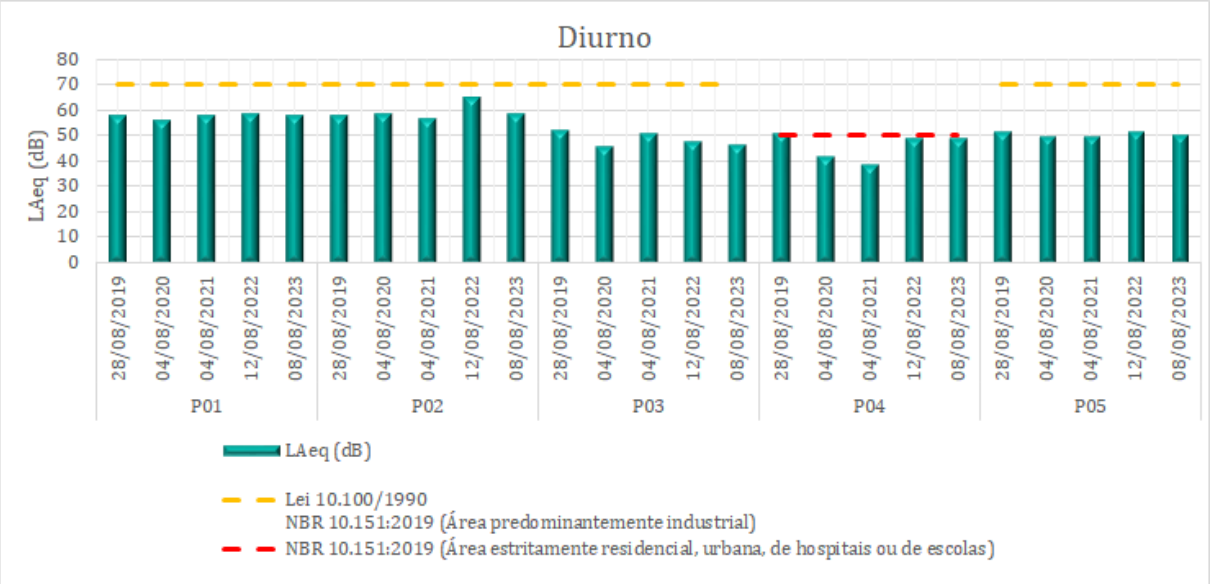


Gráfico 9-47: Níveis de pressão sonora no período noturno – dados secundários

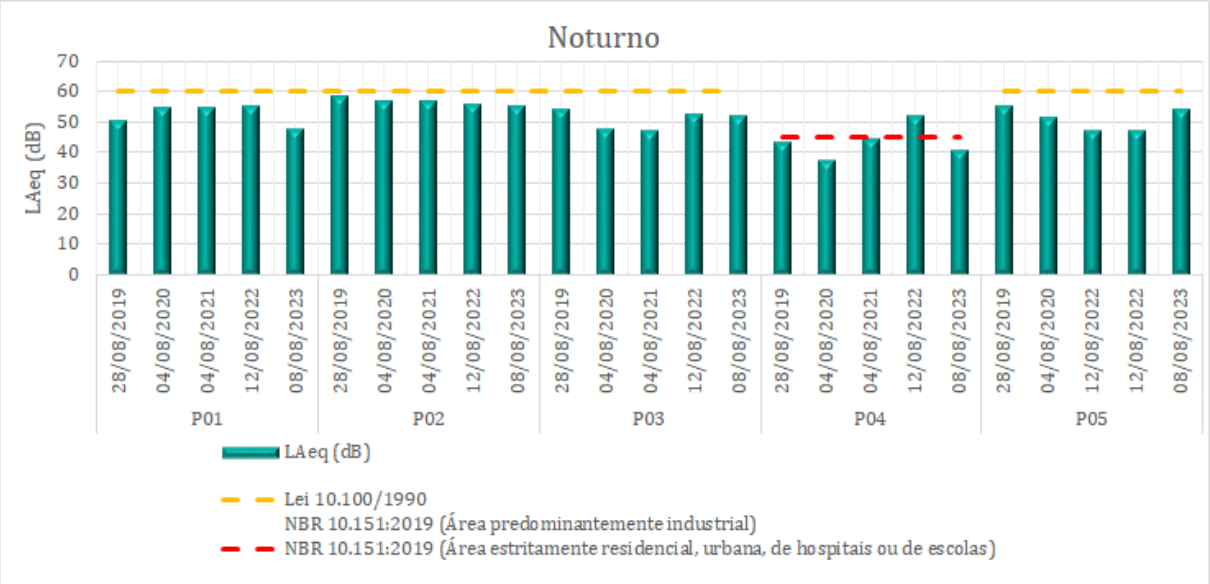


Gráfico 9-48: Níveis de pressão sonora no 1º Período/Diurno – dados primários

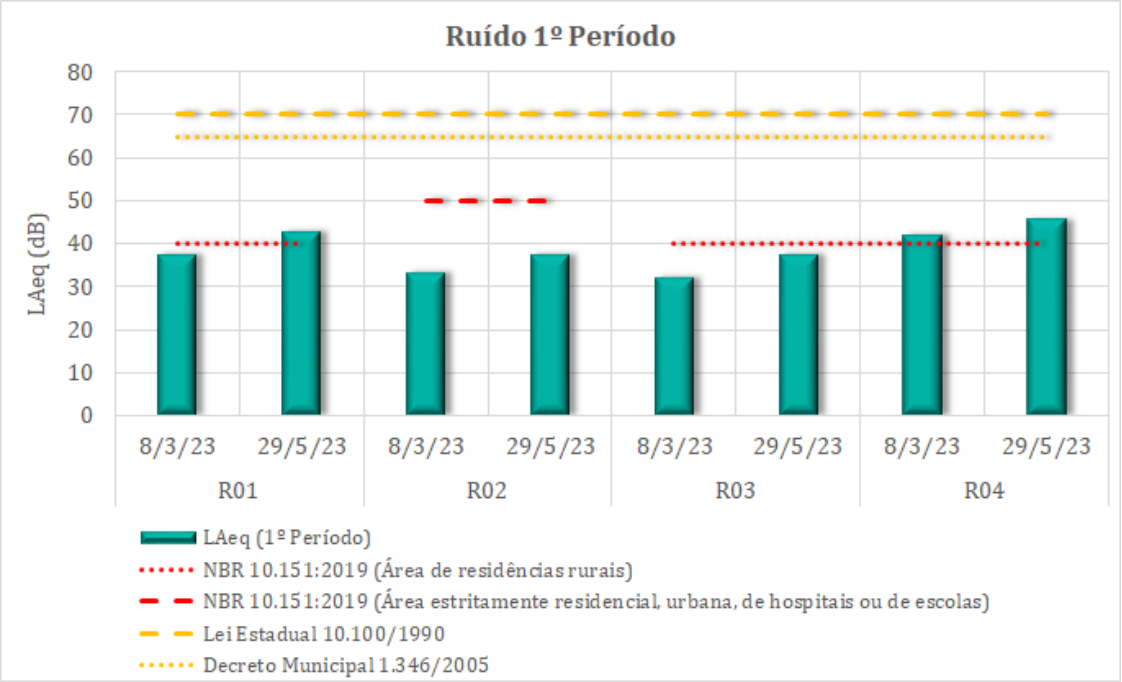
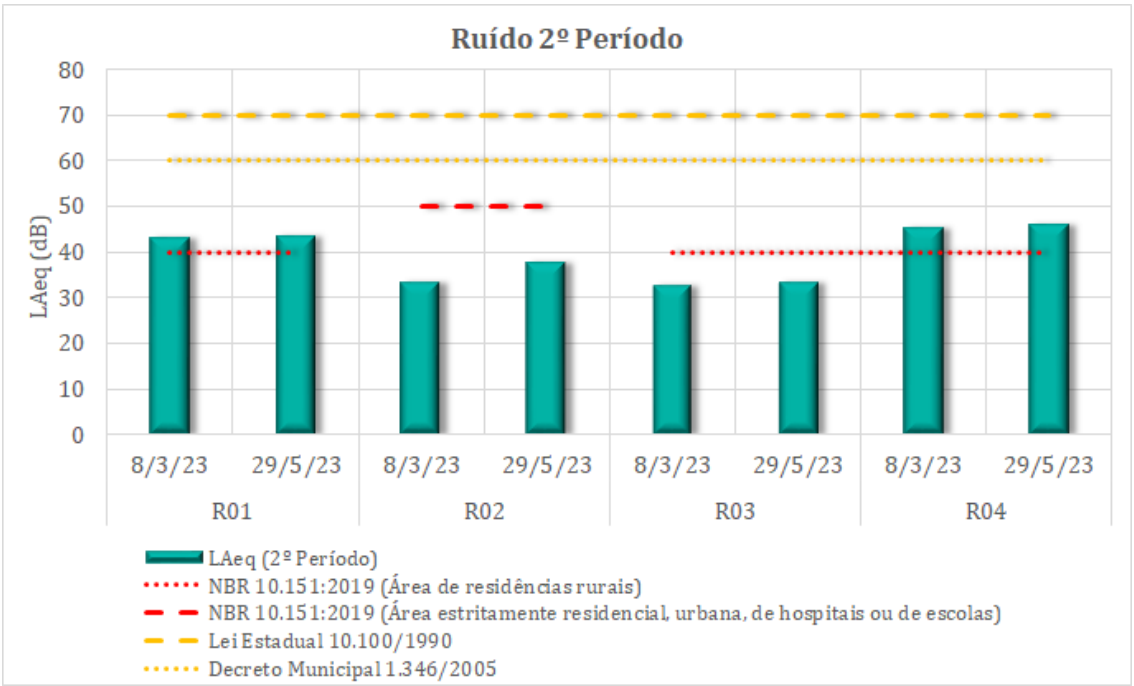
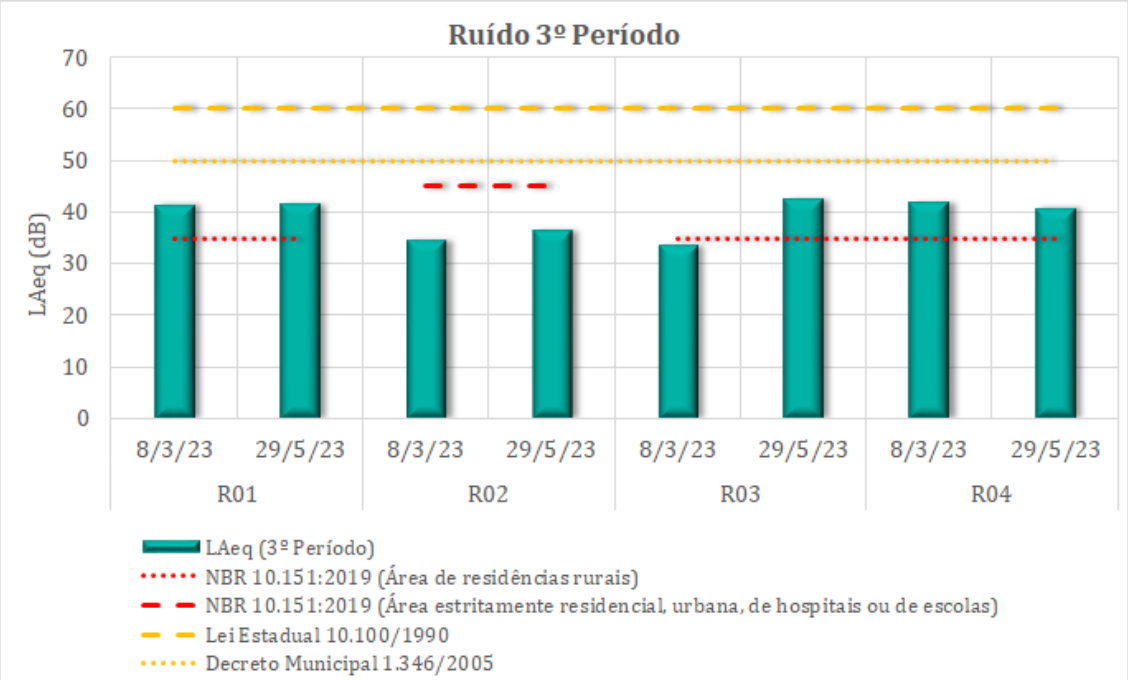


Gráfico 9-49: Níveis de pressão sonora no 2º Período/Diurno – dados primários

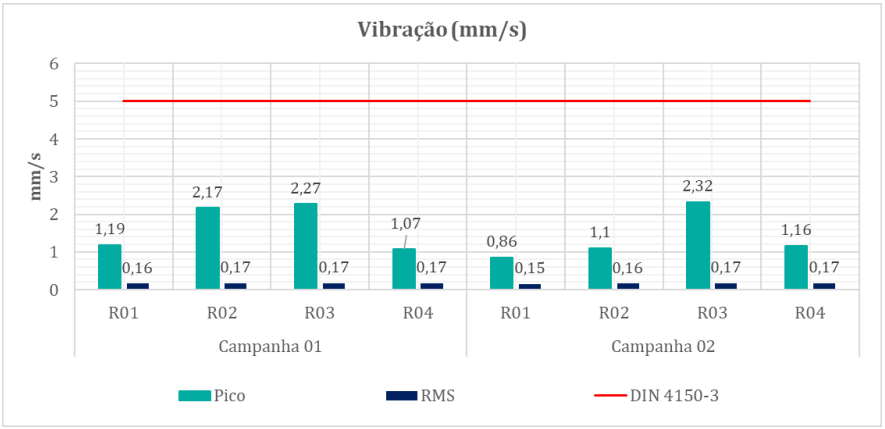


| Gráfico 9-50: Níveis de pressão sonora no 3º Período/Noturno – dados primários



As amostragens de vibração mostraram que os resultados ficaram significativamente inferiores quando comparado com o limite mais restritivo para edificações residenciais estipulado pela referência internacional, DIN4150. Nota-se que todos os pontos estão com resultados inferiores, portanto, sem danos as construções residenciais. Cabe destacar que os pontos R02, R03 e R04 são localizados próximo a vias de acesso, com influência de passagens de veículos. Os resultados do nível médio de vibração (amplitude média quadrática ou RMS) e o pico[7] permaneceram abaixo do limite estipulado. Os resultados da amostragem de vibração podem ser visualizados pelo Gráfico 9-51.

| Gráfico 9-51: Níveis de vibração



[7] Cabe ressaltar que, o limite da referência utilizada neste diagnóstico (DIN 4150-3) deve ser comparado com o resultado de pico.

9.1.4.4 Síntese Conclusiva

O diagnóstico dos níveis de pressão sonora foi realizado por meio de análise de dados secundários e primários. Foi analisado os resultados do monitoramento de ruído executado e disponibilizado pela Nexa, através de cinco pontos em um período entre 2019 e 2023, e foram realizadas duas campanhas (março e maio de 2023), as quais amostraram os níveis de pressão sonora e de vibração em quatro pontos alocados em receptores humanos mais próximos a ADA.

Os pontos de amostragem foram classificados por meio de observações em campo, em virtude das características locais. Os pontos P01, P02, P03 e P05 foram classificados como Área predominantemente industrial; os pontos P04 e R02 como Área estritamente residencial, urbana, de hospitais ou de escolas; e os pontos R01, R03 e R04 foram classificados como Área de residências rurais.

Os resultados dos dados secundários (P01 ao P03 e P05) apresentaram total conformidade em relação ao RLAeq da ABNT NBR 10.151:2019 (Área predominantemente industrial) e do limite estipulado pela Lei Estadual nº10.100/1990, tanto no período diurno quanto noturno. Quando se compara os resultados do ponto P04 em relação ao RLAeq da ABNT NBR 10.151:2019 (Área estritamente residencial, urbana, de hospitais ou de escolas) têm-se conformidade na maioria das amostragens, com um desvio no período diurno em 2019 e um desvio no período noturno em 2022. De acordo com as anotações de campo destas amostragens houve interferências proveniente de: movimentação de veículos, veículos utilizados na operação da Unidade Três Marias, processo industrial, grilos e sirene de ré.

Em relação aos resultados dos dados primários, compostos pelos pontos R01 ao R04, estes permaneceram abaixo dos limites estipulados pelo Decreto Municipal nº 1.346/2005, Lei Estadual 10.100/1990 e o RLAeq da ABNT NBR 10.151:2019 (Área estritamente residencial, urbana, de hospitais ou de escolas) no caso do ponto R02.

As amostragens comparadas com o RLAeq da ABNT NBR 10.151:2019 (Área de residências rurais), indicou os resultados do ponto R04 ficou acima do limite do período diurno (1º e 2º período) e noturno (3ºperíodo) nas duas campanhas realizadas. Este ponto, especificamente, chama-se atenção para uma diversificada fonte de emissão de ruídos, sendo a principal delas a estrada municipal Consciência, trecho pavimentado, que certamente influência os resultados do monitoramento de ruídos, devido à movimentação constante de veículos e as atividades operacionais da Nexa. Outra fonte, facilmente perceptível, no local se trata de uma fábrica de gelo, que opera 24 horas (refrigeração constante). As demais fontes estão relacionadas ao aterro sanitário, e, no período noturno, ruídos de animais e insetos, por se tratar de uma área com características rurais. Cabe reforçar que a locação deste ponto próximo a estrada se deu em razão da existência de casas no local. Todos os pontos foram alocados o mais próximo possível dos receptores humanos (residências), conforme recomendado pela Norma ABNT NBR 10.151/2019.

O ponto R01 - Ilha Catuaba apresentou níveis de pressão sonora acima do limite definido pela ABNT NBR 10.151:2019 para tipologia de área de residências rurais tanto no período diurno quanto no período noturno, com exceção da amostra da primeira campanha (março) no 1ºperíodo (diurno). Durante as amostragens foram percebidos sons de motor de embarcações no rio São Francisco, visto ser um local muito visitado para a prática de pesca, tanto de no período diurno quanto noturno, além de conversa dos moradores, atividades operacionais da Nexa e ruídos de animais e insetos devido as características rurais do local.

O ponto R03 apresentou um único resultado acima do limite de 40 dB em 29/05/2023 no período noturno. Este ponto foi alocado a frente da porteira de acesso a fazenda, próximo a estrada municipal Consciência (trecho não pavimentado). Durante a medição ocorreram passagens de veículos, assim como manifestações de animais e insetos.

As amostragens de vibração, mostrou que os resultados ficaram significativamente inferiores ao limite mais restritivo para edificações residenciais descrito na referência internacional, DIN4150, portanto, sem danos as construções residenciais.

9.1.5 Geologia

9.1.5.1 Introdução

O diagnóstico de geologia consiste no conhecimento dos atributos litológicos, os quais sustentam os recursos ambientais. A geologia nas áreas de estudo do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias é marcada pela dominância da Formação Três Marias pertencente ao Grupo Bambuí, datado do Proterozóico, e em menor ocorrência pelos depósitos aluvionares e coberturas detrito lateríticas, do Cenozoico.

9.1.5.2 Metodologia

A metodologia utilizada na elaboração deste estudo é baseada em uma revisão bibliográfica dos trabalhos desenvolvidos na área, juntamente com dados e observações coletados em campo, a fim de apresentar o contexto geotectônico, estrutural, a sequência estratigráfica e os processos minerários presentes nas áreas de estudo do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

Dentre os referenciais bibliográficos disponíveis, destaca-se: *(i)* o Projeto Alto Paranaíba, realizado por meio de convênio entre a CODEMIG (Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais) e a UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais), com estudos e informações geológicas da região na Folha Três Marias (SE.23-Y-B-III) com escala 1:100.000, desenvolvido por COSTA *et al.*, em 2011, e; *(ii)* o Projeto Bacia do São Francisco/Província Mineral do Bambuí, uma parceria entre CPRM (Serviço Geológico do Brasil) e COMIG (Companhia Mineradora de Minas Gerais), Folha Três Marias (SE.23-Y-B), escala 1:250.000, datado de 2001.

No mês de março de 2023 foi realizada uma visita técnica de campo a fim de correlacionar os atributos geológicos previamente obtidos por meio dos dados secundários, com elementos observados na paisagem.

As informações relativas aos processos minerários foram obtidas a partir de consulta ao sistema SIGMINE da Agência Nacional de Mineração (ANM), cujo acesso foi realizado em março de 2023. Foram inventariados todos os processos minerários, em diferentes fases, no âmbito da área de estudos local e ADA. Utilizou-se este recorte espacial, pois o mesmo abrange o entorno imediato da ADA e, desta forma, considerou que seria mais relevante esta análise utilizando-se apenas a área de estudos local

9.1.5.3 Resultados

9.1.5.3.1 Área de Estudo Regional e Área de Estudo Local

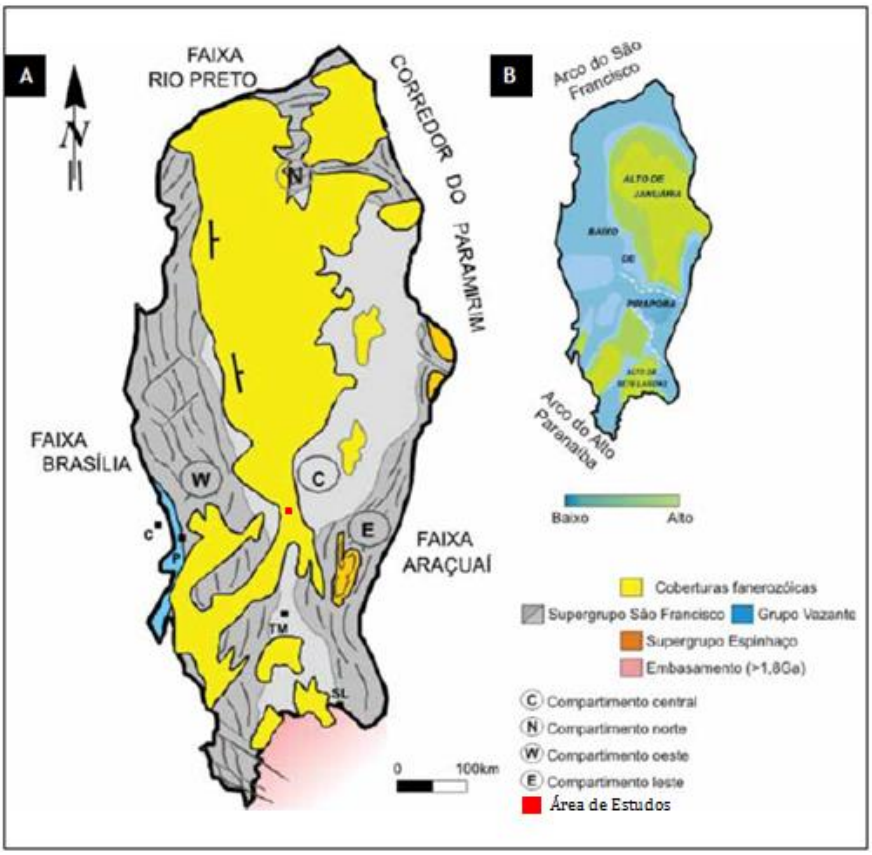
9.1.5.3.1.1 Contexto Geotectônico e Estrutural

A região de Três Marias insere-se na porção central do Cráton do São Francisco, pertencendo à Bacia do Alto São Francisco e exibindo litotipos Neoproterozóicos do Grupo Bambuí (Figura 9-36).

O Cráton São Francisco foi definido por Almeida (1977) como uma porção da plataforma Sul-Americana, consolidada como segmento litosférico no arqueano e moldada pela orogênese Brasiliana (650-450 Ma).

Os limites do Cráton São Francisco são marcados por orógenos Brasilianos: a leste pela Faixa Araçuaí, a oeste pela Faixa Brasília e a norte pela Faixa Rio Preto. Os limites sul e nordeste são dados pelas exposições de rochas do embasamento e pela zona de deformação intracratônica conhecida como Corredor do Paramirim (ALKMIM et al., 1993; *apud* TAVARES, 2019).

Figura 9-36: Inserção da área de estudo no contexto do Cráton do São Francisco



Fonte: Modificado de Reis, 2014

Do ponto de vista estrutural, a região de Três Marias está inserida na porção central do Domínio Estrutural Central do Cráton São Francisco (BARCELAR, 1989), região em que as coberturas proterozóicas foram poupadas de deformação significativa, desenvolvendo um estreito corredor onde os *fronts* de deformação de vergência oposta dos compartimentos oeste e leste exibem duas grandes saliências e quase se tocam (COSTA *et al.,* 2011).

As relações de contato entre os litotipos da Formação Três Marias, indicam que a área foi afetada por tectônica extensional gerando falhas normais que promoveram um desnível estratigráfico na sequência (COSTA *et al.,* 2011). Estes autores mencionam que tais falhas não foram visualizadas em campo e que foram inferidas por meio de lineamentos de relevo e drenagem retirados de interpretação das imagens de satélite e fotografias aéreas.

As estruturas das rochas são caracterizadas por planos de acamamento com tendência à horizontalidade, apresentando deformação desprezível (COSTA *et al.,* 2011). As fraturas são de caráter extensional, com a individualização de duas famílias bem definidas, uma de direção WNW-ESE e outra e direção NE-SW (COSTA *et al.,* 2011).

Nas rochas do Grupo Bambuí aflorantes na região é muito comum a presença de esfoliação esferoidal, cuja origem é explicada pela interação entre os planos de fratura de famílias distintas e o acamamento horizontal da rocha (COSTA *et al.,* 2011). Desta forma, a atuação do intemperismo

na interseção entre esses planos gera um desgaste caracterizado pelo seu caráter concêntrico (acebolamento) e não apresenta relação com a gênese e composição da rocha (COSTA *et al.,* 2011).

9.1.5.3.1.2 Litoestratigrafia

A litoestratigrafia das áreas de estudo do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias é composta por rochas de idade neoproterozóica, incluídas na Formação Três Marias (Grupo Bambuí, Supergrupo São Francisco), que estão localmente cobertas por depósitos cenozoicos, representados por depósitos aluvionares e terraços (próximos aos cursos d'água principais) e por coberturas detrito-lateríticas.

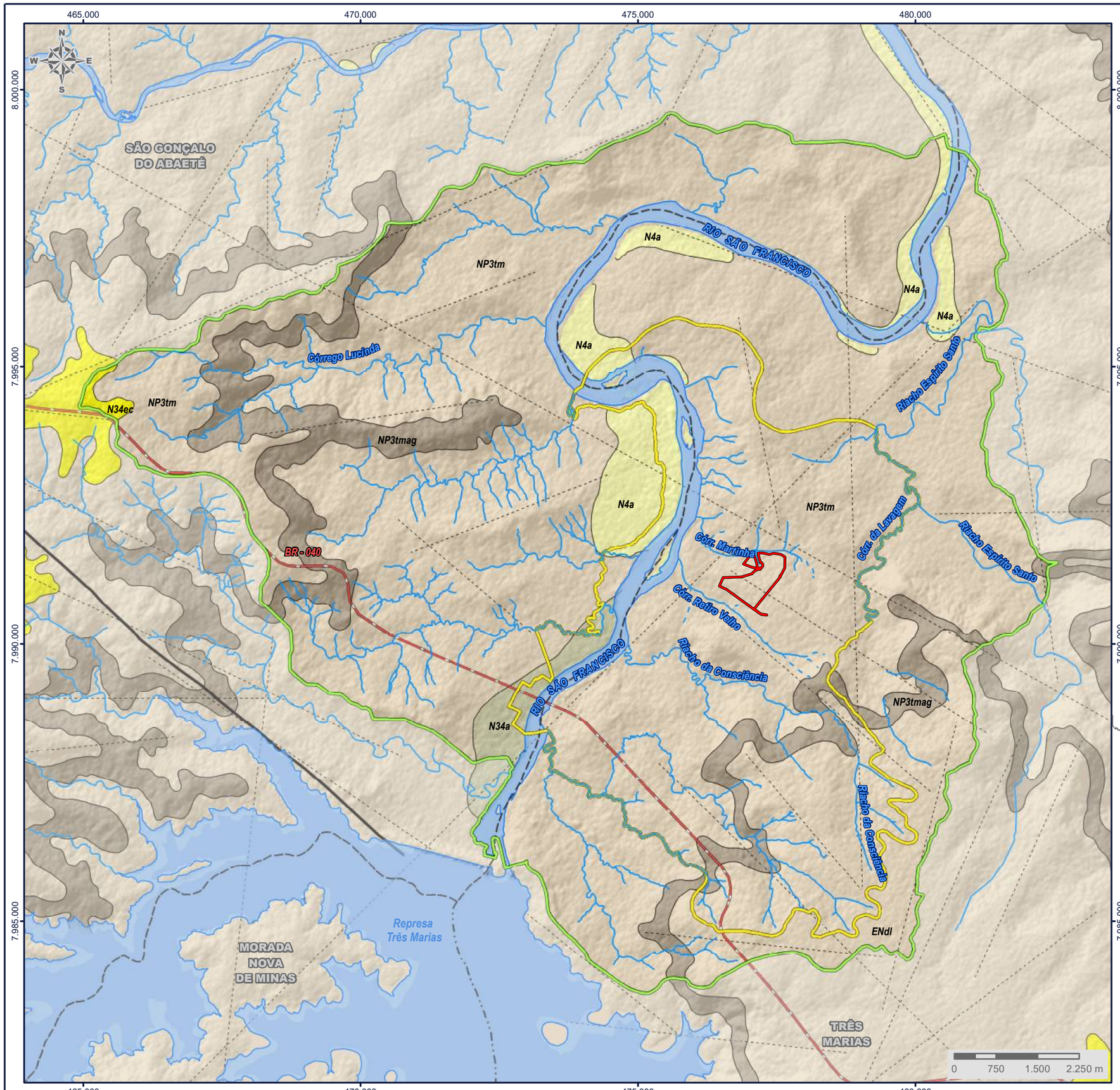
A Tabela 9-15 apresenta a coluna litoestratigráfica das áreas de estudos, a qual foi consolidada tomando como referência o mapeamento de COSTA *et al.* (2011).

A Figura 9-37 e a Figura 9-38 mostram, respectivamente, o mapa geológico das áreas de estudo e o perfil geológico representativo da região; ambas as figuras elaboradas a partir dos estudos desenvolvidos por Costa *et al.* (2011).

Tabela 9-15: Coluna litoestratigráfica das áreas de estudos

Unidade Geocronológica				Unidade Litoestratigráfica			Idade (Ma)	Sigla	Descrição	Abrangência Espacial
Éon	Era	Período	Época							
Fanerozoico	Cenozoico	Quaternário	Holoceno	Depósitos Aluvionares			0,0115 a 0	N4a	Sedimentos inconsolidados, de coloração marrom a bege, mal selecionados, com granulometria variando entre pelito e areia grossa, contendo frequentemente grânulos, seixo e matacões. A natureza dos clastos rudáceos é variada, sendo encontrados quartzitos variados.	Regional e Local
			Pleistoceno	Depósitos Aluvionares Antigos			1,806 a 0	N34a	Sedimentos inconsolidados argilosos a arenosos, de cor marrom claro a bege. Ocorrem como terrenos planos e apresentam-se um pouco mais elevados que o leito atual do rio, formando uma pequena encosta nas margens.	Regional e local
		Neógeno/Paleógeno	Paleoceno/Eoceno/Oligoceno/Mioceno/Plioceno	Depósitos Colúvio-eluviais			65 a 1,75	N34ec	Sedimentos inconsolidados de coloração variando entre bege e rosado, por vezes avermelhados e granulometria ora areno-siltosa, ora areno argilosa. Observam-se coberturas isoladas de cascalho laterítico disperso, localmente gerando aglomerados lateríticos consolidados. Estes depósitos são encontrados apenas em cotas mais elevadas, estando, assim, provavelmente associados ao intemperismo e à desagregação de litotipos cretáceos.	Regional e Local
Proterozoico	Neoproterozoico	-	-	Supergrupo São Francisco	Grupo Bambuí	Formação Três Marias	640 a 541	NP3tm	Litofácies Arenito Lítico - caracterizada por quartzo arenito feldspático de coloração cinza, esverdeados e avermelhados, assumindo tons beges a rosados quando muito intemperizado. Litofácies Arcoseana (ag) – caracterizada por rocha violácea que se mostra como siltito (classificação microscópica) e como pelito (classificação macroscópica).	Regional e Local

Fonte: Elaborado a partir dos dados de COSTA *et al.,* 2011



Legenda

- Acesso federal
- Hidrografia
- Curso d'água/ Represa
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Físico
- Área de Estudo Regional (AER) do Meio Físico
- Limite municipal

Estrutura:

- Contato Geológico
- Falha indiscriminada
- Lineamentos estruturais obtidos pela geofísica: magnetometria

Unidades Geológicas

FANEROZÓICO

CENOZÓICO

PALEÓGENO - NEÓGENO

- N4a — Depósitos aluvionares: sedimentos inconsolidados, de coloração marrom a bege, mal selecionados, com granulometria variando entre pelito e areia grossa contendo, grânulos, seixos e matacões.
- N34a — Depósitos aluvionares antigos: sedimentos inconsolidados argilosos a arenosos de cor marrom claro a bege.
- N34ec — Depósitos colúvio-eluviais: Sedimentos inconsolidados de granulometria ora areno-siltosa, ora areno argilosa. Presença de coberturas isoladas de cascalho laterítico disperso.

PROTEROZÓICO

NEOPROTEROZÓICO

SUPERGRUPO SÃO FRANCISCO

Grupo Bambuí - Formação Três Marias:

- NP3tm [ag] — Litofácies Arenito Lítico: caracterizada por quartzo arenito feldspático de coloração cinza, esverdeados e avermelhados, assumindo tons beges e rosados quando muito intemperizado. Litofácies Arcoseana (ag): caracterizada por rocha violácea que se mostra como siltito (classificação microscópica) e como pelito (classificação macroscópica).



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km, respectivamente.

Base Cartográfica: ADA, AEL, AER, hidrografia bifilar (Trust/2023); hidrografia (Trust/2023, adaptada de IGAM); rodovias (IBGE/2021); limite municipal (FJP/2022); geologia (COSTA et al./ 2011).

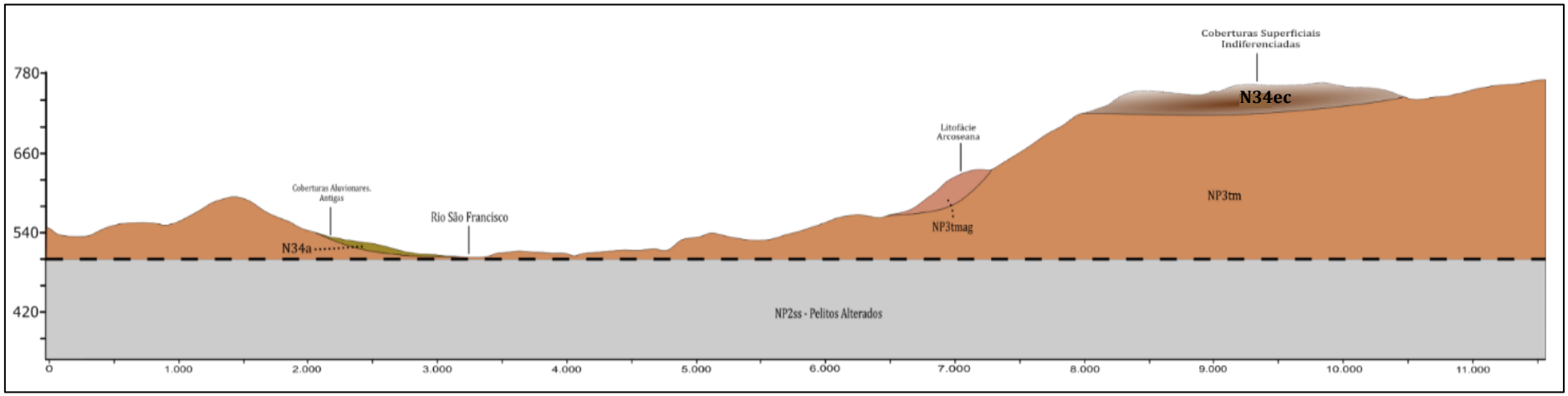
nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 09-37: Geologia nas Áreas de Estudo Local (AEL) e Regional (AER) do Meio Físico

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Lucas F. de Oliveira	01/11/2023	NXTM-DRS-EIA-GeologiaAreasEstudoMF-A3-v00

Figura 9-38: Perfil geológico da região estudada



Fonte: Elaborado a partir dos dados de COSTA *et al.,* 2011

9.1.5.3.1.2.1 Formação Três Marias (NP3tm)

A Formação Três Marias, pertencente ao Grupo Bambuí, ocorre ao longo de toda a área estudada e, segundo Costa *et al.* (2011), é subdividida em duas litofácies: arenitos líticos e arenitos arcoseanos.

- *Litofácies Arenitos Líticos*

Caracteriza-se por quartzo arenitos feldspáticos de coloração cinza, esverdeados e avermelhados, assumindo tons beges a rosados quando muito intemperizados. A granulometria varia entre areia muito fina e areia grossa, com grãos subangulosos a angulosos, ora com baixa e ora com alta esfericidade. Por vezes a quantidade de pseudomatriz diagenética confere à rocha um aspecto de sub-grauvaca (COSTA *et al.,* 2011).

A litofácies lítica apresenta estruturas semelhantes à arcosena, sendo observadas laminação e estratificação planar paralela, laminação *flaser*, *wave* e *linsen*, laminação cruzada acanalada de baixo ângulo, laminação ondulante (estágio intermediário entre a laminação planar paralela e as *climbing ripples*), estratificação cruzada cavalgante (*climbing ripples*), marcas de onda, marcas de corrente. Em alguns locais foi interpretada estratificação cruzada *hummocky* (COSTA *et al.,* 2011).

Durante a visita técnica realizada em março de 2023 verificou-se que a fácies arenito lítico é predominante nas áreas de estudo regional e local. De forma geral, a rocha caracteriza-se como arenito fino a siltito, com estratificação planar. Apresenta-se alterada a muito alterada, de cor amarelada e avermelhada e com presença de micas (Foto 9-1 a Foto 9-3).

Em alguns afloramentos na região dos córregos Martinha e Retiro Velho, apresenta-se pouco alterada, preservando a cor original da rocha (cinza e avermelhada) e, também, a estratificação plano paralela (Foto 9-4).

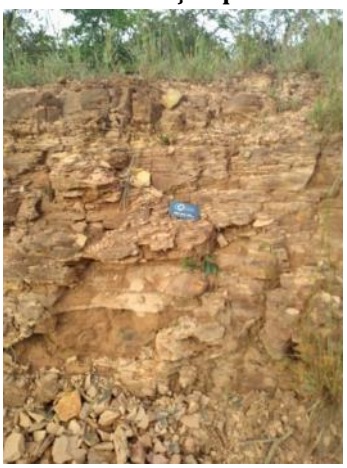
Nas regiões mais altas das áreas de estudo há a presença de cascalhos centimétricos a decimétricos arredondados (Foto 9-5). Estes cascalhos foram observados nas proximidades dos perfis alterados de arenitos e siltitos (em meio à matriz areno-siltosa a argilosa de coloração amarelada e avermelhada), juntamente com as coberturas colúvio-eluviais e em regiões de nascentes do córrego Martinha (Foto 9-6).

Na porção sudeste da área de estudo local, em direção à nascente do riacho da Consciência, ocorrem afloramentos de arenito fino, de cor cinza, maciço e de alta coesão (Foto 9-7 a Foto 9-9). No ponto denominado localmente como “mirante”, verificou-se o afloramento deste arenito maciço intercalado com o arenito fino de estratificação plano paralela (Foto 9-10).

| Foto 9-1: Arenito fino a siltito alterado, com estratificação planar



| Foto 9-2: Arenito fino a siltito alterado, com estratificação planar



| Foto 9-3: Detalhe do Arenito fino alterado



| Foto 9-4: Arenito pouco alterado presente na região do córrego Retiro Velho



| Foto 9-5: Cascalhos na região dos arenitos e siltitos alterado



| Foto 9-6: Cascalho na região da nascente 08 do córrego Martinha



Foto 9-7: Afloramento de arenito cinza maciço



Foto 9-8: Afloramento de arenito cinza maciço no Riacho da Consciência



Foto 9-9: Afloramento de arenito cinza maciço (ponto do Mirante)

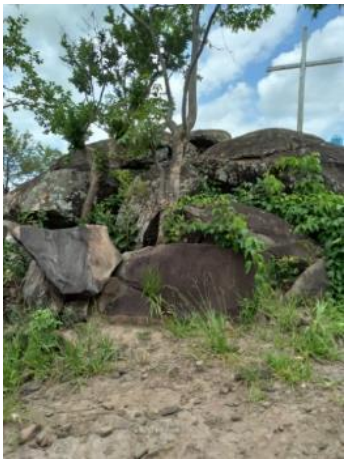


Foto 9-10: Intercalação de arenito maciço com arenito fino plano-paralelo (ponto do Mirante)



- *Litofácies Arenitos Arcoseanos*

De acordo com Costa *et al.* (2011), a litofácies de arenitos arcoseanos caracteriza-se por uma rocha violácea que se mostra ora como siltito (classificação microscópica), ora como pelito (classificação macroscópica), possuindo cimento de óxido de ferro em abundância, característica que lhe confere sua coloração marcante. Apresenta grande variedade de estruturas sedimentares como laminação planar paralela, laminação convoluta, marca ondulada de amplitude e comprimento de onda milimétricas e gretas de ressecamento. As laminações são marcadas por variação composicional, com níveis marcados por abundância em opacos e óxidos/hidróxidos. Compondo sua mineralogia ocorre também plagioclásio, clorita, sericita e carbonato (cimento).

A litofácies arcoseana apresenta como litotipo distintivo rochas com quantidade variada de feldspato, de coloração avermelhada/arroxeada passando a bege, sendo os subarcóseos encontrados com maior frequência (COSTA *et al.,* 2011).

A granulometria varia entre silte e areia fina, com grãos subangulosos de variada esfericidade. Possui plagioclásio, ortoclásio, clorita, sericita, fragmentos de rocha e minerais pesados: opacos,

titanita, zircão e turmalina. A quantidade de mica detrítica é considerável. Níveis de óxidos/hidróxidos são encontrados frequentemente marcando o acamamento (COSTA *et al.,* 2011).

As estruturas encontradas são classificadas como laminação e estratificação planar paralela, estratificação cruzada cavalgante (*climbing ripples*), laminação ondulante (estágio intermediário entre a laminação planar paralela e as *climbing ripples*), laminação *linsen*, marcas de onda e marcas de corrente (COSTA *et al.,* 2011).

Da mesma forma que na litofácies arenitos líticos, nesta litofácies também são encontrados corpos lenticulares de arenitos maciços de dimensões variadas, apresentando alta coesão e granulometria predominantemente areia média (COSTA *et al.,* 2011).

Na visita técnica realizada, não foi possível diferenciar a litofácies arcoseana da litofácies arenitos líticos, em função das semelhanças observadas nos afloramentos visitados. Contudo, na região do córrego da Consciência, encontrou-se, juntamente com um afloramento de arenito maciço, uma rocha cinza, arenítica, com fragmentos rochosos milimétricos, podendo estar associada à litofácies arcoseana (Foto 9-11).

Foto 9-11: Arenito fino com fragmentos rochosos milimétricos



9.1.5.3.1.2.2 Depósitos Colúvio-Eluviais (N34ec)

Os depósitos colúvio-eluviais são representados por sedimentos inconsolidados de coloração variando entre bege e rosado, por vezes avermelhado, e granulometria ora areno-siltosa, ora areno-argilosa (COSTA *et al.,* 2011).

Segundo Costa *et al.* (2011), ocorrem coberturas isoladas de cascalho laterítico disperso, localmente gerando aglomerados lateríticos consolidados. Estes depósitos são encontrados apenas em cotas mais elevadas (predominantemente acima de 760-780m), estando, assim, provavelmente associados ao intemperismo e à desagregação de litotipos cretáceos.

Para Reis (2014) correspondem a depósitos predominantemente quartzo-arenosos avermelhados a amarelados, com grãos finos a médios, (sub) arredondados e esféricos. Atingem espessuras em torno de três metros. Muitas vezes, os sedimentos desta unidade apresentam grãos de óxidos dispersos e ocorrem relacionados a capas lateríticas ferruginosas e depósitos coluvionares areno-rudíticos (REIS, 2014).

Nas áreas de estudo do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias estes depósitos foram observados em cotas mais elevadas, sendo compostos por fragmentos rochosos e cascalhos arredondados em meio a material areno-siltoso avermelhado (Foto 9-12 a Foto 9-14). Na região do córrego da Consciência, quase no limite sudeste da área de estudo local, verificaram-se a ocorrência de concreção detrito-laterítica (Foto 9-15).

Foto 9-12: Depósito colúvio-eluvionar com fragmentos rochosos



Foto 9-13: Depósito colúvio-eluvionar com fragmentos rochosos e cascalhos



Foto 9-14: Depósito colúvio-eluvionar com fragmentos rochosos e cascalhos



Foto 9-15: Concreção detrito-laterítica



9.1.5.3.1.2.3 Depósitos Aluvionares Antigos (N34a)

A ocorrência dos depósitos aluvionares antigos nas áreas de estudo está restrita a uma porção localizada na margem esquerda do rio São Francisco, mais especificamente no bairro Beira Rio.

De acordo com Costa *et al.* (2011) esses depósitos ocorrem como terrenos planos e apresentam-se um pouco mais elevados que o leito atual do rio, formando uma pequena encosta nas margens. São compostos por solo argiloso a arenoso, de cor marrom claro a bege.

9.1.5.3.1.2.4 Depósitos Aluvionares (N4a)

Correspondem aos depósitos mais recentes das áreas de estudo do Projeto e ocorrem predominantemente ao longo das margens do rio São Francisco, como corpos de grande dimensão e em pequenas ilhas situadas no interior do mesmo (Foto 9-16).

Caracterizam-se por sedimentos inconsolidados, de coloração marrom a bege, mal selecionados, com granulometria variando entre pelito e areia grossa contendo, frequentemente, grânulos, seixos e matacões (COSTA *et al.,* 2011).

Na região da Aldeia do Dourado, os sedimentos às margens do rio São Francisco caracterizam-se como silto-arenosos, de coloração marrom (Foto 9-17)

Foto 9-16: Vista para a ilha do Periquito



Foto 9-17: Depósito aluvionar na margem direita do rio São Francisco (Aldeia do Dourado)



9.1.5.3.1.3 Processos Minerários

A área de estudo local intercepta seis processos minerários, conforme pode ser visualizado na Figura 9-39. A Tabela 9-16 relaciona os processos minerários interceptados pela área de estudo local.

Com relação às substâncias requeridas, embora o minério de ferro não seja um bem mineral de destaque na região, verifica-se que dentre os seis processos interceptados pela área de estudo local, três são para esta substância. Este fato se deve, provavelmente, à existência de coberturas colúvio-eluvionares com cascalhos lateríticos, já que não existem depósitos conhecidos desta substância para a região.

O arenito, a areia e a argila apresentam um processo minerário para cada substância, interceptados pela área de estudo local.

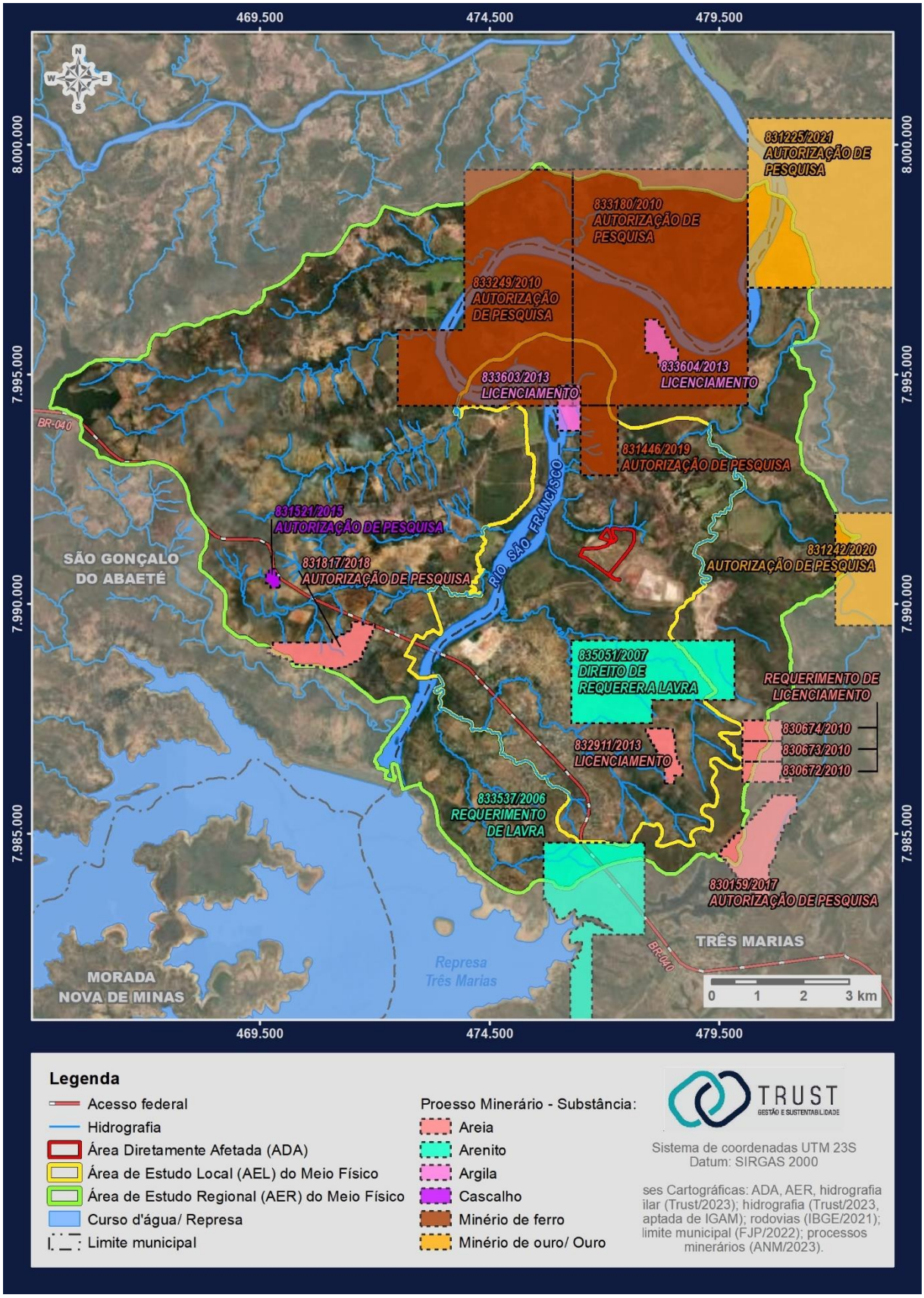
O principal requerente corresponde à empresa Ribeiro e Costa Materiais de Construção Ltda., que possui quatro processos ativos, três para minério de ferro e um para areia.

Tabela 9-16: Processos minerários interceptados pela área de estudos local

Processo	Fase	Solicitante	Área (ha)	Substância	Uso
835.051/2007	Direito de requerer a lavra	Terra Construções e Incorporações Imobiliárias Ltda. ME.	550,80	Arenito	Industrial
833.180/2010	Autorização de pesquisa	Ribeiro e Costa Materiais de Construção Ltda.	1.960,94	Minério de Ferro	Industrial
833.249/2010	Autorização de pesquisa	Ribeiro e Costa Materiais de Construção Ltda.	1.455,81	Minério de Ferro	Industrial
832.911/2013	Licenciamento	Ribeiro e Costa Materiais de Construção Ltda.	49,69	Areia	Construção Civil
833.603/2013	Licenciamento	Serviços e Premoldados Cerâmica Mangaba Ltda. ME	49,31	Argila	Cerâmica Vermelha
831.446/2019	Autorização de Pesquisa	Ribeiro e Costa Materiais de Construção Ltda.	125,24	Minério de Ferro	Industrial

Fonte: Agência Nacional de Mineração (SigMine), 2023

| **Figura 9-39: Processos minerários interceptados pela área de estudos local**



9.1.5.3.2 Área Diretamente Afetada - ADA

A Área Diretamente Afetada pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias apresenta substrato geológico correspondente à Formação Três Marias, especificamente, à fácies arenito lítico.

Localmente ocorre exposição do arenito fino a siltito, porém de forma alterada a muito alterada, de cor amarelada e avermelhada.

Na ADA não ocorrem bens minerais de interesse econômico e, por consequência, a mesma não intercepta qualquer processo minerário.

9.1.5.4 Síntese Conclusiva

A geologia das áreas de estudos do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias é caracterizada por rochas da Formação Três Marias (Grupo Bambuí), coberturas colúvio-eluviais e depósitos aluvionares. A Formação Três Marias possui duas litofácies caracterizadas como arenito lítico e a arenito arcoseano. A primeira é composta por quartzo arenito feldspático e, a segunda, é composta por arcóseos de coloração violácea, com presença de óxidos de ferro.

As coberturas colúvio-eluvionares ocorrem em cotas mais elevadas da região e são representadas por sedimentos inconsolidados de cascalho laterítico disperso. Já as coberturas aluvionares ocorrem predominantemente nas margens do rio São Francisco e em seu interior, em forma de ilhas.

A área de estudo local intercepta seis processos minerários, não existindo recursos minerais de grande interesse econômico na região, sendo explorado localmente o arenito e cascalhos.

A Área Diretamente Afetada encontra-se totalmente inserida na fácies arenito lítico da Formação Três Marias e não intercepta qualquer processo minerário.

9.1.6 Geomorfologia

9.1.6.1 Introdução

Os estudos geomorfológicos têm como objetivo apresentar a configuração do relevo nas áreas de estudos do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, de forma a identificar as características morfológicas dos terrenos com atributos de paisagem.

A caracterização geomorfológica foi baseada, principalmente, em informações secundárias disponíveis na literatura que trata dos aspectos físicos da região de Três Marias, bem como de visita técnica realizada em março de 2023.

9.1.6.2 Metodologia

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os estudos que abordam as características morfológicas da área de interesse. Para a contextualização regional, utilizou-se como principal referência o mapeamento elaborado pelo IBGE (2006), com escala 1:250.000, disponibilizado pelo IDE SISEMA (2018). Também foi utilizado dados do contexto geomorfológico da região explorado no Projeto Alto Paranaíba (COSTA *et al.*, 2011).

Adotou-se como ferramenta para o desenvolvimento dos estudos geomorfológicos o modelo digital de elevação, elaborado por meio de imagens do satélite ALOS, confeccionados em plataforma de Sistema de Informações Geográficas (SIG). A partir do modelo digital de elevação foram processadas informações correspondentes à altimetria e à declividade.

Para melhor contextualizar a área de estudo local, foi desenvolvido mapeamento geomorfológico, em escala de detalhe (1:10.000), com base no modelo digital de elevação e, também, em trabalho de campo realizado em março de 2023, para verificação das principais características morfológicas da área.

Utilizou-se este recorte espacial, pois o mesmo abrange o entorno imediato da ADA e, desta forma, considerou que seria mais relevante esta análise utilizando-se apenas a área de estudos local. Em função da escala de detalhe, foi possível identificar as principais características geomorfológicas da área em análise, como: aspectos morfológicos, morfométricos e morfodinâmicos.

Para a identificação de sítios paleontológicos na ADA e nas áreas de estudo do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, realizou-se a busca de registros nos arquivos disponibilizados pelo GeoSGB – Sistema de Geociências da CPRM e pela Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos – SIGEP.

Pesquisou-se, também, o Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE), com o intuito de verificar a presença de cavidades na região de Três Marias.

A caracterização geomorfológica da área de estudo local, bem como a visita técnica realizada em março de 2023, também contribuiu na avaliação da presença de sítios paleontológicos e cavidades.

9.1.6.3 Resultados

9.1.6.3.1 Área de Estudos Regional e Área de Estudos Local

9.1.6.3.1.1 Características Gerais

As áreas de estudos do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias estão inseridas na bacia do Cráton do São Francisco, estrutura geotectônica que possui, em sua porção central, formas de relevo típicas de dissecação.

De acordo com o mapa geomorfológico do estado de Minas Gerais (IBGE, 2006) as áreas de estudo regional e local inserem-se no Domínio Crátons Neoproterozoicos, em uma região denominada de Serras e Patamares do São Francisco, mais especificamente no compartimento de relevo denominado de Chapada do Alto Rio São Francisco.

O domínio morfoestrutural dos Crátons Neoproterozoicos abarca extensas áreas relacionadas às crostas continentais que possuem elevada estabilidade tectônica, no caso em estudo, o Cráton São Francisco. Correspondem a relevos que apresentam elevado controle estrutural, determinantes para a morfogênese.

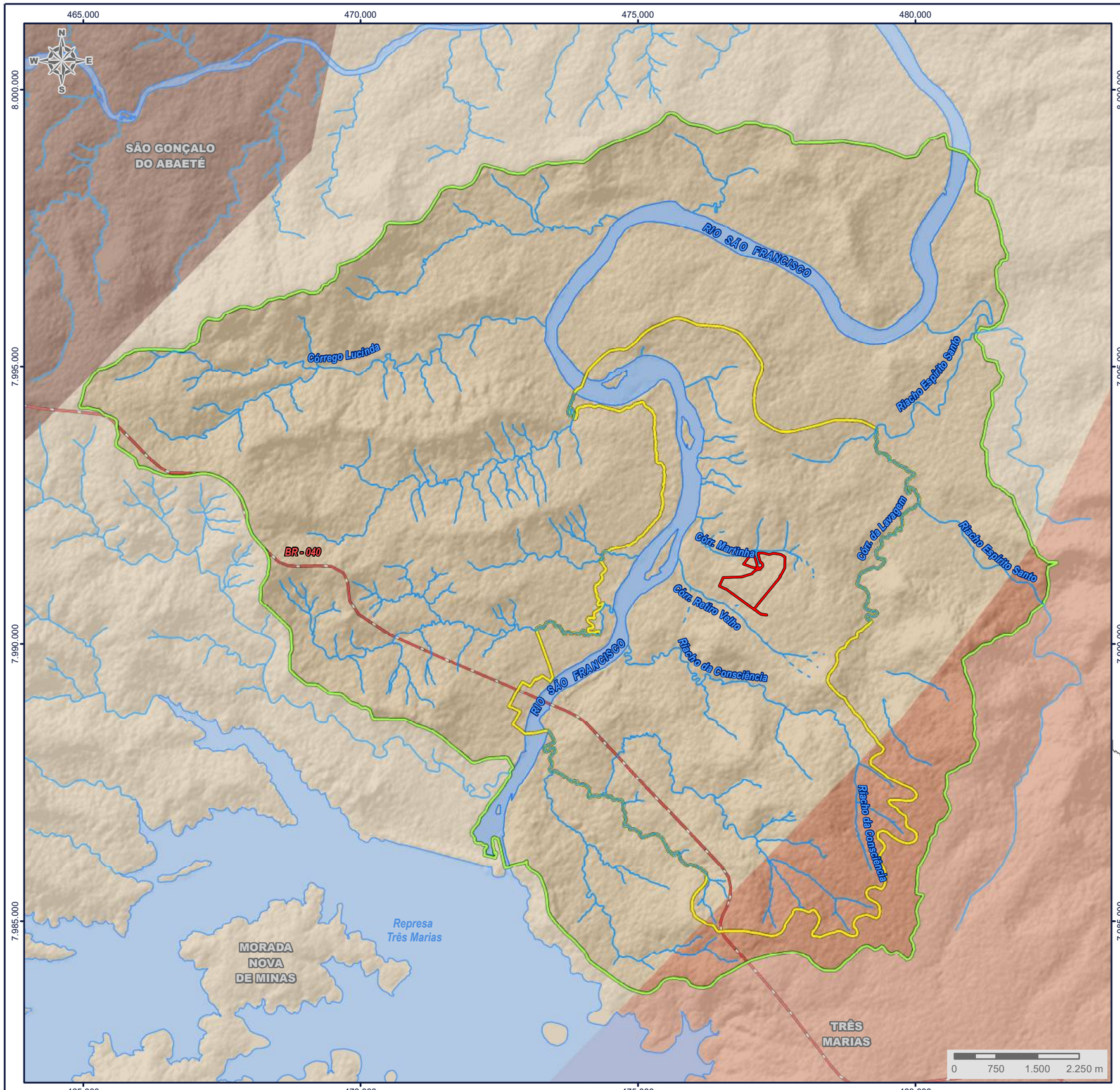
A região geomorfológica Serras e Patamares do São Francisco é caracterizada por conter superfície de topo plano limitada por escarpas que configuram as cotas mais altas da área de estudo com altimetria que variam de 700 a 780 m.

O compartimento de relevo denominado de Chapada do Alto Rio São Francisco possui relevos planos ou ondulados, elaborados em diferentes classes de rochas, constituindo superfícies intermediárias ou degraus entre áreas de relevos mais elevados, no caso, as serras onde estão localizadas as nascentes principais dos afluentes do rio São Francisco, e áreas topograficamente mais baixas, correspondente às porções baixas da bacia do São Francisco.

Nas áreas de estudos regional e local, este compartimento subdivide-se em duas unidades de relevo: Chapadas do Rio São Francisco e Depressão do Alto-Médio Rio São Francisco (Figura 9-40), com o predomínio da Unidade Depressão do Alto-Médio Rio São Francisco.

De acordo com Costa *et al.* (2011) a região em estudos mostra-se variada do ponto de vista das paisagens geomorfológicas. De forma geral, apresenta uma superfície de topo regular com altitudes variando de 700 a 850 metros e com colinas amplas e suaves modeladas sobre substrato rico em quartzo dando origem a um solo ácido.

As encostas que conectam esta superfície com a parte rebaixada, originalmente ocupada pelo vale dos rios São Francisco, apresentam declividade elevada, às vezes formando paredões rochosos verticais (COSTA *et al.,* 2011).

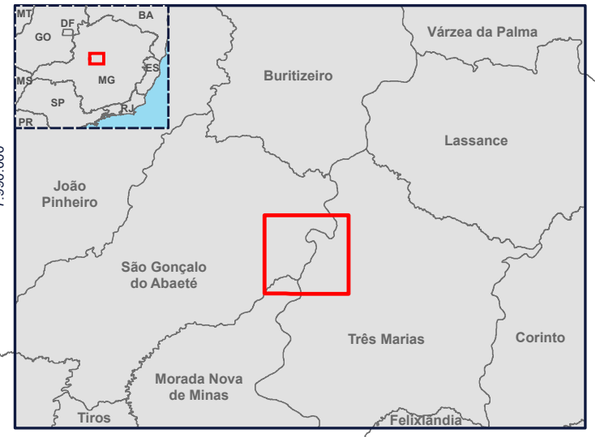


Legenda

- Acesso federal
- Hidrografia
- Cursos d'Água Efêmeros
- Curso d'água/ Represa
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Físico
- Área de Estudo Regional (AER) do Meio Físico

Unidade Geomorfológica:

- Chapadas do Rio São Francisco
- Depressão do Alto-Médio Rio São Francisco



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km, respectivamente.

Base Cartográfica: ADA, AEL, AER, hidrografia bifilar, (Trust/2023); hidrografia (Trust/2023, adaptada de IGAM); rodovias (IBGE/2021); limite municipal (FJP/2022); geomorfologia (IBGE/2006).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 09-40: Geomorfologia nas Áreas de Estudo Local (AEL) e Regional (AER) do Meio Físico

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Lucas F. de Oliveira	01/11/2023	NXTM-DRS-EIA-GeomorfologiaAreasEstudoMF-A3-v00

9.1.6.3.1.2 Hipsometria e Declividade

A Figura 9-41 e a Figura 9-42 apresentam, respetivamente, o mapa hipsométrico e o mapa de declividade das áreas de estudo regional e local do Projeto. As maiores altitudes (em torno dos 780 metros) ocorrem em uma feição de relevo tabular localizada na porção sudeste das áreas de estudo regional e local.

A amplitude altimétrica é de cerca de 288 metros, com gradiente decrescente em relação ao cento do mapa, em direção ao rio São Francisco. As menores altitudes, em torno dos 492 metros, são apuradas nas margens do rio São Francisco.

A declividade nas áreas de estudo apresenta inclinações que variam entre 3 e 45%. De uma forma geral, pode-se dizer que as declividades são homogêneas, sendo verificadas vertentes mais acentuadas a sul-sudeste e a oeste das áreas de estudos, caracterizado como forte ondulado (20 a 45%).

Porções planas a suaves onduladas ocorrem nos terços inferiores das vertentes ou nas proximidades dos cursos d'água, nas planícies aluviais. Destaca-se a extensa porção nas proximidades do rio São Francisco com declividade classificada como plana.

| **Figura 9-41: Mapa hipsométrico das áreas de estudos**



Figura 9-42: Mapa de declividade das áreas de estudos

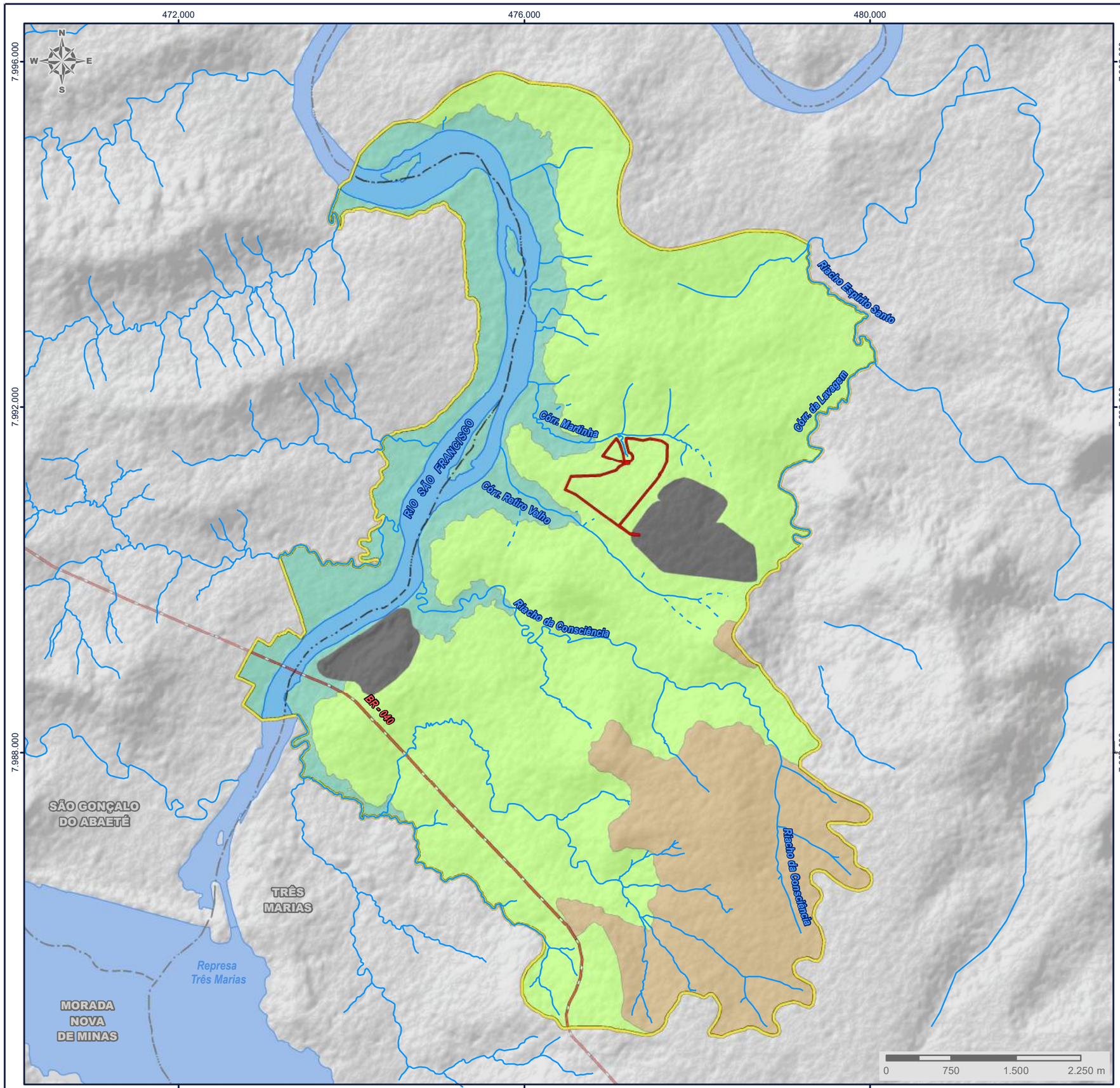


9.1.6.3.1.3 Mapeamento de Detalhe

O mapeamento de detalhe da área de estudo local, produzido com base no modelo digital de elevação e, também, em trabalho de campo realizado em março de 2023, possibilitou a individualização do relevo local em quatro unidades, aqui denominadas de:

- *Tabuleiros de Três Marias;*
- *Patamares Dissecados dos Afluentes;*
- *Planícies do São Francisco, e;*
- *Estruturas Antropogênicas*

A Figura 9-43 mostra o mapa geomorfológico elaborado para a área de estudo local do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

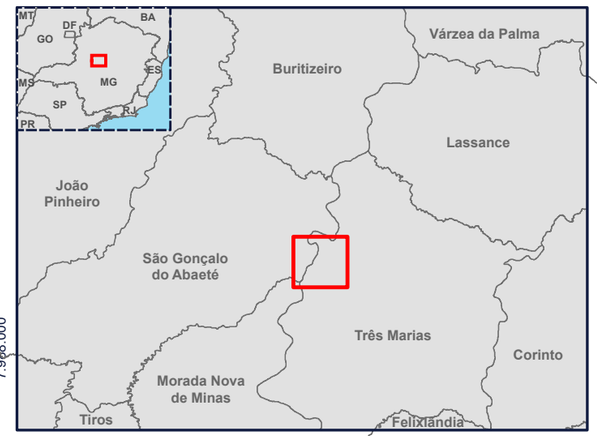


Legenda

- Acesso federal
- Hidrografia
- Cursos d'Água Efêmeros
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Físico
- Limite municipal

Unidades Geomorfológicas

- Estruturas Antropogênicas
- Patamares Dissecados dos Afluentes
- Planície do São Francisco
- Tabuleiro de Três Marias



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km, respectivamente.

Base Cartográfica: ADA, AEL, AER, hidrografia bifilar, geomorfologia (Trust/2023); hidrografia (Trust/2023, adaptada de IGAM); rodovias (IBGE/2021); limite municipal (FJP/2022).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 09-43: Geomorfologia na Área de Estudo Local (AEL) do Meio Físico

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Lucas F. de Oliveira	01/11/2023	NXTM-DRS-EIA-GeomorfologiaAEL-MF-A3-v00

9.1.6.3.1.3.1 Unidade Tabuleiros de Três Marias

A Unidade Tabuleiros de Três Marias abrange uma porção a sudeste da área de estudo local, sendo representada por uma superfície de topo plano, elaboradas nas rochas metassedimentares da Formação Três Marias. Estas superfícies são bordejadas por escarpas, desenhadas pela erosão remontante dos afluentes do rio São Francisco.

Apresenta tanto modelados de aplainamento, quanto de dissecação. O modelado de aplainamento corresponde ao topo do tabuleiro, sendo interpretado como um pediplano degradado inumado, apresentando-se bastante conservado e coberto por lateritas. O modelado de dissecação ocorre justamente nos escarpamentos, os quais possuem alturas que se aproximam dos 100 metros na área de estudo local. Nestas escarpas, as rochas são aflorantes e os solos, quando existentes, demasiadamente delgados.

Enquanto no modelado de aplainamento a pedogênese predomina sobre a morfogênese, o contrário ocorre no modelado de dissecação, sendo as escarpas, em decorrência das declividades acentuadas, mais susceptíveis à ocorrência de movimentos de massa e processos erosivos. De fato, são observados ravinamentos e sulcos naturais em abundância nestas porções. Esta unidade de relevo apresenta, nas condições atuais, drenagens efêmeras, que acabam por contribuir com a intensa dissecação das escarpas.

Em termos de uso do solo, a área é bastante conservada, sobretudo por não oferecer condições adequadas à ocupação humana, com topos cobertos por lateritas, não produtivos, e escarpas com declividades muito acentuadas.

A Foto 9-18 e a Foto 9-19 ilustram a Unidade Tabuleiros de Três Marias.

Foto 9-18: Unidade Tabuleiros de Três Marias



| **Foto 9-19: Unidade Tabuleiros de Três Marias (Foto drone - março, 2023)**



9.1.6.3.1.3.2 Unidade Patamares Dissecados dos Afluentes

A Unidade Patamares Dissecados dos Afluentes ocorre em posição de transição entre os tabuleiros e as planícies, sendo representados pelas vertentes das sub-bacias dos córregos Matinha, Retiro Velho, Consciência e Lavagem, além de outros cursos d'água de menor porte, que drenam diretamente para o rio São Francisco.

Como o nome da Unidade indica, predominam os modelados de dissecação, desenhados pelos afluentes do rio São Francisco. Os solos apresentam espessuras variáveis, predominando solos rasos, como cambissolos e neossolos.

O relevo se caracteriza por colinas amplas, onduladas e suaves (Foto 9-20 a Foto 9-22), apresentando uma rede de drenagens ora com padrão dendrítico, ora com padrão retangular a sub-retangular, com vales encaixados. As desembocaduras dos afluentes no rio São Francisco por vezes formam pequenos leques, com declividades planas, resultado dos processos de acumulação.

Os cursos d'água apresentam baixa energia e não formam vales muito encaixados, em razão da diminuta amplitude altimétricas em relação ao nível de base local, o rio São Francisco. Todavia, muitas vezes exibem leitos rochosos, com lajeados, em seus segmentos mais altos, como é observado nos córregos Martinha e Retiro Velho e riacho da Consciência.

Nesta unidade ocorrem áreas de depósitos colúvio-eluvionares com presença de cascalheiras lateríticas (Foto 9-22 e Foto 9-23). Há, associados a estas regiões, processos erosivos de pequeno porte (Foto 9-24 e Foto 9-25).

| Foto 9-20: Unidade Patamares Dissecados dos Afluentes



| Foto 9-21: Unidade Patamares Dissecados dos Afluentes



| Foto 9-22: Unidade Patamares Dissecados dos Afluentes. Presença de cascalheira



| Foto 9-23: Cascalheira na Unidade Patamares Dissecados dos Afluentes



| Foto 9-24: Erosões na Unidade Patamares Dissecados dos Afluentes



| Foto 9-25: Erosões na Unidade Patamares Dissecados dos Afluentes



9.1.6.3.1.3.3 Unidade Planície do São Francisco

A Unidade Planície do São Francisco representa um típico exemplo de vale de fundo chato com amplas planícies de inundação (Foto 9-26). Associa-se à ocorrência de depósitos aluvionares, nas margens do rio homônimo, sendo resultado do transporte e acúmulo de sedimentos e detritos.

Esta Unidade corresponde às mais baixas altitudes e as declividades mais suaves, resultando em formas de relevo planas, onde predomina a pedogênese, ou seja, a formação de solos. Por este motivo, não há evidência de ocorrência de processos erosivos ou movimentos de massa, a não ser aqueles associados ao trabalho dos cursos d'água ou ação antrópica.

Dentro desta Unidade estão também inseridas três ilhas fluviais do rio São Francisco, uma, de maior dimensão, localizada na barra do córrego Retiro Velho (ilha da Catuaba) e outras duas (do Periquito e da Cachoeira Grande) posicionadas mais a jusante, apresentando pequenas dimensões (Foto 9-27 e Foto 9-28).

Foto 9-26: Unidade Planície do São Francisco



Foto 9-27: Unidade Planície do São Francisco. Vista para a ilha do Periquito

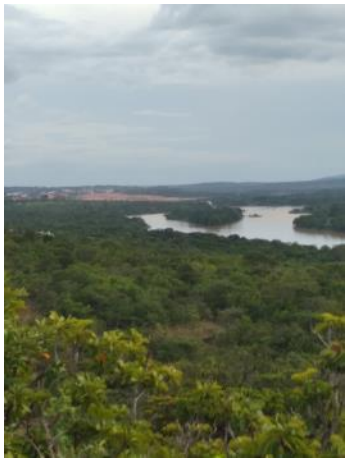


Foto 9-28: Vista para ilha da Catuaba, no rio São Francisco



9.1.6.3.1.3.4 Estruturas Antropogênicas

As estruturas antropogênicas estão relacionadas às estruturas antrópicas, as quais promoveram alterações na paisagem e no modelado original do terreno, decorrentes de terraplenagens, implantação de barragens, pilhas de material e áreas de empréstimo e bota-fora.

Na área de estudo local, as estruturas antropogênicas são representadas pela área industrial da Nexa, pela Barragem Velha, o Depósito de Rejeitos Murici – DRM (Foto 9-29 e Foto 9-30), áreas de empréstimos locais (áreas cascalhosas utilizadas pela população local - Foto 9-31) e pela própria ADA (Foto 9-32 e Foto 9-33).

Durante a construção do Depósito de Rejeitos Murici, a ADA do presente Projeto foi explorada como área de empréstimo. Desta forma, a ADA não apresenta seu modelado original.

| Foto 9-29: Modelado antropogênico representado pelo DRM (Foto drone - março, 2023)



| Foto 9-30: Modelado antropogênico representado pelo DRM (Foto drone - março, 2023)



| Foto 9-31: Modelado antropogênico representado por área de empréstimo local



| Foto 9-32: Modelado antropogênico representado por área de empréstimo – ADA (Foto drone - março, 2023)



| Foto 9-33: Modelado antropogênico representado por área de empréstimo - ADA (Foto drone - março, 2023)



9.1.6.3.2 Área Diretamente Afetada – ADA

A ADA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias insere-se na Unidade Patamares Dissecados dos Afluentes, cujo relevo local caracteriza-se por ser ondulado a suave, com declividade variando de 8% a 20%.

Atualmente a ADA apresenta seu relevo modificado (Foto 9-34), pois, conforme mencionado na unidade denominada Estruturas Antropogênicas, durante a construção do Depósito de Rejeitos Murici, a ADA do presente Projeto foi explorada como área de empréstimo.

| Foto 9-34: Vista atual da região da ADA (Foto drone - março, 2023)



9.1.6.3.3 Paleontologia

De acordo com as pesquisas realizadas nos registros dos arquivos disponibilizados pelo GeoSGB – Sistema de Geociências da CPRM e pela Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos – SIGEP, na área de estudo local e ADA não foram identificados sítios paleontológicos.

No Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE) também não foram encontradas cavidades inventariadas para a região de Três Marias.

Durante a visita técnica, realizada em março de 2023, também não foram identificadas feições paleontológicas ou cársticas na área de estudo local e ADA.

Cabe mencionar que a área de interesse reúne características litológicas e morfológicas que não favorecem a ocorrência de processos de dissolução e, em consequência, de feições cársticas e sítios paleontológicos.

9.1.6.4 Síntese Conclusiva

A área de estudo do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias integra, no contexto regional, o compartimento de relevo denominado de Chapada do Alto Rio São Francisco, subdividindo-se em duas unidades de relevo: Chapadas do Rio São Francisco e Depressão do Alto-Médio Rio São Francisco.

As altitudes variam de 780 a 492 metros, sendo as declividades predominantemente suaves a onduladas, destacando-se declividade plana nas margens do rio São Francisco.

No contexto da área de estudo local, foram mapeadas quatro unidades de relevo, sendo elas: Unidade Tabuleiros de Três Marias, Unidade Patamares Dissecados dos Afluentes, Unidade Planície do São Francisco e Estruturas Antropogênicas. A primeira corresponde a superfícies tabulares, de topo plano, cobertas por materiais lateríticos e bordejadas por escarpas. A segunda coincide com as vertentes das sub-bacias de afluentes do rio São Francisco, a terceira, às planícies formadas nas margens do rio São Francisco e a quarta está relaciona às estruturas antrópicas, as quais promoveram alterações na paisagem e no modelado original do terreno.

A Área Diretamente Afetada insere-se na Unidade Patamares Dissecados dos Afluentes, cujo relevo local caracteriza-se por ser ondulado a suave, com declividade variando de 8% a 20%. Contudo, atualmente, a ADA apresenta seu relevo modificado, pois durante a construção do Depósito de Rejeitos Murici, a ADA do presente Projeto foi explorada como área de empréstimo.

Registra-se que não foram identificadas feições cársticas e sítios paleontológicos na ADA e na área de estudo local do Projeto. Ressaltando que a área de interesse reúne características litológicas e morfológicas que não favorecem a ocorrência de sítios paleontológicos.

9.1.7 Susceptibilidade a Processos Erosivos

9.1.7.1 Introdução

Este diagnóstico consiste na compreensão dos processos erosivos em uma determinada região, os quais envolvem a interpretação dos aspectos físicos do terreno, bem como do uso e ocupação dos mesmos.

A erosão é um processo natural que envolve as etapas de desagregação, remoção, transporte e deposição dos materiais rochosos, solos ou depósitos superficiais inconsolidados, o que pode se dar de maneira lenta ou acelerada (MCCANN E FORD, 1996 *apud* RAPOSO, 2014). Desta forma, corresponde a um processo natural responsável pela suavização das formas de relevo e rejuvenescimento dos solos, mas que é facilmente intensificado pelas atividades humanas, podendo se tornar um problema para a infraestrutura urbana, rural e para as atividades produtivas (RAPOSO, 2014).

Os principais fatores condicionantes dos processos erosivos são: precipitação, relevo, tipo de solo, substrato rochoso, tipo e/ou a presença ou não de cobertura vegetal e os usos do terreno.

Segundo Raposo (2014) existe dois conceitos: susceptibilidade e vulnerabilidade à erosão, os quais são aplicados tendo como base a teoria da ecodinâmica de Tricart (1977). Ou seja, a suscetibilidade natural à erosão corresponde à possibilidade de ocorrência de um processo erosivo em razão das condições naturais do meio físico (RAPOSO, 2014). Quando a propensão natural do solo à erosão passa também a ser influenciada pelas interferências antrópicas temos o conceito de vulnerabilidade natural (RAPOSO, 2014).

Desta forma, a susceptibilidade erosiva torna-se, assim, um indicador da fragilidade ambiental de uma bacia hidrográfica ou de um sistema natural, não considerando a interferência antrópica. Por sua vez, a vulnerabilidade a erosão considera tal interferência associada à fragilidade natural do terreno aos processos erosivos (RAPOSO, 2014).

Assim, o presente diagnóstico visa apresentar a susceptibilidade e a vulnerabilidade à erosão da área de estudo local do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias. Utilizou-se este recorte espacial, pois o mesmo abrange o entorno imediato da ADA e, desta forma, considerou que seria mais relevante esta análise utilizando-se apenas a área de estudos local.

9.1.7.2 Metodologia

A metodologia utilizada para este estudo foi dividida em duas partes: pesquisa bibliográfica e realização de mapeamento. A pesquisa bibliográfica demonstrou que, para as áreas de estudo, não há muitas publicações referentes ao tema susceptibilidade à erosão, citando-se o trabalho realizado por Fernandes *et al.* (2013).

A fim de verificar a propensão à ocorrência de processos erosivos na Área de Estudo Local relacionadas aos fatores naturais ou à atuação antrópica foram elaborados dois mapas:

- *Mapa de suscetibilidade à erosão: baseado apenas na influência do relevo, dos aspectos geológicos e da erodibilidade dos solos e;*
- *Mapa de vulnerabilidade à erosão: baseado na influência do relevo, aspectos geológicos, erodibilidade dos solos e no uso e ocupação do solo.*

Os mapas foram elaborados baseando-se na metodologia apresentada por Crepani *et al.* (2001) e álgebra de mapas em ambiente Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Registra-se que, embora o fator clima seja indicado para a avaliação e elaboração dos mapas, o parâmetro precipitação não foi utilizado para a modelagem, pois na área de estudo local do Projeto não há variação significativa. Destaca-se que este parâmetro tende a apresentar variabilidade em escalas regionais.

A modelagem para espacialização da suscetibilidade à erosão foi feita em ambiente de Sistema de Informação Geográfica por meio de análise multicritério, a qual realiza o cruzamento dos dados considerando variáveis e pesos definidos para estas.

Para a confecção dos mapas de susceptibilidade e vulnerabilidade à erosão, atribuiu-se valores para cada parâmetro analisado por meio da escala de vulnerabilidade (1 a 3) apresentada por Crepani *et al.* (2001). Estes valores foram convertidos para escala de 0 a 1 por meio de lógica *fuzzy* utilizando função sigmoidal crescente, conforme apresentado por Oliveira *et al.* (2009).

Cabe mencionar que o *software* utilizado requer valores normalizados em escala de 0 a 1, considerados como peso. Desta forma foi necessária a conversão dos valores obtidos a partir classificação recomendada por Crepani *et al.* (2001) para valores dentro da escala de 0 a 1.

Em seguida, obteve-se a média dos valores, verificou-se a influência de cada tema (em função da média obtida) e atribuiu-se os pesos aos mesmos, para que a soma dos temas fosse igual a 1.

Por fim, atribuiu-se uma nota para cada classe existente, que variou de 1 a 5 (quanto ao grau de suscetibilidade / vulnerabilidade à erosão), gerando os mapas com três classes de susceptibilidade e vulnerabilidade, ou seja, Baixa, Média e Alta.

A base de dados utilizada considerou cada um dos mapas produzidos para a Área de Estudo Local apresentado neste diagnóstico. Utilizou-se este recorte espacial, pois o mesmo abrange o entorno imediato da ADA e, desta forma, considerou que seria mais relevante esta análise utilizando-se apenas a área de estudos local.

Utilizaram-se, ainda, informações coletadas em campo realizado em março de 2023. Os pontos em que foram identificadas feições erosivas foram georreferenciados, fotografados e descritos.

Posteriormente, estes pontos foram confrontados com o modelo visando avaliar sua correspondência com a realidade.

Para a identificação preliminar das zonas cársticas e susceptíveis ao dolinamento foram avaliadas as informações disponíveis no CECAV/SEMAD (IDESISEMA, 2023), além das informações fornecidas pela equipe que realizou o diagnóstico de espeleologia (item 1.1.9).

9.1.7.2.1 Atribuição de valores para cada variável

Os valores atribuídos para cada tema utilizado para a elaboração dos mapas de susceptibilidade e vulnerabilidade seguiram os critérios propostos por Crepani *et al.* (2001).

Segundo Crepani *et al.* (2001), os dados de geologia, geomorfologia, pedologia e uso e ocupação (vegetação) devem ser classificados em uma escala de 1,0 a 3,0 em função das condições predominantes de pedogênese ou morfogênese (Tabela 9-17). Para situações de predomínio de pedogênese foram atribuídos valores próximos de 1,0, em situações intermediárias atribuiu-se valores em torno de 2,0 e em situações de predomínio da morfogênese foram atribuídos valores próximos de 3,0.

Tabela 9-17: Estabilidade das categorias morfodinâmicas

Categoria Morfodinâmica	Relação Pedogênese / Morfogênese	Valor
Estável	Prevalece a Pedogênese	1,0
Intermediária	Equilíbrio Pedogênese / Morfogênese	2,0
Instável	Prevalece a Morfogênese	3,0

Fonte: Creapani *et al.*, 2001

A partir disso, Crepani *et al.* (2001) construíram uma escala de vulnerabilidade para situações que ocorram naturalmente, desenvolvendo um modelo dividido em cinco graus de vulnerabilidade, de acordo com intervalos (Tabela 9-18). Este modelo, seguindo critérios específicos, é aplicado individualmente aos temas (Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação e Clima) que compõem cada unidade territorial.

Para a aplicação da escala proposta por Crepani *et al.* (2001) no *software* utilizado para a modelagem foi preciso converter os valores de vulnerabilidade em escala de 0 e 1 (Tabela 9-18). Para isso, utilizou-se a lógica *fuzzy* função sigmoidal crescente, conforme apresentado por Oliveira *et al.* (2009), em que: a, b, c e d são parâmetros ou valores modais da função e μ (x) é o grau de pertinência. Aos parâmetros b, c e d foi atribuído o valor 3.0 (limite superior) e o parâmetro a foi definido pelo 1.0 (limite inferior).

Tabela 9-18: Escala de vulnerabilidade das Unidades Territoriais

Grau de Vulnerabilidade	Valor	Peso
Estável	1,00	0
	1,1	0,01
	1,2	0,02
	1,3	0,07
Moderadamente Estável	1,4	0,10
	1,5	0,15
	1,6	0,18
	1,7	0,22
Medianamente Estável / Vulnerável	1,8	0,31
	1,9	0,42
	2,00	0,50
	2,1	0,58
	2,2	0,70
Moderadamente Vulnerável	2,3	0,79
	2,4	0,85
	2,5	0,90
	2,6	0,96
Vulnerável	2,7	0,97
	2,8	0,98
	2,9	0,99
	3,00	1,00

Fonte: Adaptado de Creapani *et al.*, 2001 e Oliveira *et al.*, 2009

9.1.7.2.1.1 Geologia

Crepani *et al.* (2001), atribuíram uma posição dentro de uma escala de vulnerabilidade à denudação (intemperismo + erosão), das litologias mais comumente encontradas, considerando os aspectos referentes ao grau de coesão das rochas ígneas, metamórficas e sedimentares.

Para o presente estudo, utilizaram-se como referência estes valores atribuídos por Crepani *et al.* (2001) às unidades mapeadas na área de estudo local, apresentadas no capítulo de geologia deste diagnóstico.

9.1.7.2.1.2 Geomorfologia

De acordo com Crepani *et al.* (2001), para estabelecer os valores da escala de vulnerabilidade para as unidades de paisagem natural com relação à geomorfologia, são analisados os seguintes índices morfométricos do terreno: dissecação do relevo pela drenagem, amplitude altimétrica e declividade. Assim, para cada unidade geomorfológica mapeada na área de estudos local e ADA (item 1.1.6) foram analisados esses índices morfométricos sugeridos por Crepani *et al.* (2001).

Para a obtenção do índice dissecação do relevo, utilizou-se como referência as informações do mapeamento elaborado pelo IBGE (2006), com escala 1:250.000, disponibilizado pelo IDESISEMA (2023).

A amplitude altimétrica foi obtida pelo cálculo da diferença entre as cotas máxima e mínima contidas na unidade de paisagem natural, a partir do mapa hipsométrico elaborado para a área de estudo. Já a declividade foi extraída do mapa de declividade elaborado para a área de estudo. Registra-se que, tanto o mapa hipsométrico quanto o mapa de declividade estão apresentados no capítulo de geomorfologia deste diagnóstico (item 1.1.6).

9.1.7.2.1.3 Pedologia

Na metodologia proposta por Crepani *et al.* (2001) a principal característica considerada para estabelecer as classes de vulnerabilidade do tema solos é o grau de desenvolvimento ou maturidade do solo. Assim, os autores (*op. cit*) estabeleceram as classes de vulnerabilidade de acordo com o tipo de solo, seguindo a nomenclatura utilizada por Embrapa (1999).

Para o presente estudo, utilizaram-se como referência estes valores atribuídos por Crepani *et al.* (2001), porém adaptado à nova nomenclatura proposta por Embrapa (2006), às unidades mapeadas na área de estudo local, apresentadas no capítulo de pedologia deste diagnóstico (item 1.1.8).

9.1.7.2.1.4 Vegetação / Uso e ocupação do solo

Para o tema vegetação, a densidade de cobertura vegetal foi o parâmetro utilizado para se determinar as classes de vulnerabilidade definidos por Creapani *et al.* (2001).

Para estes autores (*op* cit) a densidade de cobertura vegetal da unidade de paisagem natural (cobertura do terreno) é um fator de proteção da unidade contra os processos morfogenéticos que se traduzem na forma de erosão, por isso para as altas densidades de cobertura os valores atribuídos na escala de vulnerabilidade se aproximam da estabilidade (1,0), para as densidades intermediárias atribuem-se valores intermediários (ao redor de 2,0), e para baixas densidades de cobertura vegetal valores próximos da vulnerabilidade (3,0).

Para o presente diagnóstico, utilizaram-se estes valores definidos por Creapani *et al.* (2001) às classes de uso e ocupação do solo mapeadas neste estudo.

9.1.7.3 Resultados

Fernandes *et al.* (2013) realizaram um estudo de suscetibilidade erosiva nas terras do entorno do rio São Francisco, no trecho entre Três Marias e Pirapora. Os autores (*op. cit.*) atribuíram graus de susceptibilidade aos condicionantes físicos do processo erosivo: erodibilidade, declividade,

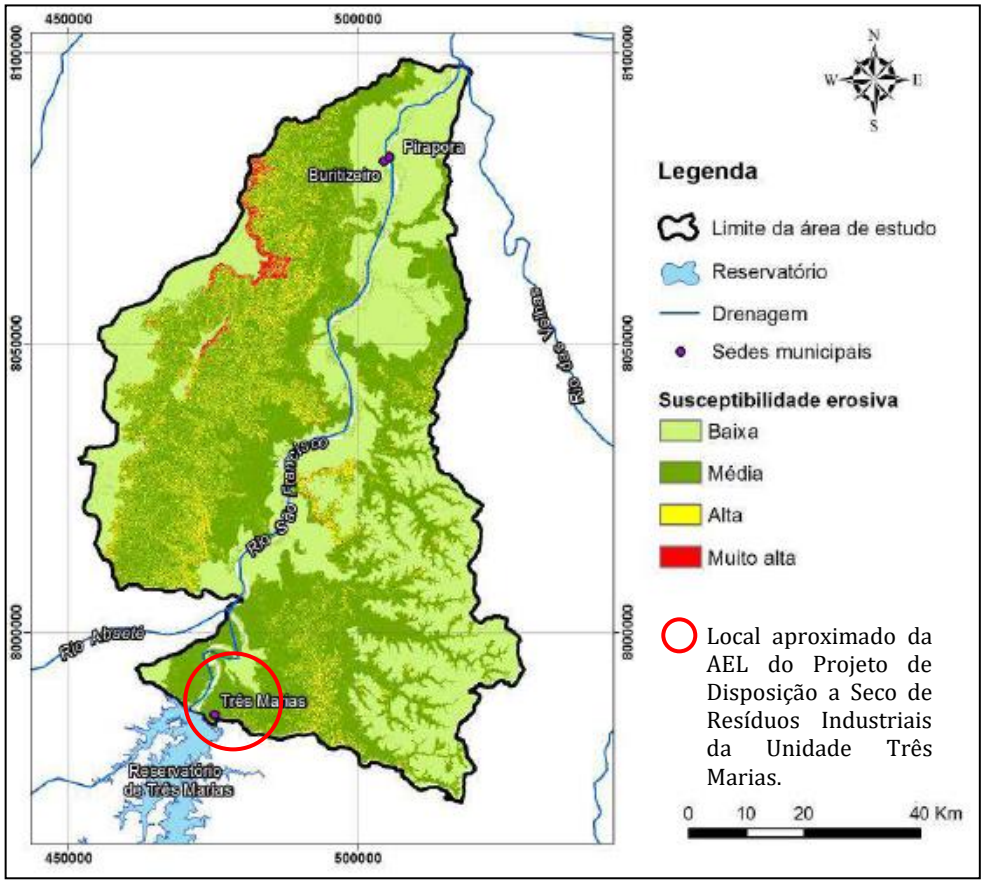
geologia e erosividade, cruzando os mapas de cada condicionante em ambiente SIG, gerando um mapa de susceptibilidade erosiva para a região (Figura 9-44).

De acordo com Fernandes *et al.* (2013), a região estudada pelos autores apresenta, na sua quase totalidade (88,7%), áreas de média e baixa susceptibilidade, associadas aos Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos, Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos.

Fernandes *et al.* (2013) observaram que as áreas com susceptibilidade à erosão de grau alto concentram-se em regiões mais elevadas, já o grau muito alto se encontra em áreas de cristas e patamares rochosos, registrando a ocorrência de voçorocas.

Observando-se o mapa elaborado por Fernandes *et al.* (2013), verifica-se que na região de Três Marias predomina a susceptibilidade erosiva média a baixa, com porções de susceptibilidade alta, nas regiões mais elevadas.

Figura 9-44: Mapa de susceptibilidade erosiva de um trecho do rio São Francisco



Fonte: modificado de Fernandes *et al.*, 2013

9.1.7.3.1 Área de Estudo Local e ADA

9.1.7.3.1.1 Atributos Adotados

A seguir apresentam-se os valores, os pesos e as notas para cada variável utilizada na elaboração do mapeamento da susceptibilidade e da vulnerabilidade erosiva para o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

A Tabela 9-19 apresenta os atributos utilizados ao tema geologia. O peso médio para o atributo geologia foi de 0,96 (muito próximo de 1), indicando forte influência na modelagem, considerando o valor 0,40 para susceptibilidade e 0,34 para vulnerabilidade.

Tabela 9-19: Atribuições ao tema geologia utilizadas na modelagem

Geologia		Valor Crepani *et al.* (2001)	Peso	Nota
N4a	Depósitos Aluvionares	3	1	5
N34a	Depósitos Aluvionares Antigos	3	1	5
N34ec	Coberturas Colúvio-eluviais	3	1	5
NP3tm (ag)	Formação Três Marias litofácies arcoseana	2,4	0,85	4
NP3tm	Formação Três Marias litofácies arenito lítico	2,6	0,96	4

Com relação aos aspectos geomorfológicos, verificou-se que na região estudada, a dissecação é classificada como homogênea ou diferencial e topos convexos. A intensidade de aprofundamento da drenagem é muito fraca e ordem de grandeza das formas de dissecação é de até 50 metros. Ocorrem, ainda, terrenos de acumulação caracterizados por planícies e terraços fluviais.

A amplitude altimétrica varia de muito baixa (inferior a 20m) a média (de 40 a 100 metros) e a declividade varia de plano (0 a 3%) a fortemente ondulado (20 a 45%).

A Tabela 9-20 apresenta os atributos utilizados ao tema geomorfologia. O peso médio para o atributo foi de 0,47 considerando 0,20 para uso na modelagem de susceptibilidade e 0,15 para a modelagem de vulnerabilidade.

Tabela 9-20: Atribuições ao tema geomorfologia utilizadas na modelagem

Unidade Geomorfológica	Dissecação	Amplitude Altimétrica	Declividade	Média	Peso	Nota
Tabuleiros de Três Marias	2,0	2,0	2,5	2,2	0,7	3
Patamares Dissecados dos Afluentes	2,0	2,2	2,0	2,1	0,58	3
Planície do São Francisco	1,2	1,4	1,2	1,3	0,02	1
Estruturas Antropogênicas	2,0	2,2	2,0	2,1	0,58	4

Os atributos utilizados ao tema solos são apresentados na Tabela 9-21, com peso médio de 0,96 (muito próximo de 1). Da mesma forma que o tema geologia, este tema apresenta forte influência na modelagem, considerando o valor 0,40 para susceptibilidade e 0,34 para vulnerabilidade.

Tabela 9-21: Atribuições ao tema pedologia utilizadas na modelagem

Pedologia	Valor Crepani *et al.* (2001)	Peso	Nota
Cambissolo	2,5	0,9	4
Neossolo Flúvico	3,0	1,0	5
Neossolo Litólico	3,0	1,0	5

A Tabela 9-22 apresenta os atributos utilizados ao uso e ocupação do solo. O peso médio para o atributo foi de 0,56, considerado mediano, mas inferior à geologia e pedologia e superior a geomorfologia, assim, foi considerando 0,17 para uso na modelagem de vulnerabilidade.

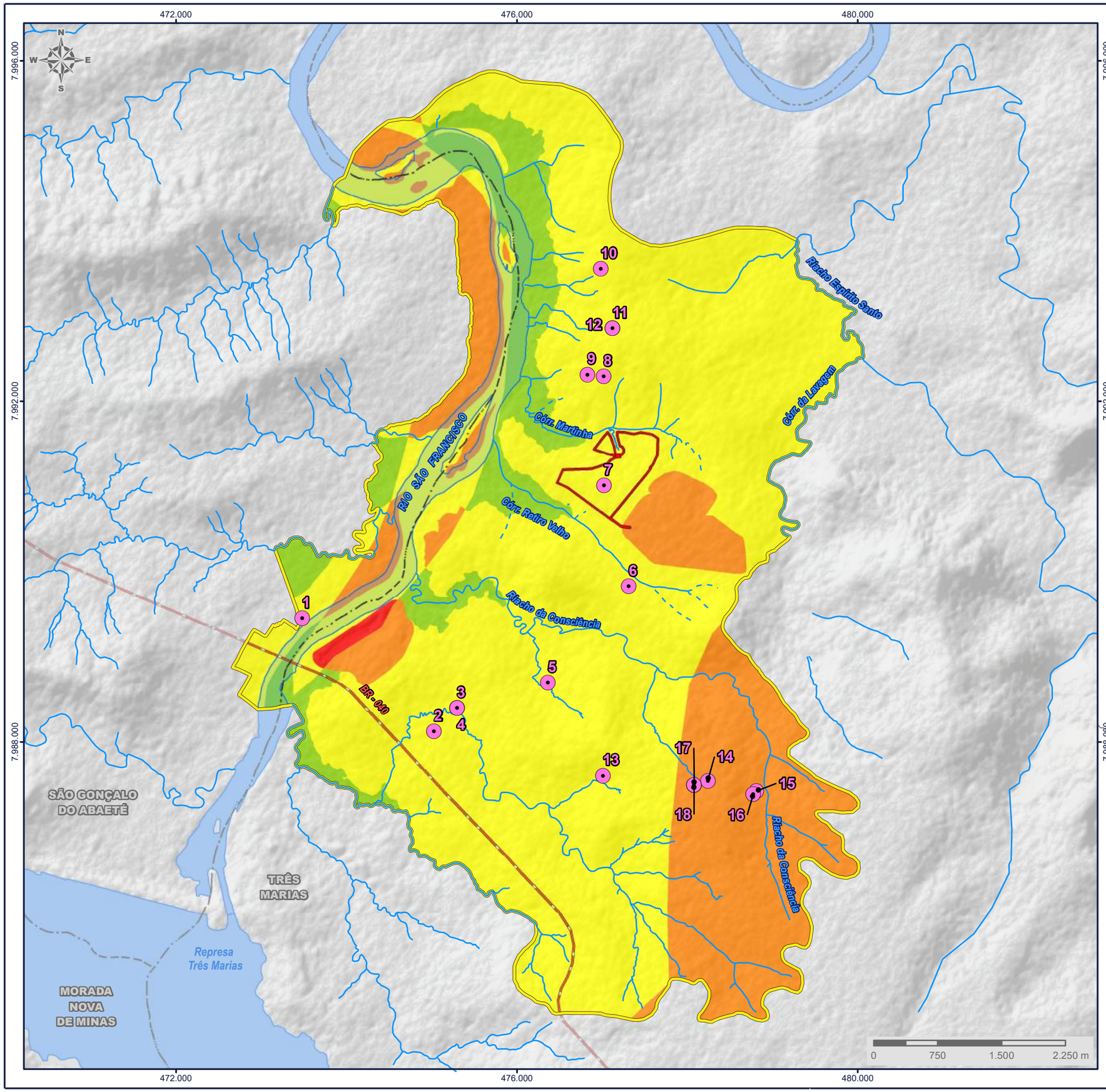
Tabela 9-22: Atribuições ao tema uso e ocupação do solo utilizadas na modelagem

Uso e Ocupação	Valor Crepani *et al.* (2001)	Peso	Nota
Acesso	2,6	0,96	4
Área antropizada	2,6	0,96	3
Área antropizada com árvores isoladas	2,2	0,70	3
Área Edificada	1,4	0,10	2
Cultivo	2,2	0,70	3
Curso d'água	1,2	0,07	1
Formação campestre	2,2	0,70	3
Formação florestal	1,4	0,10	2
Pastagem / Campo Antropizado	2,3	0,79	4

9.1.7.3.1.2 Mapeamento da suscetibilidade e vulnerabilidade erosiva

A fim de avaliar a susceptibilidade a erosão da área de estudo local do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, elaborou-se o mapa de susceptibilidade erosiva (Figura 9-45). Para verificar a influência do uso e cobertura dos solos na erodibilidade dos mesmos, foi elaborado o mapa de vulnerabilidade à erosão (Figura 9-46).

Para a elaboração dos mapas, verificou-se que, para a área de estudo local, os temas geologia e pedologia são os que mais influenciam na erosão dos solos, mesmo com a inserção do uso e ocupação.

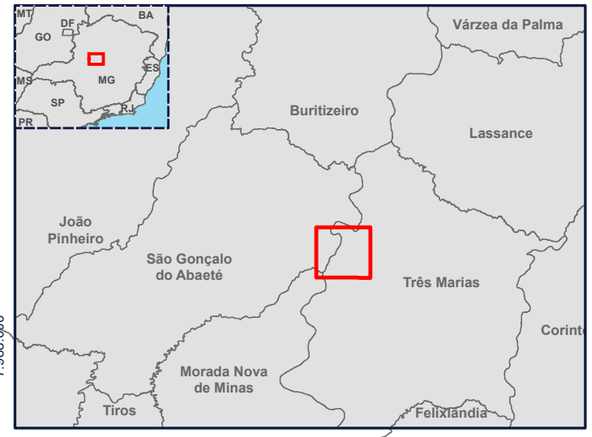


Legenda

- Pontos de Campo
- Acesso federal
- Hidrografia
- Cursos d'Água Efêmeros
- Curso d'água/ Represa
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Físico
- Limite municipal

Susceptibilidade À Erosão

- Muito Baixo
- Baixo
- Médio
- Alto
- Muito Alto



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km, respectivamente.

Base Cartográfica: ADA, AEL, hidrografia bifilar, susceptibilidade à erosão, pontos de observação (Trust/2023); hidrografia (Trust/2023, adaptada de IGAM); rodovias (IBGE/2021); limite municipal (FJP/2022).

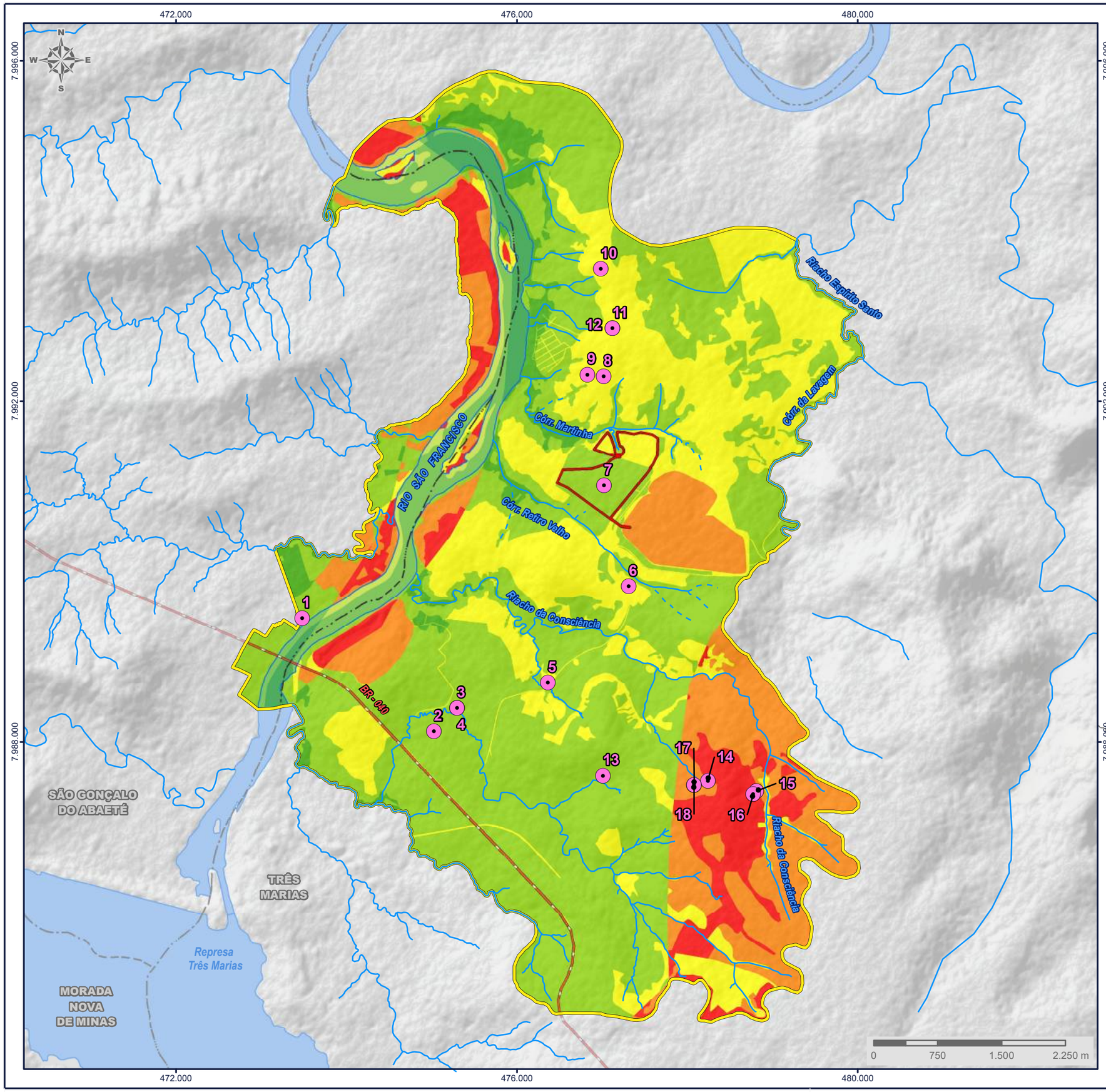
nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO

Figura 9-45: Susceptibilidade à Erosão na Área de Estudo Local (AEL) do Meio Físico

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Lucas F. de Oliveira	15/09/2023	NXTM-DRS-EIA-Susceptibilidade-MF-A3-v02

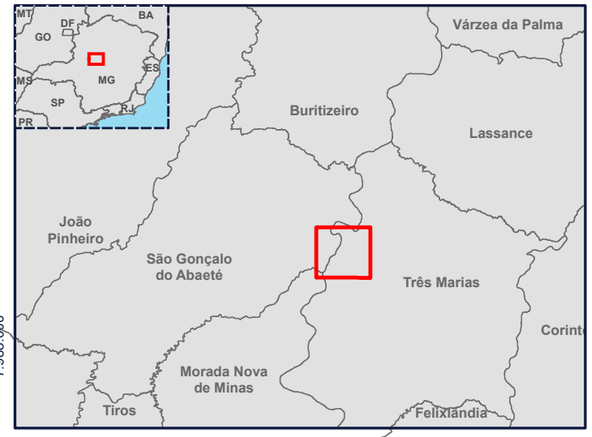


Legenda

- Pontos de Campo
- Acesso federal
- Hidrografia
- Cursos d'Água Efêmeros
- Curso d'água/ Represa
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Físico
- Limite municipal

Vulnerabilidade À Erosão

- Muito Baixo
- Baixo
- Médio
- Alto
- Muito Alto



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km, respectivamente.

Base Cartográfica: ADA, AEL, hidrografia bifilar, vulnerabilidade à erosão, pontos de observação (Trust/2023); hidrografia (Trust/2023, adaptada de IGAM); rodovias (IBGE/2021); limite municipal (FJP/2022).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO

Figura 9-46: Vulnerabilidade à Erosão na Área de Estudo Local (AEL) do Meio Físico

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Lucas F. de Oliveira	15/09/2023	NXTM-DRS-EIA-Vulnerabilidade-MF-A3-v02

No mapa de susceptibilidade à erosão, observa-se o predomínio da classe de susceptibilidade média, abrangendo cerca de 80% da área. Esta classe de susceptibilidade está associada aos Patamares Dissecados dos Afluentes, com solos classificados como cambissolos e neossolos litólicos, os quais recobrem a rochas da Formação Três Marias.

As áreas com baixa a muito baixa susceptibilidade à erosão ocorrem principalmente na margem direita do rio São Francisco e em pequenas porções em sua margem esquerda, em regiões mais estáveis das Planícies do São Francisco, com solos classificados como neossolos flúvicos.

As áreas com susceptibilidade alta a erosão estão associadas às regiões mais elevadas da área de estudo local, denominada Tabuleiro de Três Marias e, às Planícies do São Francisco, principalmente na margem esquerda do rio São Francisco e em pequenas porções em sua margem direita e ilhas. Verifica-se, também, que nas regiões de modelados antropogênicos a susceptibilidade é alta a muito alta (região do Depósito de Rejeitos Murici – DRM e região da Barragem Velha).

Na região denominada Tabuleiro de Três Marias ocorrem cambissolos e neossolos litólicos que recobrem a Formação Três Marias, além de depósitos colúvio-eluvionares com presença de cascalho. Já nas áreas de Planícies do São Francisco ocorrem solos classificados como neossolos flúvicos, pouco coesos.

Quando se incorpora o tema uso e ocupação para gerar o mapa de vulnerabilidade à erosão, verifica-se, o predomínio da classe baixa de vulnerabilidade, substituindo a classe média de susceptibilidade, provavelmente associado ao tipo de uso, que reduz a ocorrências de processos morfogenéticos.

Da mesma forma que o tema susceptibilidade à erosão, as áreas classificadas com vulnerabilidade alta à erosão também estão associadas às regiões mais elevadas da área de estudo local, denominada Tabuleiro de Três Marias e, às Planícies do São Francisco, principalmente na margem esquerda do rio São Francisco e em pequenas porções em sua margem direita e ilhas. Nota-se que estas áreas, possuem, também vulnerabilidade a erosão muito alta.

Verifica-se, também, que nas regiões de modelados antropogênicos a vulnerabilidade é alta a muito alta (região do Depósito de Rejeitos Murici – DRM e região da Barragem Velha).

Durante a visita técnica realizada nesta região, verificou-se a ocorrência de processos erosivos em vários pontos, principalmente próximos ao córrego Martinha, sentido a Aldeia do Dourado e “cascalheira” e na região do riacho da Consciência, confirmando que a área de estudos local apresenta média a alta suscetibilidade e vulnerabilidade erosiva, principalmente quando associado a solo exposto e a áreas com coberturas cascalhosas.

A Foto 9-35 a Foto 9-43 ilustram os processos morfogenéticos observados na área de estudo local.

| Foto 9-35: Erosões observadas nas laterais da estrada. Ponto de entrada para Aldeia do Dourado (ponto 07 no mapa)



| Foto 9-36: Erosões observadas nas laterais da estrada da Consciência- Aldeia do Dourado (ponto 09 no mapa)



| Foto 9-37: Erosões observadas nas laterais da estrada, sentido Aldeia do Dourado (ponto 08 no mapa)



| Foto 9-38: Erosões observadas nas laterais da estrada, sentido Aldeia do Dourado (ponto 08 no mapa)



| Foto 9-39: Erosões observadas na região denominada cascalheira (ponto 12 no mapa)



| Foto 9-40: Erosões observadas nas laterais da estrada da Consciência (ponto 13 no mapa)



| Foto 9-41: Erosões observadas nas laterais da estrada, na região do riacho da Consciência (ponto 15 no mapa)



| Foto 9-42: Erosões observadas nas laterais da estrada, na região do riacho da Consciência (ponto 15 no mapa)



| Foto 9-43: Erosões observadas nas laterais da estrada, na região do riacho da Consciência (ponto 16 no mapa)



- *Área Diretamente Afetada*

Analisando-se o mapa de susceptibilidade a erosão e vulnerabilidade a erosão, verifica-se que a ADA se insere na região de classe de susceptibilidade e vulnerabilidade média à erosão.

Na ADA também ocorrem processos morfogenéticos, conforme pode ser observado na Foto 9-44.

| Foto 9-44: Processos morfogenéticos na ADA (seta vermelha)
(Foto drone - março, 2023)



9.1.7.3.1.3 Identificação Preliminar das Zonas Cársticas e Susceptíveis ao Dolinamento

Analisando-se as informações geológicas da área de estudo local e ADA, verifica-se que substrato rochoso que sustenta da área de inserção do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias apresenta baixa potencialidade cárstica e baixa susceptibilidade ao dolinamento, em razão da ocorrência de rochas associadas à Formação Três Marias (litofácies arcoseana e litofácies arenito lítico).

Os estudos espeleológicos apresentados no presente diagnóstico (item 9.1.9) não identificaram a presença de cavidades naturais na ADA do projeto, tampouco em um *buffer* de 250 metros, concluindo que: "a área prospectada apresenta baixo potencial espeleológico e nenhuma cavidade natural foi identificada nos caminhamentos realizados. O alto grau de antropização da área prospectada, também corrobora com a ausência de cavidades naturais no local".

Com base em informações disponíveis no CECAV/SEMAD (2023), a região de Três Marias apresenta média a baixa potencialidade de ocorrência de cavidades, com áreas classificadas como improváveis. As áreas de influência de cavidades mais próximas, encontram-se a aproximadamente a 30km a sudoeste da área e a 60 km a nordeste da área, em formações geológicas distintas da observada na área de inserção do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

Em função deste contexto, não se espera a ocorrência de feições do exocarste, como dolinas ou uvalas, as quais não são verificadas em nenhum local da área de estudo local ou da área diretamente afetada.

9.1.7.4 Síntese Conclusiva

O diagnóstico de susceptibilidade a processos erosivos consiste na compreensão dos aspectos físicos do terreno que condicionam a ocorrência natural de erosões. Além da susceptibilidade,

pode-se tratar, também, da vulnerabilidade à erosão, a qual considera, além da fragilidade natural do terreno aos processos erosivos, a influência do uso e ocupação do solo.

Para a área do Projeto, verificou-se que os temas geologia e pedologia são os que mais influenciam na erosão dos solos, mesmo com a inserção do uso e ocupação.

No mapa de susceptibilidade à erosão, observa-se o predomínio da classe média (cerca de 80% da área), associado principalmente aos Patamares Dissecados dos Afluentes. Ocorre, em menor proporção, áreas com susceptibilidade baixa e alta, associadas às Planícies do São Francisco à aos Tabuleiros de Três Marias.

No mapa de vulnerabilidade à erosão nota-se, também, o predomínio da classe média, contudo há o aumento considerável da classe baixa, principalmente na área edificada.

Quando comparado ao que foi visualizado durante o trabalho de campo, pode-se dizer que a área de estudo apresenta média a alta suscetibilidade e vulnerabilidade erosiva, visto que foram observados vários pontos com a ocorrência de processos morfogenéticos.

Para a ADA e seu entorno a susceptibilidade e vulnerabilidade a erosão é classificada como média, verificando-se a ocorrência de processos morfogenéticos.

Com relação a identificação das zonas cársticas e susceptibilidade ao dolinamento, verifica-se que a área de estudos local e ADA apresentam baixa potencialidade cárstica e baixa susceptibilidade ao dolinamento, em razão do substrato rochoso não ser propício à formação áreas cársticas e dolinas.

Os estudos espeleológicos não identificaram a presença de cavidades naturais na ADA do projeto, tão pouco em um *buffer* de 250 metros.

Com base em informações disponíveis no CECAV/SEMAD (2023), a região de Três Marias apresenta média a baixa potencialidade de ocorrência de cavidades, com áreas classificadas como improváveis. As áreas de influência de cavidades mais próximas, encontram-se a aproximadamente a 30km a sudoeste da área e a 60 km a nordeste da área, em formações geológicas distintas da observada na área de inserção do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

9.1.8 Pedologia e Aptidão Agrícola

9.1.8.1 Introdução

O presente estudo tem como objetivo identificar os solos presentes nas áreas de estudo do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, de forma a descrever suas principais características e suas influências na cobertura vegetal e no uso do solo da região.

9.1.8.2 Metodologia

Para a realização desse diagnóstico, utilizaram-se dados secundários disponibilizados por órgãos oficiais e bibliografia disponível com os principais mapeamentos pedológicos existentes que contemplem as áreas de estudo regional e local do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

Considerou, sumariamente, o Mapeamento de Solos do Estado de Minas Gerais (escala 1:650.000), executado em âmbito da parceria entre a Universidade Federal de Viçosa – UFV, a Universidade Federal de Lavras – UFLA, a Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM e a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC (2010).

Para descrição dos solos foram utilizados como referência os manuais técnicos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA.

Foi realizado trabalho de campo em março de 2023 que validou o mapeamento existente em escala regional. Contudo, foi elaborado um mapa para o contexto local, a fim de obter maior detalhamento para o entorno da Área Diretamente Afetada e inserção de uma unidade pedológica, a qual não foi inserida no mapeamento de solos do estado de Minas Gerais, em função da escala utilizada. Durante o campo foi realizado o reconhecimento dos solos das áreas em estudo por meio da análise de cortes em estradas e taludes existentes.

Avaliou-se, ainda, a aptidão agrícola das terras, a fim de estabelecer possíveis interferências em solos de grande importância para a agricultura. O mapeamento de solos e aptidão agrícola da Embrapa (2004), em escala de 1:1.000.000, constituiu a referência principal para esta avaliação.

Em complementação ao diagnóstico de solos da região de inserção do empreendimento, utilizaram-se os estudos de *baseline* – determinação de valor de referência de solo elaborado pela WSP, em maio de 2023.

9.1.8.3 Resultados

9.1.8.3.1 Área de Estudo Regional e Área de Estudo Local

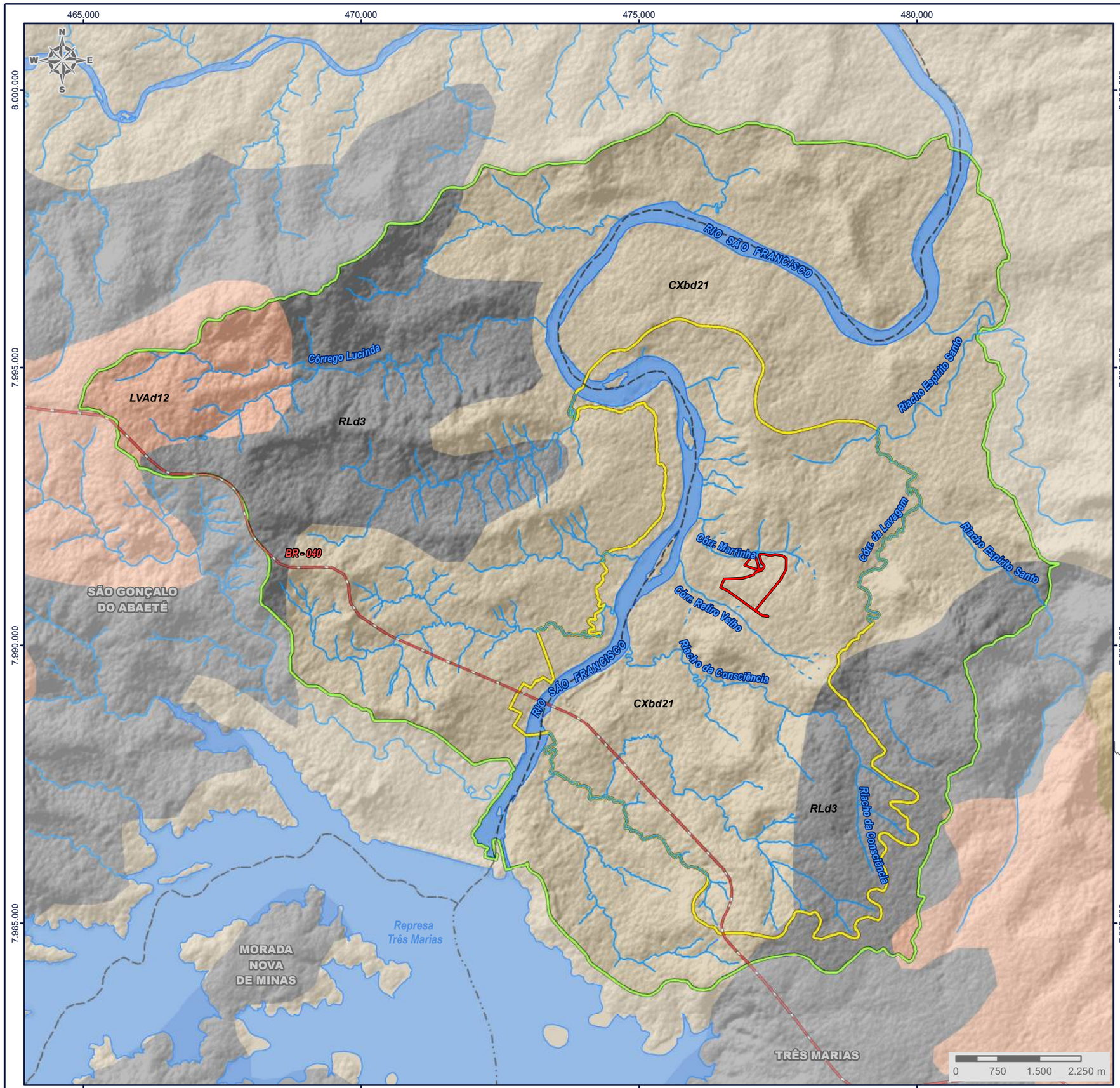
Na área de estudo regional do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias são encontrados três tipos de solos principais, classificados, de acordo com o segundo nível categórico (EMBRAPA, 2018), como:

- *Cambissolos Háplicos (CX);*
- *Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) e;*
- *Neossolos Litólicos (RL)*

Na área estudo local ocorrem os mesmos solos observados na área de estudo regional, com exceção do Latossolo. A Figura 9-47 espacializa a distribuição dos solos presentes nas áreas de estudo regional e local, verificando-se o predomínio de Cambissolos Háplicos.

Como os solos das áreas estudadas são pouco diversos, não foi elaborado um mapa específico para a área de estudo local.

Além dos solos mencionados, verificou-se durante a visita técnica, porém em escala não mapeável, a ocorrência de Neossolos Flúvicos, os quais estão associados aos depósitos fluviais do rio São Francisco.

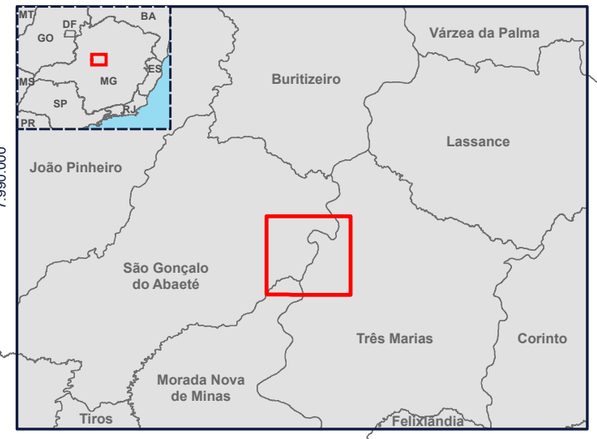


Legenda

- Acesso federal
- Hidrografia
- Cursos d'Água Efêmeros
- Curso d'água/ Represa
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Físico
- Área de Estudo Regional (AER) do Meio Físico
- Limite municipal

Classe de Solo:

- CXbd21 - Cambissolos Háplicos Tb Distróficos + Agrissolos Vermelho-Amarelos Distróficos + Neossolos Quartzarênicos Órtico
- LVAd12 - Latossolo Vermelho-Amarelo + Neossolo Quartzarênico Órtico
- RLd3 - Neossolos Litólicos Distróficos + Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km, respectivamente.

Base Cartográfica: ADA, AEL, AER, hidrografia bifilar, (Trust/2023); hidrografia (Trust/2023, adaptada de IGAM); rodovias (IBGE/2021); limite municipal (FJP/2022); classes de solos (UFV/2010).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 09-47: Pedologia nas Áreas de Estudo Local (AEL) e Regional (AER) do Meio Físico

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Lucas F. de Oliveira	01/11/2023	NXTM-DRS-EIA-PedologiaAreasEstudoMF-A3-v00

9.1.8.3.1.1 Cambissolos Háplicos (CX)

Os Cambissolos são solos constituídos por material mineral, não hidromórfico, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial. Têm sequência de horizontes A ou hístico, Bi, C, com ou sem R (EMBRAPA, 2018).

Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos variam muito de um local para outro. Assim, a classe comporta desde solos fortemente até imperfeitamente drenados, de rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada até vermelho escura, de alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração argila (EMBRAPA, 2018).

Os Cambissolos, geralmente não são muito profundos, apresentando teores relativamente elevados de minerais primários facilmente intemperizáveis, atividade da fração argila média a alta e *solum* com discreta variação de textural. Sua suscetibilidade ao processo erosivo está aliada a outros fatores tais como o material de origem e declividade dos terrenos (EMBRAPA, 2018).

Nas áreas de estudo do Projeto (regional e local), os Cambissolos estão associados, às rochas da Formação Três Marias e ocorrem em média vertentes associados a relevos suaves e ondulados. Classificam-se como Cambissolos Háplicos Tb Distróficos Típicos (CXbd21), apresentam textura siltosa a argilosa e cores amareladas, avermelhadas e marrons. De acordo com o mapa pedológico (UFV, 2010), podem ocorrer, associados a estes solos, porém em escala não mapeável, Argissolo Vermelho-Amarelos Distróficos + Neossolos Quartzarênicos Órticos.

A Foto 9-45 exemplifica o Cambissolo Háplico que ocorre na área de estudo local, oriundo da alteração de arenito cinza. Nota-se que o solo apresenta trecho mais raso e trecho mais profundo, no mesmo perfil. A Foto 9-46 e a Foto 9-47 apresentam Cambissolo de cor amarelada, também oriundo da alteração de arenito da Formação Três Marias, ambos localizados na área de estudo local do Projeto.

Foto 9-45: Cambissolo na Área de Estudo Local



| **Foto 9-46: Cambissolo na Área de Estudo Local**



| **Foto 9-47: Cambissolo na Área de Estudo Local**



Existem poucos usos associados a esta classe de solos na área de estudo, sendo observadas algumas áreas de pastagens, residenciais, porções industriais e nenhum local de uso agrícola, muito provavelmente em decorrência da baixa fertilidade destes solos.

9.1.8.3.1.2 Latossolos Vermelho-Amarelo (LVA)

Esta classe compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte A, exceto hístico. São solos em avançado estádio de intemperização, muito evoluídos, sendo virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo (EMBRAPA, 2018).

Normalmente são solos muito profundos, com espessura do *solum* em geral superior a dois metros, de elevada permeabilidade e comumente bem a acentuadamente drenados (CPRM, 2005). Apresentam sequência de horizontes do tipo A, B, C, com teores da fração argila no *solum* aumentando gradativamente com a profundidade ou permanecendo constantes ao longo do perfil (EMBRAPA, 2018).

Os Latossolos apresentam excelente permeabilidade interna, excessiva ou muito rápida, garantindo a maior resistência aos processos erosivos entre as classes de solos. Nos relevos mais suavizados podem ser classificados como de baixa susceptibilidade a erosão (CPRM, 2005).

Estes solos ocorrem apenas na Área de Estudo Regional, em pequenas porções localizadas a oeste e a sudeste da área. Os Latossolos não foram visualizados durante as atividades de campo.

9.1.8.3.1.3 Neossolos (RL)

Segundo Embrapa (2018) os neossolos são solos constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando nenhum tipo de horizonte B diagnóstico.

Esta classe envolve solos minerais pouco desenvolvidos, rasos, constituídos por um horizonte A assentado diretamente sobre a rocha, ou sobre um horizonte C ou B pouco espesso, e apresentam contato lítico dentro de 50 cm da superfície do solo. Devido à pouca espessura, é comum possuírem elevados teores de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo, assim como cascalhos e calhaus de rocha semi-intemperizada na massa do solo (EMBRAPA, 2018).

De acordo com o mapa pedológico da área de estudo local, os Neossolos são classificados como Litólicos Distróficos, contudo, podem ocorrer Neossolos Flúvicos, associados aos depósitos fluviais do rio São Francisco.

Os Neossolos ocorrem, na área de estudo regional, em duas machas, uma localizada a oeste e outra a sudeste da área, abrangendo parte da área de estudo local.

9.1.8.3.1.3.1 Neossolo Litólicos (RLd3)

Solos com horizonte A ou hístico, assentes diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2mm (cascalhos, calhaus e matacões), que apresentam um contato lítico típico ou fragmentário dentro de 50cm da superfície do solo. Admite um horizonte B em início de formação, cuja espessura não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B diagnóstico (EMBRAPA, 2018).

Estes solos são dominantemente distróficos com saturação de bases inferior a 50%. A pequena profundidade efetiva do solo limita o desenvolvimento radicular da maioria das plantas cultivadas. O horizonte A é, normalmente, de textura média ou argilosa, porém é frequente a ocorrência de pedregosidade e de rochosidade nestes solos. São muito susceptíveis à erosão em virtude da espessura reduzida e do relevo onde se localizam.

Nas áreas de estudo regional e local os Neossolos Litólicos estão associados às rochas da Formação Três Marias (arenitos e siltitos), apresentando-se raso, de textura siltosa a arenosa fina, cor amarelada e avermelhada e presença de rocha matriz (Foto 9-48 e a Foto 9-49).

Esses solos apresentam certa limitação para aptidões agrícolas, sobretudo por conta de sua pequena profundidade, baixa capacidade de suporte e por sua suscetibilidade a processos erosivos. Por isso, são áreas geralmente conservadas, exibindo fitofisionomias típicas do cerrado.

| **Foto 9-48: Neossolo Litólico na Área de Estudo Local**



| **Foto 9-49: Neossolo Litólico na Área de Estudo Local**



9.1.8.3.1.3.2 Neossolo Flúvico (solos aluviais) - RY

Estes solos podem ser rasos ou profundos e possuem características muito variáveis, dependendo da natureza e forma de distribuição dos sedimentos originários. São em ordem decrescente eutróficos, distróficos e álicos, ocorrendo predominantemente em relevo plano, com horizonte A moderado e textura média (EMBRAPA, 2004).

Na área mapeada, ocorrem em relevo plano e estão associados aos depósitos fluviais do rio São Francisco, predominando solos com textura fina (argila siltosa a areia fina argilosa) de cor marrom e amarelo claro.

9.1.8.3.1.4 Aptidão Agrícola

A avaliação da aptidão agrícola das áreas de estudo regional e local foi realizada tendo como referência o mapeamento de solos e aptidão agrícola das terras do estado de Minas Gerais realizado pela EMBRAPA (2004), além de observações em trabalhos de campo realizados na área de estudo local.

O Sistema de Avaliação de Aptidão Agrícola das Terras apresenta um solo hipoteticamente “ideal”, que tenha as melhores condições de produção se comparado ao solo real avaliado. Os resultados são atribuídos em uma matriz de interpretação para zonas intertropicais, resultando na classe de aptidão encontrada.

O referido mapeamento avalia as propriedades físicas do solo, além de parâmetros como fertilidade natural, excesso e deficiência de água, susceptibilidade à erosão e impedimento ao uso de implementos agrícolas.

A classificação dos solos referente à aptidão agrícola, apresentado no Sistema de Avaliação de Aptidão Agrícola das Terras (EMBRAPA, 2004), mostra que na área de estudo regional ocorrem

quatro classes de aptidão agrícola, já na área de estudo local ocorrem três classes de aptidão agrícola, conforme demonstra a Tabela 9-23 e a Figura 9-48.

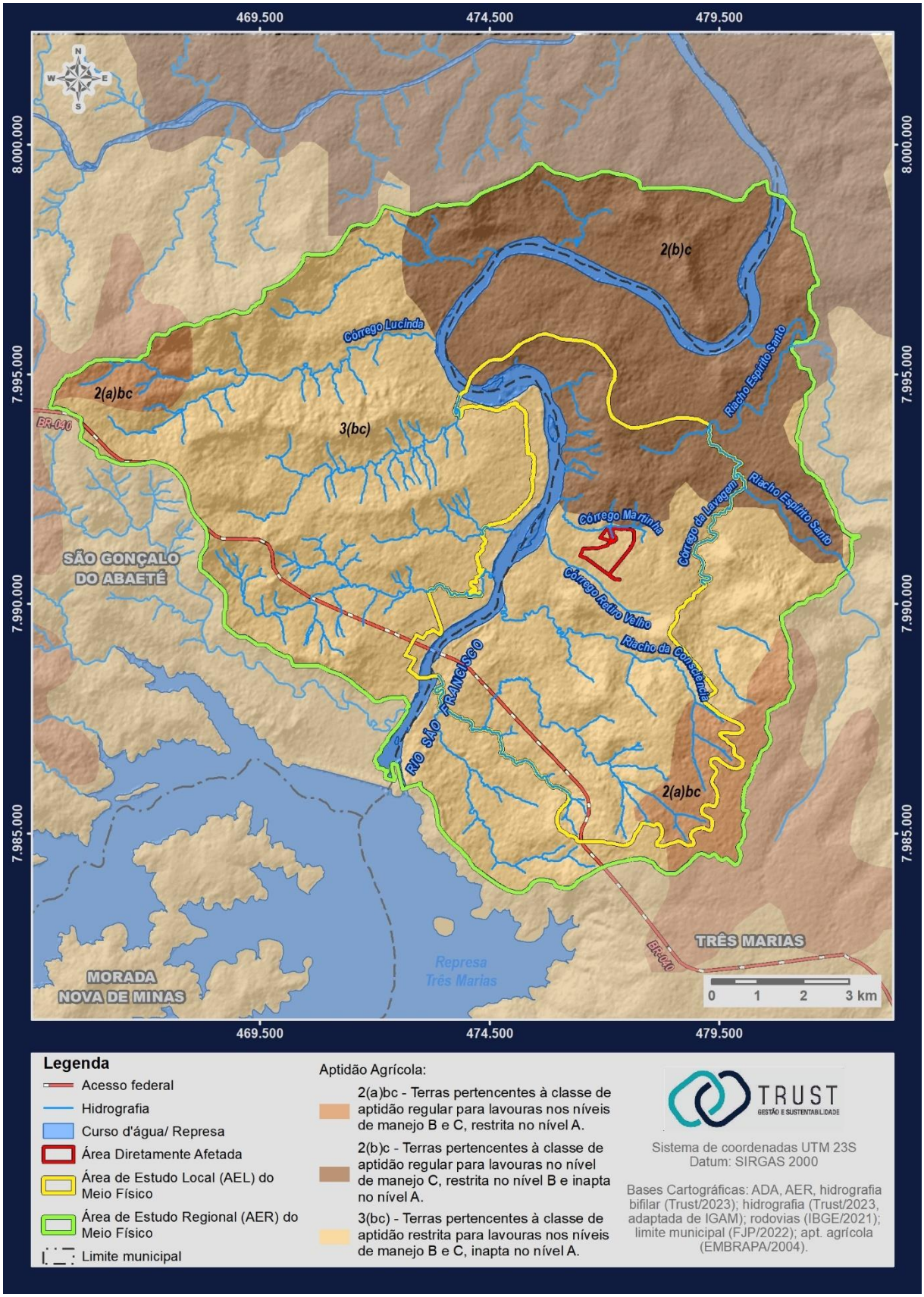
Cabe mencionar que o Neossolo Flúvico foi verificado em campo, porém em escala não mapeável, por isso foi mencionado na Tabela 9-23.

Tabela 9-23: Classes de aptidão agrícola nas áreas de estudo

Simbologia	Descrição	Tipo de Solo	Abrangência Espacial
1ABC*	Terras pertencentes à classe de aptidão boa para lavouras no nível de manejo A, B e C	Neossolo Flúvico	Área de Estudo Regional e Local
2(a)bc	Terras pertencentes à classe de aptidão regular para lavouras no nível de manejo B e C, restrita no nível A.	Latossolo Vermelho Amarelo	Área de Estudo Regional
2(b)c	Terras pertencentes à classe de aptidão regular para lavouras no nível de manejo C, restrita no nível B e inapta no nível A.	Cambissolo	Área de Estudo Regional / Área de Estudo Local
3(bc)	Terras pertencentes à classe de aptidão restrita para lavouras nos níveis de manejo B e C e inapta no nível A.	Cambissolo / Neossolo	Área de Estudo Regional / Área de Estudo Local

* O Neossolo flúvico foi verificado em campo, porém em uma escala não mapeável.

Figura 9-48: Aptidão agrícola das terras nas áreas de estudos



De acordo com o mapeamento apresentado, a classe de aptidão de maior representatividade nas áreas de estudos corresponde à classe 3(bc) – Cambissolos e Neossolos Litólicos, os quais são aptos ao cultivo de silviculturas e pastagens plantadas, sendo restrito às pastagens naturais. Na área ocupada pela classe 3(bc), observa-se que as pastagens estão em quantidade mais expressiva em relação às culturas e silviculturas, mas, ainda assim, não são muito exploradas.

Os Cambissolos normalmente apresentam como principais obstáculos à sua exploração a pouca profundidade, fase cascalhenta ou pedregosa, baixa fertilidade natural (exceto os eutróficos) e ocorrência em relevos ondulados a forte ondulados. São solos que possuem baixa saturação por bases e, assim, classificados como de baixa aptidão agrícola, uma vez que, nem mesmo o relevo determinante desse tipo de solo favorece a utilização de maquinários para correções (EMBRAPA, 2004).

Os Neossolos Litólicos apresentam normalmente rochosidade, pedregosidade, cascalhos e concreções, relacionados, geralmente, com a natureza do material originário, ocorrem dominantemente em relevo forte ondulado e montanhosos associados principalmente a Afloramentos Rochosos (EMBRAPA, 2004). As principais limitações ao uso agrícola estão relacionadas com o relevo movimentado, profundidade exígua e frequente presença de rochosidade e pedregosidade (EMBRAPA, 2004).

A pequena profundidade efetiva do Neossolo limita o desenvolvimento radicular da maioria das plantas cultivadas, compreendendo terras de pequena aptidão agrícola, sendo solos mais indicados para preservação da flora e da fauna. São muito susceptíveis à erosão em virtude da espessura reduzida e do relevo onde se localizam.

Na Área de Estudo Local, os Neossolos Litólicos são rasos, de coloração amarelada e avermelhada com presença de rocha matriz (arenitos e siltitos). Nas regiões de ocorrência desses solos, ocorrem pastagens, vegetação natural e residências.

Os solos classificados como 2(b)c (Latossolos) são considerados restritos ao nível tecnológico médio de manejo e regular para alto nível tecnológico de manejo, o que reflete a situação do uso e ocupação das terras na região de ocorrência da classe 2(b)c. Por meio da análise de imagens de satélite é possível observar a ocorrência de grandes áreas de pastagem.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos são solos profundos e normalmente bem drenados, com horizontes A moderado e fraco, texturas argilosa e média e relevo do plano ao forte ondulado. De modo geral, os principais impedimentos ao seu pleno aproveitamento são a baixa fertilidade e a presença de alumínio tóxico para as plantas; além destes, o relevo mais acidentado (EMBRAPA, 2004). Com relação à classe de fertilidade, varia de médio (m) e muito baixo a baixo (V) - (Comissão de Fertilidade..., 1989 *apud* EMBRAPA, 2004).

De acordo com o mapa de pedológico elaborado a partir do mapa de solos do estado de Minas Gerais (UFV, 2010), os Latossolos Vermelho-Amarelos ocorrem apenas na área de estudo regional e não sofrerão intervenção direta do empreendimento.

A classe 1ABC (Neossolos Flúvicos) representam as terras pertencentes à classe de aptidão boa para lavouras no nível de manejo A, B e C. De acordo com Embrapa (2004), em essência, os solos pertencentes ao grupo 1 são concomitantemente eutróficos, relevo dominante plano ou suave ondulado, sem impedimentos à mecanização, profundidade efetiva suficiente para o desenvolvimento radicular, sem problemas de encharcamento e ocorrentes em ambientes com período seco não superior a cinco meses.

Os Neossolos Flúvicos ou solos aluviais apresentam grande potencial agrícola, principalmente quando eutróficos. Contudo a principal limitação ao uso agrícola está relacionada, em alguns casos, às inundações periódicas (EMBRAPA, 2004).

Na área mapeada, ocorrem em relevo plano e estão associados aos depósitos fluviais do rio São Francisco, predominando solos com textura fina (argila siltosa a areia fina argilosa) de cor marrom e amarelo claro. Verificou-se, por meio de imagem de satélite, a presença de área urbana na região destes solos como o bairro Beira Rio e Vila dos Albanos, além de áreas preservadas como as ilhas da Catuaba, Periquito e da Cachoeira Grande.

9.1.8.3.2 Área Diretamente Afetada – ADA

De acordo com o mapa de solos apresentado, a área diretamente afetada pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias insere-se no domínio dos Cambissolos Háplicos distróficos, de textura siltosa a argilosa e cores amareladas, avermelhadas e marrons, associados às rochas da Formação Três Marias.

Na região estudada, existem poucos usos associados a esta classe de solos, sendo observadas algumas poucas pastagens, áreas residenciais, porções industriais e nenhum local de uso agrícola. Na ADA estes solos estão inseridos em imóvel de propriedade da Nexa, desta forma não haverá intervenção direta nas poucas áreas com uso agrícola na região.

9.1.8.3.2.1 Estudo de Baseline Geoquímico dos Solos

Em complementação ao diagnóstico de solos da região de inserção do empreendimento, utilizaram-se os estudos de *background* geoquímico (baseline), para determinação de valor de referência de solo, elaborado pela WSP, em maio de 2023.

Ressalta-se que o estudo da WSP (2023) foi realizado tanto para as áreas destinadas ao Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias quanto para o módulo Oeste 3 e adjacências. Para o presente diagnóstico, utilizou-se, apenas, as informações dos pontos das áreas interceptadas pela ADA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

A WSP (2023) destaca em seu estudo que definir os teores de *baseline* local é importante para se distinguir entre teores naturais de um elemento químico e a influência antrópica sobre estes teores.

Como o Projeto em análise é uma pilha de resíduos perigosos (Classe 1), considerou-se necessária a inserção do tópico de estudo de *baseline* geoquímico dos solos a este diagnóstico, pois, apesar do Projeto da Pilha de Resíduos Industriais incluir diversos sistemas de controle ambiental, é importante estabelecer valores de referência para os solos locais, principalmente para realização do controle ambiental.

De acordo com WSP (2023), os estudos de *baseline* foram realizados em 2023 para determinar o valor de referência de qualidade (VRQ) para solos na área do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, com base na metodologia proposta pela Feam (2013) de modo a estar apto a responder questionamentos futuros de diferentes órgãos públicos ou peritagem, e, compor eventuais estudos de impacto.

Para o presente diagnóstico foram utilizadas as seguintes áreas de amostragem, definidas e nomeadas pela WSP (2023):

- *Área de Empréstimo 2 (AE2);*
- *Área Módulo 3 (O3) e;*
- *Planta de Cimentação (PC).*

Para cada área foi definida uma malha amostral e, com base no tamanho das áreas e na quantidade de amostras, foi determinada a densidade amostral do estudo. A Tabela 9-24 até a Tabela 9-26 apresenta a localização dos pontos de coleta de solos. Já a Figura 9-49 especializa a localização das áreas e dos pontos de coleta de solos.

A seleção da malha amostral, procedimentos, métodos analíticos e de estatística espacial para determinação dos Valores de Referência (VR), foram orientados pelo Manual de coleta dos solos para valores de referência de qualidade no Estado de Minas Gerais (2014) e pelo Manual de procedimentos analíticos para determinação de VRQ de elementos-traço em solos do Estados de Minas Gerais (2013) (WSP, 2023).

Tabela 9-24: Tabela de pontos coletados – Área de Empréstimo 2 (AE2)

Ponto	Coordenada UTM (Zona 23K | Datum SIRGAS 2000)		Classe de solo	Unidade Geológica	Hidrografia
	mE	mS			
SD AE2 1	477.521	7.991.251	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD AE221	477.448	7.991. 302	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD AE2 3	477.326	7.991. 314	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD AE2 4	477.372	7.991.414	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD AE2 5	477.502	7.991.401	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD AE2 6	477.702	7.991.429	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD AE2 7	477.408	7.991.514	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha

Ponto	Coordenada UTM (Zona 23K | Datum SIRGAS 2000)		Classe de solo	Unidade Geológica	Hidrografia
	mE	mS			
SD AE2 8	477.572	7.991.517	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD AE2 9	477.698	7.991.519	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD AE2 10	477.450	7.991.588	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD AE2 11	477.276	7.991.333	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD AE2 12	477.319	7.991.438	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD AE2 13	477.354	7.991.531	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD AE2 14	477.385	7.991.594	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD AE2 16	477.222	7.991.467	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD AE2 17	477.260	7.991.556	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD AE2 19	477.127	7.991.505	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD AE2 20	477.149	7.991.586	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD AE2 21	477.000	7.991.484	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD AE2 22	477.046	7.991.557	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD AE2 25	477.582	7.991.557	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD AE2 26	477.582	7.991.557	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha

Fonte: modificado de WSP, 2023

Tabela 9-25: Tabela de pontos coletados – Oeste 3 (O3)

Ponto	Coordenada UTM (Zona 23K | Datum SIRGAS 2000)		Classe de solo	Unidade Geológica	Hidrografia
	mE	mS			
SD O3 3	476.566	7.991.243	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD O3 7	477.031	7.991.335	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD O3 8	476.891	7.991.217	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD O3 9	477.136	7.991.278	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD O3 10	477.037	7.991.150	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD O3 12	477.192	7.991.154	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD O3 13	477.478	7.991.189	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD O3 14	477.304	7.991.031	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD O3 15	476.799	7.991.159	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD O3 16	476.690	7.991.098	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD O3 17	476.789	7.991.047	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro

Ponto	Coordenada UTM (Zona 23K | Datum SIRGAS 2000)		Classe de solo	Unidade Geológica	Hidrografia
	mE	mS			
					Velho
SD O3 18	476.725	7.991.914	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD O3 19	476.942	7.991.079	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD O3 20	476.892	7.990.999	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD O3 21	476.845	7.990.858	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD O3 22	477.094	7.991.016	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD O3 23	477.019	7.990.886	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD O3 24	476.956	7.991.746	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD O3 25	477.214	7.991.967	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD O3 26	477.128	7.990.874	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD O3 27	477.078	7.990.781	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD O3 28	477.321	7.990.912	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD O3 29	477.229	7.990.799	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD O3 30	477.107	7.990.652	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD O3 31	477.086	7.990.637	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Martinha
SD O3 32	477.086	7.990.637	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho

Fonte: modificado de WSP, 2023

Tabela 9-26: Tabela de pontos coletados – Planta Cimentação (PC)

Ponto	Coordenada UTM (Zona 23K | Datum SIRGAS 2000)		Classe de solo	Unidade Geológica	Hidrografia
	mE	mE			
SD PC 1	476.501	7.991.114	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD PC 2	476.538	7.991.088	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD PC 3	476.587	7.991.057	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD PC 4	476.642	7.991.022	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD PC 5	476.630	7.991.001	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD PC 6	476.613	7.990.973	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD PC 7	476.598	7.990.950	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD PC 8	476.588	7.990.930	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho

Ponto	Coordenada UTM (Zona 23K | Datum SIRGAS 2000)		Classe de solo	Unidade Geológica	Hidrografia
	mE	mE			
SD PC 9	476.548	7.990.955	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD PC 10	476.502	7.990.985	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD PC 11	476.459	7.991.012	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD PC 12	476.469	7.991.040	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD PC 13	476.485	7.991.074	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD PC 14	476.523	7.991.036	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD PC 16	476.573	7.991.023	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho
SD PC 17	476.573	7.991.023	Cambissolo háplico	Formação Três Marias	Córrego Retiro Velho

Fonte: modificado de WSP, 2023

476370 476870 477370 477870

7991950 7991450 7990950 7990450

Córrego Martinha

Córrego Retiro Velho

SD AE2 20 SD AE2 17 SD AE2 13 SD AE2 14 SD AE2 7 SD AE2 10 SD AE2 19 SD AE2 22 SD AE2 26 SD AE2 25 SD AE2 21 SD AE2 8 SD AE2 9 SD AE2 16 SD AE2 12 SD AE2 4 SD AE2 5 SD AE2 6 SD AE2 11 SD AE2 3 SD AE2 2 SD AE2 1

SD O3 7 SD O3 9 SD O3 3 SD O3 8 SD O3 13 SD O3 15 SD O3 10 SD O3 12 SD O3 16 SD O3 19 SD O3 17 SD O3 14 SD O3 20 SD O3 22 SD O3 25 SD O3 18 SD O3 28 SD O3 23 SD O3 26 SD O3 21 SD O3 27 SD O3 29 SD O3 24 SD O3 30 SD O3 32 SD O3 31

SD PC 2 SD PC 1 SD PC 13 SD PC 3 SD PC 14 SD PC 12 SD PC 16 SD PC 17 SD PC 11 SD PC 10 SD PC 9 SD PC 7 SD PC 8 SD PC 4 SD PC 5 SD PC 6

0 100 200 300 m

Legenda

- Hidrografia
- Cursos d'Água Efêmeros
- AE 2
- Oeste 3
- Planta Cimentação
- Área Diretamente Afetada (ADA)

Áreas de Estudo

- AE 2
- Área de Blendagem
- Oeste 3



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023); Áreas de Estudo, Pontos (WSP, 2023); Hidrografia, (Trust, 2023); Limites Municipais, Limites Estaduais (IBGE, 2022).

nexa TRUST

EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

Figura 9-49: Estudo de Background – Determinação de Valor de Referência de Solo

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	02/11/2023	NXTM-DRS-EIA-Background-A3-v00

As concentrações obtidas no solo foram comparadas com os Valores de Qualidade (VQ), Valores de Prevenção (VP) e Investigação Industrial (VI) definidos na Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 02/2010 e na Resolução CONAMA nº 420/2009 (WSP, 2023).

De modo geral, os solos das áreas avaliadas apresentaram valores de Capacidade de Troca Catiônica - CTC Efetiva com média de 2,02 cmolc/dm^3 e mediana de 1,65 cmolc/dm^3, indicando que na área predomina a CTC baixa, o que indica baixa atividade de argilas em adsorver metais. A quantidade de matéria orgânica apresentou média de 0,58 dag/kg e mediana de 0,48 dag/kg e saturação por bases teve média de 28,54% com mediana de 13,50%. O pH em água apresentou variação de 3,88 a 6,28, indicando a acidez do solo local. Os valores de acidez potencial variaram de 0,33 cmolc/dm^3 a 7,76 cmolc/dm^3, com média de 2,60 cmolc/dm^3 e mediana de 2,72 cmolc^3, indicando que apesar de alguns valores mais elevados a acidez potencial em média a acidez potencial pode ser considerada baixa nos solos da área de estudo, ou seja, há baixo poder tampão na média dos resultados (EMBRAPA, 2013 *apud* WSP, 2023). A Tabela 9-27 apresenta os valores obtidos para a caracterização dos solos.

Tabela 9-27: Valores dos parâmetros de caracterização do solo na área de estudo

	Acidez Potencial (cmolc/dm^3)	CTC Efetiva Total (cmolc/dm^3)	Matéria Orgânica (dag/kg)	pH em água
Média	2,60	2,02	0,58	4,64
Mediana	2,72	1,65	0,48	4,51
Moda	2,89	1,11	0,20	3,99
Desvio padrão	1,32	1,17	0,41	0,53
Variância da amostra	1,77	1,38	0,17	0,29
Curtose	1,26	8,27	7,27	0,92
Mínimo	0,33	0,57	0,20	3,88
Máximo	7,76	7,83	2,82	6,28

Fonte: modificado de WSP, 2023

Entre a subdivisão de áreas que contemplam este estudo, a WSP (2023) expõe que a área de empréstimo 2 (AE02) e a área do Oeste 3 (O3) apresentaram parâmetros com concentrações acima do valor de qualidade da DN COPAM/CERH n° 02/2010: bário, boro, cádmio, chumbo, cobalto, níquel e zinco. Estas duas áreas já foram alvo da extração de solo de empréstimo e essas características sugerem o comportamento semelhante das duas áreas em relação a quantidade de parâmetros com concentrações acima dos propostos pelo VQ da DN COPAM/CERH n° 02/2010 (WSP, 2023).

Em comparação aos valores de prevenção (VP) a área O3 apresentou parâmetros com concentrações superiores à legislação: cádmio, cobalto e níquel. Este resultado já era esperado devido à antropização da área (WSP, 2023).

Nenhum parâmetro apresentou concentração acima dos valores de investigação industrial (vi) da DN COPAM n°166 e da resolução CONAMA 420, o solo não contém riscos potenciais, diretos ou indiretos de contaminações (WSP, 2023).

De acordo com WSP (2023) os mapas de erro preditivo feitos para cada elemento indicam que a malha executada é representativa da área de estudos e, portanto, não foram sugeridos novos pontos de amostragem.

Com relação aos mapas de distribuição espacial, foram feitos para os elementos inorgânicos e parâmetros agrícolas que tiveram resultados quantificados acima do Lime de Quantificação - LQ. Os parâmetros analisados e seus principais resultados são apresentados na Tabela 9-28.

Tabela 9-28: Parâmetros e resultados analisados mapas de distribuição espacial

Área	Quantidade de Pontos analisados	Coloração	Compacidade e Consistência	Textura	Acidez Potencial (cmolc/dm³)				CTC Efetiva (cmolc/dm³)				Matéria Orgânica (dag/kg)			Metais em desacordo com a resolução COPAM n° 166		
					Variação	Média	Mediana	Observação	Variação	Média	Mediana	Observação	Variação	Média	Mediana	Elemento	Número de ocorrências	Ponto
AE2	22	Marrom claro a marrom avermelhado e amarelado	Compacidade friável a compacto	Majoritariamente franco-argiloso, com ocorrências de texturas franco-argilo-siltosa, franco-siltosa, argila e silte.	0,66 a 3,71	2,79	2,89	Indica que o solo desta área tem maior propensão a ter algum tipo de resistência a alteração de pH	1,22 a 3,48	1,71	1,52	Indica baixa CTC ou que indica baixa atividade das partículas coloidais que resulta em pouca adsorção de metais.	0,20 a 1,61	0,51	0,40	Boro	22	Todos os pontos da área
																Chumbo	7	SDAE21 / SDAE2-2 / SDAE2-3 / SDAE2-4 / SDAE2-7 / SDAE2-12 e SDAE2-21
																Zinco	6	SDAE2-2 / SDAE2-4 / SDAE2-5 / SDAE2-11 / SDAE2-17 e SDAE2-21
																Bário	4	SDAE2-1 / SDAE2-5 / SDAE2-7 / SDAE2-21
																Cádmio	3	SDAE2-11 / SDAE2-12 / SDAE2-13
																Cobalto	3	SDAE2-1 / SDAE2-3 / SDAE2-17
																Níquel	2	SDAE2-1 e SDAE2-11
O3	25	Marrom, marrom claro, marrom avermelhado e marrom escuro	Compacidade variando de friável a compacto e consistência de mole a dura.	Franco-arenoso, franco a franco-siltosa, com ocorrência de silte, franco-argiloso-arenoso e franco-argilo-siltoso	0,33 a 2,89	1,11	0,91	Tende apresentar acidez potencial baixa, resultando solo com menor poder tampão	0,87 a 7,83	2,91	2,40	De modo geral os pontos da área indicam baixa CTC, ou seja, há baixa atividade das partículas coloidais que resultam em pouca adsorção de metais por este solo.	0,20 a 0,76	0,29	0,2	Bário	16	SDO3-8 / SDO3-9 / SDO3-13 / SDO3-14 / SDO3-15 / SDO3-19 / SDO3-20 / SDO3-21 / SDO3-22 / SDO3-23 / SDO3-24 / SDO3-27 / SDO3-28 / SDO3-29 / SDO3-30 / SDO3-31
																Zinco	15	SDO3-3 / SDO3-7 / SDO3-9 / SDO3-12 / SDO3-13 / SDO3-15 / SDO3-17 / SDO3-19 / SDO3-20 / SDO3-21 / SDO3-22 / SDO3-24 / SDO3-27 / SDO3-30 / SDO3-31
																Boro	14	SDO3-7 / SDO3-8 / SDO3-9 / SDO3-12 / SDO3-13 / SDO3-15 / SDO3-16 / SDO3-18 / SDO3-19 / SDO3-21 / SDO3-23 / SDO3-25 / SDO3-27 / SDO3-29
																Cádmio	7	SDO3-7 / SDO3-9 / SDO3-12 / SDO3-13 / SDO3-14 / SDO3-22 / SDO3-24
																Cobalto	6	SDO3-9 / SDO3-14 / SDO3-17 / SDO3-18 / SDO3-20 / SDO3-26
																Chumbo	5	SDO3-7 / SDO3-9 / SDO3-12 / SDO3-13 / SDO3-22
																Níquel	5	SDO3-9 / SDO3-13 / SDO3-19 / SDO3-22 / SDO3-30
PC	15	Coloração marrom	Compacto Consistência dura e seca	Franco-argiloso-arenoso a franco-siltosa	0,91 a 5,03	2,33	2,39	Esta área tende a apresentar acidez potencial baixa, resultando em solo com menor poder tampão e pontualmente com valor mais elevado.	0,57 a 2,02	1,4	1,35		0,20 a 1,23	0,68	0,62	Zinco	12	SDPC-1 / SDPC-2 / SDPC-3 / SDPC-4 / SDPC-5 / SDPC-6 / SDPC-9 / SDPC-10 / SDPC-11 / SDPC-12 / SDPC-13 / SDPC-14
																Cobalto	6	SDPC-4 / SDPC-5 SDPC-6 / SDPC-7 / SDPC-11 / SDPC-16
																Boro	5	SDPC-1 / SDPC-8 / SDPC-9 / SDPC-11 / SDPC-13 /
																Chumbo	4	SDPC-6 / SDPC-11 / SDPC-14 / SDPC-16
																Bário	1	SDPC-4

Fonte: Informações obtidas de WSP, 2023

A WSP (2023) realizou, ainda, as análises estatísticas exploratórias de dados (medidas de posição) com e sem os outliers para cada área estudada. Com base nos resultados analíticos,nas análises estatísticas e de distribuiçaõ espacial, a WSP (2023) sugere a adoção de valor de VRQ para toda a área de estudo o P75 com remoção de *outliers* geral nos casos de parâmetros em que o valor do P75 com remoção de *outliers* foi superior ao VQ da DN COPAM/CERH n° 02/2010. Para os casos em que o P75 com remoção de *outlier* for inferior ao sugerido pela legislação, sugere-se a adoção do valor da legislação.

Para os parâmetros que não possuem VQ da legislação, sugere-se a adoção do P75 com remoção de *outliers* calculados no trabalho da WSP (2023). Por fim, para os parâmetros erm que todos os resultados ficaram abaixo do LQ, a WSP (2023) sugere (como preconizada pela Resolução CONAMA nº 420/2009) a adoção de valor de VRQ a metade do valor de LQ (Tabela 9-29).

Na Tabela 9-30 são apresentados os valores propostos de VRQ para cada uma das subáreas amostradas.

Tabela 9-29: Valores dos parâmetros de caracterização do solo na área de estudo

Elemento	Referência de Qualidade (COPAM/CERN-MG n°0166-2011)	Área Total	
		P75 – sem *outlier*	Valor de VRQ área total
Alumínio (mg/kg)	-	13.378,0	13.378,0
Antimônio (mg/kg)	-	0,25*	0,25*
Arsênio (mg/kg)	8	1,6	8
Bário (mg/kg)	93	80,8	93
Boro (mg/kg)	12	15,28	15
Cádmio (mg/kg)	<0,4	0,25*	<0,4
Chumbo (mg/kg)	20	17,71	20
Cobalto (mg/kg)	6	4,6	6
Cobre (mg/kg)	49	16,81	49
Cromo (mg/kg)	75	25,11	75
Ferro (mg/kg)	-	37.237,0	37.237,0
Manganês (mg/kg)	-	480	480
Mercúrio (mg/kg)	-	0,025*	0,025*
Molibdênio (mg/kg)	-	0,25*	0,25*
Níquel (mg/kg)	22	10,18	22
Nitrato (mg/kg)	-	7,21	7
Prata (mg/kg)	-	0,25*	0,25*
Selênio (mg/kg)	-	0,25*	0,25*
Sulfato (mg/kg)	-	50*	50*
Sulfeto (mg/kg)	-	50*	50*

Elemento	Referência de Qualidade (COPAM/CERN-MG n°0166-2011)	Área Total	
		P75 – sem *outlier*	Valor de VRQ área total
Vanádio (mg/kg)	129	25,69	129
Zinco (mg/kg)	47	67,02	67

Valor de referência LQ/2 (resultados analíticos 100% menores que o LQ)
Fonte: modificado de WSP, 2023

Tabela 9-30: Valores dos parâmetros de caracterização do solo na área de estudo

Elemento	Referência de Qualidade (COPAM/CERN-MG n° 02/2010)	Área AE2		Área O3		Área PC	
		P75 – sem *outlier*	Valor de VRQ AE2	P75 – sem *outlier*	Valor de VRQ O3	P75 – sem *outlier*	Valor de VRQ PC
Alumínio (mg/kg)	-	14,969	14,969	10.809	10.809	12.540	12.540
Antimônio (mg/kg)	-	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Arsênio (mg/kg)	8	3,5	8	1,3	8	0,5	8
Bário (mg/kg)	93	76,7	93	145,1	145,1	65,3	93
Boro (mg/kg)	12	18,24	18,24	15,53	15,53	11,73	12
Cádmio (mg/kg)	<0,4	0,25	<0,4	0,61	0,61	0,25	<0,4
Chumbo (mg/kg)	20	23,05	23,5	18,75	20	18,96	20
Cobalto (mg/kg)	6	4,1	6	5,4	6	13,9	13,9
Cobre (mg/kg)	49	23,21	49	24,21	49	14,30	49
Cromo (mg/kg)	75	27,97	75	18,23	75	14,57	75
Ferro (mg/kg)	-	48,356	48,356	35,507	35,507	27,355	27,355
Manganês (mg/kg)	-	384	384	707	707	551	551
Mercúrio (mg/kg)	-	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Molibdênio (mg/kg)	-	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Níquel (mg/kg)	22	11,49	22	18,88	22	8,32	22
Nitrato (mg/kg)	-	8,47	8,47	6,58	6,58	33,99	33,99
Prata (mg/kg)	-	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Selênio (mg/kg)	-	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Sulfato (mg/kg)	-	50	50	50	50	50	50
Sulfeto (mg/kg)	-	50	50	50	50	50	50
Vanádio (mg/kg)	129	28,44	129	23,06	129	18,46	129
Zinco (mg/kg)	47	39,93	47	82,52	82,52	91,14	91,14

Valor de referência LQ/2 (resultados analíticos 100% menores que o LQ)
Fonte: modificado de WSP, 2023

9.1.8.4 *Síntese Conclusiva*

O estudo da pedologia demonstrou que existem três classes de solos nas áreas de estudo do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, onde predominam Cambissolos Háplicos, ocorrendo, ainda, Latossolos e Neossolos subdivididos entre litólicos e flúvicos.

Os Cambissolos são solos relativamente rasos, com presença de rocha matriz (arenitos e siltitos), estando associados a relevo suave a ondulado. Apresentam textura fina, cor amarelada, avermelhada e marrom e, por sua baixa fertilidade, abrigam um mosaico de pastagens e vegetação savânica, e praticamente nenhuma área agrícola de expressão.

Os Neossolos Litólicos são solos rasos, de textura siltosa a arenosa fina, cor amarelada e avermelhada e com presença de rocha matriz (arenito e siltito). Esses solos apresentam certa limitação para aptidões agrícolas, sobretudo por conta de sua pequena profundidade, baixa capacidade de suporte e por sua suscetibilidade a processos erosivos. Por isso, são áreas geralmente conservadas, exibindo fitofisionomias típicas do cerrado.

Na área mapeada, ocorrem em relevo plano e estão associados aos depósitos fluviais do rio São Francisco, predominando solos com textura fina (argila siltosa a areia fina argilosa) de cor marrom e amarelo claro. São solos com grande potencial agrícola, contudo a principal limitação ao uso agrícola está relacionada, em alguns casos, as inundações periódicas.

Os Latossolos ocorrem apenas na área de estudo regional, em pequenos trechos e não foram visualizados em campo.

A Área Diretamente Afetada pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, insere-se no domínio dos Cambissolos Háplicos Distróficos. A ADA está inserida em imóvel de propriedade da Nexa, e, portanto, não haverá intervenção direta em termos de limitação de uso.

Nos estudos de *baseline,* os resultados analíticos indicaram que a área de empréstimo 2 (AE02) e a área do Oeste 3 (O3) apresentaram parâmetros com concentrações acima do valor de qualidade da DN COPAM/CERH n° 02/2010: bário, boro, cádmio, chumbo, cobalto, níquel e zinco. Estas duas áreas já foram alvo da extração de solo de empréstimo e essas características sugerem o comportamento semelhante das duas áreas em relação a quantidade de parâmetros com concentrações acima dos propostos pelo VQ da DN COPAM/CERH n° 02/2010 (WSP, 2023).

Em comparação aos valores de prevenção (VP) a área O3 apresentou parâmetros com concentrações superiores à legislação: cádmio, cobalto e níquel. Este resultado já era esperado devido à antropização da área (WSP, 2023).

Nenhum parâmetro apresentou concentração acima dos valores de investigação industrial (vi) da DN COPAM n°166 e da resolução CONAMA 420, o solo não contém riscos potenciais, diretos ou indiretos de contaminações (WSP, 2023).

Apesar das concentrações observadas apresentarem pontualmente valores acima do VP da DN COPAM n° 166 e da CONAMA 420, sugerindo que os VRQ considerando os valores de P75 da área como um todo proposto estão em consonância com concentrações mais próximas ao natural do local.

9.1.9 Espeleologia

9.1.9.1 Introdução

O diagnóstico de potencialidade espeleológica consiste em realizar uma pesquisa onde é avaliado se o empreendimento está ou não localizado em uma área de potencial espeleológico e se a atividade prevista possui ou não potencial de gerar impacto negativo ao patrimônio espeleológico.

A área de interesse está inserida na bacia hidrográfica do rio São Francisco, em sua alta porção, na parte central do Cráton do São Francisco, marcada pela predominância da Formação Três Marias (metarenitos) e, em menor ocorrência, pelos depósitos aluvionares e coberturas colúvio-eluvionares.

9.1.9.2 Metodologia

A metodologia utilizada para este estudo foi dividida em três etapas: pesquisa bibliográfica, realização de mapeamento e levantamento de campo.

Seguindo a determinação da Instrução de Serviço SISEMA nº 08/2017, o estudo do potencial espeleológico e prospecção espeleológica teve como enfoque a Área Diretamente Afetada do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias e seu entorno de 250 metros (ADA + 250 metros).

Para composição do diagnóstico, iniciou-se com levantamento preliminar, de forma a obter a bibliografia disponível para a região. Nesta etapa foram procuradas as seguintes referências:

- *Legislação aplicável ao tema e definições técnicas de feições;*
- *Mapas geológicos, hipsométricos, litológicos e geomorfológicos, imagens de satélite ou aerofotométricas, mapa do potencial espeleológico da área de estudo;*
- *Mapas geológicos e hidrográficos (COSTA et al., 2011);*
- *Levantamento bibliográfico por meio da consulta a artigos científicos, livros, processos de licenciamento ambiental e às Bases de dados espeleológicos oficiais de cadastrado de*

cavidades: ICMBIO/CECAV, disponível em http://www4.icmbio.gov.br/cecav); CANIE/CECAV, disponível em http://www.icmbio.gov.br/cecav/canie.html; CNC – Cadastro Nacional de Cavernas, da SBE – Sociedade Brasileira de Espeleologia, disponível em http://www.sbe.com.br/cnc;

- *Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas do CECAV (JANSEN, et al., 2012).*

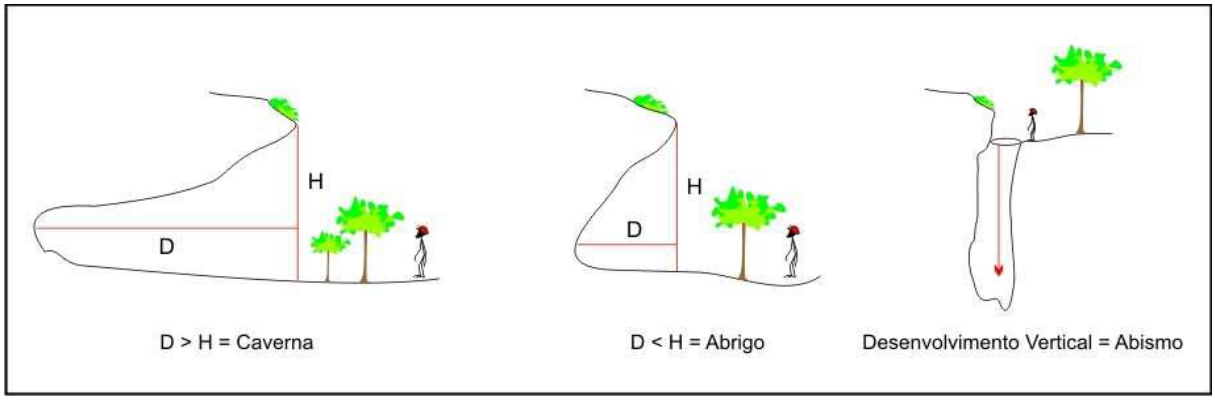
Nos itens a seguir serão apresentados os resultados de fundamentação teórica e legal, definições para classificação de feições cársticas, procedimentos para elaboração de mapa de potencial espeleológico e, por fim, procedimentos para execução da prospecção.

De acordo com o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECAV (2013), a definição mais utilizada internacionalmente para caverna consiste em uma abertura natural formada em rocha abaixo da superfície do terreno, larga o suficiente para a entrada do homem. Esta definição é adotada pela União Internacional de Espeleologia (UIS).

Segundo a legislação brasileira vigente atualmente, "cavidade natural subterrânea é todo e qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecida como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna ou buraco, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem desde que tenham sido formados por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou tipo de rocha encaixante" (Resolução CONAMA n° 347/2004, Decreto Federal n° 99.556/1990 e Decreto Federal n° 6.640/2008).

Baseado nos dados disponibilizados no site do CECAV quanto à classificação das cavidades, cabe ressaltar a diferença existente entre caverna, abrigo e abismo (Figura 9-50). Quando a altura da entrada da cavidade é maior que o seu desenvolvimento linear se trata de um abrigo. No entanto, quando à altura da entrada é menor que o desenvolvimento linear da cavidade trata-se de uma caverna. Já o abismo é definido quando o desenvolvimento da cavidade é predominantemente vertical. Partindo desse entendimento, todos os outros termos encontrados para defini-la são sinônimos destes regionalismos, tais como gruta, lapa, toca, furna, etc.

Figura 9-50: Diferença entre caverna, abrigo e abismo



Fonte: CECAV, 2013

9.1.9.2.1 Definições para Classificação das Feições

- *Feições cársticas / pseudocársticas: feições típicas de relevo, tais como cavidades naturais subterrâneas, abrigo, caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna, buraco, fenda, dolinas, uvalas, lapiás, entre outras (Instrução de Serviço SISEMA n° 08/2017).*

- *Cavidade natural subterrânea: para que as feições cársticas ou pseudocársticas sejam inicialmente reconhecidas como cavidades naturais subterrâneas, serão considerados apenas os seus atributos espeleométricos (existência de seção fechada formada pelas paredes, piso e teto da feição, DL > H) (Instrução de Serviço SEISEM n° 08/2017); De acordo com esta instrução de serviço, entende-se por cavidade natural subterrânea "todo e qualquer espaço subterrâneo penetrável pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecida como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna e buraco, incluindo seu ambiente, seu conteúdo mineral e hídrico, as comunidades bióticas ali encontradas e o corpo rochoso onde as mesmas se inserem desde que sua formação tenha sido por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou do tipo de rocha encaixante" (conf. inciso I do art. 2º da Res. CONAMA nº 347/2004).*

- *Abrigo: feições com altura da entrada maior que o seu desenvolvimento linear (DL < H), e com ausência de zona afótica. O desenvolvimento linear da largura da feição espeleológica não deverá ser considerado na definição de abrigo (Instrução de Serviço SISEMA n° 08/2017).*

- *Abismos: Feições caracterizadas por depressão natural no relevo com desenvolvimento predominantemente vertical. Essa feição também deve ser considerada uma cavidade natural subterrânea, de acordo com o conceito de cavidade adotado pela legislação espeleológica vigente. (Instrução de Serviço SEMAD n° 08/2017).*

- *As dimensões deveriam ser medidas apenas onde se "fecharia" o corte das cavidades, denominado "ponto zero". A partir desse ponto teríamos as principais medidas das cavernas para definição da tipologia da cavidade encontrada e também com a finalidade de definir aquelas cavidades que seriam mapeadas posteriormente. As principais medidas que seriam tomadas a partir do "ponto zero", caso fossem encontradas cavidades seriam o D x L x H. Onde D = desenvolvimento. L = largura da entrada. H = altura da entrada.*

9.1.9.2.2 Mapa de Potencial Espeleológico

Para direcionamento dos caminhamentos executados em campo, foi elaborado mapa de potencial espeleológico, conforme definido pela Instrução de Serviço SISEMA nº 08/2017. Para elaboração do mapa de potencialidade espeleológica, o método cartográfico adotado foi a Análise de Decisão Multicritérios, que utiliza álgebra de mapas, possibilitando a interface entre diversos aspectos ambientais através de operações aritméticas. Este procedimento permite levar em consideração todos os critérios estabelecidos pela Instrução de Serviço SISEMA 08/2017, assim como correlacionar estes elementos ambientais particulares.

As variáveis utilizadas na Análise de Decisão Multicritério foram: litologia, estruturas geológicas, hidrografia e declividade. Cada variável apresenta classes que foram avaliadas com notas de 1 a 5, sendo os números maiores correspondentes à maior potencialidade de ocorrência de cavernas. Esta atribuição de valor foi realizada baseada em referências bibliográficas, bem como na experiência da equipe de prospecção espeleológica.

Posteriormente, foi dado um peso distinto para cada variável, de acordo com a correlação de suas características com potencial espeleogenético específico da área prospectada. A soma dos pesos de cada variável corresponde a 1 ou 100%. Em ambiente de Sistema de Informações Geográficas – SIG, todas as variáveis foram transformadas em dados matriciais, sendo, posteriormente, classificadas de acordo com os critérios definidos, multiplicadas considerando o peso de cada variável e, por fim, somadas. A Tabela 9-31 apresenta os critérios adotados, a justificativa para consideração de cada critério, as classificações e notas adotadas e os pesos atribuídos.

A base de dados utilizada considerou cada um dos mapas produzidos para a área de estudo local apresentado neste diagnóstico. Utilizou-se este recorte espacial, pois o mesmo abrange o entorno imediato da ADA +250 metros e, desta forma, considerou que seria mais relevante esta análise utilizando-se apenas a área de estudos local.

A prospecção espeleológica da Área Diretamente Afetada e seu entorno imediato (ADA + 250 metros) foi realizada entre os dias 28 e 30 de março de 2023. O foco desta atividade foi o de identificar cavidades naturais penetráveis pelo ser humano, ou justificar a sua ausência, percorrendo-se, para tanto, trechos ao longo da área de interesse. Foram realizados caminhamentos por toda área seguindo a metodologia escolhida.

Tabela 9-31: Variáveis consideradas para confecção do mapa de potencial espeleológico

Variável	Descrição e Referência	Classes	Peso Geral da Variável
Litologia	Os tipos litológicos podem ser mais ou menos susceptíveis à dissolução e, por isso, determinar o potencial de ocorrência de cavidades. A base cartográfica utilizada como referência para classificação foi o mapeamento executado no âmbito do Programa de Mapeamento do Estado de Minas Gerais - Projeto Alto Paranaíba. Escala 1:100.000 Folha Três Marias (SE.23-Y-B-III) (COSTA et al., 2011).	A classificação adota os mesmos parâmetros propostos por Jansen *et al.* (2012), conforme apresentado na Tabela 9-32 Em razão da litologia local, a classificação adotada foi: • *Nota 3 (Médio): rochas da Formação Três Marias* • *Nota 1 (Ocorrência Improvável): depósitos aluvionares, depósitos aluvionares antigos e depósitos colúvio eluvionares.*	0,4
Estruturas geológicas	As descontinuidades estruturais favorecerem e condicionam a infiltração e percolação da água, assim como seus processos físico-químicos associados, como por exemplo, a dissolução. Por isso a importância de sua consideração para definição do potencial espeleológico. A base cartográfica utilizada como referência foi o mesmo mapeamento geológico descrito para a variável litologia.	Como a geologia local da área de estudos apresenta pouca variação litológica e estrutural, foi definido que os pesos não deveriam variar entre as estruturas, sendo considerado apenas a nota 1, em função dos tipos de estrutura presente. • *Nota 1 (Ocorrência Improvável): contatos geológicos e lineamentos estruturais* Como as estruturas geológicas são elementos lineares, os locais que não apresentam ocorrência de estruturas são classificados como “0”.	0,2
Hidrografia	A erosão fluvial e os processos de vertentes desencadeados, assumem papel de destaque na espeleogênese, devido ao rebaixamento do nível de base e aumento da energia potencial. A hidrografia de referência para a área foi adaptada, a partir de arquivo disponibilizado por IGAM de 2012.	A classificação da variável hidrografia considerou a existência ou não de drenagem. Assim, estabeleceu-se: • *Nota 5: ocorrência de drenagem* Como a rede hidrográfica constitui elemento linear, os locais que não apresentam ocorrência de drenagem são classificados como “0”.	0,2

Variável	Descrição e Referência	Classes	Peso Geral da Variável
Declividade	A declividade pode representar a ocorrência de feições geomorfológicas de interesse, como escarpas e paredões, mais propícios à ocorrência de cavidades. A modelagem da declividade (em percentual) foi realizada a partir de raster hipsométrico obtido pelo satélite Alos Palsar (2011).	A declividade local foi classificada considerando os critérios adotados pela EMBRAPA: • *Nota 1 (Muito Baixo): 0 a 3%;* • *Nota 2 (Baixo): 3 a 8%;* • *Nota 3 (Médio): 8 a 20%;* • *Nota 4 (Alto): 20 a 45%;* • *Nota 5 (Muito Alto): maior que 45%.*	0,2
Feições geomorfológicas	As feições geomorforlógicas podem indicar a ocorrência de cavidades, por exemplo, em razão de rupturas de relevo. A referência para esta variável foi o mapeamento realizado pela Trust, considerando a avaliação da morfologia local por base em modelagens matriciais (hipsometria, declividade) e avaliações de campo.	Devido ao tamanho da área objeto de prospecção, não ocorrem distinções relevantes no relevo local, que não pudessem ser representadas pelas variáveis declividade, hipsometria ou hidrografia, de forma que esta variável não foi classificada. Por isso, o peso das feições geomorfológicas (0,1) foi distribuído entre declividade e hipsometria.	-

No que tange especificamente à variável litologia, parte do território brasileiro é composto por substratos propícios à ocorrência de ambientes cársticos em diferentes litologias. De acordo com PILÓ & AULER (2011) *apud* Jansen *et al.* (2012), menos de 5% das cavernas existentes no Brasil foram identificadas e o potencial espeleológico do Brasil situa-se, certamente, entre algumas centenas de milhares de cavernas (Tabela 9-32).

Tabela 9-32: Estimativa do potencial espeleológico brasileiro em relação às cavernas conhecidas por litologia

Litologia	Número de cavernas conhecidas	Provável potencial (cavernas ainda não conhecidas)	% de cavernas conhecidas
Carbonatos	7.000	> 150.000	< 5%
Quartzitos	510(*)	> 50.000	< 1%
Arenitos	510(*)	> 50.000	< 1%
Minério de Ferro	2.000	> 10.000	< 20%
Outras litologias	200	> 50.000	< 0,5%

Fonte: Piló e Auler (2011, p. 9), modificado por Jansen *et al.*, 2012.
(*) Valores aproximados, extraídos da base de dados do CECAV de 01 de junho de 2012.

O Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV), do Instituto Chico Mendes, tem como competência e objetivo produzir por meio da pesquisa científica, do ordenamento e da análise técnica de dados o conhecimento necessário à conservação do Patrimônio Espeleológico, além de executar e auxiliar ações de manejo para a sua conservação (Portaria nº 78, de 03/09/2009, do Instituto Chico Mendes).

Analistas do CECAV elaboraram o Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas caracterizando as regiões brasileiras com maior probabilidade de ocorrência de cavernas. Como resultado, foram definidas cinco classes de grau de potencialidade de ocorrência de cavernas: Muito Alto, Alto, Médio, Baixo e Ocorrência Improvável. (Tabela 9-33).

Tabela 9-33: Classificação litológica: grau de potencialidade de ocorrência de cavernas do Brasil

Litotipo	Grau de Potencialidade	Nota Atribuída
Calcário, Dolomito, Evaporito, Formação ferrífera bandada, Itabirito e Jaspilito.	Muito Alto	5
Calcrete, Carbonatito, Mármore, Metacalcário e Marga.	Alto	4
Arenito, Conglomerado, Filito, Folhelho, Fosforito, Grauvaca, Metaconglomerado, Metapelito, Metassiltito, Micaxisto, Milonito, Quartzito, Pelito, Riolito, Ritmito, Rocha calci-silicática, Siltito e Xisto.	Médio	3
Demais litotipos (Anortosito, Arcóseo, Augengnaisse, Basalto, Charnockito, Diabasio, Diamictito, Enderbito, Gabro, Gnaisse, Granito, Granitóide, Granodiorito, Hornfels, Kinzigito, Komatito, Laterita, Metachert, Migmatito, Monzogranito, Oliva gabro, Ortoanfibolito, Sienito, Sienogranito, Tonalito, Trondhjemito, entre outros).	Baixo	2
Aluvião, Areia, Argila, Cascalho, Lamito, Linhito, Demais sedimentos, Turfa e Tufo.	Ocorrência Improvável	1

Fonte: modificado de Jansen *et al.*, 2012.

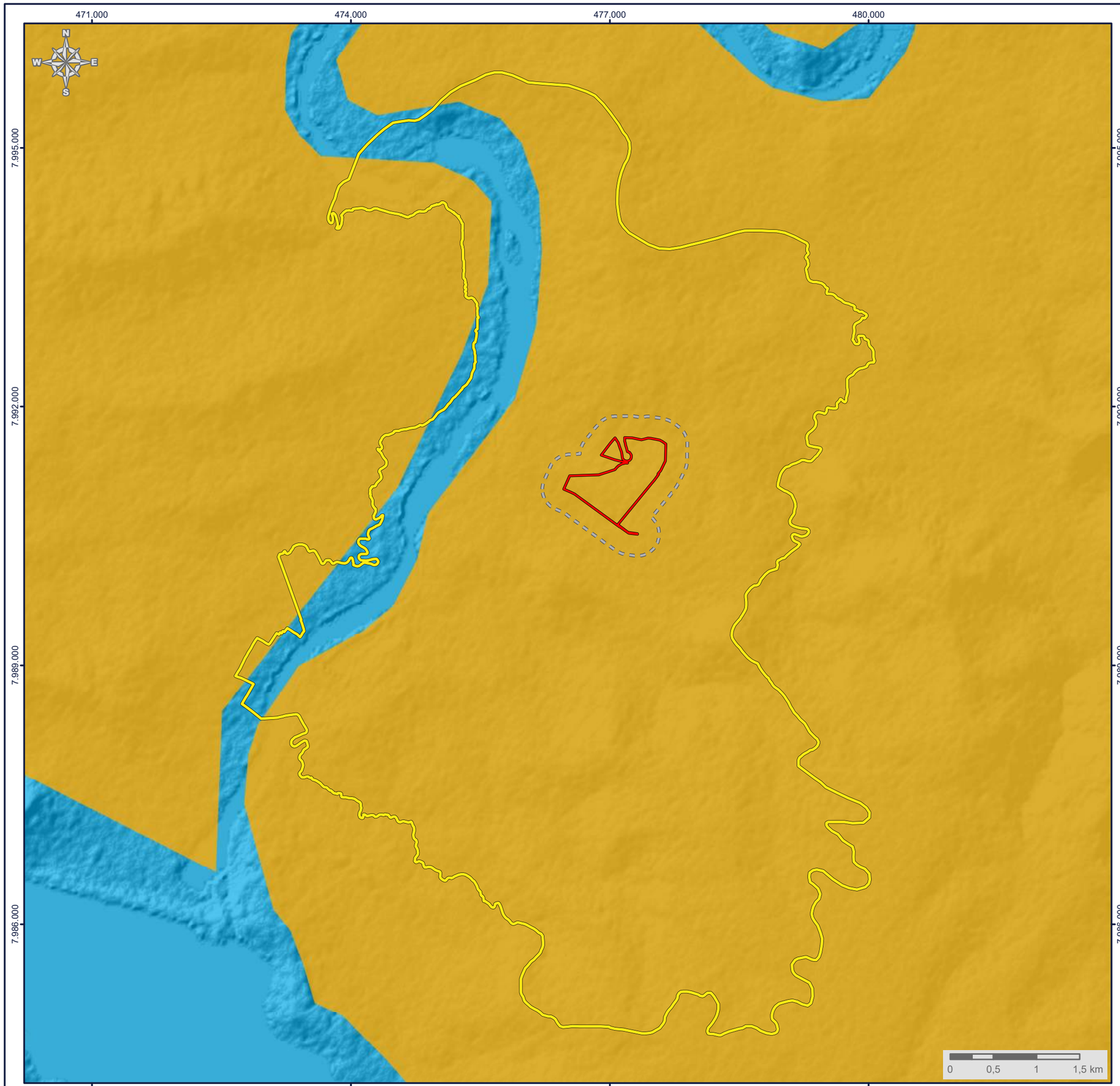
9.1.9.3 Resultados

9.1.9.3.1 Coleta de Dados e Análise Multicritério

As primeiras informações verificadas a respeito da área de estudo referem-se à classificação de potencialidade de ocorrência de cavidades naturais e o registro de cavidades, ambos os dados são disponibilizados pelo Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE.

A partir da sobreposição de camadas com informações espaciais, incluindo a área para estudos espeleológicos do Projeto (ADA + 250 metros), as classes de potencial espeleológico e o registro de cavidades, o resultado indicou média probabilidade de ocorrência de cavidades no local (Figura 9-51).

O resultado da álgebra de mapa, aplicada no processamento da Análise Multicritério para classificação do potencial espeleológico da ADA (+250m) mostrou que o potencial espeleológico varia de baixo a médio. (Figura 9-52). Há zonas classificadas com potencial alto em detrimento da sobreposição de estruturas geológicas e linhas de drenagens.

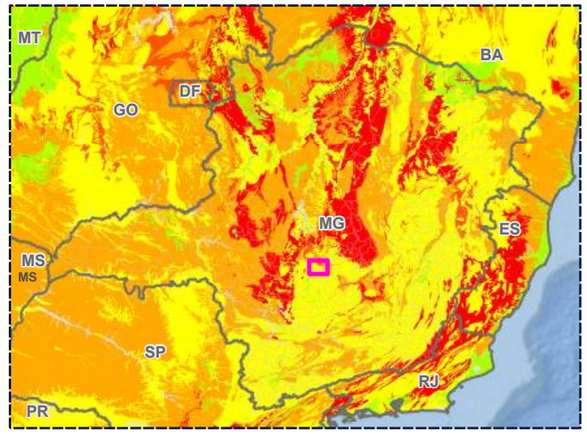


Legenda

- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (Buffer ADA 250m)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Físico

Grau de Potencial Espeleológico (CECAV)

- Médio
- Massas d'Água



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km, respectivamente.

Base Cartográfica: Limites Municipais (FJP/ 2022); Limite Estadual (IBGE/ 2010); Área Diretamente Afetada (Nexa/ 2023); Área de Influência Direta (Nexa/ 2023); Potencial Espeleológico (CECAV/ 2012)

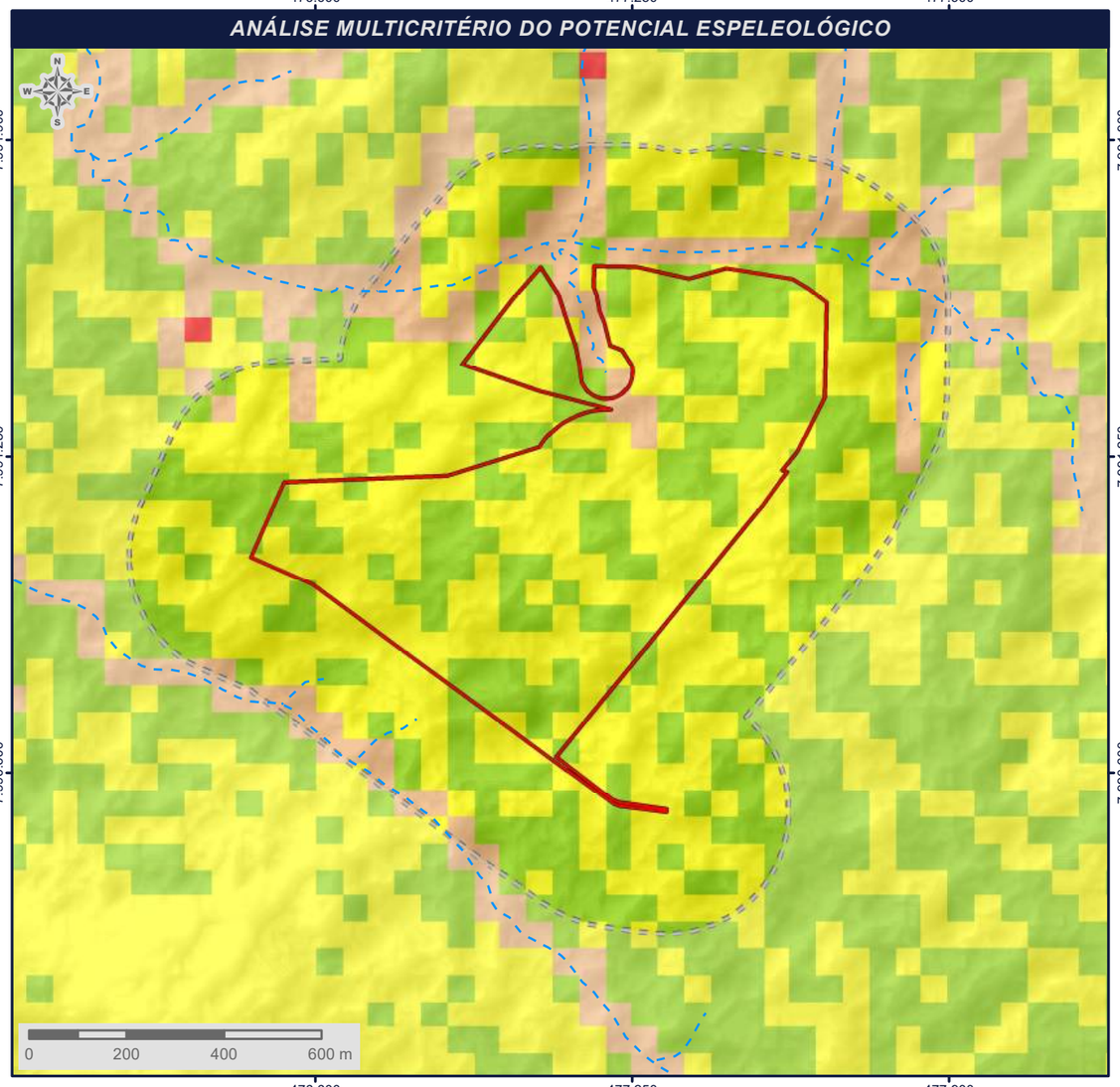
nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

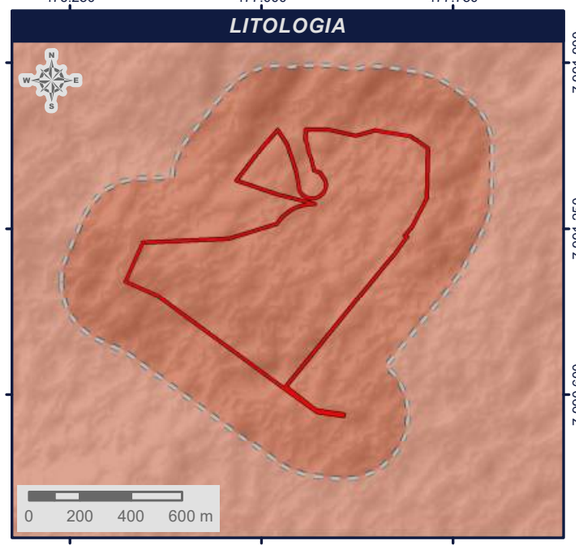
TÍTULO
Figura 09-51: Potencial Espeleológico de acordo com mapeamento do CECAV/ICMBio

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Lucas F. de Oliveira	30/10/2023	NXTM-DRS-EIA-Potencial EspeleoCECAV-A3-v00

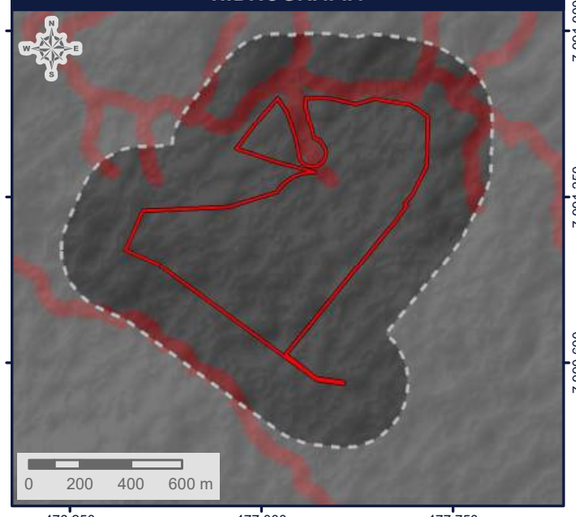
ANÁLISE MULTICRITÉRIO DO POTENCIAL ESPELEOLÓGICO



LITOLOGIA



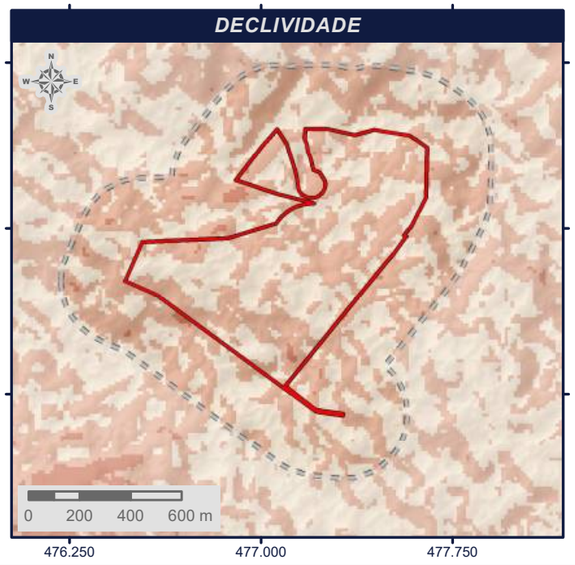
HIDROGRAFIA



ESTRUTURAS GEOLÓGICAS



DECLIVIDADE



Legenda

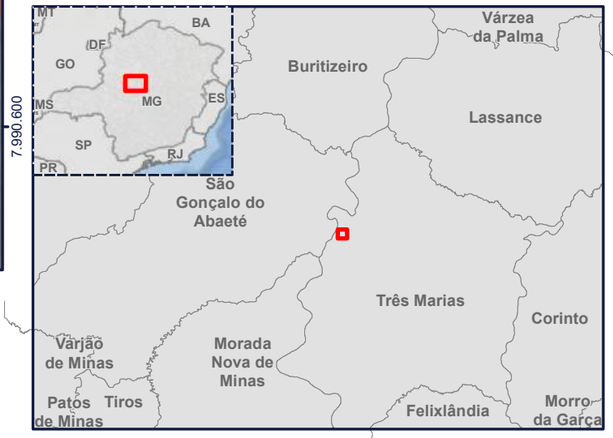
- HidrografiaFinal_NXTM-AEL_In_Trust2023_v00
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (Buffer ADA 250m)

Grau de Potencial Espeleológico

- Muito Baixo ou Improvável
- Baixo
- Médio
- Alto
- Muito Alto

Notas dos Atributos

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Base Cartográfica: Limites Municipais (FJP, 2022); Limite Estadual (IBGE, 2010); Rodovias (Bing, 2021); ADA(Nexa, 2023); Declividade (Alos Palsar, 2011); Hidrografia (adap. Igam, 2012); Litologia, Estrut. Geológicas (CPRM, 2019)

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO: EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO: **Figura 09-52: Análise Multicritério de Potencial Espeleológico**

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Lucas F. de Oliveira	30/10/2023	NXTM-DRS-EIA-Analise MultiEspeleo-A3-v00

9.1.9.3.2 Prospecção Espeleológica

A prospecção espeleológica na área de interesse (ADA + 250 metros) ocorreu em uma etapa única de campo, entre os dias 28 e 30 de março de 2023. Foram registrados nove pontos de controle em campo, em uma área de 2,2455 km^2, e nenhuma cavidade natural foi identificada.

Além da área apresentar baixo a médio potencial espeleológico, observou-se que a mesma se encontra antropizada. Na área ocorrem campos abertos, acessos, estruturas ligadas à atividade industrial e trechos cobertos por vegetação. O resultado do caminhamento é apresentado na Figura 9-53.

A Tabela 9-34 apresenta a descrição dos pontos de controle obtidos em campo.

476.400 477.100 477.800

7.991.600 7.990.900 7.990.200

N W E S

P01 P02 P03 P04 P05 P06 P07 P08 P09

0 100 200 300 m

Legenda

- Pontos de Controle de Espeleologia
- Caminhamento Espeleologia
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (Buffer ADA 250m)
- Rio São Francisco



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km, respectivamente.

Base Cartográfica: Limites Municipais (FJP/ 2022); Limite Estadual (IBGE/ 2010); ADA (Nexa/ 2023); Área Influência (Trust/ 2023); Pontos e Caminhamento Espeleológico (Trust/ 2023)

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 09-53: Pontos e Caminhamentos de Espeleologia

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Lucas F. de Oliveira	30/10/2023	NXTM-DRS-EIA-CaminhaPontosEspeleo-A3-v00

Tabela 9-34: Descrições e registros fotográficos dos pontos de controle de campo

Descrição	Registro fotográfico
P01 - Coordenadas UTM: 476.440,44 m E / 7.991.200,43 m N. Elevação: 551 m. O ponto localiza-se no cruzamento de área de servidão da rede elétrica com o acesso local. Apresenta relevo de colinas onduladas, declividade suave e solo com textura argilosa a siltosa, sem afloramentos e feições endo ou exocárstica. Apresenta fragmentos florestais.	
P02 - Coordenadas UTM: 476.550,80 m E / 7.991.339,08 m N. Elevação: 532 m. Localizado na área de servidão da rede elétrica local, destacando-se a presença de fragmentos florestais. O relevo é de colina, declividade suave, solo com textura argilosa e siltosa, sem cascalho ou afloramento. Não foram observadas feições endo ou exocarstica.	
P03 - Coordenadas UTM: 476.416,39m E / 7.991.061,10 m N. Elevação: 543 m. Ponto em região de colina de baixa declividade, presença de fragmentos florestais. Ocorrem afloramentos de rocha arenosa em meio ao solo de textura argilosa e siltosa. Não ocorrem feições endo ou exocarstica.	
P04 - Coordenadas UTM: 477.649,01m E / 7.991.554,90 m N. Elevação: 572 m. Ponto em área de relevo suave ondulado, solo de textura argilosa a siltosa, sem presença de cascalhos, afloramentos rochosos e feições endo ou exocarstica. Verifica-se trechos sem vegetação e trechos com árvores isoladas.	

Descrição	Registro fotográfico
P05 - Coordenadas UTM: 477.462,94m E / 7.991.669,31 m N. Elevação: 552m. Ponto localizado na região do córrego Martinha. O relevo é caracterizado como suave ondulado a ondulado, com afloramentos de rocha arenítica fina a pelítica, porém sem feições endo ou exocárstica. O solo possui textura argilosa a siltosa e fragmento florestal.	
P06 - Coordenadas UTM: 477.196,28m E / 7.991.423,27m N. Elevação: 549 m Ponto localizado na região do córrego Martinha, com presença de nascente. O local caracteriza-se pela presença de afloramentos de rocha arenítica fina a pelítica, relevo suave ondulado a ondulado, solo argiloso a siltoso e vegetação florestal. Não foram observadas feições endo ou exocárstica.	
P07 - Coordenadas UTM: 476.972,73 m E / 7.991.301,08 m N. Elevação: 576 m. Ponto localizado na área industrial da Nexa, sem vegetação, em relevo suave ondulado, sem presença de feições endo ou exocársticas. O solo caracteriza-se como argiloso a siltoso, sem presença de cascalhos e/ou afloramentos rochosos.	
P08 - Coordenadas UTM: 476.971,61m E / 7.990.727,31m N. Elevação: 559 m Localiza-se na área industrial da Nexa, sem vegetação ou com árvores isoladas, em relevo suave ondulado, sem presença de feições endo ou exocársticas. O solo caracteriza-se como argiloso a siltoso, com cascalhos no acesso local. Não foram observados afloramentos rochosos.	

Descrição	Registro fotográfico
P09 - Coordenadas UTM: 477.229,26m E / 7.991.349,73m N. Elevação: 547,00 m. Localizado em região caracterizada pela presença de afloramentos de rocha arenítica fina a pelítica, relevo suave ondulado a ondulado, solo argiloso a siltoso. Não foram observadas feições endo ou exocárstica.	

9.1.9.3.3 Densidade de Caminhamento

As dimensões das áreas de influência dos estudos espeleológicos, do percurso caminhado e a razão entre eles (densidade) estão representados na Tabela 9-35.

Tabela 9-35: Densidade de caminhamento espeleológico

Local	Distância (km)	Area (km^2)	Densidade (km/km^2)
ADA	6,4035	0,5918	10,8196
Área Buffer 250m	6,5355	1,2240	5,3394
Total (ADA + 250m)	12,9390	1,8158	7,1258

9.1.9.4 Síntese Conclusiva

A partir do levantamento sobre o potencial espeleológico da área foco do presente estudo (Área Diretamente Afetada do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias + *buffer* de 250 metros), tornou-se evidente que o registro de cavidades naturais durante os trabalhos de campo seria improvável. De fato, a área prospectada apresenta baixo a médio potencial espeleológico e nenhuma cavidade natural foi identificada nos caminhamentos realizados.

9.1.10 Recursos Hídricos Superficiais

9.1.10.1 Introdução

O presente diagnóstico apresenta a caracterização dos recursos hídricos superficiais presentes nas áreas de influência do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

A caracterização dos recursos hídricos superficiais inclui a descrição potamográfica regional e avaliação fluviométrica dos cursos d'água de interesse, abrangendo os parâmetros necessários

para caracterização do comportamento fluvial da região de inserção do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, especialmente no local. Também, foi realizado um inventário dos usos da água superficial outorgados ou com cadastro de uso insignificante nas áreas de estudo do Projeto.

9.1.10.2 Metodologia

Para caracterização dos recursos hídricos superficiais foram utilizados dados primários e secundários, compilando-se e processando-se todas as informações necessárias à elaboração do diagnóstico ora apresentado. Estas informações incluem dados de monitoramentos obtidos junto à Agência Nacional de Águas (ANA).

A base cartográfica de referência reúne mapas cartográficos, levantamentos e restituições aerofotogramétricas, levantamentos topográficos na região de interesse, produzidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Mineiro de Gestão das Água (IGAM) e ANA. Adicionalmente, para caracterização da área de estudo local, parte dos cursos d'água foram mapeados e tiveram seus regimes hidrológicos estabelecidos a partir de cadastramento de surgências realizado nas cabeceiras de drenagem das sub-bacias de interesse, mais próximas à área diretamente afetada, no período chuvoso (mês de março) e no período de estiagem (mês de agosto) do ano de 2023.

Para desenvolvimento de caracterizações pluviométrica e fluviométrica, foram utilizados dados de pluviômetros e vazões disponibilizados pela ANA (Hidroweb), A avaliação fluviométrica das bacias de interesse foi realizada em termos médios e extremos (máximos e mínimos), abrangendo os parâmetros necessários para caracterização do comportamento fluvial da região de inserção do Projeto, especialmente considerando a outorga de captação superficial da Nexa Recursos Minerais S.A. (estrutura existente) que será utilizada no âmbito da implantação e operação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

Para tratar do uso das águas definiu-se como prioridade a área de estudo local, visto que as potenciais interferências poderiam estar neste limite espacial. Para tanto, oi realizado o levantamento das outorgas de direito de uso de recursos hídricos superficiais, que corresponde aos usuários efetivamente autorizados a realizar captações de águas superficiais ou interferências em cursos e corpos d'água. Também foram inventariados os usos insignificantes da água. Para tanto foram avaliadas as portarias emitidas pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM e pela Agência Nacional de Águas - ANA até setembro de 2023, emitidas para o município de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté.

9.1.10.3 Resultados

9.1.10.3.1 Hidrografia

9.1.10.3.1.1 Caracterização da Área de Estudo Regional

A região prevista para implantação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, em sua alta porção.

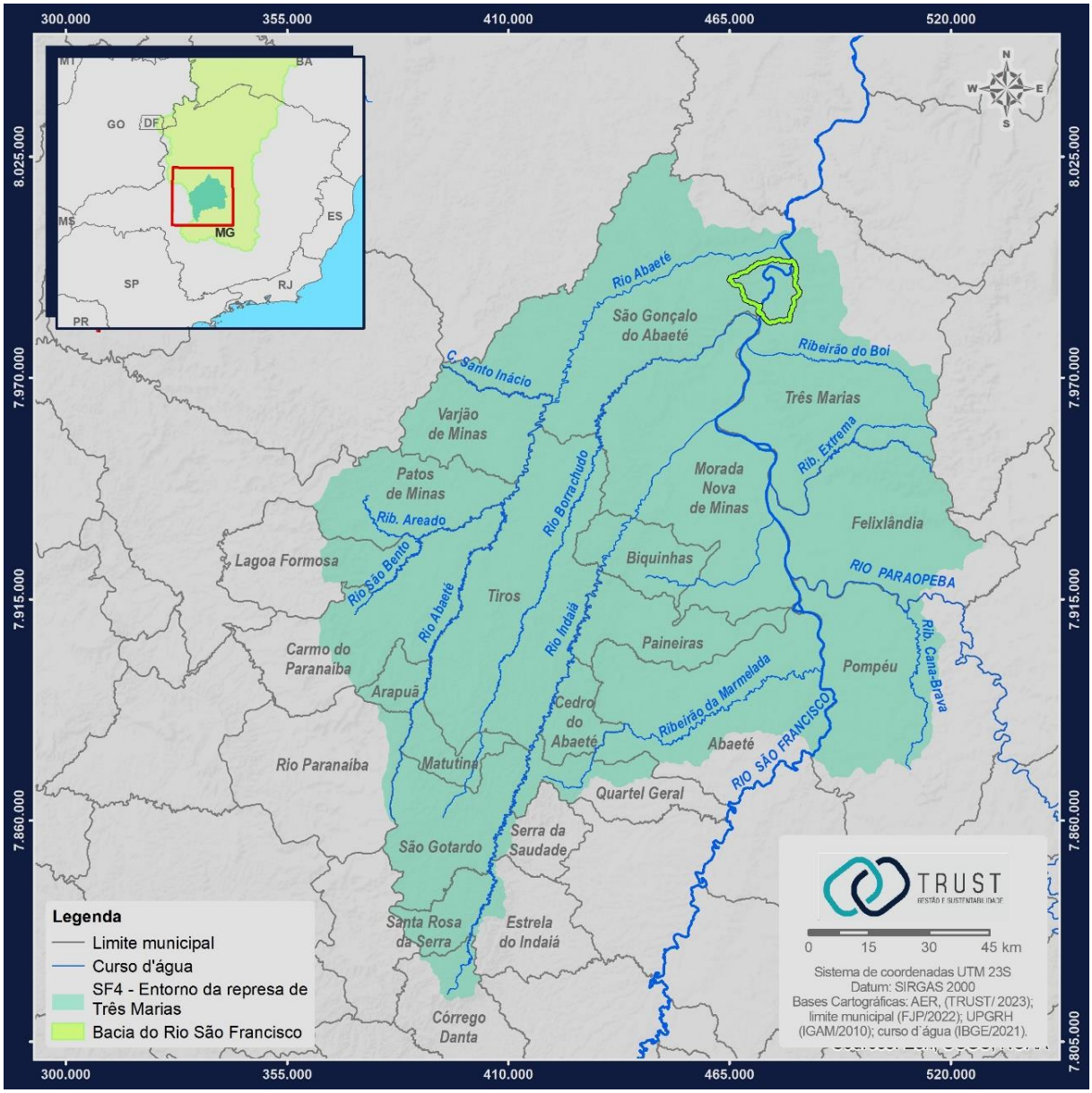
Segundo dados do Comité da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – CBHSF (2023), a bacia drena uma área de 639.219 km² (cerca de 8% do território nacional), abrangendo 505 municípios em seis estados brasileiros (Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe), além do Distrito Federal. O rio tem uma extensão total de 2.863 km desde sua nascente, localizada na serra da Canastra, em Minas Gerais, e seu escoamento se dá no sentido sul-norte pela Bahia e Pernambuco, quando altera seu curso para leste, chegando ao Oceano Atlântico na divisa entre Alagoas e Sergipe.

A bacia hidrográfica do rio São Francisco em território mineiro, assim como todas as demais bacias que drenam o estado, é dividida em Unidades Estratégicas de Gestão - UEGs, as quais, por sua vez, são subdivididas por Circunscrições Hidrográficas - CHs (Deliberação Normativa CERH nº 66, de 17 de novembro de 2020). A área de estudo regional (bem como a área de estudo local e a área diretamente afetada) se insere na UEG 1 (Afluentes do Alto Rio São Francisco) e na CH SF4 (Entorno da Represa de Três Marias), como pode ser visualizado na Figura 9-54.

A SF4 - Entorno da Represa de Três Marias possui comprimento de rede de drenagem da ordem de 3.995 km, drenando uma área de aproximadamente 18.655 km², o que corresponde a cerca de 8% do total da bacia Hidrográfica do rio São Francisco em território mineiro (CBHSF, 2023). A SF4 abrange 23 municípios e tem como principais afluentes os seguintes cursos d'água: ribeirão Marmelada, ribeirão Canabrava, ribeirão Extrema, rio Indaiá, ribeirão do Boi, rio Borrachudo e rio Abaeté.

A área de estudo regional está posicionada logo a jusante da represa da Usina Hidrelétrica de Três Marias, a qual controla as vazões afluentes do rio São Francisco.

Figura 9-54: Localização da área de estudo regional na Circunscrição Hidrográfica SF4 (Entorno da Represa de Três Marias)



Na área de estudo regional do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias estão compreendidos aproximadamente 25 km de segmento fluvial do rio São Francisco, com largura média de 300 m. Todo este trecho do rio São Francisco inserido na área de estudo regional é considerado rio de preservação permanente pela Lei Estadual de Minas Gerais nº 15.082, de 27 de abril de 2004. Destaca-se, contudo, que a área diretamente afetada pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias está localizada a cerca de 900 metros do rio São Francisco. A Foto 9-50 mostra o trecho do rio abrangido pela área de estudo regional.

Foto 9-50: Vista do Rio São Francisco na área de estudo regional



A área de estudo regional abrange as sub-bacias hidrográficas de cinco córregos sem nome e do córrego da Lucinda, afluentes do rio São Francisco pela margem esquerda, além das sub-bacias dos córregos Barreiro Grande, Consciência, Retiro Velho, Martinha e ribeirão Espírito Santo, afluentes do rio São Francisco pela margem direita. Outras microbacias que drenam diretamente para o rio São Francisco também são abrangidas pela área de estudo regional. A Figura 9-55 mostra a rede hidrográfica inserida na área de estudo regional.

Figura 9-55: Inserção hidrográfica da área de estudo regional



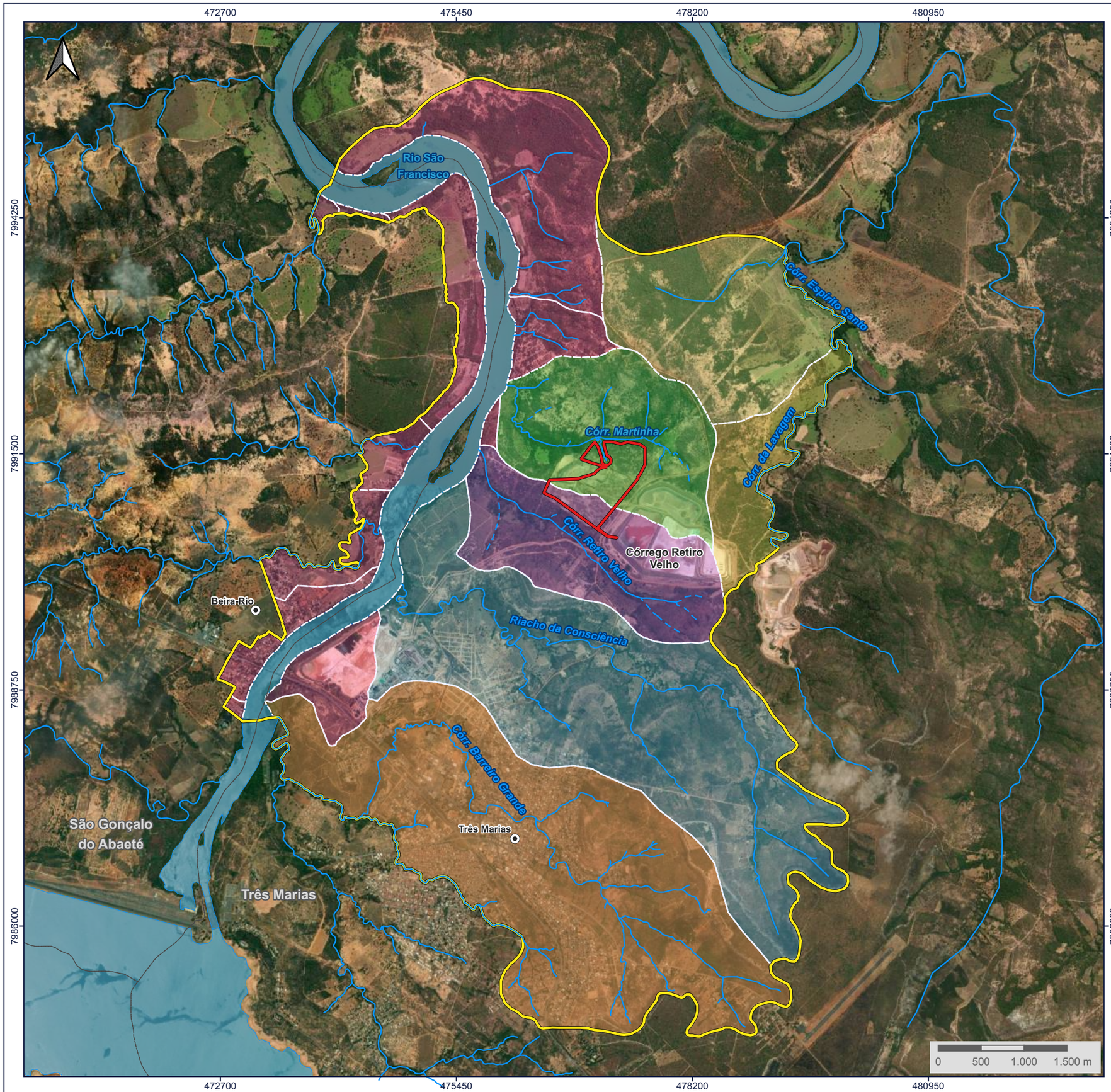
9.1.10.3.1.2 Caracterização da Área de Estudo Local e da Área Diretamente Afetada

Esta seção visa apresenta a caracterização da hidrografia abrangida pela área de estudo local e pela área diretamente afetada do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

O arranjo hidrográfico da área de estudo local pode ser visualizado na Figura 9-56. Dentre os afluentes de margem direita do rio São Francisco, as sub-bacias hidrográficas abrangidas são:

- *Sub-bacia do córrego Barreiro Grande (abrangida parcialmente);*
- *Sub-bacia do riacho da Consciência (abrangida integralmente);*
- *Sub-bacia do córrego Retiro Velho (abrangida integralmente);*
- *Sub-bacia do córrego Martinha (abrangida integralmente);*
- *Sub-bacia do córrego da Lavagem/ribeirão Espírito Santo (abrangida parcialmente);*
- *Microbacias da calha do rio São Francisco;*

Quanto às sub-bacias de afluentes da margem esquerda do rio São Franscisco, a área de estudo local abrange um trecho da planície fluvial do rio São Franscisco, de topografia suave, que engloba os trechos próximos às fozes de três cursos d'água sem nome, além de microbacias da calha do rio São Francisco.



Legenda

- Localidades
- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes, perenes e sem classificação
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Físico

Sub-bacias inseridas na bacia do Rio São Francisco:

- Bacia do Córrego Barreiro Grande
- Bacia do Córrego da Lavagem
- Bacia do Córrego Martinha
- Bacia do Córrego Retiro Velho
- Microbacias da Calha do Rio São Francisco
- Bacia do Riacho da Consiência
- Bacia do Córrego Esírito Santo



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023); AEL, Hidrografia, Massas d´água, Sub-bacias (Trust, 2023/2020); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-56: Sub-bacias e arranjo hidrográfico da área de estudo local

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	22/03/2024	NXTM-DRS-EIA-SubBaciaAEL-A3-v00

A Tabela 9-36 relaciona a área das bacias, a proporção inserida na área de estudo local, a extensão dos cursos d'água principais e a proporção dos trechos inseridos área de estudo. Verifica-se que as maiores bacias hidrográficas da área de estudo local são as do córrego Barreiro Grande, do riacho da Consciência, do córrego da Lavagem/ribeirão Espírito Santo e de cursos d'água sem nome da margem esquerda do rio São Francisco. As bacias dos córregos Martinha e Retiro Velho, as quais são interceptadas pela área diretamente afetada, são as de menor dimensão no contexto local. Como reflexo da dimensão das bacias, as extensões dos cursos d'água também segue esse mesmo padrão, de forma que os córregos Retiro Velho e Martinha são os de menor extensão longitudinal.

Em termos de uso e ocupação do solo, a sub-bacia do córrego Barreiro Grande drena grande parte da área urbana do município de Três Marias e, também, porções da planta metalúrgica da Nexa. Já a sub-bacia do riacho da Consciência, a despeito de também abranger parte da área urbana e da área da Nexa, está principalmente em porções rurais, onde predominam atividades pecuárias. A sub-bacia do córrego Retiro Velho abrange predominantemente áreas da Nexa, onde são verificadas desde porções com cobertura vegetal nativa até o Depósito de Rejeitos Murici, estrutura de contenção de resíduos industriais da empresa. A sub-bacia do córrego Matinha também abrange parte do Depósito de Rejeitos Murici, outras áreas antropizadas, áreas com cobertura vegetal nativa e parte da localidade Aldeia do Dourado (casas de veraneio). A sub-bacia do córrego da Lavagem/ribeirão Espírito Santo abrange parte de estruturas de disposição de resíduos industriais da Nexa, mas predominam áreas onde são executadas atividades agropecuárias. Nas sub-bacias e microbacias da margem esquerda, observam-se as localidades de Beira-Rio e Vila dos Albanos, com forte presença de casas de veraneio. Nas demais porções, observam-se, também, a predominância de atividades pecuárias. Em todas as sub-bacias observam-se que as formações florestas e campestres, nativas, são exíguas, muito associadas a áreas de preservação permanente e reservas legais.

Tabela 9-36: Áreas de drenagem e extensão dos cursos d'água das sub-bacias abrangidas pela área de estudo local

Sub-bacia/microbacia	Área total da bacia (ha)	Proporção da bacia inserida na área de estudo local (%)	Extensão total do curso d'água principal (km)	Proporção do curso d'água principal na área de estudo local (%)
Córrego Barreiro Grande	2.313	50,68%	11,08	100%
Riacho da Consciência	1.188	90,90%	9,25	100%
Córrego Retiro Velho	368	100%	3,14	100%
Córrego Martinha	389	100%	3,20	100%
Córrego da Lavagem/ribeirão Espírito Santo	23.845	2,45%	24,65	24,24%
Microbacias da calha do rio São Francisco (margem direita)	555	100%	6,26	100%

Sub-bacia/microbacia	Área total da bacia (ha)	Proporção da bacia inserida na área de estudo local (%)	Extensão total do curso d'água principal (km)	Proporção do curso d'água principal na área de estudo local (%)
Córrego sem nome 1 (margem esquerda do rio São Franscisco)	1.190	5,79%	9,30	36,22%
Córrego sem nome 2 (margem esquerda do rio São Franscisco)	395	9,97%	3,97	19,89%
Córrego sem nome 3 (margem esquerda do rio São Franscisco)	1.352	0,54%	8,19	9,44%
Microbacias da calha do rio São Francisco (margem esquerda)	824	21,79%	0	NA

Além destas sub-bacias, os limites da área de estudo local abrangem, também, cerca de 9,7 km de extensão do rio São Francisco e três ilhas fluviais, sendo elas, de montante para jusante: ilha da Catuaba (localizada entre as desembocaduras dos córregos Retiro Velho e Martinha), ilha do Orlando e ilha do Periquito. A posição destas ilhas pode ser verificada na Figura 9-56.

Da Foto 9-51 à Foto 9-58 apresentam-se registros de alguns dos sistemas hidrográficos incluídos na área de estudo local.

Foto 9-51: Rio São Francisco



Foto 9-52: Córrego Barreiro Grande



| Foto 9-53: Vista aérea do córrego Martinha



| Foto 9-54: Córrego Martinha



| Foto 9-55: Vista aérea do córrego Retiro Velho



| Foto 9-56: Córrego Retiro Velho



| Foto 9-57: Ilha da Catuaba



| Foto 9-58: Ilha do Orlando



Os cursos d'água afluentes pela margem direita do rio São Francisco, abrangidos pela área de estudo local, escoam, preferencialmente, na direção leste-oeste até desembocar no rio São Francisco. A exceção se dá pelo trecho do córrego da Lavagem e do ribeirão Espírito Santo incluídos na área de estudo local, que vertem de sul para norte. Os cursos d'água da margem esquerda do rio São Franscisco, por sua vez, escoam de oeste para leste, exceto por córrego sem nome a norte da área de estudo local, que também verte de sul para norte.

No que se refere ao regime hidrológico, o rio São Franscisco, curso d'água de grande porte (cerca de 300 metros de largura no trecho incluído na área de estudo local), apresenta fluxo contínuo ao longo de todo ano, controlado pelas vazões remanescentes da Usina Hidrelétrica de Três Marias, sendo, portanto, um curso d'água perene.

Quanto aos afluentes do rio São Francisco, incluídos na área de estudo local, em 2023 foi realizado pela Trust Gestão e Sustentabilidade Ltda. um cadastramento de surgências nas sub-bacias dos córregos Barreiro Grande, Retiro Velho, Martinha, Lavagem e riacho da Consciência, para atender a uma demanda específica da Nexa Recursos Minerais S.A. No entanto, este cadastramento pode ser utilizado como referência para definição do regime hidrológico dos cursos d'água inseridos na área de estudo local.

Para proceder o cadastramento, utilizou-se duas referências que determinam o conceito de nascente, uma técnica e outra jurídica, sendo elas:

- *Referência técnica [Goudie, 2004 | Tradução Nossa]: Nascentes são pontos onde a água subterrânea, recarregada em locais de topografia mais alta, aparece na superfície. Dependendo da natureza da recarga e das características de armazenamento/transmissividade do aquífero do qual a água foi explotada, as nascentes podem ser permanentes (perenes), sazonal ou intermitente.*
- *Referência jurídica [Lei Federal nº 12.651/2012 | Código Florestal Federal]:*
- *"Nascente: afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água";*
- *"Olho d'água: afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente".*

Do ponto de vista técnico, o termo "nascente" abrangeria todo e qualquer afloramento de água subterrânea na superfície. Já do ponto de vista legal, esta conceituação estaria associada ao termo "olho d'água", ao passo que o termo "nascente" seria utilizado para o "olho d'água" que apresentasse perenidade. Em razão desta divergência conceitual, a fim de evitar interpretações equivocadas, decidiu-se nomear, de forma irrestrita, todos os afloramentos de água subterrânea em superfície de "surgências d'água".

Os levantamentos de campo ocorreram no período chuvoso e no período de estiagem, de forma a conferir a situação das nascentes ao longo de um ano hidrológico. No período chuvoso (março/2023), o cadastramento envolveu o caminhamento a partir das drenagens até as zonas de cabeceiras das sub-bacias objeto de levantamento. Já no período de seca (agosto/2023) o cadastro foi executado por deslocamento a pé nas cabeceiras de drenagem e leitos dos córregos, buscando a verificação das surgências d'água cadastradas no período chuvoso. O caminhamento se deu a partir da busca pelos pontos mapeados na campanha anterior e, também, uma verificação de possíveis deslocamentos para jusante das surgências existentes.

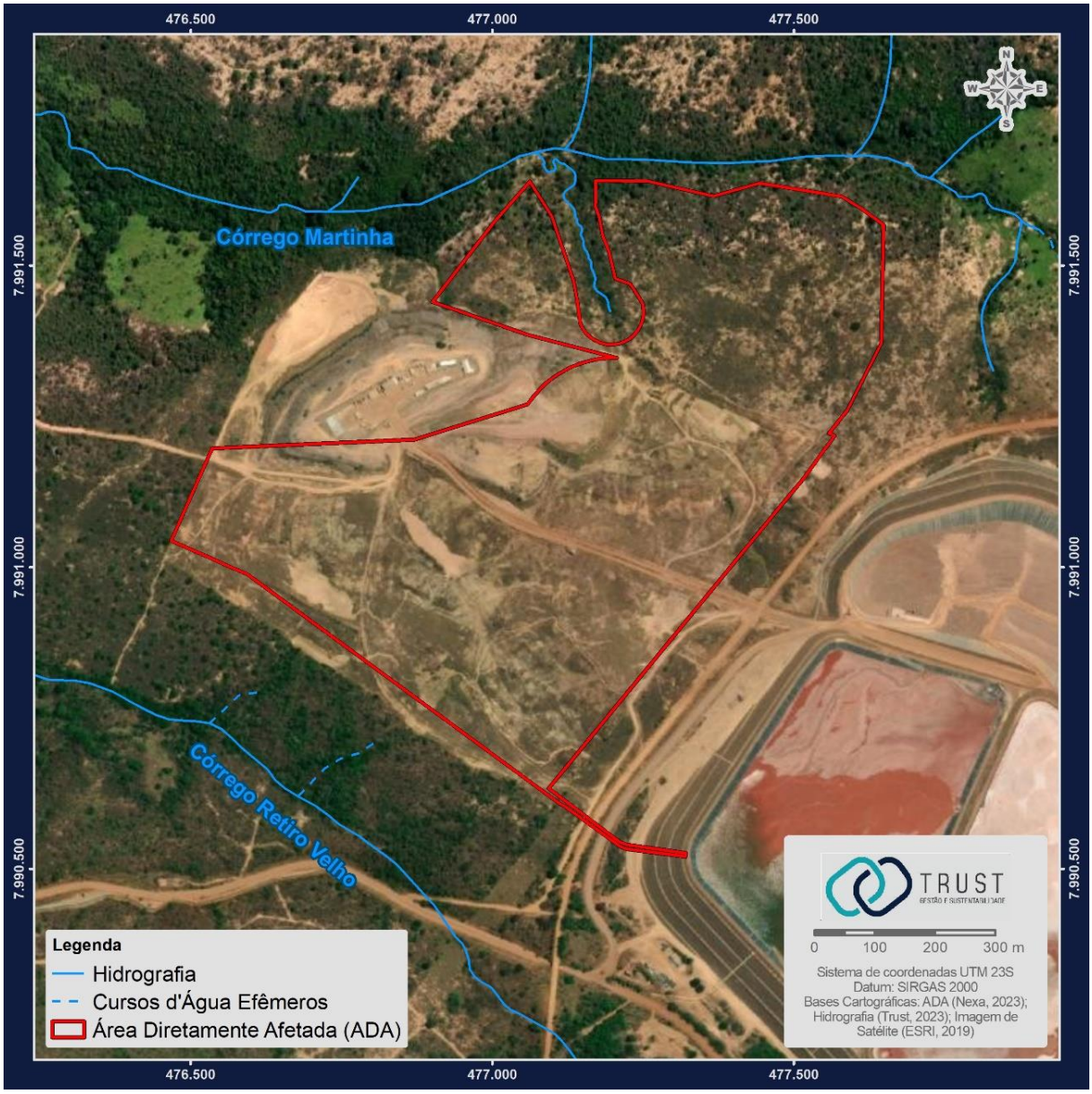
Cada surgência d'água cadastrada foi devidamente georreferenciada, utilizando-se equipamento GPS. Destaca-se que na sub-bacia do córrego Lavagem, uma propriedade de terceiro não foi percorrida devido à falta de acesso por parte do proprietário e, portanto, esta porção da sub-bacia não foi inventariada.

As surgências inventariadas são também apresentadas na Figura 9-56, juntamente com a classificação do regime hidrológico dos cursos d'água. De forma sintética, todas as surgências mapeadas no período chuvoso apresentaram-se secas no período de estiagem. Apenas uma surgência na sub-bacia do riacho da Consciência vertia no período de seca, porém a água do afloramento infiltrava poucos metros a jusante, não sendo capaz de manter perene todo o curso d'água. Assim, todas as drenagens cujas surgências das cabeceiras foram completamente mapeadas (córrego Barreiro Grande, riacho da Consciência, córrego Retiro Velho e córrego Martinha) apresentam regime hidrológico de intermitência (vertem apenas no período chuvoso).

Cabe mencionar, também, que o córrego Barreiro Grande exibe água em parte de seu curso no período de estiagem, porém provavelmente decorrente do lançamento de esgotos domésticos em seu leito. Ademais, alguns cursos d'água, como o riacho da Consciência, apresentam água próximo às suas fozes, no entanto em razão de remanso do rio São Franscisco.

Especificamente a Área Diretamente Afetada - ADA se encontra nos interflúvios entre as sub-bacias do córrego Martinha e do córrego Retiro Velho. Não há qualquer curso d'água que seja interceptado pela ADA e a drenagem mais próxima, intermitente, trata-se de afluente do córrego Martinha. A configuração hidrográfica nas proximidades da Área Diretamente Afetada pode ser visualizada na Figura 9-57.

| **Figura 9-57: Arranjo hidrográfico nas proximidades da Área Diretamente Afetada - ADA**



9.1.10.3.2 Pluviometria

Objetivando avaliar, em detalhe, a sazonalidade dos eventos pluviométricos ao longo do ano, procede-se a análise do regime pluviométrico regional. Para tal, foram utilizados os dados disponíveis nas estações UHE TM Barramento e Barra do Rio de Janeiro, operadas pela Agência Nacional de Águas - ANA, conforme apresenta a Tabela 9-37.

Tabela 9-37: Informações gerais das estações pluviométricas selecionadas

Código	Nome da Estação	Coordenadas UTM 23s (Datum SIRGAS2000)		Início	Término	Município
		mE	mN			
01845002	Fazenda São Félix	431.719	7.958.312	08/1968	11/2022	São Gonçalo do Abaeté
01845013	São Gonçalo do Abaeté	411.806	7.971652	07/1958	11/2022	São Gonçalo do Abaeté
01845021	Canoeiros	444.582	8.005.499	01/1971	11/2022	São Gonçalo do Abaeté
01845027	Barra do Rio de Janeiro	489.1782	8.014.447	02/1984	11/2022	Três Marias
01845032	Andrequicé - Três Marias	500.0002	7.978.471	11/2004	11/2022	Três Marias

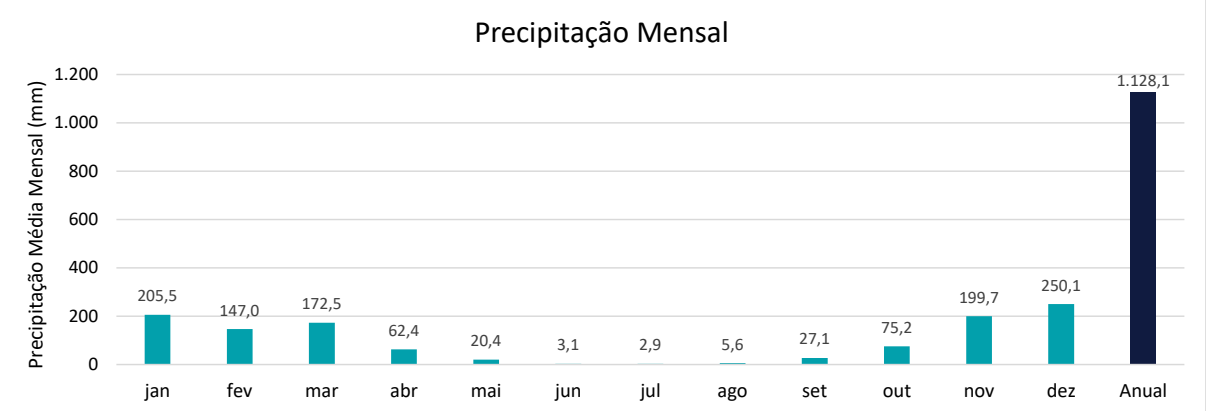
Cabe ressaltar que, para a elaboração do banco de dados e consolidação dos dados de pluviometria disponibilizados pela agência, foi dada preferência para dados consistentes, além da localização das estações em relação a unidade operacional. Os dados da estação Barra do Rio de Janeiro apresentam as melhores séries históricas, com menos falhas e menor distância em relação à ADA.

Em relação às estações de Fazenda das Pedras e Andrequicé, ambas foram descartadas devido ao curto período de medição, visto que as demais estações são mais aptas para que seja feito um estudo mais consistente, por apresentarem maior amostragem de dados.

Barra do Rio de Janeiro

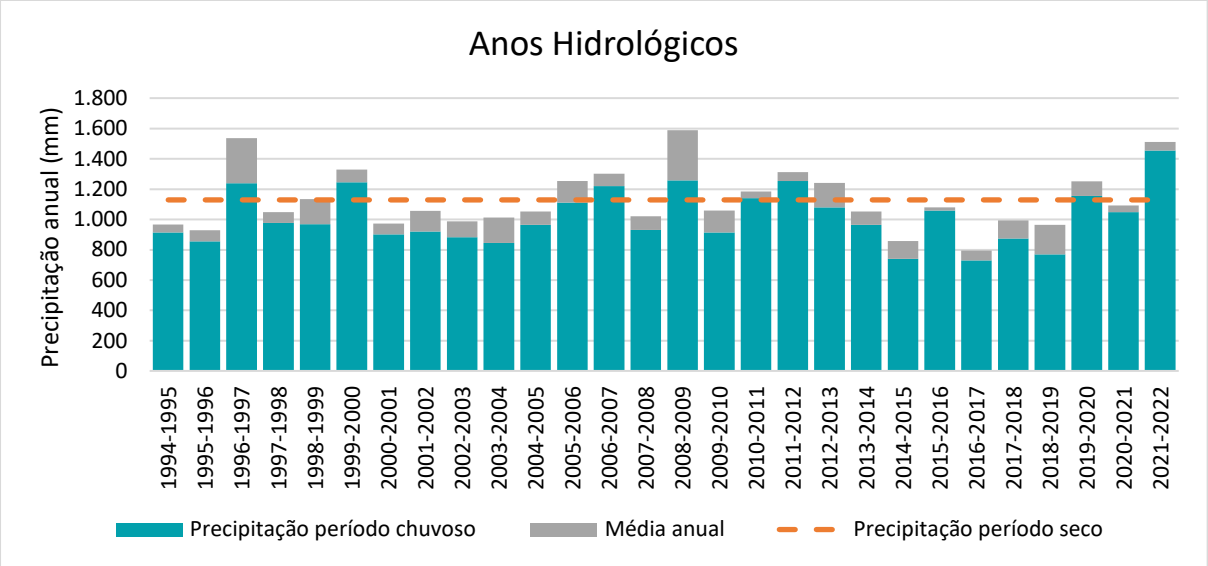
No Gráfico 9-52 são apresentadas as precipitações médias mensais e anual, com base nos anos hidrológicos monitorados na estação Barra do Rio de Janeiro (fevereiro/1984 a novembro/2022). Neste local, o mês mais chuvoso é dezembro, com média de 250,1 mm e o período mais seco ocorre em julho, com precipitações médias de 2,9 mm. A precipitação total média anual é de 1.128,1 mm.

Gráfico 9-52: Precipitação média mensal e anual na estação pluviométrica Barra do Rio de Janeiro



Na série mensal, o período de outubro a março (estação chuvosa) com menores volumes precipitados ocorreu em 2016-2017, acumulando 729,3 mm, frente a uma média de 1.014,8 mm. A estação chuvosa mais expressiva registrou 1.445,2 mm e ocorreu em 2021-2022.

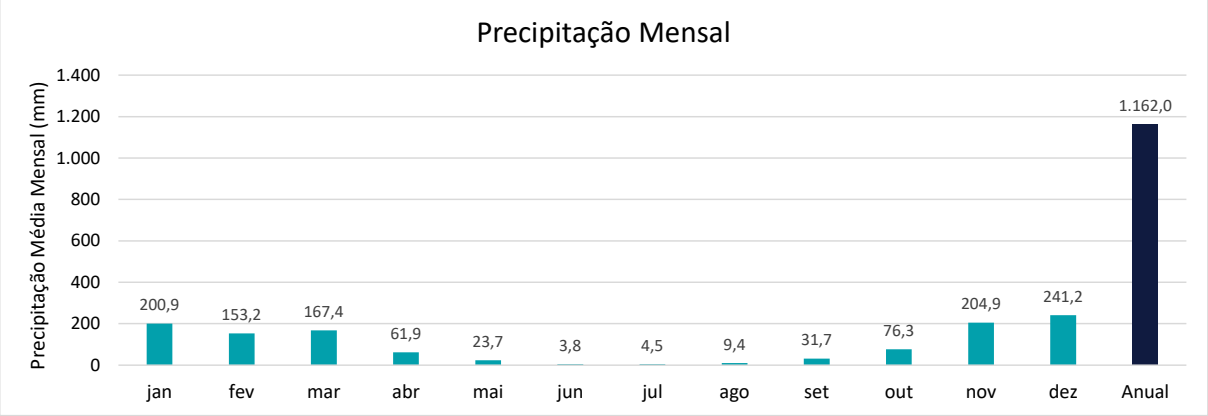
Gráfico 9-53: Precipitação total acumulada de outubro a março (período chuvoso) e abril a setembro (período seco) para a Estação Barra do Rio de Janeiro



Canoeiros

No Gráfico 9-54 apresentam-se as precipitações médias mensais e anual, com base nos anos hidrológicos monitorados na estação Canoeiros. Com série histórica extensa, desde janeiro/1971 até novembro/2022, porém com muitos anos com falhas nos períodos chuvosos, que somam 19 anos descartados por falhas na série de precipitação.

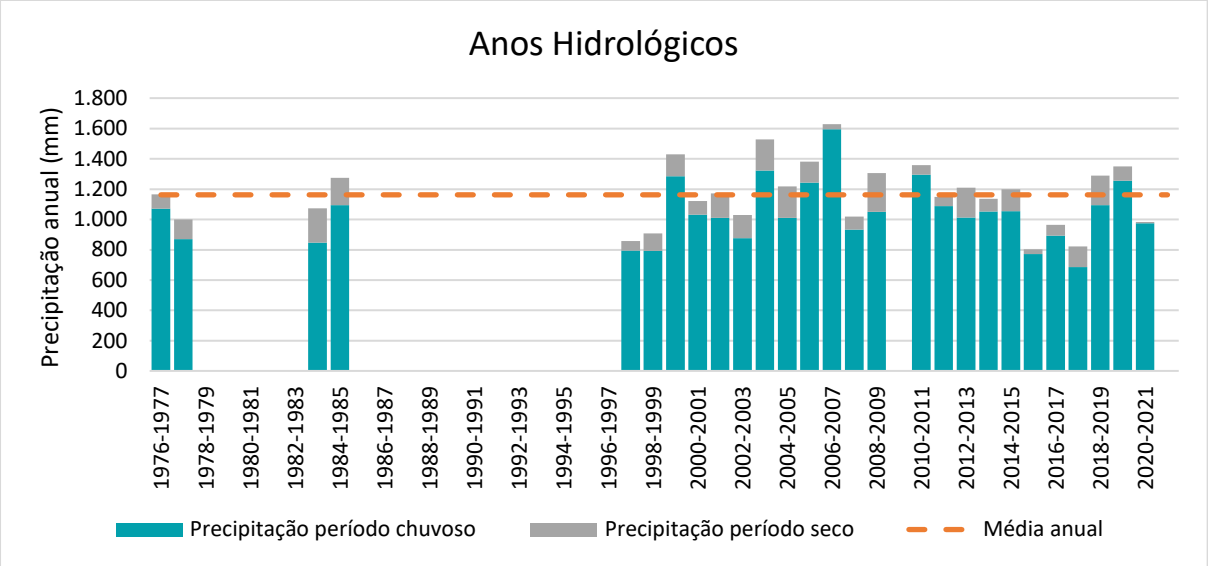
Gráfico 9-54: Precipitação média mensal e anual na estação pluviométrica Canoeiros



Na estação Canoeiros (Gráfico 9-55), o mês mais chuvoso é dezembro, com média de 241,2 mm e o período mais seco ocorre em junho, com volumes verificados médios de 3,8 mm. A precipitação total média anual é de 1.162,0 mm.

Dentre os períodos de outubro a março (estação chuvosa) monitorados, o menor volume precipitado foi registrado foi em 2017-2018 com 686,3 mm. A estação chuvosa mais expressiva ocorreu entre 2006 e 2007, com 1.594,5 mm.

Gráfico 9-55: Precipitação total acumulada em período chuvoso e período seco na estação pluviométrica Canoeiros

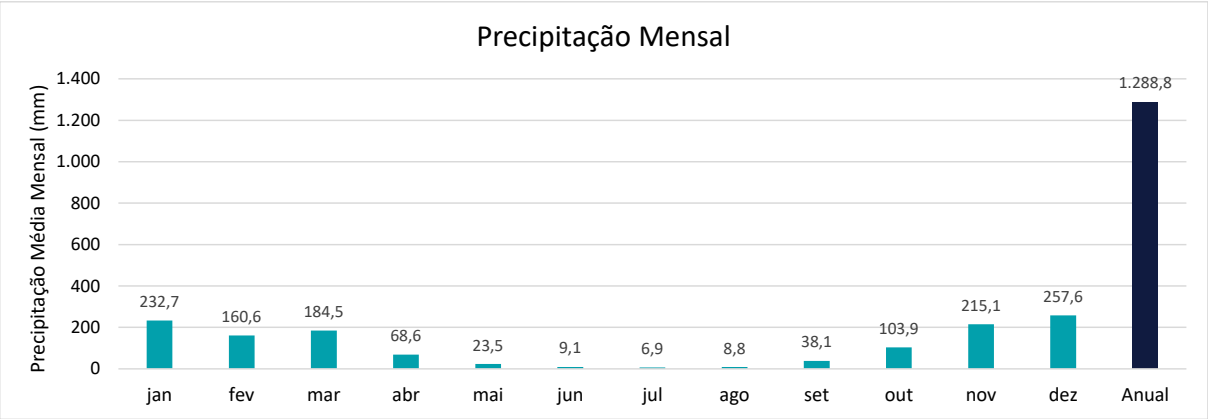


Nesta estação, observam-se vários anos hidrológicos com falhas e que foram descartados. Apesar de, no total, esta estação registrar mais anos de monitoramento, a qualidade dos dados da estação de Barra do Rio de Janeiro apresenta-se mais favorável para utilização.

Fazenda São Félix

No Gráfico 9-54 apresentam-se as precipitações médias mensais e anual, com base nos anos hidrológicos monitorados na estação Fazenda São Félix, localizada no município de São Gonçalo do Abaeté. Com série histórica desde 1968 até 2022, esta estação possui muitos anos com falhas nos períodos chuvosos, sendo descartados 15 anos devido a falhas.

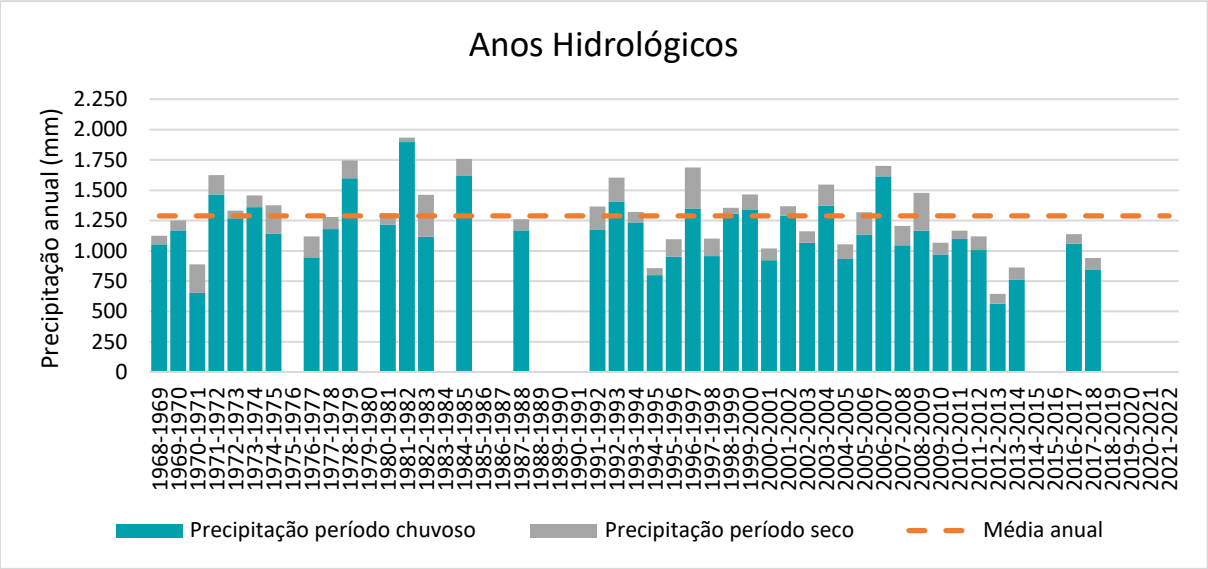
Gráfico 9-56: Precipitação média mensal e anual na estação pluviométrica Fazenda São Félix



Na estação Fazenda São Félix (Gráfico 9-55), o mês mais chuvoso é dezembro, com média de 257,6 mm e o período mais seco ocorre em julho, com volumes verificados médios de 6,9 mm. A precipitação total média anual é de 1.288,8 mm.

Dentre os períodos de outubro a março (estação chuvosa) monitorados, o menor volume precipitado foi registrado foi em 2012/2013 com 563,80 mm. A estação chuvosa mais expressiva ocorreu entre 1981 e 1982, com 1.896,4 mm.

Gráfico 9-57: Precipitação total acumulada em período chuvoso e período seco na estação pluviométrica Fazenda São Félix



Nesta estação, também são observados vários anos hidrológicos com falhas e que foram descartados. Além disso a estação Fazenda São Félix se encontra a aproximadamente 55 quilômetros de distância da área diretamente afetada.

9.1.10.3.3 Fluviometria

As análises fluviométricas são realizadas com o objetivo de verificar as vazões e o balanço hídrico na bacia do Entorno da Represa de Três Marias, este relacionado tanto às entradas/saídas de água, quanto ao cálculo da disponibilidade hídrica na seção fluvial de interesse, correspondente ao ponto em que a Nexa realiza atualmente uma captação no rio São Francisco e que será utilizado para implantação e operação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias (Outorga ANA nº 1483, de 20 de junho de 2024).

Os estudos de caracterização do regime fluvial na bacia do Entorno da Represa de Três Marias se basearam, então, nos registros da estação fluviométrica UHE Três Marias Jusante (código ANA 41020002), cujos dados são detalhados na Tabela 9-38. A estação UHE Três Marias Jusante, posicionada logo a jusante do reservatório da UHE Três Marias, no rio São Francisco, apresentam dados de vazão entre 1969 e 2006 disponibilizados pelo portal de dados hidrológicos HIDROWEB. Ainda que possua uma série histórica mais recente, a outra estação fluviométrica mais próxima está posicionada a cerca de 55 km da área de estudo. Sendo assim, a estação UHE Três Marias Jusante é a mais adequada para a análise proposta nesta seção.

Tabela 9-38: Informações gerais da estação fluviométrica empregada nos estudos

Nome	Código	Responsável/ Operadora	Município	Área de drenagem	Disponibilidade de dados
UHE Três Marias Jusante	401020002	ANA	Três Marias	50.816,4 km²	01/1957 a 10/2006

A Figura 9-58 apresenta a localização da estação, em relação às áreas de estudo do meio físico para o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias. O ponto escolhido está a poucos quilômetros a montante de onde está a captação que será utilizada no âmbito do Projeto e, como se trata da vazão proveniente da Represa de Três Marias, os demais afluente que contribuem para o ponto podem ser considerados irrelevantes.

Para proceder as análises fluviométricas, a primeira etapa se baseia na consistência e avaliação dos dados de medições de descarga líquida, disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA) no portal Hidroweb, para, então, serem utilizados nos estudos.

Figura 9-58: Localização da estação fluviométrica empregada nos estudos hidrológicos



Como resultado das medições de vazões disponibilizadas pela ANA (código 4102002), obteve-se a série de vazões médias mensais consistidas apresentada na Tabela 9-39.

Tabela 9-39: Série histórica de vazões médias mensais (m^3/s) na estação UHE Três Marias Jusante (41020002)

Ano/Mês	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1957	1.471,19	1.111,60	1.353,78	1.448,19	653,34	399,90	321,97	267,68	260,83	253,81	625,00	1.402,01
1958	-	-	-	-	345,45	269,43	261,48	188,77	242,40	324,07	326,03	479,75
1959	854,21	582,58	890,77	421,43	267,71	190,13	145,83	130,60	116,93	218,29	519,57	537,94
1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1961	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962	-	-	-	-	-	-	-	-	-	968,14	928,64	2.101,58
1963	2.705,72	1.012,76	505,06	379,77	386,89	404,76	468,30	479,69	492,03	513,83	445,20	384,69
1964	202,32	133,34	106,17	154,32	219,28	282,76	319,91	368,55	435,27	796,30	808,73	638,64
1965	812,03	1.882,58	2.595,20	-	-	-	-	612,72	610,07	814,87	1.157,30	813,23
1966	1.568,40	1.865,18	965,46	829,63	544,64	607,67	690,57	699,54	669,50	968,14	928,64	785,98
1967	1.158,43	1.590,78	731,01	807,11	617,75	645,69	636,10	617,94	594,65	658,78	746,95	520,66
1968	1.549,01	709,87	872,83	604,43	541,88	597,21	631,29	628,27	629,73	642,75	603,07	520,66
1969	517,75	449,20	443,04	432,86	434,73	551,17	716,88	619,20	564,20	565,87	380,68	305,72
1970	388,43	787,79	681,15	611,77	525,99	526,78	546,71	706,58	833,17	806,16	741,77	579,57
1971	743,97	808,71	453,63	281,84	272,91	146,60	162,25	283,24	130,03	111,61	80,19	103,91
1972	267,67	458,17	724,66	724,14	481,78	489,91	443,87	498,10	621,72	554,40	877,94	931,24
1973	1.157,27	896,80	1.035,26	842,66	448,50	417,45	437,08	522,63	646,23	788,27	1.571,00	733,99
1974	976,90	660,44	455,48	441,93	511,85	556,88	585,45	478,23	481,49	471,00	469,84	464,71
1975	1.247,75	865,69	497,14	538,99	542,09	506,87	536,53	459,88	534,71	627,87	325,45	365,57
1976	572,23	426,41	359,61	397,87	853,17	942,32	948,89	1.024,52	700,67	450,32	318,59	190,69
1977	301,65	1.103,48	356,10	512,15	478,62	634,23	514,80	465,72	578,25	984,41	793,69	893,10
1978	530,16	404,56	716,19	844,51	776,52	722,11	729,56	711,11	731,93	869,94	854,15	757,35
1979	702,76	4.143,68	1.642,39	948,45	662,61	688,46	577,71	601,82	660,25	968,74	965,31	837,80
1980	1.988,67	2.355,46	458,65	861,84	551,08	632,16	719,46	698,06	685,49	836,84	827,87	843,95
1981	653,17	483,28	464,80	486,10	491,30	473,47	498,88	496,45	504,31	513,33	1.149,02	2.284,05
1982	2.091,18	1.817,15	1.962,91	1.210,62	548,18	640,95	644,03	717,31	809,61	892,31	621,67	545,66
1983	2.363,16	3.499,89	2.104,13	2.261,21	1.726,96	944,76	991,66	792,69	655,93	895,26	1.897,85	2.161,86
1984	1.527,65	445,03	456,05	473,74	522,17	544,76	511,15	537,82	545,37	593,23	472,87	446,21
1985	1.047,73	1.666,73	1.703,02	734,16	510,62	542,37	542,25	558,31	609,25	663,47	820,34	808,01
1986	1.687,99	1.092,98	672,34	606,34	579,51	576,38	573,36	596,51	631,98	700,98	624,50	743,68
1987	701,56	788,22	817,08	495,88	583,83	595,44	597,29	632,22	611,53	549,74	515,23	478,09
1988	460,42	357,21	311,29	346,85	329,03	458,19	509,69	582,69	592,38	605,61	597,81	439,34
1989	353,37	324,23	349,90	398,03	395,26	428,59	454,36	401,02	364,68	361,24	351,35	309,53
1990	277,57	254,26	252,84	268,31	300,50	340,37	335,80	354,91	363,20	392,25	359,08	346,87
1991	238,75	243,18	616,13	1.126,61	595,45	453,07	455,60	505,77	559,07	584,17	642,64	615,83
1992	1.675,74	3.232,06	980,91	733,44	649,26	595,27	598,33	617,17	652,09	611,30	973,58	1.949,27
1993	1.237,81	651,64	733,26	466,80	522,68	416,66	509,72	457,20	520,58	696,12	623,45	524,95
1994	2.041,24	522,23	524,71	470,04	556,23	510,96	552,25	536,00	588,03	597,97	647,45	641,41
1995	649,27	481,69	522,93	536,09	582,66	642,28	708,78	660,15	709,96	613,32	740,28	843,66

Ano/Mês	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1996	844,25	607,64	598,19	700,71	735,81	736,31	744,78	780,45	778,81	801,03	807,07	784,83
1997	1.498,73	720,57	672,12	798,68	637,79	633,80	791,73	843,42	893,15	913,64	840,06	565,24
1998	830,98	790,69	794,04	760,38	770,53	738,48	681,58	676,21	753,34	684,66	591,51	656,27
1999	562,88	-	-	-	-	658,28	689,16	685,86	570,96	506,96	471,71	-
2000	448,33	497,84	586,13	568,39	697,40	710,71	714,39	727,56	707,07	790,83	786,35	611,02
2001	458,69	462,67	-	-	-	270,53	259,01	228,96	259,78	347,33	391,70	281,59
2002	339,79	294,67	263,00	281,27	360,10	454,68	511,05	588,24	789,74	828,46	792,82	787,26
2003	804,34	749,53	699,28	560,05	511,84	554,30	490,09	551,01	505,63	568,94	490,95	541,61
2004	534,13	451,67	378,68	406,14	418,86	433,86	542,56	689,22	725,90	703,14	590,51	558,49
2005	-	1.262,87	1.255,54	615,96	568,83	567,55	636,99	660,97	650,37	666,63	700,60	1.258,53
2006	780,48	570,67	570,24	516,55	540,44	556,75	642,97	685,31	625,40	707,94	-	-
1957	1.471,19	1.111,60	1.353,78	1.448,19	653,34	399,90	321,97	267,68	260,83	253,81	625,00	1.402,01
1958	-	-	-	-	345,45	269,43	261,48	188,77	242,40	324,07	326,03	479,75
1959	854,21	582,58	890,77	421,43	267,71	190,13	145,83	130,60	116,93	218,29	519,57	537,94
1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1961	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962	-	-	-	-	-	-	-	-	-	968,14	928,64	2.101,58
1963	2.705,72	1.012,76	505,06	379,77	386,89	404,76	468,30	479,69	492,03	513,83	445,20	384,69
1964	202,32	133,34	106,17	154,32	219,28	282,76	319,91	368,55	435,27	796,30	808,73	638,64
1965	812,03	1.882,58	2.595,20	-	-	-	-	612,72	610,07	814,87	1.157,30	813,23
1966	1.568,40	1.865,18	965,46	829,63	544,64	607,67	690,57	699,54	669,50	968,14	928,64	785,98
1967	1.158,43	1.590,78	731,01	807,11	617,75	645,69	636,10	617,94	594,65	658,78	746,95	520,66
1968	1.549,01	709,87	872,83	604,43	541,88	597,21	631,29	628,27	629,73	642,75	603,07	520,66
1969	517,75	449,20	443,04	432,86	434,73	551,17	716,88	619,20	564,20	565,87	380,68	305,72
1970	388,43	787,79	681,15	611,77	525,99	526,78	546,71	706,58	833,17	806,16	741,77	579,57
1971	743,97	808,71	453,63	281,84	272,91	146,60	162,25	283,24	130,03	111,61	80,19	103,91
1972	267,67	458,17	724,66	724,14	481,78	489,91	443,87	498,10	621,72	554,40	877,94	931,24
1973	1.157,27	896,80	1.035,26	842,66	448,50	417,45	437,08	522,63	646,23	788,27	1.571,00	733,99
1974	976,90	660,44	455,48	441,93	511,85	556,88	585,45	478,23	481,49	471,00	469,84	464,71
1975	1.247,75	865,69	497,14	538,99	542,09	506,87	536,53	459,88	534,71	627,87	325,45	365,57
1976	572,23	426,41	359,61	397,87	853,17	942,32	948,89	1.024,52	700,67	450,32	318,59	190,69
1977	301,65	1.103,48	356,10	512,15	478,62	634,23	514,80	465,72	578,25	984,41	793,69	893,10
1978	530,16	404,56	716,19	844,51	776,52	722,11	729,56	711,11	731,93	869,94	854,15	757,35
1979	702,76	4.143,68	1.642,39	948,45	662,61	688,46	577,71	601,82	660,25	968,74	965,31	837,80
1980	1.988,67	2.355,46	458,65	861,84	551,08	632,16	719,46	698,06	685,49	836,84	827,87	843,95
1981	653,17	483,28	464,80	486,10	491,30	473,47	498,88	496,45	504,31	513,33	1.149,02	2.284,05
1982	2.091,18	1.817,15	1.962,91	1.210,62	548,18	640,95	644,03	717,31	809,61	892,31	621,67	545,66
1983	2.363,16	3.499,89	2.104,13	2.261,21	1.726,96	944,76	991,66	792,69	655,93	895,26	1.897,85	2.161,86
1984	1.527,65	445,03	456,05	473,74	522,17	544,76	511,15	537,82	545,37	593,23	472,87	446,21
1985	1.047,73	1.666,73	1.703,02	734,16	510,62	542,37	542,25	558,31	609,25	663,47	820,34	808,01
1986	1.687,99	1.092,98	672,34	606,34	579,51	576,38	573,36	596,51	631,98	700,98	624,50	743,68
1987	701,56	788,22	817,08	495,88	583,83	595,44	597,29	632,22	611,53	549,74	515,23	478,09
1988	460,42	357,21	311,29	346,85	329,03	458,19	509,69	582,69	592,38	605,61	597,81	439,34
1989	353,37	324,23	349,90	398,03	395,26	428,59	454,36	401,02	364,68	361,24	351,35	309,53

Ano/Mês	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1990	277,57	254,26	252,84	268,31	300,50	340,37	335,80	354,91	363,20	392,25	359,08	346,87
1991	238,75	243,18	616,13	1.126,61	595,45	453,07	455,60	505,77	559,07	584,17	642,64	615,83
1992	1.675,74	3.232,06	980,91	733,44	649,26	595,27	598,33	617,17	652,09	611,30	973,58	1.949,27
1993	1.237,81	651,64	733,26	466,80	522,68	416,66	509,72	457,20	520,58	696,12	623,45	524,95
1994	2.041,24	522,23	524,71	470,04	556,23	510,96	552,25	536,00	588,03	597,97	647,45	641,41
1995	649,27	481,69	522,93	536,09	582,66	642,28	708,78	660,15	709,96	613,32	740,28	843,66
1996	844,25	607,64	598,19	700,71	735,81	736,31	744,78	780,45	778,81	801,03	807,07	784,83
1997	1.498,73	720,57	672,12	798,68	637,79	633,80	791,73	843,42	893,15	913,64	840,06	565,24
1998	830,98	790,69	794,04	760,38	770,53	738,48	681,58	676,21	753,34	684,66	591,51	656,27
1999	562,88	-	-	-	-	658,28	689,16	685,86	570,96	506,96	471,71	-
2000	448,33	497,84	586,13	568,39	697,40	710,71	714,39	727,56	707,07	790,83	786,35	611,02
2001	458,69	462,67	-	-	-	270,53	259,01	228,96	259,78	347,33	391,70	281,59
2002	339,79	294,67	263,00	281,27	360,10	454,68	511,05	588,24	789,74	828,46	792,82	787,26
2003	804,34	749,53	699,28	560,05	511,84	554,30	490,09	551,01	505,63	568,94	490,95	541,61
2004	534,13	451,67	378,68	406,14	418,86	433,86	542,56	689,22	725,90	703,14	590,51	558,49
2005		1.262,87	1.255,54	615,96	568,83	567,55	636,99	660,97	650,37	666,63	700,60	1.258,53
2006	780,48	570,67	570,24	516,55	540,44	556,75	642,97	685,31	625,40	707,94	-	-

Como a estação encontra-se a jusante da UHE de Três Marias, o fluxo depende da operação da Usina. Os dados de vazões medidos na estação UHE Três Marias Jusante são apresentado no Gráfico 9-58 e no Gráfico 9-59.

Gráfico 9-58: Vazões Diárias Estação UHE Três Marias Jusante (41020002)

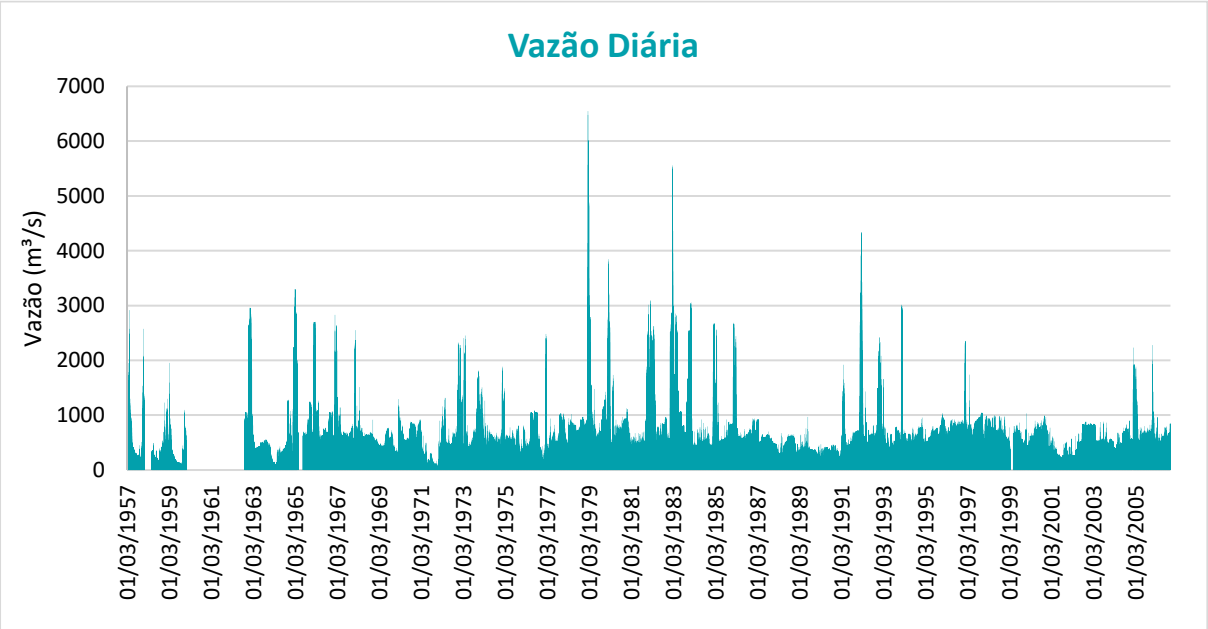
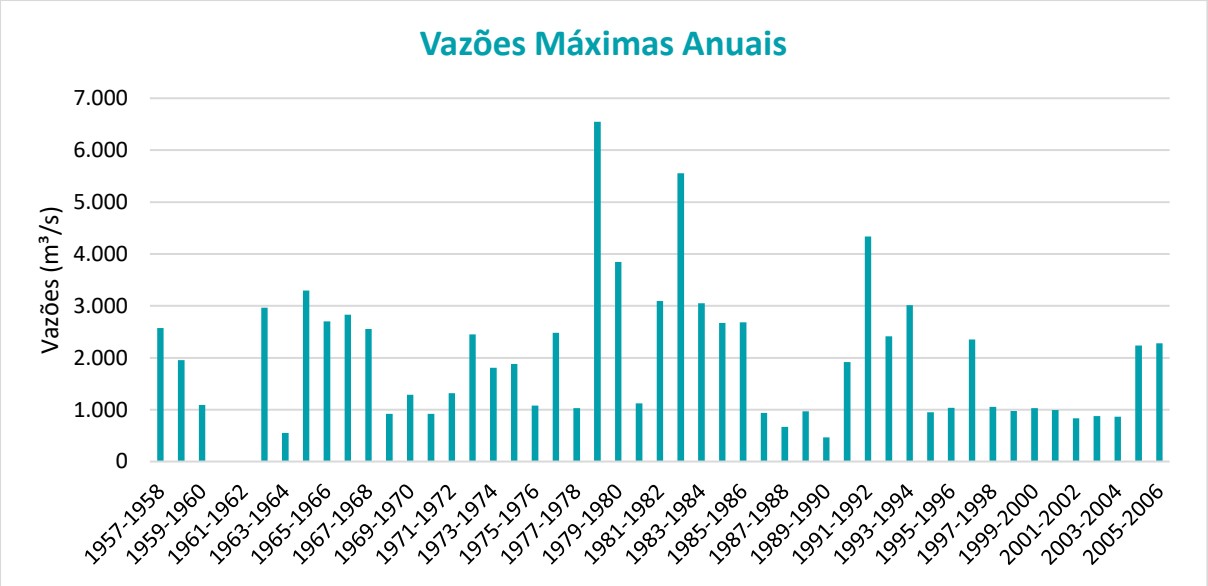


Gráfico 9-59: Vazões Máximas Diárias Anuais Estação UHE Três Marias Jusante (41020002)



Com os dados apresentados da série histórica da estação 4102002 foi calculada a $Q_{7,10}$ e Q_{MLT}, conforme apresentado no Gráfico 9-60 e na Tabela 9-40.

Gráfico 9-60: Curva de Permanência Estação UHE Três Marias Jusante (41020002)

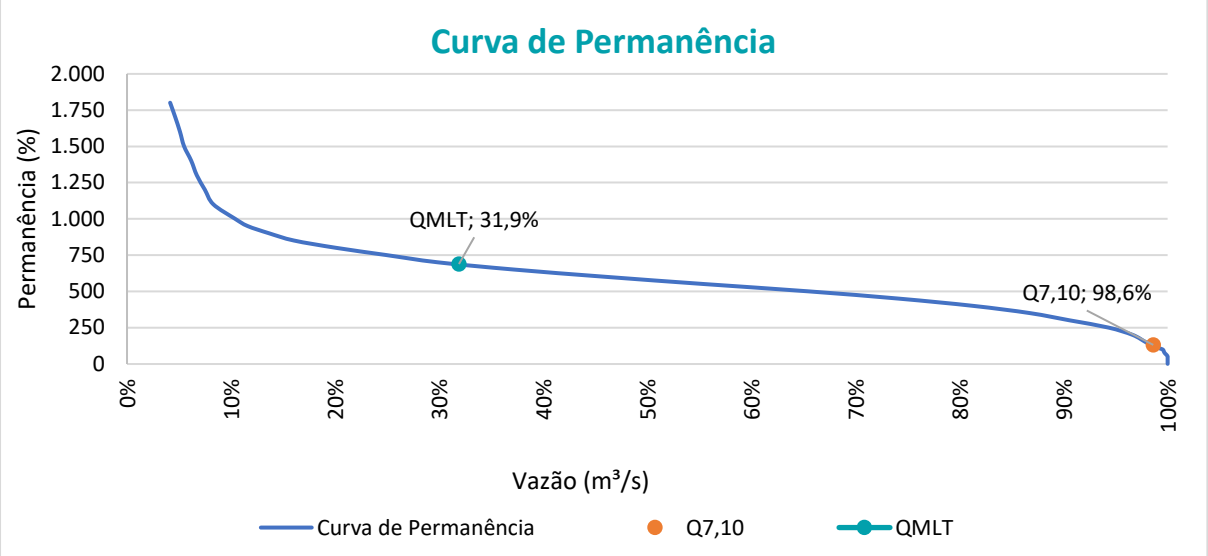


Tabela 9-40: Indicadores de vazões na estação UHE Três Marias Jusante (41020002)

Variável Hidrológica	UHE Três Marias Jusante (41020002)
Vazão média de longo termo: Q_{MLT} (m^3/s)	688,98
Vazão média mensal com 10 anos de período de retorno: $Q_{30,10}$ (m^3/s)	820,93
Vazão com 7 dias de duração e 10 anos de período de retorno: $Q_{7,10}$ (m^3/s)	130,25
Fator $Q_{7,10}/Q_{30,10}$	0,16

Por meio desses dados fica evidente a significativa disponibilidade hídrica do rio São Francisco nas áreas em estudo. A outorga que a Nexa Recursos Minerais S.A. possui junto à Agência Nacional de Águas - ANA para captação superficial no rio São Francisco e que será utilizada no âmbito do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais (Outorga nº 1483/2024) autoriza a captação de 190 m^3/h durante 24 horas por dia e em todos os meses do ano. Esta vazão corresponde a 0,04% da $Q_{7,10}$ calculada para a estação UHE Três Marias Jusante (41020002), posicionada logo a 4,5 km a montante da captação. Neste sentido, não se torna necessário avaliar o balanço hídrico na seção de interesse.

9.1.10.3.4 Uso das Águas Superficiais na Área de Estudo Local

Para a avaliação referente ao uso das águas foi realizada, em 14/09/2023, uma consulta ao banco de dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM (disponíveis no IDE-SISEMA e no site da instituição) e na Agência Nacional de Águas – ANA (disponível no site da instituição). Foram consideradas apenas as outorgas e cadastros de usos insignificantes válidos ou em processo de renovação.

De acordo com a Deliberação Normativa CERH-MG nº 09, de 16 de junho de 2004, enquadram-se como usos insignificantes aquelas captações dispensadas de outorgas, mas obrigadas a realizarem um cadastro junto ao órgão competente. Em Minas Gerais, os usos insignificantes podem ser captações e derivações de águas superficiais com vazão máxima de 0,5 L/s ou 1,0 L/s e acumulações em volume máximo de 40.000 m^3 ou 5.000 m^3, dependendo da região. A bacia em questão encontra-se na Circunscrição Hidrográfica SF4 (Entorno da Represa de Três Marias) sendo a vazão máxima captável de 1,0 L/s e volume máximo de acumulação superficial de 5.000 m^3 por usuário cadastrado.

As outorgas e cadastros de usos insignificantes inseridos na área de estudo local são listados em detalhe na Tabela 9-41, ao passo que a localização das intervenções nos recursos hídricos superficiais é apresentada na Figura 9-59. Verifica-se que as principais outorgas existentes estão localizadas no rio São Francisco e correspondem a captações e lançamento de efluentes tratados realizados pela própria Nexa Recursos Minerais S.A. Ademais, existem dois cadastros de usos insignificantes na área de estudo local: um localizado no riacho da Consciência e, outro, no ribeirão Espírito Santo. Ambos estão distantes da área diretamente afetada pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias e, também, localizados em sub-bacias que não serão diretamente afetadas pelo projeto.

Tabela 9-41: Outorgas e cadastros de uso insignificante das águas superficiais na área de estudo local do projeto

Processo	Portaria/ Resolução	Órgão/ Fonte	Requerente	Data da Publicação	Data de vencimento	Vazão (m^3/h)	Finalidade	Modo de Uso	Curso d'água	Tipo de Autorização
#02501.001 2602/2016	708/2016	ANA	Incorporadora 6 Irmãos Ltda. - ME	20/07/2016	20/07/2026	20,00	Outras	Captação superficial	Rio São Francisco	Outorga
#025000.03 3877/2024-57	1481/2024	ANA	Nexa Recursos Minerais S.A.	26/06/2024	20/06/2034	582,00	Indústria	Captação superficial	Rio São Francisco	Outorga
#025000.03 382/2024-60	1484/2024	ANA	Nexa Recursos Minerais S.A.	26/06/2024	20/06/2034	750,00	Indústria	Lançamento	Rio São Francisco	Outorga
#02500.033 880/2024-71	1482/2024	ANA	Nexa Recursos Minerais S.A.	26/06/2024	20/06/2034	115,00	Outras	Captação superficial	Rio São Francisco	Outorga
#025000.03 3881/2024-15	1483/2024	ANA	Nexa Recursos Minerais S.A.	26/06/2024	20/06/2034	190	Outras	Captação superficial	Rio São Francisco	Outorga
20061/2020	157759	IGAM	Fazenda Carapiva	16/06/2020	-	-	Irrigação	Captação superficial	Ribeirão Espírito Santo	Uso Insignificante
45458/2020	56891	IGAM	Sítio Vereda das Flores/Consciência	06/10/2020	-	-	Dessedentação de animais	Captação superficial	Riacho da Consciência	Uso Insignificante

472650 475400 478150 480900

7994250 7991500 7988750 7986000

Rio São Francisco
Córr. Espírito Santo
Córr. Martinha
Córr. da Lavagem
Córr. Retiro Velho
Riacho da Consciência
Córr. Barreiro Grande
Beira-Rio
Três Marias
São Gonçalo do Abaeté
Três Marias
BR-040

0 500 1.000 1.500 m

Legenda

- Localidades
- Outorgas Federais - Águas Superficiais (ANA, 2023)
- Uso Insignificante Superficial (IGAM, 2022)
- Rodovias Federais
- Hidrografia
- Cursos d'água efêmeros
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Físico



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023); AEL, Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023); Outorgas (ANA, 2023); Uso Insignificante (IGAM, 2022); Rodovias Federais (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-59: Outorgas e cadastros de uso insignificante das águas superficiais na área de estudo local

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	22/03/2024	NXTM-DRS-EIA-OutorgasSupAEL-A3-v00

9.1.10.4 Síntese Conclusiva

O Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias encontra-se inserido na alta Bacia Hidrográfica do rio São Francisco. A área de estudo regional insere-se logo a jusante da Usina Hidrelétrica de Três Marias e tem como principal sistema hidrográfico o rio São Francisco.

A área de estudo local abrange diversos afluentes da margem esquerda e da margem direita do rio São Francisco. Pela margem direita as sub-bacias do córrego Barreiro Grande (abrangida parcialmente), do riacho da Consciência, do córrego Retiro Velho, do córrego Martinha, do córrego da Lavagem/ribeirão Espírito Santo (abrangida parcialmente), além de microbacias da calha do rio São Francisco. Quanto às sub-bacias de afluentes da margem esquerda, a área de estudo local abrange um trecho da planície fluvial do rio, de topografia suave, que engloba os trechos próximos às fozes de três cursos d'água sem nome, além de microbacias da calha do rio São Francisco.

A partir de mapeamento de surgências d'água, verificou-se que o córrego Barreiro Grande, o riacho da Consciência, o córrego Retiro Velho e o córrego Martinha apresentam regime hidrológico de intermitência, secando por alguns meses na temporada de estiagem da climatologia regional. A quantidade de tempo que os cursos d'água ficam secos depende dos índices pluviométricos dos anos específicos.

Estudos da pluviometria da região mostraram que os acumulados anuais de precipitação ficam entorno dos 1.150 mm e que as chuvas entre os meses de julho e agosto são escassas, o que certamente condiciona o regime hidrológico dos cursos d'água de menor porte.

Análises fluviométricas mostraram, como era esperado, que a disponibilidade hídrica no rio São Francisco é significativamente elevada. Por meio de análise de dados de estação fluviométrica localizada próxima à área do Projeto, verifica-se que a outorga que a Nexa Recursos Minerais S.A. possui junto à Agência Nacional de Águas - ANA para captação superficial no rio São Francisco e que será utilizada no âmbito do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais (Outorga nº 1483/2024 - autoriza a captação de 190 m^3/h durante 24 horas por dia e em todos os meses do ano), corresponde a 0,04% da $Q_{7,10}$ calculada para a estação UHE Três Marias Jusante (41020002), posicionada logo a 4,5 km a montante da captação.

O levantamento de usuários de água superficial indicou a presença de seis outorgas e dois cadastros de uso insignificante, sendo que nenhuma das captações é interferida pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

9.1.11 Qualidade das Águas Superficiais

9.1.11.1 Introdução

O diagnóstico da qualidade das águas superficiais da Área de Estudo do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias foi elaborado a partir dos resultados das análises

físico-químicas e bacteriológicas, obtidos nos estudos e monitoramentos realizados na Unidade de Três Marias.

Devido à proximidade da ADA com o Depósito de Rejeitos Murici e demais instalações da Unidade, os monitoramentos realizados para atendimento de condicionantes e para outros estudos na área formam um conjunto robusto de dados, atualizados e suficientes para o desenvolvimento deste diagnóstico.

Além dos padrões de referências legais adotados em função do tipo de ambiente e enquadramento dos cursos d'água, este diagnóstico foi elaborado considerando o Relatório de Valores de Referência para Água Superficial – Área da Planta da Cimentação e Futura Pilha de Resíduos Secos (Três Marias/MG) elaborado pela WSP em abril de 2024. Utilizou-se, ainda, como referência os Relatórios de Monitoramento Hídrico Integrado Nexa protocolados anualmente e os Relatórios de Monitoramento de Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas na Área do Depósito de Rejeitos Murici, protocolados semestralmente.

A Unidade de Três Marias está localizada na bacia hidrográfica do rio São Francisco, compreendida na Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos UPGRH SF-04 – Entorno da Represa de Três Marias. A Área Diretamente Afetada pelo Projeto encontra-se inserida nas sub-bacias dos córregos Retiro Velho e Martinha, afluentes de primeira ordem do Rio São Francisco, contudo, para conhecimento das características da qualidade das águas da Área de Influência Direta - AID, além das sub-bacias citadas, foi realizada a caracterização das sub-bacias dos córregos Barreiro Grande, Lavagem e Consciência.

9.1.11.2 Metodologia

9.1.11.2.1 Rede de Monitoramento

Os pontos de monitoramento da qualidade das águas superficiais do DRM se localizam na Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos UPGRH SF-04 – Entorno da Represa de Três Marias. A rede de monitoramento das águas superficiais do presente diagnóstico é composta por 22 pontos existente na atual rede de monitoramento da Nexa na Unidade de Três Marias, além de 11 pontos presentes em estudos recentes na Unidade conduzidos pela WSP.

A escolha dos pontos visou o conhecimento das condições atuais das características físico-químicas das águas das sub-bacias que integram a Área de Estudo Local do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, para tanto foram avaliados seis anos (2018 a 2024) de dados.

Com exceção de um ponto (Ponto D), e dos pontos avaliados no âmbito dos estudos da WSP, as amostragens nos pontos na rede de monitoramento da Nexa são realizadas trimestralmente.

A Tabela 9-42 apresenta a composição da rede amostral da qualidade das águas superficiais e a Figura 9-60 mostra a localização da rede, a área diretamente afetada (ADA) e áreas de estudo do Projeto.

Tabela 9-42: Rede de monitoramento da qualidade das águas superficiais

Sub-bacia	Ponto	Coordenadas UTM (Zona 23S | Datum SIRGAS2000)		Descrição	Campanhas Avaliadas
		mE	mN		
Córrego Retiro Velho	ASUP-18 - Área 5 DRM	475.892,98	7.991.082,78	Retiro Velho jusante do projeto	mar/20, abr/21, out/21, mar/22, set/22, mar/23, set/23 e mar/24
	ASUP-17 - Área 5 DRM	477.552,94	7.989.882,16	Retiro Velho montante do projeto	mar/20, abr/21, out/21, mar/22, set/22, mar/23, set/23 e mar/24
	ASUP-16 - Área 5 DRM	477.547,32	7.989.837,56	Retiro Velho montante do projeto	mar/20, abr/21, out/21, mar/22, set/22, mar/23, set/23 e mar/24
	ASUP - 01 RV - BG	477.715,92	7.989.853,49	Retiro Velho montante do projeto	mar/2023 a fev/2024
	ASUP - 02 RV - BG	477.911,00	7.989.496,00	Retiro Velho montante do projeto	mar/2023 a fev/2024
	ASUP - 03 RV - BG	477.218,41	7.990.086,43	Retiro Velho montante do projeto	mar/2023 a fev/2024
	ASUP - 04 RV - BG	476.361,00	7.990.782,00	Retiro Velho do projeto	mar/2023 a fev/2024
	REV 01	477.469,47	7.989.871,95	Córrego Retiro Velho, a montante do DRM	Trimestralmente jan/2018 a abr/2024
	REV 02	476.151,53	7.990.857,23	Córrego Retiro Velho, a jusante do DRM	Trimestralmente jan/2018 a abr/2024
Córrego Martinha	ASUP - 01 M - BG	477.878,00	7.991.771,00	Afluente Martinha	mar/2023 a fev/2024
	ASUP - 02 M - BG	476.479,00	7.992.342,00	Afluente Martinha	mar/2023 a fev/2024
	ASUP - 03 M - BG	477.683,00	7.992.161,00	Afluente Martinha	mar/2023 a fev/2024
	ASUP - 04 M - BG	477.203,00	7.992.201,00	Afluente Martinha	mar/2023 a fev/2024
	MAR 01	478.182,00	7.991.140,00	Córrego Martinha, a jusante do DRM	Trimestralmente jan/2018 a abr/2024
	MAR 02	477.100,71	7.991.692,33	Córrego Martinha, a jusante do DRM	Trimestralmente jan/2018 a abr/2024
Rio São Francisco	ZM1	474.588,63	7.989.741,85	Rio São Francisco, margem direita, 20m a jusante do efluente E1	Trimestralmente jan/2018 a abr/2024

Sub-bacia	Ponto	Coordenadas UTM (Zona 23S | Datum SIRGAS2000)		Descrição	Campanhas Avaliadas
		mE	mN		
	SF3	474.684,81	7.989.824,53	Rio São Francisco, margem direita, 100m a jusante do efluente E2	Trimestralmente jan/2018 a abr/2024
	SF4	474.790,51	7.990.205,13	Rio São Francisco, margem direita, 100m a jusante do Córrego Consciência	Trimestralmente jan/2018 a abr/2024
	SF5	475.719,59	7.991.691,30	Rio São Francisco, margem direita, 20m a jusante do Córrego Retiro Velho	Trimestralmente jan/2018 a abr/2024
	SF6	475.628,66	7.994.997,33	Rio São Francisco, margem direita, montante da corredeira Cachoeira Grande	Trimestralmente jan/2018 a abr/2024
	ZM2	474.809,03	7.990.081,44	Rio São Francisco, margem direita, 20m a jusante do Córrego Consciência	Trimestralmente jan/2018 a abr/2024
Córrego Consciência	C1	477.090,69	7.989.275,47	Córrego Consciência, a montante da VM-TM, margem direita	Trimestralmente jan/2018 a abr/2024
	C2	476.806,92	7.989.334,69	Córrego Consciência, a montante da VM-TM, margem direita	Trimestralmente jan/2018 a abr/2024
	C3	475.166,75	7.989.636,28	Córrego Consciência, a jusante da VM-TM, margem direita	Trimestralmente jan/2018 a abr/2024
	CF	474.761,40	7.989.689,73	Córrego Consciência, 300m a jusante do ponto C3	Trimestralmente jan/2018 a abr/2024
	C4	474.847,32	7.989.908,74	Córrego Consciência, a jusante da VM-TM, próximo a foz com o rio São Francisco	Trimestralmente jan/2018 a abr/2024
Córrego da Lavagem	Ponto D	479.133,00	7.990.781,00	Córrego Lavagem, na divisa com a Fazenda da Lavagem (Sr. Juvenal)	Mensalmente jan/2018 a mar/2024
	CL2	479.098,00	7.990.967,00	Córrego Lavagem, margem esquerda, no barramento da Faz. Lavagem	Mensalmente jan/2018 a mar/2024

Sub-bacia	Ponto	Coordenadas UTM (Zona 23S | Datum SIRGAS2000)		Descrição	Campanhas Avaliadas
		mE	mN		
	CL1	479.755,80	7.992.085,57	Córrego Lavagem, próximo a foz com o córrego Lajeado	Trimestralmente jan/2018 a abr/2024
Córrego Barreiro Grande	BG01	477.288,38	7.986.253,35	Córrego Barreiro Grande, a montante da cidade de Três Marias	Trimestralmente jan/2018 a abr/2024
	BG02	475.261,27	7.988.331,01	Córrego Barreiro Grande, a montante da VM-TM e a jusante da cidade	Trimestralmente jan/2018 a abr/2024
	BG03	474.543,30	7.987.822,52	Córrego Barreiro Grande, a jusante da VM-TM	Trimestralmente jan/2018 a abr/2024
	BG04	473.396,86	7.988.409,88	Córrego Barreiro Grande, na foz com o rio São Francisco	Trimestralmente jan/2018 a abr/2024

471900 474900 477900 480900

7995000 7992000 7989000 7986000

SF6
Rio São Francisco
ASUP - 02 M - BG
ASUP - 04 M - BG
ASUP - 03 M - BG
CL1
Córr. da Lavagem
SF5
Córr. Martinha
MAR 02
ASUP - 01 M - BG
ASUP-18 - Área 5 DRM
ASUP - 04 - RV - BG
MAR 01
CL2
Ponto D
REV 02
Córr. Retiro Velho
SF4
ZM2
SF3
ZM1
C4
C3
CF
ASUP - 03 - RV - BG
ASUP - 17 Área 5 DRM
ASUP - 01 - RV - BG
REV 01
ASUP - 16 Área 5 DRM
ASUP - 02 - RV - BG
C2
C1
Beira-Rio
BG04
BG02
BG03
Três Marias
São Gonçalo do Abaeté
Três Marias
BR-040
BG01
Córr. Barreiro Grande
Riacho da Consciência

0 500 1.000 1.500 m

Legenda

- Monitoramento de Águas Superficiais
- Localidades
- Rodovias Federais
- Hidrografia
- Cursos d'Água Efêmeros
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Físico
- Bacia do Córrego Barreiro Grande
- Bacia do Córrego da Lavagem
- Bacia do Córrego Martinha
- Bacia do Córrego Retiro Velho
- Bacia do Riacho da Consiência
- Microbacias da Calha do Rio São Francisco
- Bacia do Córrego Espírito Santo



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023); AEL, Monitoramento Hídrico, Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023/20); Rodovias Federais (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-60: Localização dos pontos de monitoramento da qualidade das águas superficiais

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	22/03/2024	NXTM-DRS-EIA-AguaSuperf-A3-v00

9.1.11.2.2 Requisito Legal e Classe de Enquadramento

A análise dos resultados dos parâmetros físicos e químicos indicadores da qualidade das águas foi realizada considerando as diretrizes da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 02/2022, que "Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências". No caso do presente estudo, foram utilizados os limites de enquadramento para águas de Classe 2.

A elaboração deste diagnóstico foi realizada considerando os seguintes requisitos legais:

- *RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.*
- *DELIBERAÇÃO NORMATIVA CONJUNTA COPAM/CERH-MG nº 08, de 21 de novembro de 2022- Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.*
- *Termo de Referência Geral para Elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para Licenciamento Prévio, proposto pela SISEMA (Versão 1.2_jan_23)*

A verificação do atendimento ao padrão legal considerou a norma estadual Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG nº 08/2022, por ser mais recente e mais restritiva do que a legislação federal, Resolução CONAMA nº 357/2005.

Seguindo o disposto no Art. 47 da DN COPAM nº 08/2022, considera-se para comparação dos resultados o padrão de Águas Doces Classe 2, uma vez que os cursos d'água da área de interesse não foram ainda enquadrados.

9.1.11.2.3 Coleta e Análise das Amostras

Não foram coletados dados primários para elaboração deste EIA, uma vez que a Unidade Três Marias mantém um monitoramento regular dos cursos d'água, realizado trimestralmente, na área que compreende as sub-bacias presentes na AEL, a saber: sub-bacias dos córregos Martinha, Retiro Velho, Barreiro Grande, Lavagem e Consciência. Além destes foram avaliados os pontos monitorados no âmbito dos estudos conduzidos pela WSP na Unidade.

Tanto as amostragens, quanto as análises físico-químicas são realizadas desde junho de 2018 pela empresa Campo Fertilidade do Solo e Nutrição Vegetal Ltda, sendo este credenciado junto ao INMETRO e certificado pela Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005, conforme certificado que pode ser visualizado no site do site do INMETRO.: https://www.gov.br/inmetro/pt-br.

Os procedimentos de amostragens e preservação das amostras adotados seguem os critérios estabelecidos no "*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*" e também a metodologia da *Environmental Protection Agency* (EPA), bem como as diretrizes instituídas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT na Norma NBR 9898 – "Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores" e NBR 9897 – "Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores".

As análises de temperatura do ar e da água, Potencial hidrogênio iônico (pH), Potencial redox (Eh), Oxigênio dissolvido (OD) e Condutividade elétrica foram executadas *in loco* por meio de sonda multiparâmetros. As Cadeias de Custódia (CC), encontram-se dispostas no final de cada laudo analítico com informações registradas em campo. Os laudos analíticos encontram-se com o empreendedor podendo ser disponibilizados, caso seja necessário.

9.1.11.2.4 Parâmetros de Análise

Foram avaliados 33 parâmetros físico-químicos representativos da qualidade das águas superficiais, os quais são listados na Tabela 9-43 juntamente com os Valores Máximos Permitidos - VMPs estabelecidos na DN COPAM-CERH/MG Nº 8/2022 para cursos d'água classe 2. Em alguns pontos avaliados nos estudos da WSP foram avaliados outros parâmetros além dos descritos na tabela.

Tabela 9-43: Parâmetros analisados no monitoramento da qualidade das águas superficiais

Parâmetros	Limites DN COPAM/CERH 08/2022 – Classe 2
Alcalinidade Bicarbonatos (mg/L)	-
Alcalinidade Carbonatos (mg/L)	-
Alcalinidade Hidróxidos (mg/L)	-
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,1
Arsênio Total (mg/L)	0,01
Cádmio Total (mg/L)	0,001
Chumbo Total (mg/L)	0,01
Cloreto (mg/L)	250
Cobalto (mg/L)	0,05
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,009
Condutividade (µS/cm)	-
Coliformes Fecais (NMP)	1000
Coliformes Totais	-
Cromo Total (mg/L)	0,05
DBO (mg/L)	5,0
DQO (mg/L)	-
Dureza Cálcio (mg/L)	-
Dureza Magnésio (mg/L)	-

Parâmetros	Limites DN COPAM/CERH 08/2022 – Classe 2
Manganês Total (mg/L)	0,1
Mercúrio Total (mg/L)	0,0002
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	*
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5
pH (a 20ºC)	6-9
Potássio (mg/L)	-
Potencial Redox (mV)	-
Sódio (mg/L)	-
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100
Sulfato (mg/L)	250
Sulfeto (mg/L)	0,002
Temperatura (°C)	-
Turbidez (UNT)	100
Zinco Total (mg/L)	0,18

Legenda: * 3,7 para pH ≤ 7,5, 2,0 para 7,5 <pH ≤ 8,0, 1,0 para 8,0<pH ≤ 8,5 e 0,5 para pH> 8,5.

9.1.11.3 Resultados

A avaliação dos resultados foi realizada agrupando-se os pontos em sub-bacias, na forma de tabelas para todos os parâmetros avaliados e gráficos apenas para os parâmetros que não atenderam aos limites legais de referência estabelecidos na Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH/MG Nº 8, de novembro de 2022, águas Classe 2. Os resultados que apresentaram valores acima do máximo permitido pela legislação foram destacados em negrito.

A seguir é apresentado o diagnóstico da qualidade das águas superficiais das sub-bacias em estudos. Para a avaliação dos dados optou-se pela representação em *boxplot,* uma disposição gráfica comparativa que permite uma avaliação visual da dispersão e valores discrepantes (*outliers*) do conjunto de dados. Nestes gráficos a linha superior e inferior representam, respectivamente, os valores máximos e mínimos. A linha central o segundo quartil, ou seja, o valor mediano e as barras superiores e inferiores o terceiro e primeiro quartil. Os círculos apresentam os *outliers.*

Em 2024 a WSP elaborou estudos específicos para área de inserção do Projeto para avaliação e estabelecimento de valores de *background* e de *baseline* para as águas superficiais. Além do padrão de referência adotado (DN COPAM/CERH 08/2022 – classe 2) os VRQs estabelecidos nestes relatórios também nortearam as análises contidas neste diagnóstico.

Ressalta-se que os Valores de Referência de Qualidade (VRQ) indicado para águas superficiais e subterrâneas ainda apresentam valores prévios, pois ainda serão incorporados dados que contemplem um ciclo hidrológico completo.

9.1.11.3.1 Pluviometria

De maneira a subsidiar a análise dos resultados e verificar a influência da sazonalidade na qualidade das águas foram utilizados dados do pluviômetro instalado próximo ao Depósito de Rejeito Murici – DRM. O Gráfico 9-61 apresenta os acumulados pluviométricos do período de jan/2018 a abril de 2024 (período de avaliação dos resultados das análises físico-químicas) comparando-os às médias obtidas na mesma estação para o período entre 2010 e 2024.

Conforme pode ser observado, o comportamento das chuvas na região, denotado pelas médias mensais, indicaram que o ano hidrológico se inicia no mês de outubro, quando acontece a transição para o período chuvoso, e estende-se até setembro do ano seguinte. Os meses com maiores índices de precipitação ocorrem de novembro a janeiro e meses mais secos correspondendo a junho, julho e agosto.

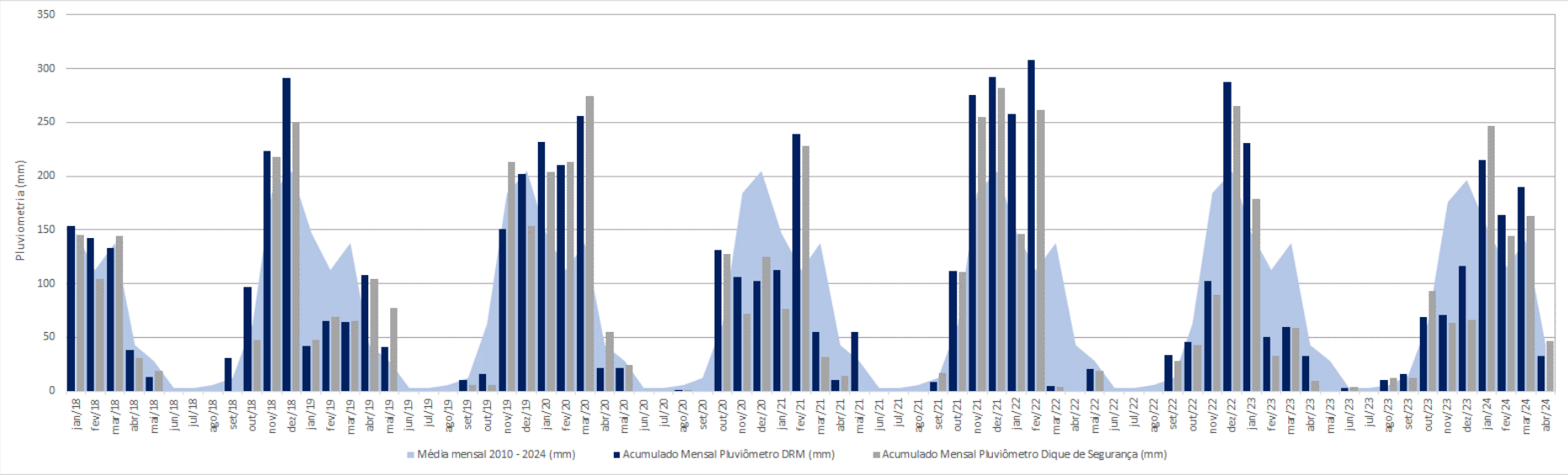
Na série avaliada (2018 a 2024) o índice pluviométrico médio da estação seca (abril a setembro) foi de 98,4 mm e na estação chuvosa (outubro a março) de 1118,93mm, indicando que aproximadamente 92% das precipitações ocorrem no período chuvoso e cerca de 8% no período de estiagem.

Comparando-os às médias obtidas na mesma estação para o período entre 2010 e 2024. Nos últimos seis anos choveu cerca de 22 mm a menos que a média histórica. Vale ressaltar que a série disponível para análise comparativa corresponde ao período entre 2010 e 2024, onde em todo estado de Minas Gerais se registrou acumulados pluviométricos abaixo que em décadas anteriores.

Alguns cursos d'água avaliados, sobretudo os córregos Retiro Velho e Martinha, permanecem sem fluxo d'água durante grandes períodos. Durante o período avaliado os referidos córregos permaneceram sem fluxo d'água de janeiro de 2018 a janeiro de 2020. Nos córregos Consciência e da Lavagem este comportamento também é recorrente.

Essa situação pode ser decorrente das condições climáticas incidentes na região de Três Marias, marcada por um período de estiagem em que comumente não são registradas chuvas durante alguns meses do ano. Pode ter relação, também, com os baixos acumulados pluviométricos verificados em toda Minas Gerais na última década, em comparação a períodos anteriores.

| Gráfico 9-61: Acumulados pluviométricos (janeiro de 2018 a abril de 2024)



Fonte: dados disponibilizados pela Nexa, em 2024.

9.1.11.3.2 Sub-bacias da Área de Estudo Local

9.1.11.3.2.1 *Rio São Francisco*

No rio São Francisco foram avaliados seis pontos de monitoramento, localizados de montante a jusante na seguinte ordem: ZM1, SF3, ZM2, SF4, SF5 e SF6. As fotos abaixo apresentam vistas dos pontos avaliados no rio São Francisco A Figura 9-61 apresenta em forma de diagrama unifilar a distribuição dos pontos avaliados no RSF.

| Foto 9-59: Ponto ZM1



Fonte: Campo Análises. Abr/2023

| Foto 9-60: SF3



Fonte: Campo Análises. Abr/2023

| Foto 9-61: Ponto ZM2



Fonte: Campo Análises. Abr/2023

| Foto 9-62: SF4



Fonte: Campo Análises. Abr/2023

| **Foto 9-63: Ponto SF5**



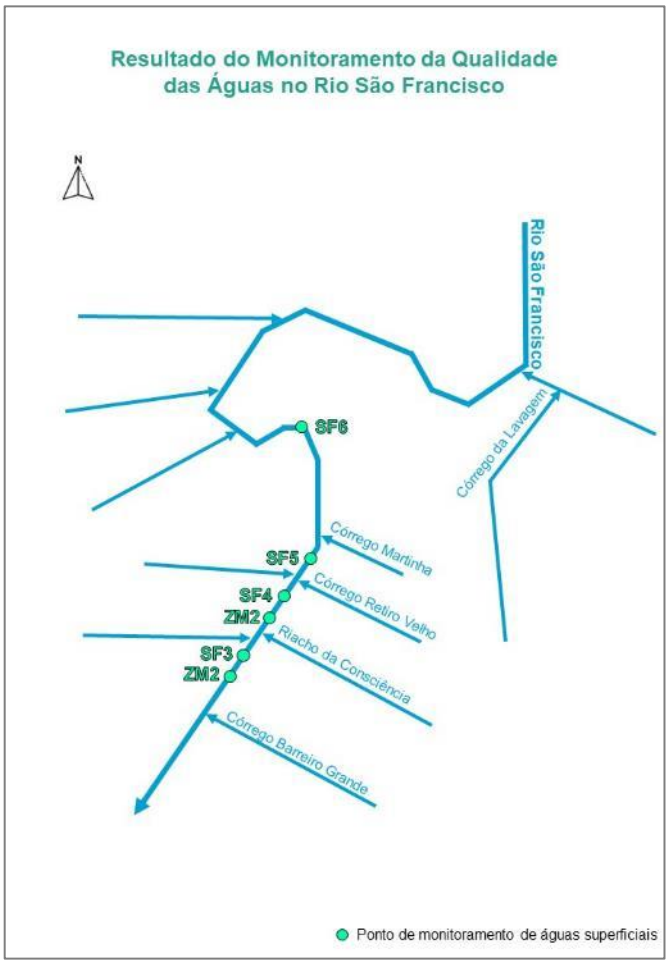
Fonte: Campo Análises. Abr/2023

| **Foto 9-64: SF6**



Fonte: Campo Análises. Abr/2023

| **Figura 9-61: Diagrama Unifilar Rio São Francisco**



Nas tabelas (Tabela 9-44 a Tabela 9-49) abaixo são exibidos os resultados dos parâmetros avaliados no rio São Francisco comparados a Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH/MG Nº 8/2022, águas Classe 2.

Tabela 9-44: Resultados das Análises no Rio São Francisco – Ponto ZM1 (2018 a 2024)

Parâmetros	DN COPAM CONJUNTA 08/22 - Classe 2	ZM 1																									
		Jan/18	Abr/18	Jul/18	Out/18	Jan/19	Abr/19	Jul/19	Out/19	Jan/20	Abr/20	Jul/20	Out/20	Jan/21	Abr/21	Jul/21	Out/21	Jan/22	Abr/22	Jul/22	Out/22	Jan/23	Abr/23	Jul/23	Out/23	Jan/24	Abr/24
Alcalinidade Bicarbonatos (mg/L)	-	38,00	31,00	56,38	26,53	38,69	28,74	30,96	27,64	<1	27,64	28,74	25,35	36,48	18,79	33,17	24,32	47,54	9,95	20,3	29,85	27,8	28,77	36,77	27,28	47,44	35,82
Alcalinidade Carbonatos (mg/L)	-	<2,0	<2,0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidade Hidróxidos (mg/L)	-	<2,0	<2,0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,1	<0,1	**0,11**	<0,01	0,01	**0,45**	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0905	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,025
Arsênio Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cádmio Total (mg/L)	0,001	<0,0005	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,004	<0,002	<0,002	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cloreto (mg/L)	250	-	-	-	3,66	2,98	2,99	4,06	4,06	5,06	3,78	3,38	6,06	7,06	8,06	3,89	2,84	3,09	2,31	5,51	<2	2,9	3,04	3,11	3,13	3,22	4,06
Cobalto (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,009	<0,005	<0,005	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Condutividade (µS/cm)	-	66,00	80,00	73,00	186,00	270,00	78,00	128,00	76,00	112,00	106,00	76,00	77,00	88,00	88,00	79,00	82,00	63	98	69	74	0,073	82	99	76	0,07	0,084
Cromo Total (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
DBO (mg/L)	5	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
DQO (mg/L)	-	<2	<2	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Dureza Cálcio (mg/L)	-	18,60	17,90	9,96	25,76	15,85	15,00	13,18	14,67	13,38	5,96	16,23	15,92	15,88	14,48	16,40	16,95	13,13	12,91	17,85	21,75	15,46	14,39	16,92	17,3	18,81	16,12
Dureza Magnésio (mg/L)	-	7,80	7,50	3,05	85,57	6,70	13,54	5,53	5,48	6,79	4,53	6,30	7,04	6,84	6,43	6,75	6,39	5,16	6,21	6,16	6,75	6,16	5,44	5,89	6,39	5,57	6,57
Manganês Total (mg/L)	0,1	**0,19**	**0,21**	<0,005	0,02	**0,17**	**0,26**	0,01	0,01	**0,24**	0,09	0,01	0,01	**0,15**	**0,26**	0,01	0,01	0,039	**0,128**	0,013	<0,005	0,059	**0,195**	0,022	0,023	**0,252**	**0,405**
Mercúrio Total (mg/L)	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	*	0,08	0,15	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,32	<0,28	<0,28	0,37	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,48
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5	**3,20**	**3,60**	5,52	5,90	5,45	5,92	5,20	6,95	6,19	6,10	5,37	5,61	5,29	5,46	5,51	5,41	5,54	5,71	5,62	5,62	5,42	5,83	5,58	5,5	5,74	5,22
pH (a 20ºC)	6-9	7,50	6,82	7,12	6,99	7,04	6,82	6,94	6,80	7,10	6,94	6,98	7,26	7,03	7,31	7,42	7,14	7,13	6,82	7,41	7,31	7,08	7,31	7,51	7,36	7,09	7,29
Potássio (mg/L)	-	-	-	-	3,05	2,40	2,23	1,99	1,749	1,980	1,089	1,562	2,084	2,112	2,035	2,024	1,914	1,914	2,508	1,793	2,288	2,816	1,969	1,881	2,277	2,178	1,881
Potencial Redox (mV)	-	106,00	135,00	188,00	274,00	186,00	236,00	146,00	150,00	120,00	148,00	110,00	115,00	143,00	123,00	154,00	81,00	146	98,5	122,4	128,1	138,1	133,4	119,2	120,1	298	116,2
Sódio (mg/L)	-	4,64	4,26	7,94	4,87	3,96	3,20	2,68	2,74	3,20	0,31	2,84	3,12	3,45	2,88	3,09	3,50	2,706	2,068	2,343	3,322	2,585	1,749	2,541	3,509	3,41	2,816
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500	38,00	48,00	53,00	56,00	38,00	51,00	53,00	33,00	38,00	41,00	<33	50,00	49,00	49,00	61,00	53,00	51	36	40	49	47	42	50	41	59	64
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100	8,30	19,00	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33
Sulfato (mg/L)	250	<3,0	<3,0	6,50	3,50	2,50	4,70	3,00	2,90	2,80	4,10	3,00	2,50	2,20	2,40	2,50	2,10	<2	<2	5,9	<2	2,2	<2	2,2	3	<2	<2
Sulfeto (mg/L)	0,002	<0,1	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,003	<0,003	<0,002
Temperatura (°C)	-	25,00	25,30	23,77	24,40	26,47	26,40	24,81	23,10	25,00	26,00	23,40	25,00	24,60	25,90	25,10	22,90	25,2	25,3	24	23,2	25	25	-	23,9	25,9	26,2
Turbidez (UNT)	100	26,00	56,40	3,00	0,86	7,27	13,47	3,68	<0,5	10,66	74,35	1,02	<0,5	12,01	20,80	<0,5	2,55	61,9	63,3	9,08	<0,5	10,41	34,3	<0,5	1,16	7,24	<0,5
Zinco Total (mg/L)	0,18	**0,30**	**0,36**	0,08	0,08	0,15	**0,20**	0,02	<0,01	<0,01	0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,07

Legenda: * 3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5

Tabela 9-45: Resultados das Análises no Rio São Francisco – Ponto SF3 (2018 a 2024)

Parâmetros	DN COPAM CONJUNTA 08/22 - Classe 2	SF3																								
		Jan/18	Abr/18	Jul/18	Out/18	Jan/19	Abr/19	Jul/19	Out/19	Jan/20	Abr/20	Jul/20	Out/20	Jan/21	Abr/21	Jul/21	Out/21	Jan/22	Abr/22	Jul/22	Out/22	Jan/23	Abr/23	Jul/23	Out/23	Jan/24	Abr/24
Alcalinidade Bicarbonatos (mg/L)	-	28,00	38,00	25,43	26,53	39,80	28,74	28,74	33,17	<1	26,53	30,96	29,21	26,53	24,32	34,27	22,11	23,22	13,27	19,1	35,82	27,8	27,57	32,02	27,28	42,7	35,82
Alcalinidade Carbonatos (mg/L)	-	<2,0	<2,0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidade Hidróxidos (mg/L)	-	<2,0	<2,0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,1	<0,1	**0,11**	<0,01	0,02	**0,38**	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0643	<0,01	<0,01	<0,01	0,0166	<0,01	<0,01	0,031	0,038
Arsênio Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cádmio Total (mg/L)	0,001	<0,0005	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,004	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cloreto (mg/L)	250	-	-	-	3,63	3,00	3,19	4,03	3,19	4,19	3,74	3,37	4,19	5,19	6,19	3,36	2,79	2,87	2,29	4,81	<2	2,94	3,06	3,11	3,1	3,3	4,06
Cobalto (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,009	<0,005	<0,005	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Condutividade (µS/cm)	-	68,000	110,00	85,000	121,00	136,00	71,000	132,00	5090,0	114,00	102,00	69,000	83,000	77,000	84,000	83,000	79,000	62,000	104,00	69,000	72,000	0,073	76,00	98	75	0,071	0,082
Cromo Total (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,006	<0,005
DBO (mg/L)	5	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
DQO (mg/L)	-	<2	<2	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Dureza Cálcio (mg/L)	-	18,20	31,20	8,66	19,75	17,66	18,10	13,32	16,56	13,82	7,11	16,54	16,07	16,15	14,53	16,43	16,81	13,6	12,77	17,47	22,03	15,3	16,81	15,96	17,14	18,18	15,35
Dureza Magnésio (mg/L)	-	8,20	86,10	2,59	20,57	14,00	33,07	7,70	6,34	7,16	5,03	6,43	6,98	6,84	6,39	6,79	6,43	5,16	6,66	6,02	7,93	6,07	5,62	5,75	6,39	5,53	5,84
Manganês Total (mg/L)	0,1	**0,20**	**0,24**	0,01	0,02	**0,18**	**0,28**	0,01	0,01	**0,24**	0,09	0,01	0,01	**0,17**	**0,26**	0,01	0,01	0,037	**0,134**	0,011	<0,005	0,052	**0,196**	0,022	0,024	**0,184**	**0,197**
Mercúrio Total (mg/L)	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	*	0,12	0,23	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,29	<0,28	<0,28	<0,28	0,31	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,57
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5	**3,40**	**3,40**	5,62	5,63	5,33	5,86	5,10	6,10	6,08	6,04	5,31	5,74	5,38	5,42	5,46	5,49	5,86	5,74	5,67	6,01	5,29	5,82	5,48	5,38	5,39	5,32
pH (a 20ºC)	6-9	7,40	7,03	7,24	6,95	7,24	7,78	6,68	6,84	6,94	6,82	7,18	7,21	7,12	7,44	7,55	7,03	7,19	6,94	7,3	7,32	7,51	7,43	7,45	7,28	7,16	7,26
Potássio (mg/L)	-	-	-	-	2,73	2,55	2,34	2,00	2,167	2,024	1,232	1,573	2,101	2,134	2,068	2,002	1,936	1,87	2,794	1,65	2,277	2,794	2,024	1,848	2,288	2,145	1,87
Potencial Redox (mV)	-	118,00	148,00	164,00	280,00	136,00	264,00	146,00	141,00	135,00	146,00	116,00	126,00	121,00	126,00	110,00	92,00	143	99,3	119,3	129,1	153,1	128,1	122,1	118,6	307,1	112,3
Sódio (mg/L)	-	4,64	6,05	10,76	4,24	3,97	3,42	2,67	3,33	3,29	0,37	2,85	3,15	3,51	2,90	3,11	3,45	2,739	2,09	<0,01	3,377	2,552	1,793	2,497	3,52	3,366	3,014
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500	38,00	66,00	41,00	53,00	66,00	67,00	54,00	33,00	38,00	42,00	<33	52,00	48,00	46,00	51,00	53,00	48	34	48	51	47	42	49	40	123	82
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100	4,00	20,00	<33	<33	<33	<33	98,00	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33
Sulfato (mg/L)	250	<3,0	<3,0	<2	3,10	27,80	10,70	3,50	2,50	3,30	3,00	2,60	2,30	2,00	2,00	2,50	2,10	<2	<2	2,6	<2	2,3	<2	2,3	3	<2	<2
Sulfeto (mg/L)	0,002	<0,1	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Temperatura (°C)	-	25,40	25,10	23,70	24,70	25,30	26,40	24,80	23,40	25,80	26,00	25,00	24,10	24,70	25,60	23,00	22,49	25,4	25,3	24	23,1	25	26	-	23,8	25,3	26,1
Turbidez (UNT)	100	27,10	55,10	3,03	0,97	8,71	12,66	2,48	1,83	12,51	83,25	0,88	<0,5	9,81	17,47	<0,5	<0,5	61,1	63,6	6,5	<0,5	7,83	30,7	<0,5	1,21	9,18	<0,5
Zinco Total (mg/L)	0,18	**0,35**	**0,51**	0,10	0,06	**0,38**	**0,19**	0,03	<0,002	<0,002	0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,036

Legenda: * 3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5.

Tabela 9-46: Resultados das Análises no Rio São Francisco – Ponto ZM2 (2018 a 2024)

Parâmetros	DN COPAM CONJUNTA 08/22 - Classe 2	ZM 2																									
		Jan/18	Abr/18	Jul/18	Out/18	Jan/19	Abr/19	Jul/19	Out/19	Jan/20	Abr/20	Jul/20	Out/20	Jan/21	Abr/21	Jul/21	Out/21	Jan/22	Abr/22	Jul/22	Out/22	Jan/23	Abr/23	Jul/23	Out/23	Jan/24	Abr/24
Alcalinidade Bicarbonatos (mg/L)	-	11,00	39,00	29,85	29,85	35,38	27,64	25,43	32,06	<1	27,64	30,96	28,65	29,85	25,43	28,74	34,27	26,53	17,69	21,49	25,07	32,63	31,17	31,17	33,21	14,23	42,7
Alcalinidade Carbonatos (mg/L)	-	<2,0	<2,0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidade Hidróxidos (mg/L)	-	<2,0	<2,0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,1	<0,1	**0,12**	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0625	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,047	<0,01
Arsênio Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cádmio Total (mg/L)	0,001	<0,0005	<0,0005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cloreto (mg/L)	250	-	-	-	3,74	3,03	2,97	4,10	4,10	5,10	3,58	3,40	6,10	6,10	6,10	3,87	2,91	3,09	2,1	5,39	<2	2,95	3,03	3,03	3,12	3,28	3,21
Cobalto (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,009	<0,005	<0,005	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Condutividade (µS/cm)	-	65,00	74,00	94,00	195,00	85,00	91,00	76,00	80,00	83,00	104,00	75,00	78,00	83,00	82,00	82,00	68,00	59	68	70	71	0,072	78	78,00	0,102	0,069	0,07
Cromo Total (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
DBO (mg/L)	5	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2,00	<2,00	**6**	<2,00
DQO (mg/L)	-	<2	<2	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10,00	<10,00	17	<10,00
Dureza Cálcio (mg/L)	-	17,70	18,20	8,41	19,34	15,85	13,87	13,02	14,45	13,54	14,42	16,73	16,18	16,26	14,26	16,62	18,27	13,71	12,66	17,22	22,22	15,71	14,67	14,67	16,18	8,1	18,9
Dureza Magnésio (mg/L)	-	7,80	10,20	2,68	21,79	6,93	6,34	5,62	5,16	6,89	47,88	6,57	7,20	6,93	6,34	6,75	6,84	5,25	6,12	6,02	6,98	6,16	5,25	5,25	5,8	6,21	5,44
Manganês Total (mg/L)	0,1	**0,18**	**0,20**	0,01	0,02	**0,17**	**0,24**	0,01	<0,005	**0,25**	0,08	0,01	0,01	**0,17**	**0,27**	0,01	0,02	0,039	**0,132**	0,011	0,007	0,091	**0,194**	**0,194**	0,011	**0,143**	**0,253**
Mercúrio Total (mg/L)	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	*	0,07	0,17	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,29	<0,28	0,34	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5	**4,10**	**3,10**	5,07	5,66	5,21	5,74	5,86	5,72	5,37	6,10	5,68	5,88	5,24	5,34	5,56	5,66	5,79	5,76	5,82	5,46	5,32	5,7	5,7	5,62	5,22	5,74
pH (a 20ºC)	6-9	7,20	7,05	7,41	7,21	7,34	7,49	6,71	7,17	6,46	6,89	7,10	7,16	7,11	7,31	7,61	6,99	6,95	6,81	7,21	7,37	6,93	7,34	7,34	7,54	7,26	7,1
Potássio (mg/L)	-	-	-	-	2,73	2,40	2,19	1,98	1,782	1,958	1,122	1,584	2,090	2,145	2,024	2,024	1,947	2,024	2,541	1,716	2,332	2,794	1,958	1,958	1,848	3,267	2,2
Potencial Redox (mV)	-	26,00	154,00	150,00	282,00	241,00	268,00	146,00	226,00	98,00	148,00	112,00	119,00	151,00	122,00	120,00	94,00	145	98,4	128,3	106,8	137,1	130,2	130,2	122,9	129,1	293,8
Sódio (mg/L)	-	4,60	4,29	7,47	4,22	4,11	3,11	2,67	2,72	3,20	1,41	2,87	3,14	3,53	2,86	3,10	3,55	2,827	2,068	2,277	3,476	2,64	1,716	1,716	2,508	2,035	3,355
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500	37,00	44,40	47,00	115,00	34,00	54,00	53,00	<33	38,00	41,00	<33	44,00	49,00	56,00	61,00	54,00	48	37	49	51	47	42	42	48	<33	37
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100	10,00	26,00	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	39	<33
Sulfato (mg/L)	250	5,60	<3,0	<2	41,30	2,40	<2	5,00	2,60	2,30	2,80	2,80	2,50	3,10	2,20	2,50	2,10	<2	<2	6,4	<2	2,3	<2	<2	2,2	<2	<2
Sulfeto (mg/L)	0,002	<0,1	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Temperatura (°C)	-	24,70	25,20	23,41	23,90	24,20	26,46	24,69	24,70	25,00	26,00	23,30	24,20	24,50	25,10	22,80	23,10	25	25,1	19	22,9	25	26	26	23,4	23,8	26
Turbidez (UNT)	100	22,00	56,70	3,67	<0,5	5,19	14,32	2,12	0,80	13,76	76,10	1,32	<0,5	11,15	16,11	<0,5	<0,5	62,2	65,9	3,11	<0,5	12,58	32	32	<0,5	20,5	10,1
Zinco Total (mg/L)	0,18	0,11	0,14	0,04	0,03	0,05	0,04	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Legenda: * 3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5.

Tabela 9-47: Resultados das Análises no Rio São Francisco – Ponto SF4 (2018 a 2024)

Parâmetros	DN COPAM CONJUNTA 08/22 - Classe 2	SF4																										
		Jan/18	Abr/18	Jul/18	Out/18	Jan/19	Abr/19	Jul/19	Out/19	Jan/20	Abr/20	Jul/20	Out/20	Jan/21	Abr/21	Jul/21	Out/21	Jan/22	Abr/22	Jul/22	Out/22	Jan/23	Abr/23	Jul/23	Out/23	Jan/24	Abr/24
Alcalinidade Bicarbonatos (mg/L)	-	28,00	35,00	23,22	27,64	33,17	29,85	32,06	24,32	<1	27,64	33,17	28,65	28,74	22,11	27,64	28,74	42,01	23,22	11,94	32,24	30,21	28,77	34,4	30,84	45,07	33,43
Alcalinidade Carbonatos (mg/L)	-	<2,0	<2,0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidade Hidróxidos (mg/L)	-	<2,0	<2,0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,1	<0,1	0,10	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	**0,37**	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0812	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,017	0,014
Arsênio Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,00	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cádmio Total (mg/L)	0,001	<0,0005	0,001	**0,002**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo Total (mg/L)	0,01	<0,0005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cloreto (mg/L)	250	-	-	-	3,68	3,10	3,25	4,06	3,25	3,25	4,73	3,36	3,25	4,25	5,25	3,45	2,78	3,38	2,12	5,97	<2	2,98	3,03	3,12	3,11	3,26	4,07
Cobalto (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,009	<0,005	<0,005	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Condutividade (µS/cm)	-	67,00	80,00	94,00	131,00	96,00	71,00	86,00	74,00	88,00	98,00	79,00	80,00	76,00	79,00	78,00	79,00	66	72	68	71	0,072	78	98	71	0,072	0,08
Cromo Total (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	0,02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
DBO (mg/L)	5	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
DQO (mg/L)	-	<2	<2	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Dureza Cálcio (mg/L)	-	18,00	19,10	8,54	19,72	17,94	15,35	13,21	16,62	13,95	7,47	16,48	16,21	16,18	14,31	16,45	17,52	13,18	13,43	17,41	22,3	15,82	14,61	15,82	17,11	18,54	15,96
Dureza Magnésio (mg/L)	-	8,30	12,80	5,19	19,89	16,81	16,58	8,33	6,25	8,97	10,78	6,39	7,02	6,98	6,30	6,84	6,57	5,03	6,3	6,07	7,29	6,21	5,48	5,8	6,66	6,21	6,16
Manganês Total (mg/L)	0,1	**0,18**	**0,20**	<0,005	0,03	**0,22**	**0,27**	0,02	0,01	**0,25**	0,09	0,02	0,01	**0,20**	**0,27**	0,01	0,01	0,043	**0,132**	0,011	0,007	0,093	**0,199**	0,022	0,025	**0,253**	**0,405**
Mercúrio Total (mg/L)	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	*	0,17	0,24	<0,28	0,34	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,40	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,60	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,65
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5	**4,20**	**3,40**	5,32	**4,40**	5,40	6,76	5,71	5,68	5,60	5,24	5,76	6,01	5,07	5,66	5,48	5,83	5,46	5,78	5,72	5,72	5,76	5,73	5,42	5,42	5,72	5,46
pH (a 20ºC)	6-9	7,00	6,90	7,25	7,03	7,00	7,44	6,40	6,86	6,49	7,34	7,21	7,29	6,91	7,34	7,52	7,04	6,89	6,96	7,3	7,31	7,41	7,25	7,41	7,28	7,08	7,3
Potássio (mg/L)	-	-	-	-	2,74	2,56	2,26	1,97	2,189	2,046	1,265	1,573	2,101	2,134	2,035	2,013	1,936	1,892	2,519	1,727	2,277	2,805	2,024	1,859	2,288	2,189	1,903
Potencial Redox (mV)	-	33,90	148,00	156,00	278,00	213,00	169,00	95,00	204,00	104,00	153,00	104,00	121,00	125,00	120,00	143,00	98,00	141	94,6	124,8	107,4	149,5	129,1	114,5	112,9	302,6	104,1
Sódio (mg/L)	-	4,72	4,29	10,38	4,21	4,11	3,22	2,68	3,34	3,33	0,41	2,84	3,14	3,51	2,87	3,08	3,48	2,673	2,035	<0,01	3,399	2,651	1,804	2,497	3,553	3,421	2,783
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500	38,00	48,00	59,00	68,00	52,00	67,00	56,00	34,00	42,00	41,00	<33	49,00	47,00	50,00	50,00	55,00	47	40	41	52	49	42	50	43	219	204
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100	11,00	23,00	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	48
Sulfato (mg/L)	250	<3,0	<3,0	9,60	14,80	12,80	9,20	5,10	2,90	6,10	2,70	2,80	2,00	2,00	2,00	2,60	2,10	<2	<2	3	<2	2,2	<2	2,2	3	2,5	2,8
Sulfeto (mg/L)	0,002	<0,1	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Temperatura (°C)	-	24,40	24,90	23,43	23,70	24,10	25,41	24,68	23,90	25,00	26,00	23,20	24,00	24,30	25,60	22,90	22,90	25,2	25,1	19	26	25	26	-	23,7	25,1	25,8
Turbidez (UNT)	100	27,90	57,00	3,61	<0,5	10,48	13,17	2,13	1,30	10,95	72,00	1,03	<0,5	10,72	22,70	1,40	<0,5	66,6	69,3	3,87	<0,5	16,86	31,5	<0,5	1,36	9,10	<0,5
Zinco Total (mg/L)	0,18	**0,27**	**0,21**	0,07	0,04	**0,72**	0,13	0,02	<0,002	<0,002	0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,025

Legenda: * 3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5

Tabela 9-48: Resultados das Análises no Rio São Francisco – Ponto SF5 (2018 a 2024)

Parâmetros	DN COPAM CONJUNTA 08/22 - Classe 2	SF5																									
		Jan/18	Abr/18	Jul/18	Out/18	Jan/19	Abr/19	Jul/19	Out/19	Jan/20	Abr/20	Jul/20	Out/20	Jan/21	Abr/21	Jul/21	Out/21	Jan/22	Abr/22	Jul/22	Out/22	Jan/23	Abr/23	Jul/23	Out/23	Jan/24	Abr/24
Alcalinidade Bicarbonatos (mg/L)	-	38,00	30,00	18,79	25,43	30,96	28,74	27,64	30,96	<1	23,22	27,64	29,76	35,38	23,22	50,85	26,53	56,38	17,69	11,94	35,82	30,21	31,17	36,77	28,47	41,51	35,82
Alcalinidade Carbonatos (mg/L)	-	<2,0	<2,0	<1,0	<1,0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidade Hidróxidos (mg/L)	-	<2,0	<2,0	<1,0	<1,0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,1	<0,1	**0,12**	<0,01	0,03	0,02	<0,01	0,07	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,07	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,09	0,01
Arsênio Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cádmio Total (mg/L)	0,001	<0,0005	0,001	**0,002**	<0,001	**0,002**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	<0,002	<0,002
Cloreto (mg/L)	250	-	-	-	3,66	3,01	3,17	4,07	3,17	7,86	3,77	3,35	3,17	4,17	3,17	3,41	2,91	2,92	2,27	6,20	<2	2,97	3,03	3,11	6,27	3,3	4,07
Cobalto (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,009	<0,005	<0,005	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Condutividade (µS/cm)	-	64,00	92,00	86,00	113,00	220,00	96,00	92,00	96,00	98,00	94,00	74,00	78,00	94,00	99,00	70,00	80,00	61,00	69,00	75,00	18,00	69,00	75,00	0,10	80,00	0,086	0,076
Cromo Total (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
DBO (mg/L)	5	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
DQO (mg/L)	-	<2	<2	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Dureza Cálcio (mg/L)	-	18,00	19,60	7,02	19,58	16,29	14,50	13,60	17,55	14,31	5,63	16,67	16,56	17,06	15,22	16,65	18,24	14,04	14,17	17,36	22,80	15,41	15,11	16,37	17,91	19,14	16,92
Dureza Magnésio (mg/L)	-	7,90	17,70	3,42	18,16	11,69	11,60	8,97	11,91	13,05	9,24	7,79	9,87	13,32	11,91	8,74	9,47	5,48	7,25	8,11	9,87	6,57	10,51	7,43	10,55	10,96	13,23
Manganês Total (mg/L)	0,1	**0,15**	**0,21**	<0,005	0,02	**0,18**	**0,28**	0,01	0,01	**0,26**	0,09	0,02	0,01	**0,18**	**0,26**	0,01	0,01	0,04	0,09	0,01	<0,005	0,02	**0,20**	0,02	0,03	**0,31**	**0,41**
Mercúrio Total (mg/L)	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	*	0,07	0,44	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,29	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,60
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5	**4,40**	**3,60**	5,87	5,34	5,36	7,10	5,70	5,96	5,24	5,40	5,82	5,76	5,21	5,58	5,43	5,74	5,52	5,73	5,78	5,39	5,61	5,84	5,32	5,34	5,87	5,36
pH (a 20ºC)	6-9	7,10	6,81	7,25	7,08	7,45	7,62	6,86	7,12	6,83	7,32	6,68	7,24	7,01	7,19	7,48	7,01	7,04	7,01	7,24	7,25	7,60	7,21	7,21	7,42	7,04	7,45
Potássio (mg/L)	-	-	-	-	2,74	2,39	2,21	1,99	2,233	2,046	0,990	1,540	2,133	2,200	2,079	2,035	1,958	1,936	2,266	1,727	2,321	2,827	1,991	1,870	2,332	2,266	1,914
Potencial Redox (mV)	-	41,00	122,00	137,00	286,00	198,00	171,00	106,00	206,00	110,00	150,00	106,00	132,00	147,00	116,00	138,00	92,00	143,00	90,50	126,40	112,10	144,30	126,40	118,10	106,20	311,1	116,7
Sódio (mg/L)	-	4,67	4,33	8,79	4,27	3,94	3,17	2,73	3,41	3,30	<0,2	2,84	3,19	3,61	2,96	3,12	3,53	2,79	2,24	<0,01	3,55	2,53	1,79	2,53	5,40	3,421	2,86
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500	38,00	55,00	54,00	70,00	42,00	65,00	60,00	41,00	47,00	54,00	<33	55,00	60,00	61,00	67,00	58,00	50,00	44,00	46,00	56,00	47,00	52,00	54,00	46,00	173	114
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100	5,00	28,00	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	39	58
Sulfato (mg/L)	250	<3,0	11,30	6,10	15,50	8,70	9,90	7,30	10,10	9,20	10,00	5,20	5,00	7,90	8,00	4,70	4,20	<2	3,20	5,30	3,60	2,60	7,60	3,70	13,10	8,2	11,3
Sulfeto (mg/L)	0,002	<0,1	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Temperatura (°C)	-	24,60	24,72	23,30	23,90	26,40	26,45	23,80	24,14	25,00	26,00	23,00	25,00	24,20	25,50	22,70	22,60	25,30	25,90	19,00	22,80	25,00	26,00	-	23,60	25,0	24,5
Turbidez (UNT)	100	25,30	53,10	3,18	<0,5	8,85	11,95	2,25	1,18	8,08	71,00	0,80	<0,5	7,56	17,87	<0,5	<0,5	49,30	46,00	4,08	<0,5	7,83	30,85	<0,5	1,31	30,1	0,09
Zinco Total (mg/L)	0,18	0,13	**0,27**	0,05	0,03	**0,32**	0,07	0,01	<0,002	<0,002	0,03	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,17	0,08

Legenda: * 3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5.

Tabela 9-49: Resultados das Análises no Rio São Francisco – Ponto SF6 (2018 a 2024)

Parâmetro	DN COPAM CONJUNTA 08/22 - Classe 2	SF 6																									
		Jan/18	Abr/18	Jul/18	Out/18	Jan/19	Abr/19	Jul/19	Out/19	Jan/20	Abr/20	Jul/20	Out/20	Jan/21	Abr/21	Jul/21	Out/21	Jan/22	Abr/22	Jul/22	Out/22	Jan/23	Abr/23	Jul/23	Out/23	Jan/24	Abr/24
Alcalinidade Bicarbonatos (mg/L)	-	28,000	36,000	27,640	24,320	34,270	23,220	26,530	30,960	<1	24,320	28,740	26,450	34,270	25,430	30,960	27,640	22,110	23,220	20,520	31,040	26,590	28,770	33,210	28,47	48,63	33,43
Alcalinidade Carbonatos (mg/L)	-	<2,0	<2,0	<1,0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidade Hidróxidos (mg/L)	-	<2,0	<2,0	<1,0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,1	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,03	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0651	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0170
Arsênio Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cádmio Total (mg/L)	0,001	<0,0005	<0,0005	<0,001	0,00	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	<0,001
Chumbo Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cloreto (mg/L)		-	-	-	3,75	2,95	3,16	4,04	5,04	5,04	3,53	3,40	5,04	6,04	6,04	3,73	2,82	2,9300	2,3500	4,7700	<2	2,9400	3,0200	3,1200	3,19	3,23	3,99
Cobalto (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,009	<0,005	<0,005	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Condutividade (µS/cm)	-	66,00	86,00	88,00	153,00	214,00	80,00	75,00	84,00	94,00	94,00	80,00	66,00	80,00	93,00	71,00	76,00	64,00	70,00	74,00	80,00	0,0720	73,0	1040,0	79	0,083	0,072
Cromo Total (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
DBO (mg/L)	5	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
DQO (mg/L)	-	<2	<2	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Dureza Cálcio (mg/L)	-	17,90	19,80	6,97	19,06	15,79	14,75	13,16	15,44	14,06	6,24	16,89	16,40	16,70	15,00	17,11	17,77	13,840	13,790	17,770	22,300	15,110	15,520	16,100	17,33	19,64	17,22
Dureza Magnésio (mg/L)	-	7,90	18,70	3,05	12,91	10,19	12,59	7,07	8,65	10,92	4,71	9,38	9,42	11,46	11,14	9,69	9,65	5,4400	7,20	8,11	9,92	6,12	10,92	8,2400	9,78	10,33	10,46
Manganês Total (mg/L)	0,1	**0,14**	**0,20**	<0,005	0,03	**0,14**	**0,29**	0,02	0,01	**0,26**	0,10	0,02	0,01	**0,16**	**0,25**	0,02	0,01	0,033	**0,11**	0,01	<0,005	0,03	**0,19**	0,0220	0,025	**0,299**	**0,262**
Mercúrio Total (mg/L)	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	*	0,07	0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,35	<0,28	<0,28	0,34	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,5700
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5	4,70	3,90	5,28	5,06	5,16	5,66	5,16	5,18	5,16	5,32	6,10	5,82	5,11	5,26	5,26	5,60	5,38	5,68	5,58	5,74	5,66	5,89	5,2000	5,29	6,01	5,26
pH (a 20ºC)	6-9	7,10	6,96	7,26	6,88	7,36	7,20	6,76	**5,18**	6,29	7,24	7,05	7,10	6,82	7,16	7,53	6,79	6,81	6,79	7,16	6,88	7,42	7,14	7,2400	7,21	7,11	7,19
Potássio (mg/L)		-	-	-	2,76	2,37	2,24	1,97	1,837	2,013	1,045	1,551	2,112	2,178	2,068	2,046	1,969	1,90	2,39	1,77	2,24	2,82	2,00	1,8590	2,299	2,189	1,870
Potencial Redox (mV)	-	48,00	98,00	129,00	283,00	105,00	234,00	96,00	220,00	145,00	167,00	110,00	145,00	136,00	106,00	116,00	96,00	139,00	110,90	122,00	127,10	152,50	122,10	113,10	104,2	307,7	120,2
Sódio (mg/L)	-	4,70	4,25	8,49	4,22	3,83	3,16	2,67	2,86	3,28	<0,2	2,87	3,17	3,56	2,94	3,16	3,55	2,78	2,24	<0,01	3,48	2,53	1,83	2,4970	3,608	3,476	2,684
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500	37,00	51,60	56,00	64,00	48,00	68,00	56,00	37,00	44,00	52,00	<33	54,00	58,00	55,00	69,00	61,00	51,00	38,00	47,00	55,00	47,00	53,00	54,00	44	93	86
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100	6,30	16,00	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33
Sulfato (mg/L)	250	5,90	11,20	4,10	9,30	6,40	11,10	5,20	7,20	6,80	12,10	7,90	4,80	6,50	7,40	5,50	5,10	<2	3,10	8,20	3,60	2,60	8,20	4,4000	6,3	7	6
Sulfeto (mg/L)	0,002	<0,1	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Temperatura (°C)	-	26,2	24,6	23,2	23,8	24,0	27,5	22,6	23,1	25,0	26,0	22,8	23,2	24,0	25,3	22,5	22,4	25,1	25,6	19,0	22,6	25,0	26,0	-	23,4	24,9	22,5
Turbidez (UNT)	100	25,00	53,80	3,84	0,88	7,19	11,02	4,05	1,45	9,95	78,00	0,92	<0,5	8,71	16,96	<0,5	0,70	50,10	56,40	3,59	<0,5	10,59	29,90	<0,5	1,26	8,17	0,1
Zinco Total (mg/L)	0,18	0,11	**0,22**	0,03	0,03	0,11	0,07	0,03	<0,002	<0,002	0,06	0,04	0,01	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0100	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	**0,186**	0,043

Legenda: * 3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5.

Os pontos avaliados no rio São Franciso compreendem um trecho que vai desde jusante da Represa de Três Marias até a montante da corredeira Cachoeira Grande, passando pela sede municipal de Três Marias e da Unidade da Nexa.

Tanto os pontos de montante quanto a jusante da Unidade Três Marias apresentaram, durante o período avaliado (2018 a 2024), qualidade de água satisfatória nos seis pontos.

Nas águas amostradas os parâmetros que não atenderam aos limites de referência estipulados pela DN COPAM-CERH/MG Nº 8/2022, águas de Classe 2 foram o alumínio dissolvido, cádmio total, manganês total, oxigênio dissolvido e zinco total. Destes, apenas o desvio para manganês total ocorreu de modo mais recorrente e em todos os pontos avaliados.

O manganês é um elemento que compõe naturalmente o arcabouço geológico da região e áreas de contribuição, e sua disponibilidade e mobilidade para corpos de água superficial e subterrânea será naturalmente observada, uma vez que reações de dissolução do manganês ocorrem naturalmente tanto nas rochas quanto nos solos.

Também relacionado a composição das rochas e solos do local, foram detectadas concentrações pontuais de alumínio dissolvido acima do Valor Máximo Permitido – VMP, ressalta-se que após a campanha de janeiro de 2019 nenhuma amostra apresentou desvio para alumínio.

Os metais cádmio e zinco também apresentaram valores pontuais acima do VMP, no caso do cádmio foram detectados desde 2018 apenas dois valores acima do limite legal, sendo ambos no SF5. Após janeiro de 2019 nenhuma concentração de cádmio excedeu o limite. Já para o zinco foram detectados desvios pontuais em todos os pontos, com exceção do ZM2. Após abril de 2019 nenhuma concentração de zinco superou o limite legal, exceto na campanha de janeiro de 2024. Do Gráfico 9-62 ao Gráfico 9-65 estão apresentados a distribuição, tendência e variabilidade dos dados dos parâmetros manganês total, alumínio dissolvido, cádmio total e zinco total.

Os demais metais avaliados no RSF (arsênio, chumbo, cobalto, cobre, cromo e mercúrio) estavam em concentrações abaixo do limite de detecção analítico adotado pelo laboratório.

Gráfico 9-62: Resultados de Manganês Total RSF

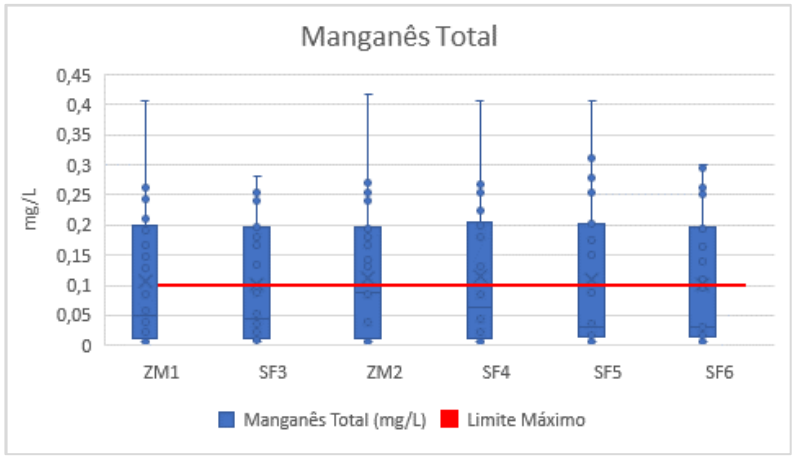


Gráfico 9-63: Resultados Alumínio Dissolvido RSF

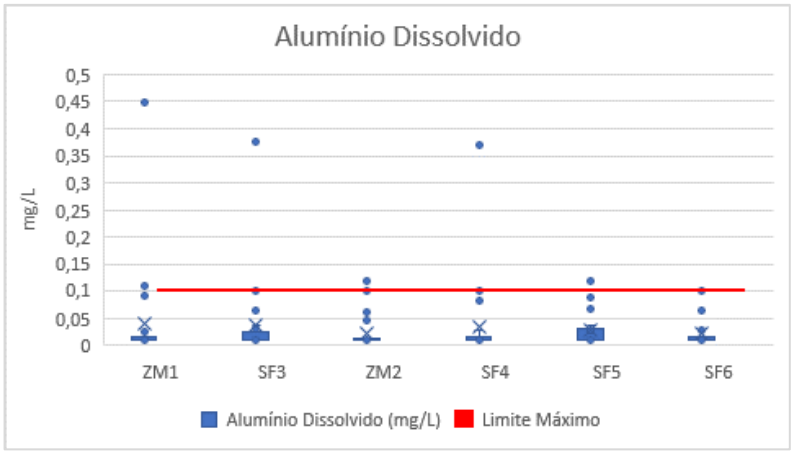


Gráfico 9-64:Resultados Cádmio Total RSF

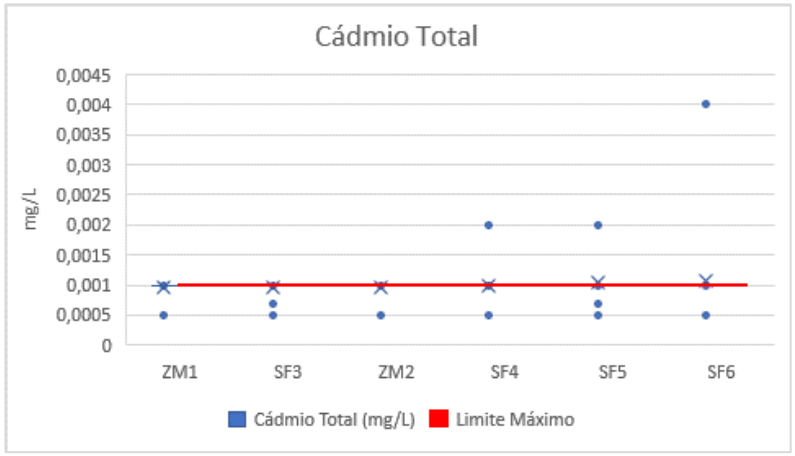
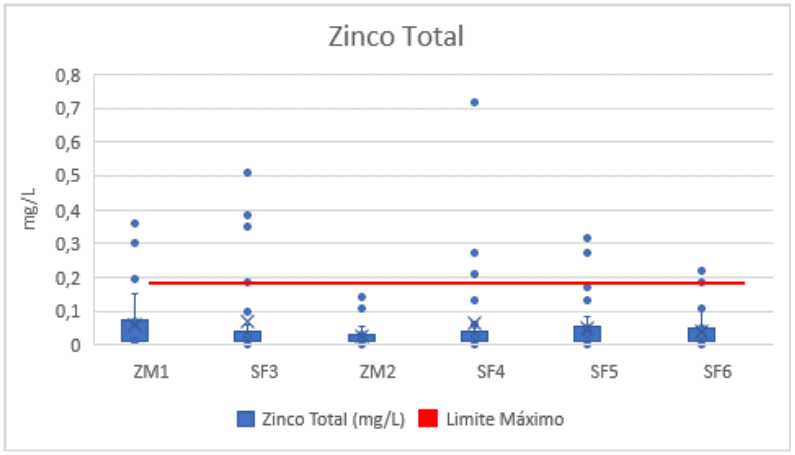
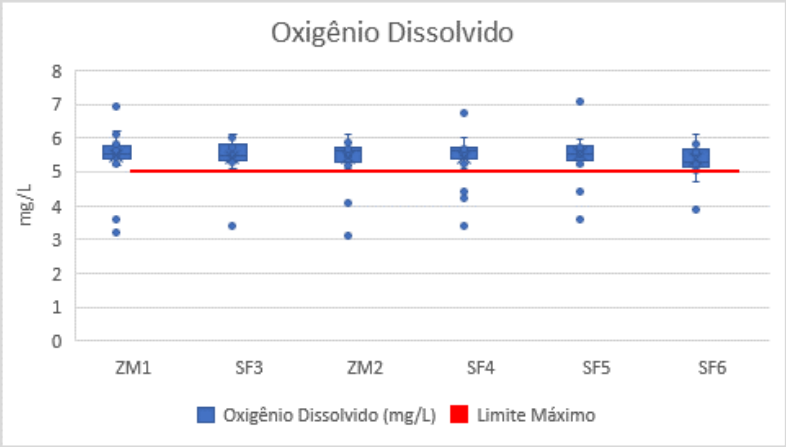


Gráfico 9-65:Resultados Zinco Total RSF



Nas campanhas de janeiro e abril de 2018 foi registrada baixa oxigenação em todos os pontos avaliados no RSF, como pode ser visualizado no Gráfico 9-66. Esta condição foi considerada atípica frente a série de dados avaliado. Após abril de 2018 a oxigenação nos pontos avaliados no RSF estava satisfatória e com valores acima de 5mg/L, conforme preconizado na legislação para cursos d'água classe 2.

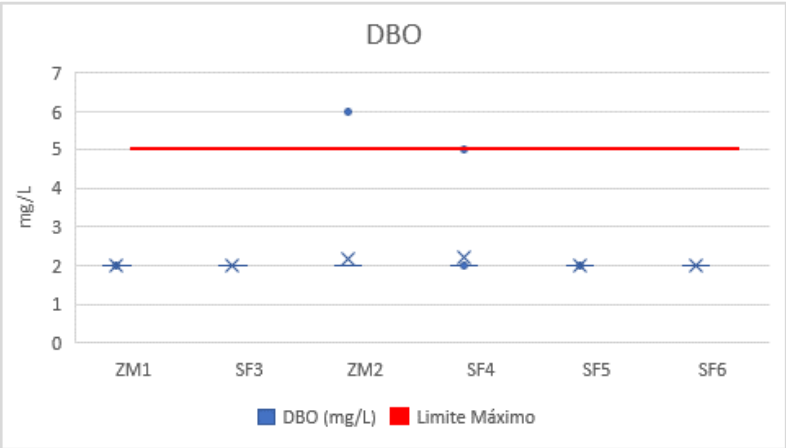
Gráfico 9-66: Resultados Oxigênio Dissolvido RSF



De forma geral, as águas do RSF estavam com baixa carga de DBO, representada pelos valores não detectáveis de DBO, baixa carga de sólidos nas suas frações dissolvida e suspensa e, consequentemente, baixa turvação, estando todos os valores abaixo de 100NTU. Todos os valores de pH estavam dentro da faixa permitida (6-9) pela legislação. Ressalta-se que na campanha de janeiro de 2024 o DBO apresentou valor acima do VMP, conforme mostra o Gráfico 9-67.

Foram detectadas ainda baixas concentrações de sulfato, sódio, sulfeto, potássio, cloreto e nitrogênio amoniacal.

Gráfico 9-67: Resultados DBO RSF



9.1.11.3.2.2 *Sub-bacia do Córrego Barreiro Grande*

Após percorrer a cidade de Três Marias e receber o esgoto da cidade, o córrego Barreiro Grande contorna a área montante a Nexa e deságua no rio São Francisco a montante da ADA do Projeto

Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias. Ressalta-se que esta sub-bacia não drena a ADA do Projeto em questão.

Na sub-bacia do córrego Barreiro Grande foram avaliados os seguintes pontos: BG01, BG02, BG03 e BG04. As fotos abaixo apresentam vistas dos pontos avaliados. A Figura 9-62 apresenta em forma de diagrama unifilar a distribuição dos pontos avaliados na sub-bacia do córrego Barreiro Grande.

Nas tabelas abaixo (Tabela 9-50 a Tabela 9-53) apresenta-se os resultados dos parâmetros avaliados na sub-bacia do córrego Barreiro Grande comparados a Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH/MG Nº 8/2022, águas Classe 2.

Foto 9-65: Ponto BG01



Fonte: Campo Análises. Jul/2023

Foto 9-66: BG02



Fonte: Campo Análises. Jul/2023

Foto 9-67: Ponto BG03



Fonte: Campo Análises. Jul/2023

Foto 9-68: BG04



Fonte: Campo Análises. Jul/2023

Figura 9-62: Diagrama Unifilar Sub-bacia Córrego Barreiro Grande

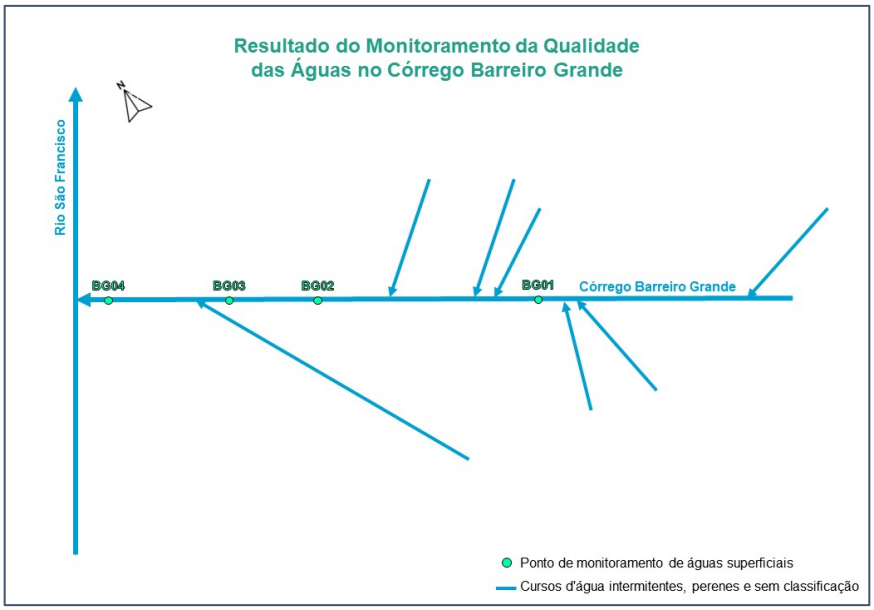


Tabela 9-50: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Barreiro Grande – Ponto BG01 (2018 a 2024)

Parâmetro	DN COPAM CONJUNTA 08/22 - Classe 2	BG 01																									
		Jan/18	Abr/18	Jul/18	Out/18	Jan/19	Abr/19	Jul/19	Out/19	Jan/20	Abr/20	Jul/20	Out/20	Jan/21	Abr/21	Jul/21	Out/21	Jan/22	Abr/22	Jul/22	Out/22	Jan/23	Abr/23	Jul/23	Out/23	Jan/24	Abr/24
Alcalinidade Bicarbonatos (mg/L)	-	7,00	18,00	<1,0	79,60	29,85	11,06	63,02	66,33	11,06	18,79	54,72	88,17	30,96	8,84	57,49	57,49	11,06	39,80	27,59	72,83	13,29	50,35	71,17	-	19,23	45,37
Alcalinidade Carbonatos (mg/L)	-	<2,0	<2,0	<1,0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	9,48	-	<1	<1
Alcalinidade Hidróxidos (mg/L)	-	<2,0	<2,0	<1,0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	-	<1	<1
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,1	<0,1	<0,1	<0,01	0,07	**0,70**	**0,28**	0,07	**0,57**	0,02	0,02	0,03	**1,02**	0,03	0,04	<0,01	0,03	0,03	<0,01	0,08	0,07	0,07	<0,01	<0,01	-	**0,158**	0,022
Arsênio Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,00	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	<0,002	<0,002
Cádmio Total (mg/L)	0,001	<0,0005	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	**0,02**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001
Chumbo Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,00	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,00	<0,002	<0,002	-	<0,002	<0,002
Cloreto (mg/L)	250	-	-	<0,01	5,18	3,93	<2	5,21	5,47	3,39	2,74	3,92	5,04	2,67	2,77	4,92	<2	2,84	<2	10,64	4,35	<2	<2	4,56	-	2,42	3,77
Cobalto (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	<0,005	<0,005
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,009	<0,005	<0,005	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	-	<0,006	<0,006
Condutividade (µS/cm)	-	760,00	960,00	355,00	365,00	968,00	496,00	135,00	289,00	122,00	210,00	106,00	146,00	65,00	145,00	122,00	186,00	0,10	48,00	0,08	152,00	68,00	80,00	0,17	-	46	0,096
Cromo Total (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	<0,005	<0,005
DBO (mg/L)	5	<2	<2	<2	<2	**12,00**	<2	<2	**7,00**	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	**8,00**	<2	<2	**11,00**	**37,50**	<2	<2	<2	-	<2	<2
DQO (mg/L)	-	<2	4,00	<10	<10,00	26,00	<10,00	<10,00	13,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	10,00	<10,00	<10,00	45,00	68,00	<10,00	<10,00	<10,00	-	<10,00	<10,00
Dureza Cálcio (mg/L)	-	25,20	9,70	28,67	42,00	83,91	8,98	27,93	36,48	3,76	6,70	18,57	41,86	7,31	10,82	29,58	32,99	6,70	8,13	18,68	38,23	6,95	14,75	36,75	-	10,74	22,91
Dureza Magnésio (mg/L)	-	11,30	4,30	9,43	18,66	18,48	4,21	13,59	16,90	1,81	3,31	9,92	20,66	3,62	3,99	14,00	21,61	2,90	4,17	9,60	15,99	2,67	7,34	15,54	-	3,49	8,7
Manganês Total (mg/L)	0,1	0,06	<0,05	0,04	0,05	**0,46**	0,01	0,02	0,09	<0,005	0,01	0,03	0,06	0,02	0,01	0,08	**0,46**	0,02	0,02	0,03	**0,24**	0,02	0,02	**0,16**	-	0,024	0,038
Mercúrio Total (mg/L)	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	-	<0,0002	<0,0002
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	*	0,13	0,09	<0,28	0,39	2,18	<0,28	0,42	<0,28	<0,28	<0,28	0,46	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	-	<0,28	<0,28
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5	**3,61**	**3,46**	**4,22**	5,52	**3,46**	**3,85**	5,32	**3,98**	5,34	5,10	5,42	5,24	5,78	5,79	5,43	5,16	5,35	5,10	5,22	5,34	5,43	5,51	5,42	-	5,27	5,46
pH (a 20ºC)	6-9	6,20	6,56	6,09	6,16	6,46	6,38	7,84	6,52	**5,34**	7,45	7,49	6,88	7,03	7,84	7,64	7,06	7,13	7,24	7,42	7,36	7,42	7,43	7,15	-	7,23	7,44
Potássio (mg/L)	-	-	-	-	3,40	3,85	1,43	2,33	3,27	0,79	0,97	1,19	4,91	1,30	1,34	1,69	4,29	1,19	1,01	1,51	2,44	1,89	1,18	1,73	-	1,419	1,551
Potencial Redox (mV)	-	160,00	161,00	118,00	169,00	175,00	288,00	43,00	235,00	180,00	141,00	208,00	162,00	108,00	189,00	107,00	131,00	128,00	141,20	138,80	103,50	136,10	123,60	180,30	-	130,3	142,1
Sódio (mg/L)	-	4,95	2,35	8,86	9,09	11,97	1,74	8,45	6,73	0,69	1,80	6,09	9,83	1,75	2,68	7,72	6,49	1,88	2,45	5,20	10,93	1,08	3,22	10,08	-	1,65	4,004
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500	456,00	**576,00**	64,00	101,00	<33	<33	92,00	76,00	<33	<33	73,00	127,00	<33	<33	<33	59,00	<33	48,00	58,00	113,00	<33	36,00	100,00	-	72	110
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100	2,70	<2,5	<33	<33	<33	<33	<33	39,00	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	39,00	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	-	<33	<33
Sulfato (mg/L)	250	6,70	<3,0	<2	<2	<2	3,90	<2	3,80	<2	<2	<2	2,00	2,10	<2	<2	26,90	2,00	<2	2,90	<2	<2	<2	<2	-	<2	<2
Sulfeto (mg/L)	0,002	<0,1	<0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,05	<0,002	-	<0,002	<0,002
Temperatura (°C)	-	25,60	26,46	24,68	26,16	27,69	27,88	26,20	27,30	26,40	24,00	24,50	26,00	26,30	24,00	24,40	28,70	26,10	24,20	26,00	28,00	27,00	29,00	-	-	26,9	26,1
Turbidez (UNT)	100	3,40	11,00	<0,5	3,60	13,28	14,73	4,79	85,00	60,00	10,23	1,23	<0,5	2,19	6,86	3,50	83,30	10,48	1,92	<0,5	<0,5	31,30	2,86	0,81	-	0,084	0,06
Zinco Total (mg/L)	0,18	<0,01	0,05	0,01	0,003	0,02	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	**0,46**	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	-	<0,01	<0,01

Legenda: * 3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5.

Tabela 9-51: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Barreiro Grande – Ponto BG02 (2018 a 2024)

Parâmetro	DN COPAM CONJUNTA 08/22 - Classe 2	BG 02																								
		Jan/18	Abr/18	Jul/18	Out/18	Jan/19	Abr/19	Jul/19	Out/19	Jan/20	Abr/20	Jul/20	Out/20	Jan/21	Abr/21	Jul/21	Out/21	Jan/22	Abr/22	Jul/22	Out/22	Jan/23	Abr/23	Jul/23	Out/23	Jan/24	Abr/24
Alcalinidade Bicarbonatos (mg/L)	-	7,00	14,00	160,30	150,35	132,67	128,24	155,88	9,95	116,08	123,82	155,88	125,64	51,96	100,60	144,83	116,08	70,750	78,490	110,38	161,19	77,340	127,07	168,42	209,56	126,21	158,8
Alcalinidade Carbonatos (mg/L)	-	<2,0	<2,0	<1,0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidade Hidróxidos (mg/L)	-	<2,0	<2,0	<1,0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,1	**0,16**	<0,1	0,07	**0,11**	0,06	0,02	0,03	<0,01	0,10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0281	<0,01	<0,01	0,048	0,05	0,035
Arsênio Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,0080	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cádmio Total (mg/L)	0,001	<0,0005	<0,0005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cloreto (mg/L)	250	-	-	-	21,92	20,60	13,27	22,14	20,59	12,66	15,14	25,07	19,15	14,76	15,78	24,97	4,43	12,100	11,740	4,0800	22,680	8,7700	16,760	23,55	21,19	10,64	20,31
Cobalto (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,01	<0,005	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Condutividade (µS/cm)	-	961,00	640,00	486,00	985,00	946,00	570,00	462,00	423,00	136,00	320,00	356,00	287,00	332,00	319,00	333,00	359,00	0,2550	128,00	0,3200	469,00	65,000	423,00	0,376	0,152	0,207	0,402
Cromo Total (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
DBO (mg/L)	5	<2	<2	<2	<2	**9**	<2	<2	**9**	<2	**9**	<2	<2	<2	<2	<2	**12**	<2	<2	**35**	<2	<2	4	<2	<2	<2	<2
DQO (mg/L)	-	<2	<2	<10	<10	21,00	<10	<10	16,00	<10	18,00	<10	<10	<10	<10	<10	34,00	<10	<10	73,00	<10	<10	10	<10	<10	<10	<10
Dureza Cálcio (mg/L)	-	122,00	9,50	104,22	109,46	113,55	97,89	104,68	73,86	41,34	23,18	94,21	76,88	81,30	79,00	96,44	78,56	54,220	66,720	173,62	111,27	57,350	96,82	104,02	115,17	73,75	115,06
Dureza Magnésio (mg/L)	-	25,80	4,10	26,03	24,34	34,25	21,47	24,96	22,51	11,87	19,03	24,78	21,43	19,48	19,03	28,72	17,89	15,990	20,110	43,980	27,720	15,400	28,67	27,77	28,4	17,17	26,23
Manganês Total (mg/L)	0,1	**0,23**	<0,05	0,07	**0,15**	<0,005	**0,18**	**0,15**	**0,27**	**0,18**	**0,11**	**0,15**	**1,11**	**0,18**	0,06	0,09	**0,96**	**0,1260**	**0,1770**	**0,2140**	**0,6960**	**0,1530**	**0,12**	**0,13**	**0,148**	**0,144**	**0,105**
Mercúrio Total (mg/L)	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	*	0,36	0,07	<0,28	0,50	<0,28	<0,28	<0,28	0,72	0,58	<0,28	0,58	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	**4,14**	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5	**3,80**	**3,20**	**3,35**	5,82	**2,48**	5,61	5,18	**3,41**	5,39	**4,80**	5,20	5,10	5,12	5,12	5,27	5,38	5,17	5,06	5,18	5,18	5,49	5,46	5,37	**4,96**	5,27	5,21
pH (a 20ºC)	6-9	6,30	6,70	6,04	6,16	6,26	6,17	7,49	6,85	6,89	7,15	7,80	7,40	6,76	6,42	7,29	7,56	6,25	6,94	7,32	7,12	7,53	7,40	7,24	7,16	7,44	6,8
Potássio (mg/L)	-	-	-	-	8,88	1,66	3,94	3,39	6,05	2,06	2,44	2,44	9,01	3,85	3,01	3,25	9,08	2,26	2,30	4,22	5,74	4,32	3,61	3,751	7,425	3,124	4,235
Potencial Redox (mV)	-	140,00	150,00	128,00	165,00	182,00	216,00	55,00	295,00	118,00	158,00	213,00	153,00	351,00	109,00	121,00	126,00	151,00	135,20	135,60	116,90	128,40	115,80	164,3	136,7	131,6	204,6
Sódio (mg/L)	-	19,17	2,24	23,87	26,32	16,58	15,33	22,19	16,83	8,89	12,82	23,94	13,84	13,43	15,06	22,56	16,84	11,759	15,092	42,647	21,252	9,4930	17,63	23,595	22,836	11,616	19,305
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500	**577**	384	253	239	136	251	256	169	211	196	257	243	188	290	268	155	167	181	247	281	143	186	254	247	205	186
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100	49,00	19,00	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33
Sulfato (mg/L)	250	13,40	<3,0	7,80	10,00	5,90	7,70	5,10	11,80	8,30	7,50	12,20	6,20	6,80	7,20	7,60	4,10	8,0000	14,000	84,20	3,2000	3,1000	6,20	6,6	4,8	<2	7,3
Sulfeto (mg/L)	0,002	<0,1	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,05	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Temperatura (°C)	-	26,10	26,16	25,32	26,70	25,76	25,64	22,70	27,50	26,30	25,00	24,60	28,00	25,00	26,30	20,20	26,80	28,400	24,900	26,00	28,00	27,30	28,00	-	-	28,5	27,4
Turbidez (UNT)	100	4,60	11,00	<0,5	4,04	10,29	4,51	7,49	1,76	23,35	2,83	1,87	<0,5	5,09	3,23	7,10	4,96	6,8700	5,8700	<0,5	<0,5	36,60	0,81	<0,5	0,11	0,063	0,09
Zinco Total (mg/L)	0,18	<0,01	0,06	0,13	0,02	0,06	0,04	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	0,04	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,0800	0,0200	0,0120	<0,01	0,011	0,025	0,012	<0,01

Legenda: * 3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5.

Tabela 9-52: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Barreiro Grande – Ponto BG03 (2018 a 2024)

Parâmetro	DN COPAM CONJUNTA 08/22 - Classe 2	BG 03																									
		Jan/18	Abr/18	Jul/18	Out/18	Jan/19	Abr/19	Jul/19	Out/19	Jan/20	Abr/20	Jul/20	Out/20	Jan/21	Abr/21	Jul/21	Out/21	Jan/22	Abr/22	Jul/22	Out/22	Jan/23	Abr/23	Jul/23	Out/23	Jan/24	Abr/24
Alcalinidade Bicarbonatos (mg/L)	-	86,00	168,00	112,77	69,65	130,45	110,55	75,18	74,07	112,77	67,44	131,56	103,60	98,39	57,49	103,92	174,68	86,230	111,66	88,35	77,61	94,26	151,05	150,63	151,82	115,05	127,76
Alcalinidade Carbonatos (mg/L)	-	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidade Hidróxidos (mg/L)	-	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,10	**0,2**	**0,2**	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,0653	<0,01	<0,01	0,0181	<0,01	<0,01	0,0450	0,061	0,062
Arsênio Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	**0,024**	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cádmio Total (mg/L)	0,001	**0,015**	**0,015**	**0,024**	**0,004**	**0,011**	<0,001	**0,020**	<0,001	**0,022**	**0,018**	**0,029**	**0,010**	<0,001	**0,006**	**0,003**	<0,001	**0,013**	**0,011**	**0,011**	0,001	**0,008**	**0,010**	**0,0040**	<0,001	**0,017**	**0,022**
Chumbo Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	<0,002	0,0080	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,0060	0,0050	<0,002	0,0040	<0,002	0,0050	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,0030	0,0100	0,0050	0,0050	**0,042**	<0,002
Cloreto (mg/L)		-	-	-	7,7	11,7	10,6	17,5	6,0	<2	12,3	20,1	11,3	10,2	6,9	20,3	16,0	10,7	13,6	20,5	9,4	7,0	3,2	18,50	19,31	10,06	15,30
Cobalto (mg/L)	0,05	0,010	<0,01	0,009	<0,005	0,007	0,007	<0,005	0,007	0,011	<0,005	0,011	<0,005	<0,005	<0,005	0,023	<0,005	0,006	0,007	0,006	0,008	0,006	0,008	<0,005	<0,005	<0,005	0,0060
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,009	<0,005	<0,005	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Condutividade (µS/cm)	-	186,0	110,0	680,0	2360,0	296,0	215,0	520,0	154,0	420,0	112,0	478,0	0,3	395,0	318,0	448,0	369,0	283,0	383,0	374,0	334,0	297,0	417,0	0,3880	402,00	0,284	0,458
Cromo Total (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,006	<0,005
DBO (mg/L)	5	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	**13,0**	<2	**6,0**	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2	<2
DQO (mg/L)	-	<2	<2	<10	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	26,0	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,01	<10,00
Dureza Cálcio (mg/L)	-	159,0	127,0	72,1	93,3	116,6	115,2	132,6	53,8	82,9	363,8	123,3	85,5	88,4	60,4	115,5	96,6	76,2	95,5	124,6	86,9	70,1	122,8	110,12	91,99	96,63	126,54
Dureza Magnésio (mg/L)	-	104,0	74,2	60,6	47,6	65,6	55,9	85,4	32,2	36,9	160,3	62,9	30,0	35,8	24,6	79,9	28,1	29,5	42,0	62,5	50,2	26,6	50,9	52,41	26,64	24,60	57,48
Manganês Total (mg/L)	0,1	**1,2**	**1,0**	**1,1**	**0,4**	**0,9**	**0,9**	**0,8**	**0,4**	**1,0**	**0,8**	**1,0**	**0,6**	**0,9**	**0,5**	**2,9**	**0,2**	**0,6**	**0,7**	**0,5**	**1,2**	**0,8**	**0,9**	**0,4420**	**0,1820**	**0,485**	**0,749**
Mercúrio Total (mg/L)	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	*	0,09	0,2	<0,28	0,6	<0,28	<0,28	<0,28	0,3	0,4	2,2	0,7	<0,28	0,3	1,7	1,6	<0,28	0,3	0,3	<0,28	1,5	0,5	<0,28	<0,28	<0,28	0,54	<0,28
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5	**3,46**	**4,4**	7,9	5,9	5,2	**5,0**	**5,0**	**3,9**	5,5	5,2	5,3	5,5	5,3	5,3	5,2	5,5	5,5	5,4	5,3	5,1	5,3	5,5	5,26	5,26	5,46	5,12
pH (a 20ºC)	6-9	7,10	6,7	7,2	6,3	7,4	7,1	7,3	6,8	7,6	6,4	6,4	6,4	7,0	7,8	6,4	7,2	6,9	6,8	7,0	6,8	7,0	6,8	6,49	6,93	6,97	7,19
Potássio (mg/L)		-	-	-	5,1	3,1	3,7	3,1	3,4	3,5	9,7	2,3	5,8	3,2	5,7	3,4	9,8	2,5	2,6	2,8	2,6	4,3	3,0	3,3990	7,3370	4,664	3,498
Potencial Redox (mV)	-	125,00	98,0	170,0	185,0	101,0	97,0	72,0	109,0	156,0	140,0	152,0	184,0	162,0	169,0	169,0	158,0	133,0	93,8	140,1	164,8	167,5	151,8	140,10	140,60	161,2	167,1
Sódio (mg/L)	-	16,8	17,8	14,7	10,2	12,5	12,9	30,8	6,6	11,6	37,7	20,7	11,2	11,5	10,2	20,0	18,8	11,9	14,4	27,6	12,3	6,8	16,1	20,911	20,38	10,791	15,851
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500	305,0	66,0	475,0	241,0	228,0	334,0	385,0	112,0	295,0	264,0	196,0	216,0	248,0	197,0	391,0	402,0	214,0	242,0	242,0	225,0	207,0	299,0	299,0	221,00	176	314
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100	4,50	3,80	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	71,0	<33	<33	<33	<33	<33
Sulfato (mg/L)	250	199,0	99,6	8,6	93,7	120,2	84,7	234,4	25,9	61,5	96,3	98,3	65,7	73,7	49,1	152,7	13,3	44,7	**339,2**	69,9	73,5	43,6	89,0	48,50	12,60	25,9	92,2
Sulfeto (mg/L)	0,002	<0,1	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Temperatura (°C)	-	25,6	26,5	18,9	26,8	28,4	26,6	20,2	27,4	30,2	26,0	23,6	22,8	26,7	22,9	17,0	25,2	26,0	23,9	20,0	28,0	26,0	28,0	-	25,20	26,1	25,6
Turbidez (UNT)	100	28,4	20,0	6,6	4,3	4,8	<0,5	11,2	6,6	10,9	6,3	3,3	<0,5	6,8	21,9	38,4	2,6	6,3	3,1	8,7	1,3	**195,8**	9,3	6,92	19,46	52,6	5,1
Zinco Total (mg/L)	0,18	**14,6**	**11,3**	**32,9**	**1,9**	**12,2**	**7,7**	**11,3**	**0,3**	**7,5**	**9,1**	**28,7**	**4,0**	**8,5**	**5,1**	**15,6**	**0,7**	**4,8**	**8,0**	**7,4**	**3,2**	**4,2**	**8,3**	**3,821**	0,1320	**3,096**	**8,426**

Legenda: * 3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5.

Tabela 9-53: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Barreiro Grande – Ponto BG04 (2018 a 2024)

Parâmetro	DN COPAM CONJUNTA 08/22 - Classe 2	BG04																										
		Jan/18	Abr/18	Jul/18	Out/18	Jan/19	Abr/19	Jul/19	Out/19	Jan/20	Abr/20	Jul/20	Out/20	Jan/21	Abr/21	Jul/21	Out/21	Jan/22	Abr/22	Jul/22	Out/22	Jan/23	Abr/23	Jul/23	Out/23	Jan/24	Abr/24
Alcalinidade Bicarbonatos (mg/L)	-	5,00	75,00	28,74	55,28	81,81	97,29	23,22	44,22	<1	60,80	30,96	44,08	81,81	27,64	53,07	86,23	81,810	<1	25,070	47,760	49,550	75,520	42,70	43,88	80,65	65,67
Alcalinidade Carbonatos (mg/L)	-	<2,0	<2,0	<1,0	<1,0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidade Hidróxidos (mg/L)	-	<2,0	<2,0	<1,0	<1,0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,1	**0,12**	**0,15**	<0,01	0,04	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0110	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,079	0,025
Arsênio Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cádmio Total (mg/L)	0,001	<0,0005	**0,002**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	**0,004**	<0,001
Chumbo Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,0030	<0,002	<0,002	<0,002	0,008	<0,002
Cloreto (mg/L)		-	-	-	6,47	7,17	8,53	4,40	4,42	7,20	7,66	4,16	5,17	12,97	4,13	4,26	6,78	8,9300	3,4400	6,1900	3,9500	4,9900	2,8100	3,6200	4,9900	6,51	7,06
Cobalto (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,009	<0,005	<0,005	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Condutividade (µS/cm)	-	209,00	226,00	92,00	139,00	340,00	94,00	82,00	142,00	230,00	150,00	85,00	98,00	127,00	117,00	102,00	154,00	127,00	103,00	0,10	101,00	108,00	221,00	0,1090	0,1350	0,167	0,17
Cromo Total (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
DBO (mg/L)	5	<2	<2	<2	**6**	<2	7	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	**8**	<2	**6**	<2	<2	<2	<2
DQO (mg/L)	-	<2	<2	<10	11	<10	16	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	19	<10	16	<10	<10	<10	<10
Dureza Cálcio (mg/L)	-	65,90	70,30	9,86	46,94	45,29	60,40	14,58	20,71	46,91	5,99	18,54	27,11	47,44	21,12	20,52	47,27	42,270	22,28	24,140	35,98	29,75	50,95	19,17	31,48	51,47	32,69
Dureza Magnésio (mg/L)	-	27,60	24,80	3,46	14,45	17,67	23,42	6,48	7,61	13,77	10,15	7,38	10,78	16,22	9,97	8,70	13,32	15,49	9,38	9,3300	11,69	11,42	20,02	7,110	10,19	10,74	19,12
Manganês Total (mg/L)	0,1	**0,27**	**0,27**	<0,005	**0,75**	**0,20**	**0,60**	0,01	**0,19**	**0,15**	**0,34**	0,02	**0,15**	**0,29**	**0,24**	0,02	**0,84**	**0,3180**	0,0820	0,0580	0,0800	**0,1450**	**0,3990**	0,0550	**0,1340**	**0,163**	**0,345**
Mercúrio Total (mg/L)	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	*	0,43	0,28	<0,28	0,34	<0,28	1,26	<0,28	<0,28	0,87	3,59	0,29	<0,28	<0,28	0,34	0,29	0,46	0,9300	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	1,22
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5	**2,60**	**3,50**	**4,26**	5,26	5,35	**2,41**	5,15	5,13	5,74	5,18	5,20	5,10	5,15	5,19	5,22	5,16	5,36	5,64	5,59	5,21	5,380	5,68	5,5200	5,2000	5,22	5,26
pH (a 20ºC)	6-9	7,50	7,30	6,58	6,78	7,21	6,41	6,86	6,60	6,57	6,79	7,22	6,71	6,92	7,12	7,20	7,04	6,9600	6,9700	7,4900	7,2700	7,490	7,1000	6,4800	7,0400	7,19	7,2
Potássio (mg/L)		-	-	-	76,00	2,72	3,34	1,99	2,06	3,58	1,00	1,58	3,23	3,05	2,12	2,10	4,17	2,9260	2,2220	1,8590	2,6070	3,3880	2,6510	2,0020	3,3110	4,312	2,299
Potencial Redox (mV)	-	75,00	94,00	157,00	6,95	266,00	269,0	129,0	136,0	122,0	147,0	116,0	186,0	181,0	130,0	156,0	138,0	134,0	99,1	139,6	130,3	143,9000	139,40	126,1000	148,6000	285	168,1
Sódio (mg/L)	-	9,29	10,53	7,89	6,29	7,89	10,91	3,12	4,13	7,76	<0,2	3,37	5,41	8,07	4,39	4,14	9,74	9,7240	4,0260	3,8060	5,8520	5,6430	10,076	3,4650	7,2490	6,93	5,929
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500	137,0	135,6	58,0	104,0	110,0	202,0	64,0	45,0	96,0	103,0	<33	87,0	134,0	67,0	77,0	135,0	157,0	61,0	64,0	86,0	89,0	126,0	61,00	69,00	26	98
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100	8,00	14,00	<33	34,00	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	53	80
Sulfato (mg/L)	250	38,2	20,8	30,0	10,0	29,4	36,6	13,0	5,1	11,7	26,0	8,1	8,8	26,3	6,3	4,9	6,3	11,5	5,3	9,7	5,0	7,70	26,0	2,90	5,00	11,5	11,2
Sulfeto (mg/L)	0,002	<0,1	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Temperatura (°C)	-	32,6	26,5	23,3	26,8	28,8	26,5	23,0	22,5	25,0	26,0	23,5	23,4	26,9	25,9	21,5	24,7	26,1	26,9	24,0	30,0	26,0	27,0	-	26,8	26,5	26,4
Turbidez (UNT)	100	15,0	39,8	2,7	20,8	1,8	8,6	3,6	1,1	18,1	51,0	1,3	<0,5	40,8	7,6	<0,5	3,2	2,9	15,3	2,5	<0,5	4,470	12,5	<0,5	2,4600	45,5	0,16
Zinco Total (mg/L)	0,180	**0,22**	**1,00**	0,02	0,04	0,14	**0,49**	0,03	0,01	**0,43**	**0,54**	0,10	0,08	**0,2**	0,08	<0,01	<0,01	<0,01	**0,21**	0,09	0,04	0,156	**0,205**	0,0110	<0,01	**0,433**	0,174

Legenda: * 3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5

.

Após percorrer a cidade de Três Marias e receber contribuições de desaguamento relacionados aos esgotos da cidade, o córrego Barreiro Grande contorna a área montante a Nexa e deságua no rio São Francisco.

Durante a série histórica, conforme apresentado nos Relatórios de Monitoramento Hídrico Integrado, elaborado pela Nexa e enviado ao órgão ambiental anualmente, foram detectadas concentrações de manganês acima VMP em várias amostras coletadas no córrego Barreiro Grande.

Nas campanhas avaliadas neste diagnóstico, a maior parte das amostras coletadas no BG2, localizado a montante da Unidade e nos pontos BG03 e BG04, localizados a jusante, estavam com concentração acima do limite de 0,1 mg/L. Essas concentrações possuem contribuição natural dos processos intempéricos das rochas e solos da região, embora, nas áreas de influência da Nexa os valores encontrados estejam maiores quando comparados com os pontos de montante, que podem estar correlacionados aos antigos depósitos de resíduos e outros passivos ambientais nas áreas adjacentes e de influência da bacia de contribuição do córrego.

Os estudos de *background* elaborados pela Golder (2009) e WSP (2023; 2024) corroboram a influência da geologia local nos resultados de manganês encontrado nos pontos avaliados no córrego Barreiro Grande.

O alumínio, elemento constituinte do arcabouço geológico do local, apresentou dois desvios nos pontos BG02, BG03 e BG04 e cinco desvios no ponto BG01, localizado a montante da Unidade.

O Gráfico 9-68 e o Gráfico 9-69 apresentam os resultados de manganês total e alumínio dissolvido nos pontos avaliados na sub-bacia do córrego Barreiro Grande entre 2018 e 2024.

Gráfico 9-68: Resultados Manganês Total na sub-bacia do córrego Barreiro Grande

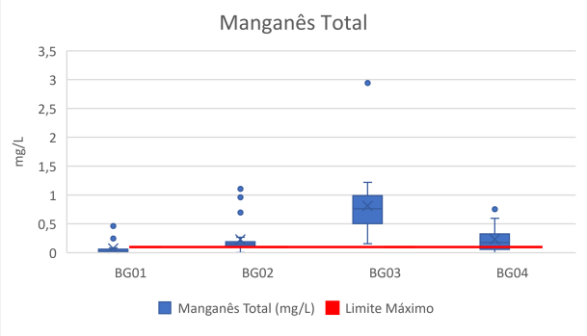
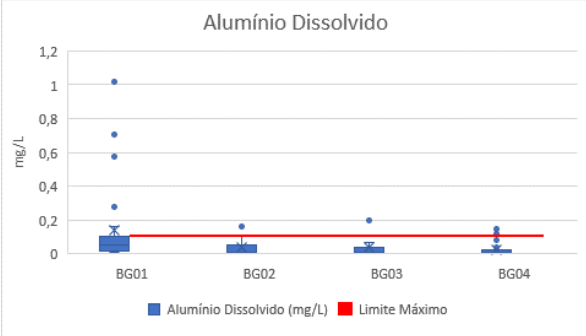


Gráfico 9-69: Resultados Alumínio Dissolvido na sub-bacia do córrego Barreiro Grande



Como pode ser visualizado no Gráfico 9-70 e no Gráfico 9-71 o ponto BG03, localizado a jusante da Unidade Nexa, apresentou concentração de cádmio e zinco, na maior parte das amostras avaliadas, em teor acima do VMP, o que não foi observado nos pontos a montante (BG01 e BG02) e nem no ponto a jusante (BG04), localizado próximo a foz com o RSF. O ponto BG01 apresentou

um desvio para cádmio e o ponto BG04 apresentou dois desvios parra cádmio, contudo tratou-se de uma condição anômala frente ao conjunto de dados do ponto.

Tais resultados possuem interface com as áreas de influência da Nexa, e, podem estar relacionados às drenagens das áreas que foram contaminadas no passado pelas operações da unidade, ao carreamento de sedimentos proveniente de antigos depósitos de resíduos e principalmente ao fluxo natural de água subterrânea na região. Tais áreas são objeto de reabilitação conforme acordado com os órgãos ambientais e condicionados à licença de operação da Unidade.

Gráfico 9-70: Resultados Cádmio Total na sub-bacia do córrego Barreiro Grande

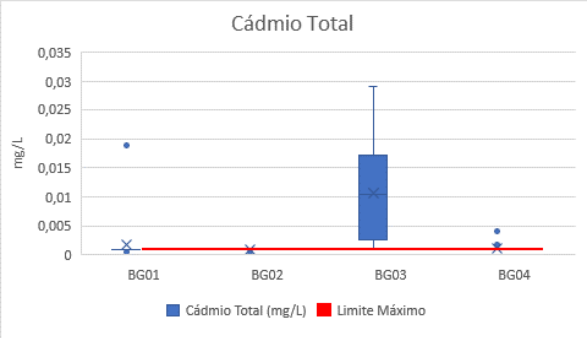
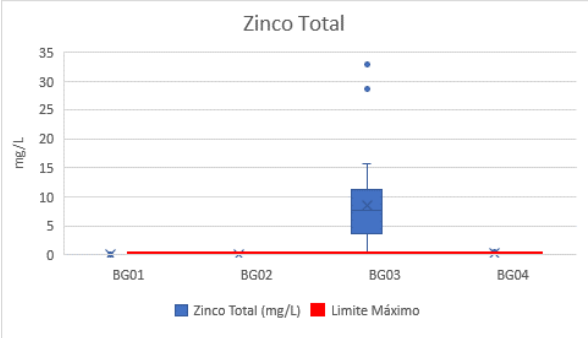


Gráfico 9-71: Resultados Zinco Total na sub-bacia do córrego Barreiro Grande



Em caráter pontual e anômalo, o ponto BG03 registrou um valor acima do VMP para arsênio (Gráfico 9-72) em julho de 2018 e para chumbo em janeiro de 2024 (Gráfico 9-73), ocorrência esta que não se repetiu nas amostragens seguintes e nem nos demais pontos do córrego Barreiro Grande.

Também em caráter anômalo foi registrado sulfato em concentração acima do limite legal em uma amostra (BG3- abril de 22), Gráfico 9-74. Nas demais amostras e demais pontos o sulfato se manteve em bons níveis e em concentrações condizentes com os limites para curso d'água classe 2.

Gráfico 9-72: Resultados Arsênio Total na sub-bacia do córrego Barreiro Grande

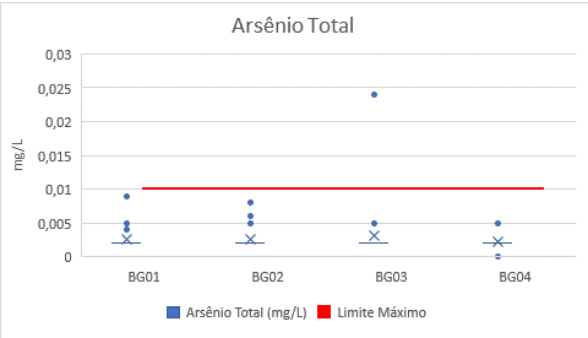


Gráfico 9-73: Resultados Chumbo na sub-bacia do córrego Barreiro Grande

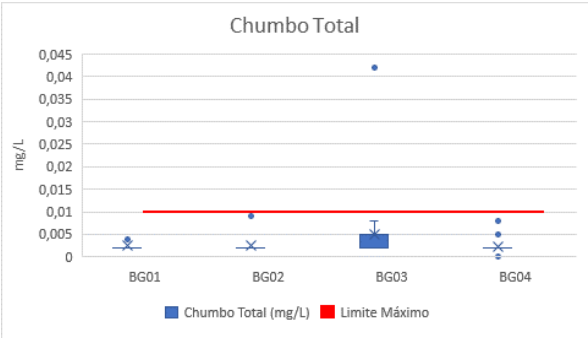
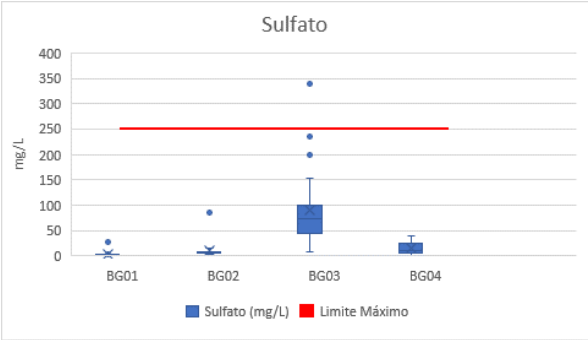


Gráfico 9-74: Resultados Sulfato na sub-bacia do córrego Barreiro Grande



Como pode ser visualizado no *boxplot* (Gráfico 9-75), todos os pontos apresentaram, em algum momento da série avaliada, alta carga de matéria orgânica, representada pelos valores altos de DBO. A alta DBO se concentrou, principalmente, no ponto BG2, localizado a jusante da sede municipal de Três Marias. Estes resultados possuem influência principalmente relacionada à carga orgânica proveniente do esgoto sanitário da cidade de Três Marias, que é depositada nesse córrego. Vale ressaltar que os efluentes da Nexa não apresentam carga orgânica.

Como consequência da alta carga orgânica existente no Barreiro Grande, a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido ocorre devido ao aumento da DBO, uma vez que o consumo de oxigênio aumenta para decomposição dessa matéria orgânica por parte dos microrganismos. Como pode ser visualizado no Gráfico 9-76 que tiveram maior recorrência nos pontos BG1 e BG2, localizados a montante da Unidade Nexa Três Marias.

Gráfico 9-75: Resultados DBO na sub-bacia do córrego Barreiro Grande

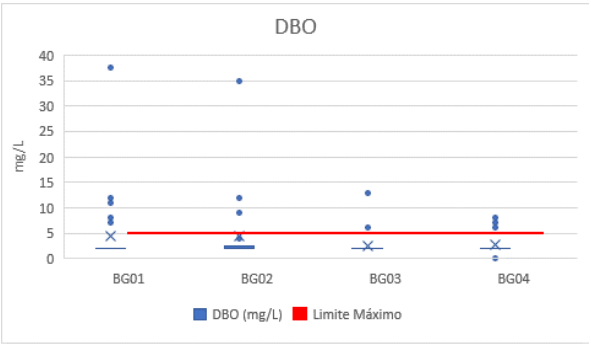
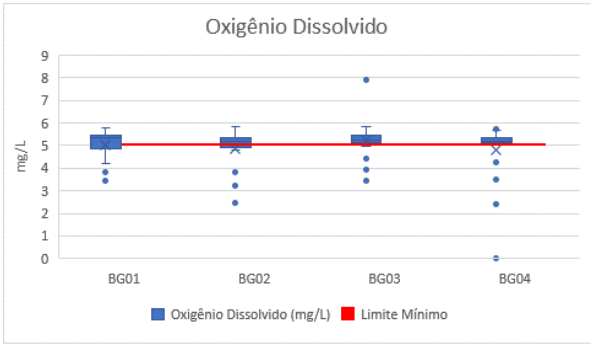


Gráfico 9-76:Resultados Oxigênio Dissolvido na sub-bacia do córrego Barreiro Grande

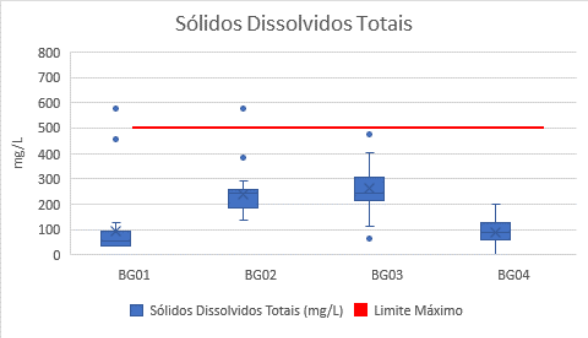


A carga de sólidos nas frações dissolvida e suspensa estava em bons níveis em todos os pontos, com exceção de duas amostras coletadas nos pontos BG1 e BG2 a montante da Unidade e, portanto, sem influência das operações da Nexa (Gráfico 9-77). A turbidez, relacionada a presença de sólidos suspensos, também esteve em baixos teores em todos os pontos amostrados, apenas uma amostra coletada no ponto BG3 em janeiro de 2023 excedeu o limite máximo de 100NTU (Gráfico 9-78), sendo, portanto, uma condição anômala.

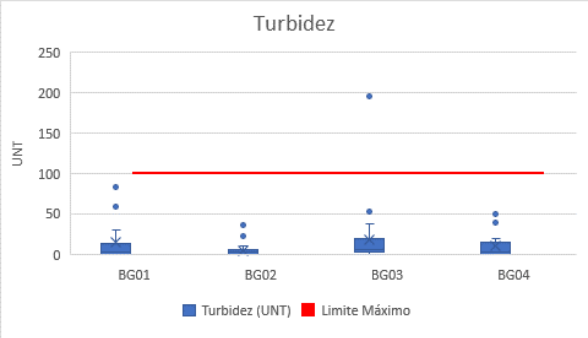
Foram detectadas ainda baixas concentrações de sódio, sulfeto, potássio, cloreto e nitrogênio amoniacal, bem como dos demais metais avaliados: arsênio, chumbo, cobalto, cobre, cromo e

mercúrio, que estavam em sua maioria em concentrações abaixo do limite de detecção analítico adotado pelo laboratório.

| Gráfico 9-77: Resultados Sólidos Dissolvidos Totais na sub-bacia do córrego Barreiro Grande



| Gráfico 9-78: Resultados Turbidez na sub-bacia do córrego Barreiro Grande



9.1.11.3.2.3 *Sub-bacia do Córrego Consciência*

O córrego Consciência corta a área da Nexa e deságua no rio São Francisco a montante da ADA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias. Ressalta-se que esta sub-bacia não drena a ADA do Projeto em questão.

Nesta sub-bacia foram avaliados os pontos: C1, C2, C3, CF e C4. As fotos abaixo apresentam vistas dos pontos avaliados. A Figura 9-63 apresenta em forma de diagrama unifilar a distribuição dos pontos avaliados na sub-bacia do córrego Consciência.

| Foto 9-69: Ponto C1



Fonte: Campo Análises. Abr/2023

| Foto 9-70: Ponto C2



Fonte: Campo Análises. Abr/2023

Foto 9-71: Ponto C3



Fonte: Campo Análises. Abr/2023

Foto 9-72: Ponto CF



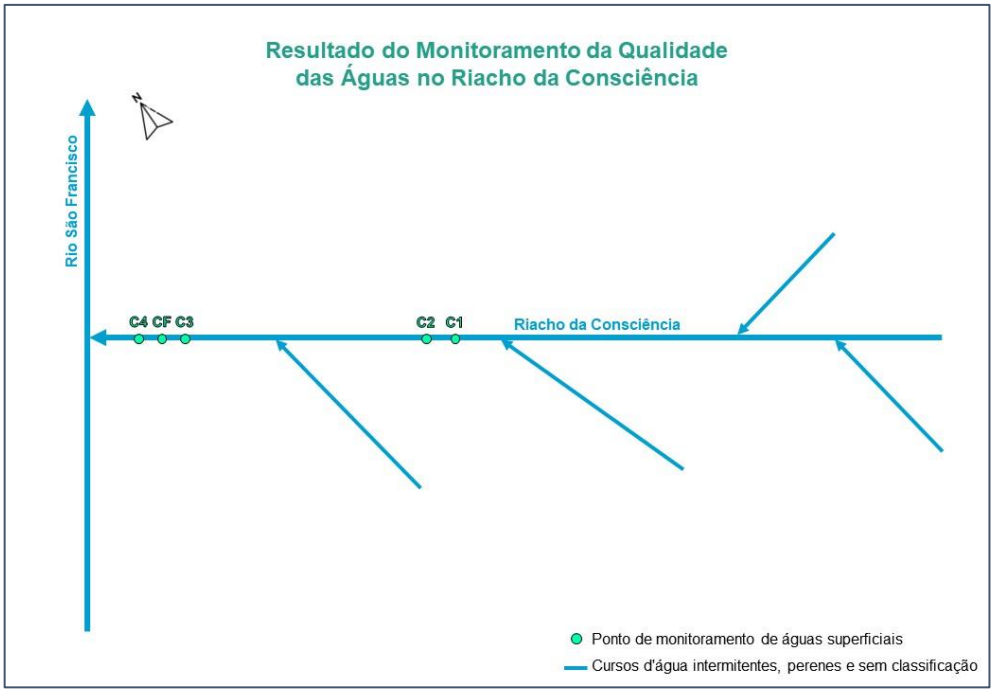
Fonte: Campo Análises. Abr/2023

Foto 9-73: Ponto C4



Fonte: Campo Análises. Abr/2023

| Figura 9-63: Diagrama Unifilar Sub-bacia Córrego Consciência



Nas tabelas abaixo (Tabela 9-54 a Tabela 9-58Tabela 9-58 são exibidos os resultados dos parâmetros avaliados na sub-bacia do córrego Consciência comparados a Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH/MG Nº 8/2022, águas Classe 2.

Tabela 9-54: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Consciência – Ponto C1 entre os anos de 2018 e 2024

Parâmetro	DN COPAM CONJUNTA 08/22 - Classe 2	C1																								
		Jan/18	Abr/18	Jul/18	Out/18	Jan/19	Abr/19	Jul/19	Out/19	Jan/20	Abr/20	Jul/20	Out/20	Jan/21	Abr/21	Jul/21	Out/21	Jan/22	Abr/22	Jul/22	Out/22	Jan/23	Abr/23	Jul/23	Out/23	Jan/24	Abr/24
Alcalinidade Bicarbonatos (mg/L)	-	4,0	10,0	*	*	*	*	*	*	16,580	3,320	16,580	6,610	51,960	13,270	*	13,27	3,32	13,27	6,9	*	8,5	13,2	*	*	14,23	9,55
Alcalinidade Carbonatos (mg/L)	-	<2	<2	*	*	*	*	*	*	<1	<1	<1	<1	<1	<1	*	<1	<1	<1	<1	*	<1	<1	*	*	<1	<1
Alcalinidade Hidróxidos (mg/L)	-	<2	<2	*	*	*	*	*	*	<1	<1	<1	<1	<1	<1	*	<1	<1	<1	<1	*	<1	<1	*	*	<1	<1
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,1	<0,1	<0,1	*	*	*	*	*	*	<0,01	0,038	0,012	**0,394**	0,042	<0,01	*	**0,1212**	0,0459	<0,01	0,0419	*	0,0	<0,01	*	*	**0,24**	**0,11**
Arsênio Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	0,004	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	<0,002
Cádmio Total (mg/L)	0,001	<0,0005	<0,0005	*	*	*	*	*	*	0,001	**0,005**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	*	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	*	<0,001	<0,001	*	*	<0,001	<0,001
Chumbo Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	0,003	0,002	<0,002	<0,002	*	0,0	<0,002	*	*	<0,002	0,005
Cloreto (mg/L)	250	-	-	*	*	*	*	*	*	2,720	2,790	2,110	2,000	<2	2,300	*	<2	7,53	<2	5,08	*	<2	<2	*	*	2,01	2,97
Cobalto (mg/L)	0,050	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005	*	*	<0,005	<0,005
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,009	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	<0,006	<0,006	<0,006	0,006	<0,006	<0,006	*	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	*	<0,006	<0,006	*	*	<0,006	<0,006
Condutividade (µS/cm)	-	969,00	90,00	*	*	*	*	*	*	143,00	110,00	82,000	72,000	71,000	65,000	*	211	160	58	65	*	64,0	60,0	*	*	0,025	0,021
Cromo Total (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	<0,006	<0,005	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005	*	*	0,011	<0,005
DBO (mg/L)	5	<2	<2	*	*	*	*	*	*	<2	**11**	<2	**20**	<2	<2	*	**24**	<2	<2	<2	*	<2	<2	*	*	<2	<2
DQO (mg/L)	-	<2	<2	*	*	*	*	*	*	<10	21	<10	49	<10	<10	*	51	<10	<10	<10	*	<10	<10	*	*	<10	<10
Dureza Cálcio (mg/L)	-	4,20	3,30	*	*	*	*	*	*	1,430	2,030	4,390	51,860	2,610	3,630	*	3,32	5,25	2,72	3,43	*	3,4	5,6	*	*	37,71	4,15
Dureza Magnésio (mg/L)	-	3,20	3,30	*	*	*	*	*	*	1,490	2,540	2,540	56,850	3,620	3,400	*	3,08	4,03	2,54	4,08	*	2,9	3,7	*	*	22,33	2,9
Manganês Total (mg/L)	0,1	**0,11**	<0,05	*	*	*	*	*	*	<0,005	0,020	**0,123**	0,024	0,053	0,068	*	0,03	**0,246**	0,02	0,044	*	0,022	0,033	*	*	0,044	0,033
Mercúrio Total (mg/L)	0,0002	<0,0002	<0,0002	*	*	*	*	*	*	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	*	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	*	<0,0002	<0,0002	*	*	<0,0002	<0,0002
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	**	<0,05	0,06	*	*	*	*	*	*	<0,28	<0,28	0,640	<0,28	<0,28	<0,28	*	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	*	<0,28	<0,28	*	*	0,29	<0,28
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5	**3,42**	**3,40**	*	*	*	*	*	*	5,380	5,380	5,340	5,980	5,520	5,900	*	5,17	5,39	5,16	5,42	*	5,3	5,2	*	*	5,12	6,04
pH (a 20ºC)	6-9	6,00	6,25	*	*	*	*	*	*	7,800	6,470	6,610	6,650	6,940	6,310	*	6,84	7,12	7,02	6,93	*	7,2	7,2	*	*	6,69	7,57
Potássio (mg/L)	-	-	-	*	*	*	*	*	*	0,583	0,924	1,012	0,616	1,232	0,946	*	1,694	0,913	0,748	0,803	*	1,7	0,7	*	*	3,146	1,573
Potencial Redox (mV)	-	1,2	108,0	*	*	*	*	*	*	124,00	181,00	166,00	162,00	207,00	528,00	*	153	111	230	151,5	*	156,8	185,3	*	*	127,7	218,96
Sódio (mg/L)	-	1,3	1,6	*	*	*	*	*	*	0,517	<0,2	2,178	1,001	1,375	1,881	*	0,803	1,496	2,057	2,475	*	0,7	1,6	*	*	0,572	1,012
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500	**581,4**	54,0	*	*	*	*	*	*	<33	<33	<33	<33	<33	<33	*	<33	<33	<33	43	*	<33	<33	*	*	<33	98
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100	6,0	8,8	*	*	*	*	*	*	<33	<33	<33	<33	72,000	<33	*	<33	<33	<33	<33	*	<33	<33	*	*	<33	82
Sulfato (mg/L)	250	8,0	<3,0	*	*	*	*	*	*	<2	<2	<2	<2	<3	<2	*	<2	2,6	4,2	2	*	<2	<2	*	*	<2	<2
Sulfeto (mg/L)	0,002	<0,1	<0,1	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,003	<0,002	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	<0,002
Temperatura (°C)	-	26,7	26,3	*	*	*	*	*	*	25,000	26,000	23,600	26,300	25,000	26,400	*	25,8	26	26	22	*	27,0	27,0	*	*	26,5	24,4
Turbidez (UNT)	100	3,6	18,4	*	*	*	*	*	*	28,200	23,030	3,230	34,900	13,260	8,900	*	70,6	6,56	8,18	17,5	*	81,2	7,4	*	*	0,081	**310**
Zinco Total (mg/L)	0,18	0,09	0,05	*	*	*	*	*	*	<0,002	0,012	0,024	<0,01	<0,01	0,014	*	<0,01	0,049	<0,01	<0,01	*	<0,01	<0,01	*	*	0,011	0,025

Legenda: (*) Ponto Seco (**)3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5.

Tabela 9-55: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Consciência – Ponto C2 entre os anos de 2018 e 2024

Parâmetro	DN COPAM CONJUNTA 08/22 - Classe 2	C2																								
		Jan/18	Abr/18	Jul/18	Out/18	Jan/19	Abr/19	Jul/19	Out/19	Jan/20	Abr/20	Jul/20	Out/20	Jan/21	Abr/21	Jul/21	Out/21	Jan/22	Abr/22	Jul/22	Out/22	Jan/23	Abr/23	Jul/23	Out/23	Jan/24	Abr/24
Alcalinidade Bicarbonatos (mg/L)	-	9,00	9,00	*	*	*	*	*	*	27,64	26,53	16,58	6,61	51,96	16,58	*	11,0600	3,3200	11,06	8,05	*	8,46	15,58	*	*	15,42	8,36
Alcalinidade Carbonatos (mg/L)	-	<2	<2	*	*	*	*	*	*	<1	<1	<1	<1	<1	<1	*	<1	<1	<1	<1	*	<1	<1	*	*	<1	<1
Alcalinidade Hidróxidos (mg/L)	-	<2	<2	*	*	*	*	*	*	<1	<1	<1	<1	<1	<1	*	<1	<1	<1	<1	*	<1	<1	*	*	<1	<1
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,1	<0,1	<0,1	*	*	*	*	*	*	**0,39**	0,05	0,03	**0,20**	**0,14**	0,01	*	**0,1225**	0,0254	0,0239	0,0568	*	0,03	0,01	*	*	0,1	0,1
Arsênio Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	<0,002
Cádmio Total (mg/L)	0,001	<0,0005	<0,0005	*	*	*	*	*	*	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	*	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	*	<0,001	<0,001	*	*	<0,001	<0,001
Chumbo Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	0,00	<0,002	*	*	<0,002	0,004
Cloreto (mg/L)	250	-	-	*	*	*	*	*	*	3,13	3,14	2,16	2,15	2,51	2,53	*	2,3700	14,56	<2	5,96	*	2,81	<2	*	*	2,92	3,28
Cobalto (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005	*	*	<0,005	<0,005
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,009	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	*	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	*	<0,006	<0,006	*	*	<0,006	<0,006
Condutividade (µS/cm)	-	986,00	102,00	*	*	*	*	*	*	168,00	124,00	89,00	84,00	77,00	67,00	*	0,2150	150,00	62,00	58,00	*	66,00	58,00	*	*	0,031	0,025
Cromo Total (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005	*	*	<0,005	<0,005
DBO (mg/L)	5	<2	<2	*	*	*	*	*	*	<2	**9,00**	<2	**6,00**	<2	<2	*	<2	<2	<2	<2	*	<2	<2	*	*	<2	<2
DQO (mg/L)	-	<2	<2	*	*	*	*	*	*	<10	16,00	<10	13,00	<10	<10	*	<10	<10	<10	<10	*	<10	<10	*	*	<10	<10
Dureza Cálcio (mg/L)	-	5,30	3,70	*	*	*	*	*	*	1,26	1,57	4,15	2,77	3,02	4,56	*	2,7500	4,4200	2,83	4,26	*	3,74	3,10	*	*	38,18	3,19
Dureza Magnésio (mg/L)	-	3,20	3,30	*	*	*	*	*	*	1,45	1,77	2,49	2,76	3,62	3,81	*	2,8100	3,2200	2,63	4,48	*	3,17	3,67	*	*	22,15	2,94
Manganês Total (mg/L)	0,1	<0,05	0,06	*	*	*	*	*	*	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,02	*	0,0095	0,0190	0,02	0,024	*	0,03	0,02	*	*	0,033	0,036
Mercúrio Total (mg/L)	0,0002	<0,0002	<0,0002	*	*	*	*	*	*	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	*	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	*	<0,0002	<0,0002	*	*	<0,0002	<0,0002
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	**	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	<0,28	0,75	1,88	<0,28	<0,28	<0,28	*	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	*	<0,28	<0,28	*	*	<0,28	<0,28
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5	**3,5**	**3,3**	*	*	*	*	*	*	6,2	5,4	5,2	5,7	5,6	6,0	*	5,3	5,4	5,2	5,4	*	5,4	5,6	*	*	5,31	**4,99**
pH (a 20ºC)	6-9	6,10	6,38	*	*	*	*	*	*	7,10	6,52	6,52	6,79	6,81	6,38	*	6,16	6,98	7,83	6,84	*	7,33	7,05	*	*	**9,87**	7,57
Potássio (mg/L)	-	-	-	*	*	*	*	*	*	0,57	0,87	0,66	1,65	1,24	1,03	*	1,6665	0,9570	0,77	0,77	*	1,77	0,69	*	*	3,212	1,573
Potencial Redox (mV)	-	160,00	190,00	*	*	*	*	*	*	152,00	188,00	174,00	156,00	221,00	537,00	*	177,00	115,00	154,3	152,9	*	148,70	175,70	*	*	124,3	223,43
Sódio (mg/L)	-	1,37	1,67	*	*	*	*	*	*	0,65	<0,2	2,21	1,44	1,61	2,01	*	1,2100	1,5950	2,717	3,96	*	1,78	1,77	*	*	0,649	1,199
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500	**591,60**	61,00	*	*	*	*	*	*	<33	<33	<33	<33	<33	<33	*	<33	<33	<33	38	*	<33	<33	*	*	36	94
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100	5,70	4,20	*	*	*	*	*	*	<33	48,00	<33	<33	<33	<33	*	<33	<33	<33	<33	*	<33	<33	*	*	<33	80
Sulfato (mg/L)	250	7,30	<3,0	*	*	*	*	*	*	<2	<2	<2	<2	<2	<2	*	<2	2,1000	3,2	<2	*	<2	<2	*	*	<2	<2
Sulfeto (mg/L)	0,002	<0,1	<0,1	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	<0,002
Temperatura (°C)	-	25,6	26,1	*	*	*	*	*	*	26,9	24,4	23,7	26,6	25,0	27,4	*	26,0	26,0	26,0	22,0	*	27,0	27,0	*	*	28,1	25,8
Turbidez (UNT)	100	4,7	16,0	*	*	*	*	*	*	28,0	24,0	2,1	35,7	13,4	7,8	*	70,4	6,5	10,5	14,3	*	86,5	7,5	*	*	0,079	**290**
Zinco Total (mg/L)	0,18	0,02	0,05	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	*	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	*	<0,01	<0,01	*	*	0,022	<0,01

Legenda: (*) Ponto Seco (**)3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5.

Tabela 9-56: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Consciência – Ponto C3 entre os anos de 2018 e 2024

Parâmetro	DN COPAM CONJUNTA 08/22 - Classe 2	C3																									
		Jan/18	Abr/18	Jul/18	Out/18	Jan/19	Abr/19	Jul/19	Out/19	Jan/20	Abr/20	Jul/20	Out/20	Jan/21	Abr/21	Jul/21	Out/21	Jan/22	Abr/22	Jul/22	Out/22	Jan/23	Abr/23	Jul/23	Out/23	Jan/24	Abr/24
Alcalinidade Bicarbonatos (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	25,43	45,33	*	*	24,32	61,91	*	*	15,48	28,74	*	*	26,59	41,96	*	*	14,23	35,82
Alcalinidade Carbonatos (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	<1	<1	*	*	<1	<1	*	*	<1	<1	*	*	<1	<1	*	*	<1	<1
Alcalinidade Hidróxidos (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	<1	<1	*	*	<1	<1	*	*	<1	<1	*	*	<1	<1	*	*	<1	<1
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,1	*	*	*	*	*	*	*	*	0,01	0,03	*	*	0,04	<0,01	*	*	0,06	0,04	*	*	0,02	<0,01	*	*	0,06	0,033
Arsênio Total (mg/L)	0,01	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	<0,002
Cádmio Total (mg/L)	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	**0,03**	**0,02**	*	*	<0,001	0,001	*	*	**0,01**	<0,001	*	*	**0,01**	<0,001	*	*	**0,02**	**0,006**
Chumbo Total (mg/L)	0,01	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	0,01	*	*	<0,002	<0,002	*	*	0,01	<0,002	*	*	**0,027**	<0,002
Cloreto (mg/L)	250	*	*	*	*	*	*	*	*	<2	2,88	*	*	2,81	4,04	*	*	3,08	3,59	*	*	4,52	2,53	*	*	3,24	4,85
Cobalto (mg/L)	0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	*	*	<0,005	<0,005	*	*	<0,005	<0,005	*	*	<0,005	<0,005	*	*	<0,005	0,008
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,009	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,006	<0,006	*	*	<0,006	<0,006	*	*	<0,006	<0,006	*	*	<0,006	<0,006	*	*	0,007	<0,006
Condutividade (µS/cm)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	115,00	90,00	*	*	92,00	137,00	*	*	75,00	73,00	*	*	94,00	105,00	*	*	0,092	0,207
Cromo Total (mg/L)	0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	*	*	<0,005	<0,005	*	*	<0,005	<0,005	*	*	<0,005	<0,005	*	*	<0,005	<0,005
DBO (mg/L)	5	*	*	*	*	*	*	*	*	<2	**14**	*	*	<2	<2	*	*	<2	<2	*	*	<2	<2	*	*	<2	<2
DQO (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	<10	32,00	*	*	<10	<10	*	*	<10	<10	*	*	<10	<10	*	*	<10	<10
Dureza Cálcio (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	6,67	129,09	*	*	10,82	22,36	*	*	14,12	14,28	*	*	14,91	17,80	*	*	18,76	19,25
Dureza Magnésio (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	12,64	66,63	*	*	8,20	15,49	*	*	11,23	8,33	*	*	10,15	9,83	*	*	12,05	13,32
Manganês Total (mg/L)	0,10	*	*	*	*	*	*	*	*	**0,48**	**0,66**	*	*	**0,42**	**0,42**	*	*	**0,35**	**0,16**	*	*	**0,34**	**0,17**	*	*	**0,27**	**0,358**
Mercúrio Total (mg/L)	0,0002	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,0002	<0,0002	*	*	<0,0002	<0,0002	*	*	<0,0002	<0,0002	*	*	<0,0002	<0,0002	*	*	<0,0002	<0,0002
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	**	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,28	3,01	*	*	0,32	1,86	*	*	0,34	0,28	*	*	<0,28	<0,28	*	*	<0,28	<0,28
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5	*	*	*	*	*	*	*	*	**4,18**	6,10	*	*	5,41	5,82	*	*	5,19	5,62	*	*	5,50	5,29	*	*	5,4	5,18
pH (a 20ºC)	6-9	*	*	*	*	*	*	*	*	6,93	6,67	*	*	6,72	7,71	*	*	6,89	6,81	*	*	6,98	7,03	*	*	6,84	7,31
Potássio (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	1,73	6,04	*	*	1,73	2,76	*	*	1,68	1,11	*	*	2,64	1,61	*	*	4,587	1,65
Potencial Redox (mV)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	126,00	112,00	*	*	131,00	142,00	*	*	135,00	91,80	*	*	148,10	128,40	*	*	138,6	171,1
Sódio (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	2,16	14,66	*	*	1,82	4,14	*	*	2,54	4,58	*	*	2,97	3,75	*	*	2,035	3,707
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500	*	*	*	*	*	*	*	*	49,00	74,00	*	*	42,00	90,00	*	*	58,00	46,00	*	*	62,00	69,00	*	*	69	43
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100	*	*	*	*	*	*	*	*	<33	<33	*	*	<33	<33	*	*	47,00	<33	*	*	53,00	<33	*	*	95	<33
Sulfato (mg/L)	250	*	*	*	*	*	*	*	*	21,10	54,00	*	*	21,20	11,80	*	*	14,90	3,50	*	*	11,80	2,90	*	*	22,3	9,5
Sulfeto (mg/L)	0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	<0,002
Temperatura (°C)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	29,40	26,00	*	*	28,10	21,40	*	*	25,90	23,30	*	*	27,00	25,00	*	*	26,2	24,5
Turbidez (UNT)	100	*	*	*	*	*	*	*	*	25,00	17,67	*	*	36,30	13,18	*	*	60,30	5,85	*	*	118,20	5,40	*	*	44,33	8,91
Zinco Total (mg/L)	0,18	*	*	*	*	*	*	*	*	**1,03**	**0,72**	*	*	0,07	**0,22**	*	*	**0,28**	0,04	*	*	**0,48**	0,07	*	*	**2,451**	**5,01**

Legenda: (*) Ponto Seco (**)3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5.

Tabela 9-57: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Consciência – Ponto CF entre os anos de 2018 e 2024

Parâmetro	DN COPAM CONJUNTA 08/22 - Classe 2	CF																									
		Jan/18	Abr/18	Jul/18	Out/18	Jan/19	Abr/19	Jul/19	Out/19	Jan/20	Abr/20	Jul/20	Out/20	Jan/21	Abr/21	Jul/21	Out/21	Jan/22	Abr/22	Jul/22	Out/22	Jan/23	Abr/23	Jul/23	Out/23	Jan/24	Abr/24
Alcalinidade Bicarbonatos (mg/L)	-	*	17,00	120,50	*	*	*	*	*	18,79	45,33	26,53	3,31	23,22	<1	<1	<1	*	18,79	12,50	*	37,46	43,16	<1	<1	14,23	32,24
Alcalinidade Carbonatos (mg/L)	-	*	<2	<1	*	*	*	*	*	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	*	<1	<1	*	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidade Hidróxidos (mg/L)	-	*	<2	<1	*	*	*	*	*	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	*	<1	<1	*	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,1	*	**0,16**	**1,20**	*	*	*	*	*	0,01	0,03	0,03	<0,01	<0,01	**0,14**	**0,96**	**0,59**	*	0,01	0,04	*	0,05	<0,01	**0,34**	**1,09**	0,073	0,070
Arsênio Total (mg/L)	0,01	*	<0,005	<0,002	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	**0,01**	<0,002	*	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	<0,002	<0,002
Cádmio Total (mg/L)	0,001	*	**0,08**	**0,44**	*	*	*	*	*	**0,09**	**0,02**	**0,27**	**0,724**	**0,043**	**0,47**	**0,61**	**1,12**	*	**0,03**	**0,26**	*	**0,02**	**0,04**	**0,48**	**0,41**	**0,096**	**0,041**
Chumbo Total (mg/L)	0,01	*	**0,01**	**0,27**	*	*	*	*	*	**0,01**	<0,002	**0,02**	0,009	<0,002	**0,02**	**0,12**	**0,12**	*	0,01	**0,012**	*	0,01	<0,002	**0,09**	**0,09**	0,008	0,005
Cloreto (mg/L)	250	*	-	-	*	*	*	*	*	<2	2,88	18,90	20,35	4,71	47,16	193,72	20,72	*	12,18	26,21	*	3,44	4,80	23,15	51,47	4,31	8,75
Cobalto (mg/L)	0,05	*	0,03	**0,46**	*	*	*	*	*	0,03	<0,005	**0,29**	**0,219**	0,05	**0,646**	**1,10**	**0,73**	*	**0,06**	**0,67**	*	0,01	**0,07**	**1,34**	**1,38**	0,042	**0,061**
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,009	*	<0,005	**0,04**	*	*	*	*	*	<0,006	<0,006	<0,006	**0,011**	<0,006	**0,023**	**0,03**	**0,04**	*	<0,006	<0,006	*	<0,006	<0,006	**0,01**	**0,02**	<0,006	<0,006
Condutividade (µS/cm)	-	*	355,00	7560,0	*	*	*	*	*	619,00	90,00	1,84	2610,0	981,00	842,00	6,63	2890,0	*	62,00	8350,0	*	285,00	250,00	4,33	800,00	0,761	2,810
Cromo Total (mg/L)	0,05	*	0,01	<0,005	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,02	<0,005	*	<0,005	0,01	*	<0,005	<0,005	0,01	0,01	<0,005	<0,005
DBO (mg/L)	5	*	3	<2	*	*	*	*	*	<2	**14**	<2	<2	<2	<2	<2	**6**	*	<2	<2	*	<2	<2	<2	<2	<2	<2
DQO (mg/L)	-	*	7,00	<10	*	*	*	*	*	<10	32,00	<10	<10	<10	<10	<10	10	*	<10	<10	*	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Dureza Cálcio (mg/L)	-	*	73,90	424,54	*	*	*	*	*	51,47	129,09	513,22	386,13	61,97	218,36	1742,7	1262,3	*	69,55	705,90	*	32,93	78,69	887,05	1030,0	88,88	119,26
Dureza Magnésio (mg/L)	-	*	175,00	666,29	*	*	*	*	*	130,87	66,63	188,62	629,64	176,89	791,89	5413,1	3830,4	*	211,95	2579,7	*	41,31	193,51	3353,2	3207,1	179,79	268,80
Manganês Total (mg/L)	0,1	*	**3,59**	**59,24**	*	*	*	*	*	**3,34**	**0,66**	**59,33**	**17,37**	**5,59**	**83,29**	**170,85**	**77,47**	*	**4,61**	**70,98**	*	**1,33**	**10,92**	**136,95**	**142,77**	**4,923**	**6,264**
Mercúrio Total (mg/L)	0,0002	*	<0,0002	<0,0002	*	*	*	*	*	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	*	<0,0002	<0,0002	*	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	**	*	0,29	**3,64**	*	*	*	*	*	0,29	3,01	1,74	<0,28	<0,28	<0,28	2,37	0,40	*	<0,28	<0,28	*	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5	*	3,90	4,02	*	*	*	*	*	4,20	6,10	5,24	6,10	5,12	5,71	5,16	5,17	*	5,56	5,28	*	5,43	5,21	5,29	5,01	5,10	**4,81**
pH (a 20ºC)	6-9	*	6,88	7,6	*	*	*	*	*	7,27	6,67	6,87	6,94	6,42	6,22	**4,99**	**5,25**	*	6,28	**4,65**	*	7,03	6,30	**5,92**	**4,79**	6,24	6,12
Potássio (mg/L)	-	*	-	-	*	*	*	*	*	3,38	9,98	61,05	119,79	3,16	19,12	25,69	31,01	*	2,31	27,61	*	3,69	3,11	25,54	27,32	4,62	3,45
Potencial Redox (mV)	-	*	103,00	512,00	*	*	*	*	*	39,00	112,00	110,00	175,00	179,00	146,00	273,00	297,00	*	110,00	149,00	*	159,50	134,20	260,70	412,30	131,9	179,6
Sódio (mg/L)	-	*	13,07	161,80	*	*	*	*	*	8,53	14,66	122,21	66,95	10,54	10,52	248,60	260,48	*	12,35	85,80	*	4,79	13,81	218,06	183,15	10,989	14,817
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500	*	213,00	**4761,0**	*	*	*	*	*	270,00	74,00	**1418,0**	**2019,0**	429,00	**7984,0**	**6460,0**	**4115,0**	*	390,00	**5505,0**	*	175,00	459,00	**5040,0**	**4120,0**	475	**648**
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100	*	**120,00**	<33	*	*	*	*	*	<33	<33	40,00	<33	34,00	<33	37,00	<33	*	<33	**125,00**	*	93,00	<33	38,00	<33	53	<33
Sulfato (mg/L)	250	*	**349,00**	**6241,5**	*	*	*	*	*	**306,50**	54,00	**400,80**	**550,80**	**412,60**	**5107,7**	**6200,0**	**5450,8**	*	**306,90**	**4025,8**	*	76,30	**390,40**	**6081,5**	**5994,4**	**414,7**	**404,6**
Sulfeto (mg/L)	0,002	*	<0,1	<0,002	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Temperatura (°C)	-	*	28,50	28,10	*	*	*	*	*	33,00	26,00	25,00	23,40	27,80	24,40	20,10	28,80	*	25,20	22,90	*	27,00	31,00	-	27,00	26,20	25,80
Turbidez (UNT)	100	*	76,00	12,30	*	*	*	*	*	17,62	17,67	13,76	<0,5	14,50	7,57	<0,5	1,41	*	19,18	97,40	*	**271,00**	13,64	14,95	3,52	46,20	3,12
Zinco Total (mg/L)	0,18	*	**33,48**	**386,00**	*	*	*	*	*	<0,002	**0,72**	**421,09**	**178,53**	**35,41**	**613,58**	**1185,8**	**534,53**	*	**26,64**	**426,12**	*	**7,50**	**55,16**	**784,74**	**812,82**	**33,563**	**63,501**

Legenda: (*) Ponto Seco (**)3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5.

Tabela 9-58: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Consciência – Ponto C4 entre os anos de 2018 e 2024

Parâmetro	DN COPAM CONJUNTA 08/22 - Classe 2	C4																									
		Jan/18	Abr/18	Jul/18	Out/18	Jan/19	Abr/19	Jul/19	Out/19	Jan/20	Abr/20	Jul/20	Out/20	Jan/21	Abr/21	Jul/21	Out/21	Jan/22	Abr/22	Jul/22	Out/22	Jan/23	Abr/23	Jul/23	Out/23	Jan/24	Abr/24
Alcalinidade Bicarbonatos (mg/L)	-	38,00	42,00	24,32	26,53	28,74	30,96	29,85	30,96	<1	24,32	27,64	26,45	17,69	24,32	30,96	27,64	29,850	15,480	20,300	26,270	29,000	28,770	37,950	32,020	30,84	34,63
Alcalinidade Carbonatos (mg/L)	-	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidade Hidróxidos (mg/L)	-	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,1	<0,1	**0,14**	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0247	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0329	0,043
Arsênio Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,003	<0,002
Cádmio Total (mg/L)	0,001	**0,01**	**0,02**	<0,001	<0,001	**0,04**	**0,003**	<0,001	<0,001	<0,001	**0,02**	<0,001	<0,001	**0,01**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	**0,0030**	**0,0020**	<0,001	<0,001	**0,179**	**0,002**
Chumbo Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	**0,01**	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	**0,032**	<0,002
Cloreto (mg/L)	250	-	-	-	3,88	3,32	3,34	4,14	3,91	3,73	3,77	3,49	3,71	9,05	3,27	3,44	3,47	3,1400	2,6400	5,5900	2,4200	3,0500	3,3200	3,1400	3,3700	3,94	4,3
Cobalto (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,0100	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,038	<0,005
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,009	<0,005	<0,005	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Condutividade (µS/cm)	-	141,00	105,00	88,00	264,00	106,00	81,00	124,00	246,00	278,00	280,00	148,00	127,00	122,00	196,00	136,00	230,00	149,00	129,00	121,00	368,00	0,1240	209,00	0,1320	0,2320	0,561	0,11
Cromo Total (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,0070	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,006	<0,005
DBO (mg/L)	5	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	**9**	<2	<2	<2	<2	<2	<2
DQO (mg/L)	-	<2	<2	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	20	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Dureza Cálcio (mg/L)	-	27,60	27,30	11,11	28,51	30,60	21,78	16,15	21,62	30,19	13,76	20,13	20,93	48,70	39,61	20,82	28,92	23,590	18,760	22,330	56,200	18,920	26,090	21,310	27,360	90,5	25,13
Dureza Magnésio (mg/L)	-	33,50	56,70	14,58	62,19	70,48	50,46	21,20	40,50	54,09	10,06	35,42	38,50	125,79	54,77	34,56	63,19	21,020	23,690	32,840	94,940	16,940	59,570	52,090	64,140	132,5	57,48
Manganês Total (mg/L)	0,1	**0,46**	**0,68**	0,03	0,10	**1,02**	**0,57**	0,03	**0,22**	**1,05**	**1,12**	0,04	0,06	**3,51**	**0,28**	0,03	**0,22**	**0,4940**	0,0960	0,0490	**1,2640**	**0,1750**	**0,5490**	0,0550	**0,3570**	**4,742**	**0,539**
Mercúrio Total (mg/L)	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	**	0,12	0,64	0,31	0,28	0,76	<0,28	0,36	<0,28	<0,28	0,64	0,32	<0,28	0,40	0,40	<0,28	<0,28	<0,28	0,3900	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,6800
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5	**3,60**	**3,70**	5,10	5,55	5,10	6,68	5,20	6,78	5,18	5,39	5,52	5,61	5,47	5,32	5,29	5,58	5,4200	5,7000	5,5100	5,2400	5,2800	5,7900	5,3100	5,2900	5,28	5,42
pH (a 20ºC)	6-9	7,30	6,75	7,27	6,89	7,80	6,79	6,97	6,74	6,24	6,30	6,44	6,61	7,04	7,45	7,45	6,48	6,7300	6,8300	7,2600	6,8300	7,3600	6,8900	7,1000	7,0400	6,45	7,26
Potássio (mg/L)	-	-	-	-	2,98	2,93	2,50	2,12	1,95	2,62	0,97	1,68	2,33	2,97	2,31	2,18	2,35	2,0240	2,2440	1,8920	3,1130	3,0030	2,3870	2,1340	2,7280	4,675	2,178
Potencial Redox (mV)	-	22,00	123,00	143,00	291,00	170,00	259,00	130,00	197,00	127,00	153,00	113,00	120,00	134,00	136,00	128,00	110,00	134,00	97,400	131,40	121,40	153,40	139,20	117,60	140,20	348	114,2
Sódio (mg/L)	-	5,65	5,31	8,07	5,32	5,54	3,92	2,92	3,58	5,26	2,32	3,15	3,63	8,37	3,55	3,49	4,86	3,8720	2,7170	2,6180	7,4360	2,8710	2,9370	2,9810	5,1260	6,985	3,531
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500	87,00	63,00	94,00	160,00	156,00	142,00	91,00	83,00	137,00	204,00	56,00	123,00	325,00	136,00	127,00	172,00	115,00	72,000	79,00	229,00	77,00	167,00	137,00	132,00	**537**	166
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100	31,00	25,00	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	79	<33
Sulfato (mg/L)	250	41,20	96,70	30,70	92,40	125,20	58,40	25,80	68,40	98,30	94,40	56,20	49,70	197,30	66,00	30,30	80,60	33,40	23,800	35,40	99,00	19,10	92,00	39,90	83,10	**284**	84,7
Sulfeto (mg/L)	0,002	<0,1	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Temperatura (°C)	-	25,60	24,80	24,15	24,80	24,47	26,73	22,90	23,00	25,00	26,00	22,90	23,80	25,20	25,40	21,70	23,20	25,90	26,600	24,000	26,00	25,00	26,00	-	23,50	25,8	22,7
Turbidez (UNT)	100	27,00	54,40	2,92	<0,5	4,62	11,10	3,45	<0,5	7,01	65,35	0,95	<0,5	21,60	11,16	<0,5	0,70	19,20	16,960	2,3100	<0,5	1,5200	24,500	<0,5	1,4800	32,6	0,09
Zinco Total (mg/L)	0,18	**3,00**	**7,74**	**0,36**	**1,53**	**17,58**	**2,01**	**0,25**	**2,53**	**4,84**	**6,31**	**0,21**	**0,35**	**22,81**	0,17	0,14	**1,82**	**2,40**	**0,2700**	0,1500	**8,1100**	**1,0970**	**1,9660**	**0,2750**	**1,7600**	**40,652**	**1,226**

Legenda: (*) Ponto Seco (**)3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5.

O córrego Consciência corta a área da Nexa e deságua no rio São Francisco. A principal contribuição da empresa que pode impactar a qualidade das águas desse corpo hídrico está associada ao carreamento de contaminantes com as águas de chuva e com a água subterrânea que drena do antigo aterro industrial, área declarada como área contaminada no cadastro de áreas contaminadas do Estado de Minas Gerais e acompanhada pela GERAQ – Gerência da Qualidade do Solo e Áreas Contaminadas.

Os pontos C1 e C2 se encontram a montante da Nexa, já os pontos C3, CF e C4 estão a jusante da Unidade, estando o C4 próximo a foz com o RSF.

Os resultados indicam desvios para os parâmetros alumínio, arsênio, cádmio, chumbo, cobalto, cobre dissolvido, DBO, manganês, nitrogênio amoniacal, oxigênio dissolvido, pH, sulfato, sólidos dissolvidos totais, sólidos suspensos, turbidez e zinco nos pontos no córrego Consciência durante o monitoramento realizado no período de 2018 a 2024. Os desvios foram identificados majoritariamente no Ponto CF, fato este que pode estar associado à localização próxima às áreas impactadas e já declaradas como contaminadas. Essas áreas, podem. através de processos de lixiviação natural, seja por água pluvial ou água subterrânea, contribuir para a presença dessas substâncias ao longo do córrego Consciência, à jusante da área do empreendimento. Ressalta-se, contudo, o efeito de diluição dos elementos no córrego Consciência uma vez que o ponto mais a jusante, C4, localizado próximo a foz com o RSF as concentrações estavam, em sua maioria, condizentes com o limite legal.

Conforme indicado na distribuição dos dados nos *boxplot*, os metais cádmio (Gráfico 9-81), chumbo (Gráfico 9-83), cobre (Gráfico 9-82), cobalto (Gráfico 9-84) e zinco (Gráfico 9-86) foram detectados em concentrações altas e acima do VMP, em sua grande maioria, no ponto CF, estando as concentrações no ponto a jusante C4, na maior parte das amostras, em bons níveis. O arsênio (Gráfico 9-80) apresentou uma única concentração acima do VMP no ponto CF, indicando uma condição anômala.

O alumínio (Gráfico 9-79) e manganês (Gráfico 9-85), constituinte do arcabouço geológico do local, apresentaram desvios nos pontos a montante e a jusante da Nexa, contudo no ponto CF as concentrações estavam mais elevadas, possivelmente, em virtude das áreas contaminadas do passado.

Gráfico 9-79: Resultados Alumínio Dissolvido na sub-bacia do córrego Consciência

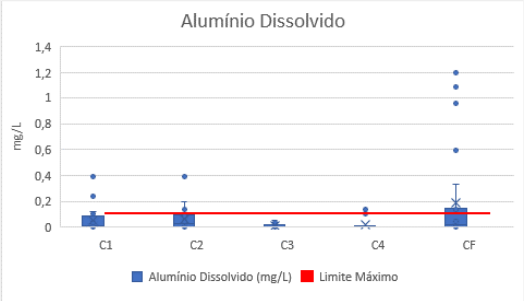


Gráfico 9-80:Resultados Arsênio Total na sub-bacia do córrego Consciência

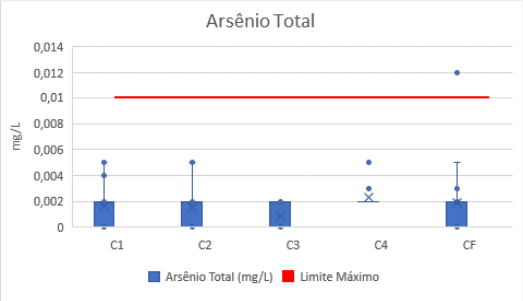


Gráfico 9-81:Resultados Cádmio Total na sub-bacia do córrego Consciência

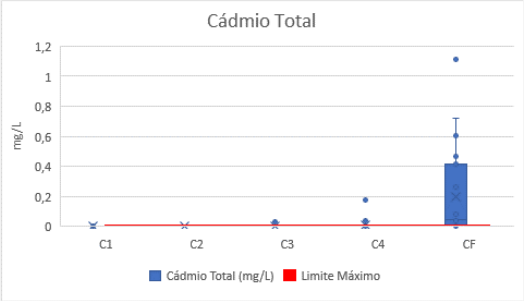


Gráfico 9-82: Resultados Cobre Dissolvido na sub-bacia do córrego Consciência

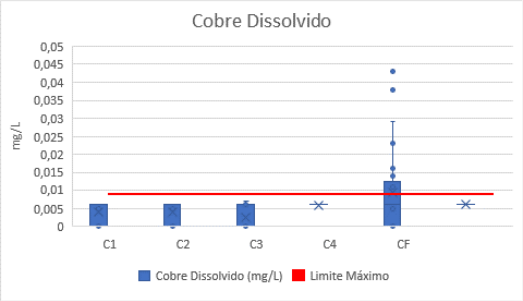


Gráfico 9-83: Resultados Chumbo Total na sub-bacia do córrego Consciência

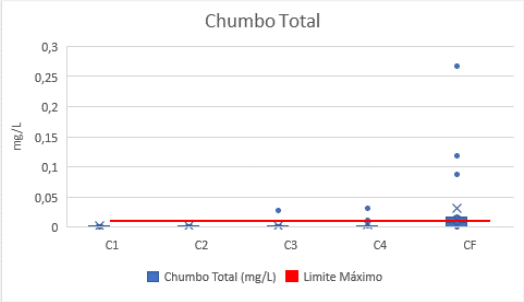


Gráfico 9-84: Resultados Cobalto Total na sub-bacia do córrego Consciência

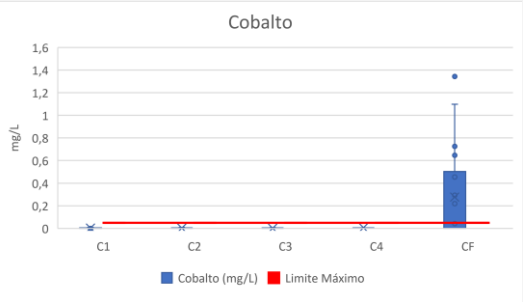


Gráfico 9-85: Resultados Manganês Total na sub-bacia do córrego Consciência

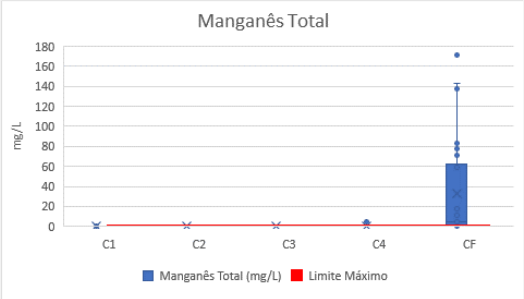
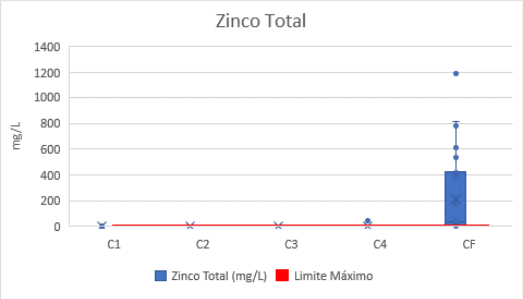


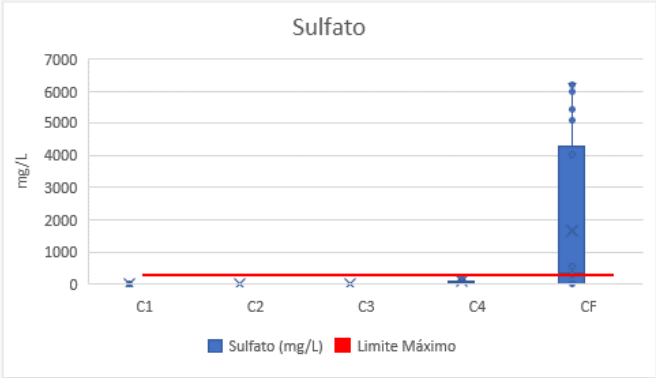
Gráfico 9-86:Resultados Zinco Total na sub-bacia do córrego Consciência



Relacionado às operações Nexa – TM e aos impactos ocorridos no passado que ainda influenciam o carreamento de alguns elementos para o córrego Consciência, foram identificadas

concentrações altas de sulfato no ponto CF (Gráfico 9-87), estando a mediana dos dados acima do limite legal, contudo nota-se o efeito de diluição uma vez que o ponto localizado mais a jusante (C4) as concentrações sulfato estão em valores condizentes com o limite legal.

Gráfico 9-87:Resultados Sulfato na sub-bacia do córrego Consciência



Todos os pontos apresentaram carga alta de matéria orgânica, representado pelos valores altos de DBO, em alguma amostra avaliada no período. Os registros foram pontuais e se deram tanto nos pontos com e sem influência da Unidade.

Também de modo pontual, algumas amostras, nos pontos avaliados no córrego Consciência, estiveram com baixa oxigenação. As ocorrências possivelmente estão relacionadas às condições como por exemplo período de estiagem que favorecem a diminuição da oxigenação dos cursos d'água. O Gráfico 9-88 e o Gráfico 9-89 apresentam o conjunto de dados avaliados para os parâmetros DBO e oxigênio dissolvido.

Gráfico 9-88: Resultados DBO na sub-bacia do córrego Consciência

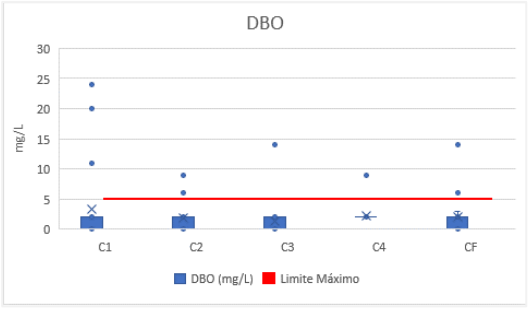
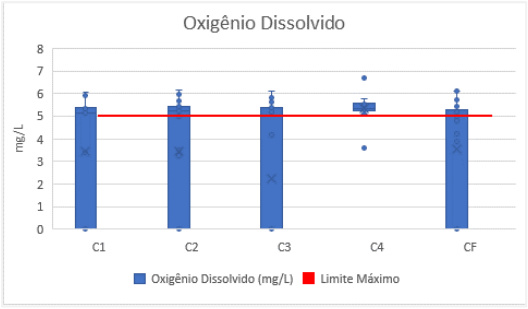


Gráfico 9-89: Resultados Oxigênio Dissolvido na sub-bacia do córrego Consciência



Condizentes com os resultados, o ponto CF, que apresentou teores elevados de alguns metais, esteve com alta carga de sólidos dissolvidos, conforme pode ser visualizado no Gráfico 9-90. O valor mediano das concentrações de sólidos dissolvidos estava acima do limite legal, contudo, conforme já mencionado, nota-se o efeito de diluição, uma vez que o ponto C4 apresentou menores cargas de sólidos dissolvido. O ponto CF apresentou ainda desvios pontuais para sólidos suspensos (Gráfico 9-91), turbidez (Gráfico 9-92) e pH (Gráfico 9-93).

Gráfico 9-90: Resultados Sólidos Dissolvidos Totais na sub-bacia do córrego Consciência



Gráfico 9-91: Resultados Sólidos Suspensos na sub-bacia do córrego Consciência

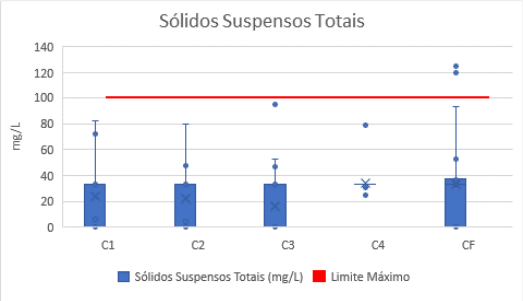


Gráfico 9-92: Resultados Turbidez na sub-bacia do córrego Consciência

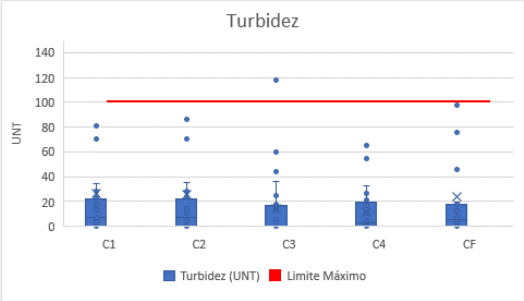
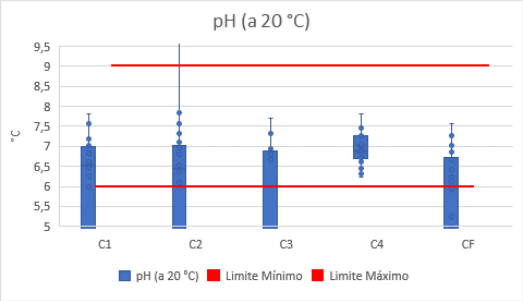


Gráfico 9-93: Resultados pH na sub-bacia do córrego Consciência



Essa distribuição ao longo do Córrego Consciência pode ser explicada pelos impactos ocorridos no passado que refletem significativamente nos resultados analíticos dos pontos sob influência da Unidade (C3, CF e C4), ou seja, condições antigas que ainda influenciam o carreamento desses elementos pela proximidade do córrego consciência, pelas áreas que possuem a drenagem pluvial direcionada para a calha desse córrego e, principalmente, o direcionamento das drenagens subsuperficiais alimentando o córrego consciência.

Em virtude disso, foi finalizado em dezembro de 2017 os compromissos referentes à condicionante nº 10 da LO 088/2013 de execução da proposta técnica sobre a estratégia de remediação dos córregos Consciência e Barreiro Grande, conforme planejamento apresentado nos estudos contidos no protocolo R361226/2012, com o relatório final em atendimento ao requisito legal estabelecido protocolado sob nº R0318770/2017.

9.1.11.3.2.4 *Sub-bacia do Córrego da Lavagem*

O córrego da Lavagem faz parte da malha de corpos hídricos que sofre influência da barragem de rejeitos do Córrego Lavagem (BCL). Tal barragem teve suas operações encerradas em junho de 2011, quando iniciou-se a disposição de lama terciária no Deposito Murici - DRM. No córrego da Lavagem foram avaliados os Ponto D, CL1 e CL2. O ponto CL2 não foi coletado durante o período avaliado devido à falta de acesso. A Figura 9-64 apresenta em forma de diagrama unifilar a distribuição dos pontos avaliados na sub-bacia do córrego da Lavagem.

| **Foto 9-74: Ponto D**



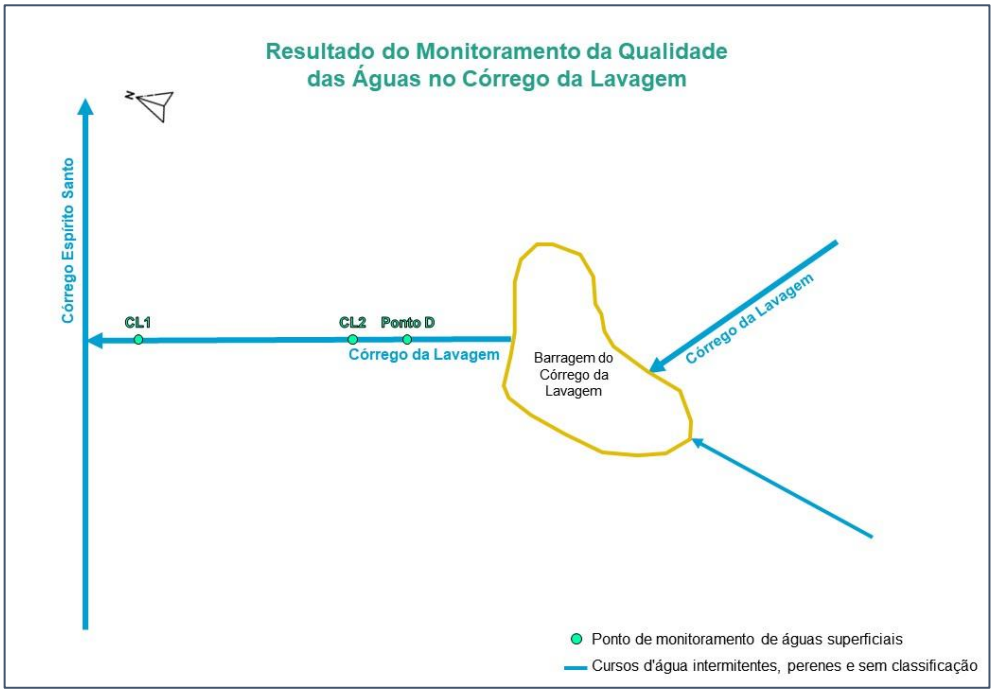
Fonte: Campo Análises. Abr/2023

| **Foto 9-75: Ponto CL1**



Fonte: Campo Análises. Abr/22

| **Figura 9-64: Diagrama Unifilar Sub-bacia Córrego da Lavagem**



Nas tabelas Tabela 9-59 e Tabela 9-60 abaixo são exibidos os resultados dos parâmetros avaliados na sub-bacia do córrego da Lavagem comparados a Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH/MG Nº 8/2022, águas Classe 2. O ponto D é coletado mensalmente sendo um ponto que, historicamente, fica sem fluxo d'água em períodos de seca. Os meses não apresentados na Tabela 9-60, indicam que o ponto se encontrava seco. O ponto CL1 é amostrado trimestralmente, porém apresentou-se seco em todas as campanhas, a partir de abril de 2022.

Tabela 9-59: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego da Lavagem – Ponto D entre os anos de 2018 e 2024

Parâmetro	DN COPAM CONJUNTA 08/22 - Classe 2	Ponto D																										
		Jan/18	Fev/18	Mar/18	Jan/20	Fev/20	Mar/20	Abr/20	Mai/20	Jun/20	Jul/20	Nov/20	Jan/21	Fev/21	Mar/21	Abr/21	Out/21	Nov/21	Dez/21	Jan/22	Fev/22	Mar/22	Set/22	Nov/22	Dez/22	Jan/23	Jan/24	Mar/24
Alcalinidade Bicarbonatos (mg/L)	-	4,00	<2	<2	22,11	40,91	26,53	100,60	176,89	143,72	80,15	23,22	17,69	18,79	38,69	28,74	5,53	11,06	21,01	1,11	12,16	23,22	13,13	9,55	5,97	2,39	8,41	13,1
Alcalinidade Carbonatos (mg/L)	-	<2	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidade Hidróxidos (mg/L)	-	<2	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,1	**0,34**	**1,77**	**2,22**	<0,010	0,03	**0,19**	0,02	<0,01	0,03	0,06	0,02	0,02	**0,13**	<0,01	<0,01	**0,12**	0,03	0,03	0,06	0,03	**0,16**	<0,01	0,09	<0,01	0,08	0,056	**0,2**
Arsênio Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,002	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	0,00	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cádmio Total (mg/L)	0,001	**0,31**	**0,25**	**0,33**	**0,11**	**0,20**	**0,13**	**0,07**	**0,02**	**0,02**	**0,05**	**0,32**	**2,43**	**0,01**	**0,35**	**0,52**	**23,77**	**4,96**	**0,02**	**<0,001**	**0,00**	**0,08**	**0,50**	**14,60**	**1,26**	**0,16**	**0,003**	**16,8**
Chumbo Total (mg/L)	0,01	**0,03**	<0,005	**0,04**	**0,01**	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	<0,002	0,003	<0,002	0,01	0,004	<0,002	**0,02**	**0,07**	**0,06**	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	**0,02**	**0,08**	0,004	0,01	<0,002	**0,022**
Cloreto (mg/L)	250	12,60	4,30	14,00	117,62	2,77	8,56	6,47	7,10	9,29	8,61	93,76	197,82	18,19	25,3	9,80	130,97	2,49	<2	<2	2,16	<2	5,28	2,51	<2	<2	<2	14,6
Cobalto (mg/L)	0,05	**0,66**	**1,33**	**1,25**	**0,10**	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,05	**0,18**	**0,26**	<0,005	0,03	**0,42**	**0,77**	**0,26**	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	**0,08**	**0,60**	**0,07**	<0,005	<0,005	**0,4**
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,009	<0,005	**0,04**	**0,03**	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	**0,01**	<0,006	<0,006	**0,02**	**0,08**	**0,02**	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	**0,10**	<0,006	<0,006	<0,006	**0,1**
Condutividade (µS/cm)	-	496,00	946,00	912,00	4520,0	956,00	2252,0	1450,0	1110,0	93,00	2270,0	2640,0	4010,0	79,00	1170,0	6460,0	3030,0	1460,0	290,00	60,00	430,00	263,00	1190,0	3440,0	1950,0	205,00	0,145	4,5
Cromo Total (mg/L)	0,05	**0,06**	**0,07**	**0,09**	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	0,007
DBO (mg/L)	5	<2	7,00	7,00	<2	<2	35,00	11,00	<2,00	12,00	<2,00	8,00	<2,00	<2,00	<2,00	14,00	9,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
DQO (mg/L)	-	<2	19,00	18,00	<10	<10,00	74,00	20,00	<10,00	30,00	<10,00	18,00	<10,00	<10,00	<10,00	33,00	22,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Dureza Cálcio (mg/L)	-	1210,0	1050,0	1000,0	42,00	605,78	323,40	368,91	373,28	218,71	1030,2	412,47	30,16	10,99	1,17	1082,7	314,69	192,63	36,61	7,33	52,19	21,42	340,29	333,94	296,12	10,16	19,47	381,7
Dureza Magnésio (mg/L)	-	5480,0	6210,0	6620,0	26,00	1442,9	873,12	550,73	155,78	107,60	685,81	1793,8	27,31	13,50	441,75	5245,5	1107,0	1043,2	68,58	13,68	126,83	34,61	786,83	1138,3	978,44	14,90	18,84	1064,1
Manganês Total (mg/L)	0,1	**242,03**	**379,95**	**365,00**	0,06	**19,43**	**0,16**	**11,99**	**5,09**	**5,22**	**19,90**	**35,41**	**54,84**	**0,37**	**18,86**	**170,48**	**67,03**	**62,74**	**1,44**	**0,18**	**1,40**	**0,75**	**28,13**	**60,55**	**27,70**	**0,51**	0,09	**60,4**
Mercúrio Total (mg/L)	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	*	0,57	0,11	0,22	<0,28	<0,28	<0,28	4,28	2,49	<0,28	1,68	0,29	<0,28	<0,28	1,18	<0,28	1,83	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,28	<0,28	<0,28	<0,28	1,0
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5	**3,22**	**3,56**	**3,86**	5,52	5,28	**4,90**	162,00	112,00	122,00	5,34	5,14	5,16	7,38	6,45	5,17	5,42	5,15	5,16	5,58	5,29	5,18	5,23	5,11	5,22	5,15	5,61	5,0
pH (a 20ºC)	6-9	6,10	6,76	6,34	7,53	6,10	7,30	**5,10**	**5,84**	6,16	7,32	6,53	6,41	7,16	6,31	**5,29**	**5,91**	6,38	**5,98**	6,77	6,87	7,44	6,23	6,29	6,23	7,04	7,21	**5,2**
Potencial Redox (mV)	-	76,00	161,00	138,00	185,00	358,00	291,00	8,76	13,75	11,94	166,00	141,00	251,00	455,00	192	224,00	11,68	126,00	226,00	1,29	1,10	144,00	124,20	166,40	172,60	119,40	139,6	138,7
Sódio (mg/L)	-	42,38	32,75	26,89	30,03	30,83	29,28	22,55	27,34	25,33	28,90	17,27	1,99	0,72	7,94	28,74	11,30	6,99	2,41	2,57	4,45	3,34	12,39	10,03	16,27	0,43	13,596	12,6
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500	298,00	**568,00**	**547,00**	**2836,0**	**2529,0**	**1327,0**	**1180,0**	**1030,0**	**716,00**	**1750,0**	**1740,0**	**5510,0**	56,00	**698**	**5652,0**	**2113,0**	**1137,0**	**18500,**	45,00	288,00	99,00	**1414,0**	**2311,0**	**1395,0**	61,00	150	**2045,0**
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100	**2600,0**	21,00	11,00	35,00	<33	<33	<33	<33	<33	<33	<33	34,00	<33	<33	<33	<33	**181,00**	<33	<33	46,00	<33	<33	<33	<33	<33	**269**	<33
Sulfato (mg/L)	250	**8290,0**	**6030,0**	**7870,0**	**2559,9**	**3685,9**	**1692,7**	**1143,1**	**961,20**	**2349,7**	**1406,5**	**1587,5**	**2039,7**	2,10	**757,1**	**2009,0**	**2685,9**	**1256,1**	97,60	11,90	212,00	62,30	**677,13**	**2853,7**	**283,70**	32,20	36,9	**2091,4**
Sulfeto (mg/L)	0,002	<0,1	<0,1	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Temperatura (°C)	-	26,70	26,46	26,32	21,10	24,20	29,00	24,00	22,00	25,20	25,80	28,00	27,00	27,60	21,30	24,60	26,10	23,90	28,80	26,80	30,60	30,10	22,30	29,40	26,60	24,10	31,9	27,2
Turbidez (UNT)	100	155,00	19,00	11,00	<0,5	<0,5	73,40	5,03	1,00	<0,5	2,59	**109,41**	18,05	15,61	<0,5	19,75	0,84	**260,00**	4,03	26,70	16,65	6,88	1,53	5,62	5,02	88,70	3,850	5,41
Zinco Total (mg/L)	0,18	**166,85**	**293,30**	**307,10**	**18,94**	**21,27**	**17,84**	**11,55**	**4,58**	**3,13**	**24,92**	**35,20**	**92,13**	**0,38**	**13,33**	**104,84**	**406,19**	**246,84**	**1,37**	**0,25**	**0,92**	**1,57**	**26,55**	**479,96**	**55,56**	**3,047**	0,148	**389,7**

Legenda: (*)3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5.

Tabela 9-60: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego da Lavagem – Ponto CL1 entre os anos de 2018 e 2024

Parâmetro	DN COPAM CONJUNTA 08/22 - Classe 2	Ponto CL1																							
		Jan/18	Abr/18	Jul/18	Out/18	Jan/19	Abr/19	Jul/19	Out/19	Jan/20	Abr/20	Jul/20	Out/20	Jan/21	Abril/21	Jul/21	Out/21	Jan/22	Abr/22	Out/22	Jan/23	Abr/23	Jul/23	Out/23	Jan/24	Abr/24
Alcalinidade Bicarbonatos (mg/L)	-	19,00	42,00	*	*	*	*	*	*	*	16,58	23,22	46,29	12,16	18,79	*	13,270	15,48	*	*	*	*	*	*	*	*
Alcalinidade Carbonatos (mg/L)	-	<0,2	<0,2	*	*	*	*	*	*	*	<1	<1	<1	<1	<1	*	<1	<1	*	*	*	*	*	*	*	*
Alcalinidade Hidróxidos (mg/L)	-	<0,2	<0,2	*	*	*	*	*	*	*	<1	<1	<1	<1	<1	*	<1	<1	*	*	*	*	*	*	*	*
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,1	<0,1	<0,1	*	*	*	*	*	*	*	<0,01	<0,01	<0,01	0,07	<0,01	*	<0,01	0,0227	*	*	*	*	*	*	*	*
Arsênio Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	*
Cádmio Total (mg/L)	0,001	<0,0005	0,001	*	*	*	*	*	*	*	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	*	**1,0540**	**0,014**	*	*	*	*	*	*	*	*
Chumbo Total (mg/L)	0,01	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	*
Cobalto (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	0,074	0,009	*	*	*	*	*	*	*	*
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,009	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	*	<0,006	<0,006	*	*	*	*	*	*	*	*
Condutividade (µS/cm)	-	124,00	2400,0	*	*	*	*	*	*	*	54,00	65,00	92,00	40,00	99,00	*	2,33	464	*	*	*	*	*	*	*	*
Cromo Total (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*
DBO (mg/L)	5	<2	<2	*	*	*	*	*	*	*	**15**	<2	<2	<2	<2	*	**9**	<2	*	*	*	*	*	*	*	*
DQO (mg/L)	-	<2	<2	*	*	*	*	*	*	*	31	<10	<10	<10	<10	*	23	<10	*	*	*	*	*	*	*	*
Dureza Cálcio (mg/L)	-	7,20	40,50	*	*	*	*	*	*	*	8,62	9,15	18,46	4,34	8,43	*	592,55	72,21	*	*	*	*	*	*	*	*
Dureza Magnésio (mg/L)	-	5,20	6,30	*	*	*	*	*	*	*	8,56	7,84	14,22	4,12	6,52	*	178,34	94,67	*	*	*	*	*	*	*	*
Manganês Total (mg/L)	0,1	0,06	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	**0,18**	0,09	**14,22**	0,104	0,08	*	**25,137**	**2,283**	*	*	*	*	*	*	*	*
Mercúrio Total (mg/L)	0,0002	<0,0002	<0,0002	*	*	*	*	*	*	*	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	*	<0,0002	<0,0002	*	*	*	*	*	*	*	*
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	**	0,12	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	<0,28	1,21	<0,28	0,29	<0,28	*	<0,28	<0,28	*	*	*	*	*	*	*	*
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5	**3,98**	**3,20**	*	*	*	*	*	*	*	7,49	5,20	5,06	6,81	5,16	*	5,12	5,12	*	*	*	*	*	*	*	*
pH (a 20ºC)	6-9	6,60	6,36	*	*	*	*	*	*	*	7,19	6,83	7,10	7,12	6,03	*	5,8	6,35	*	*	*	*	*	*	*	*
Potencial Redox (mV)	-	95,00	160,00	*	*	*	*	*	*	*	45,00	187,00	157,00	388,00	186,00	*	174,0	144	*	*	*	*	*	*	*	*
Sódio (mg/L)	-	2,08	2,59	*	*	*	*	*	*	*	2,17	2,71	5,45	1,02	2,49	*	23,628	10,395	*	*	*	*	*	*	*	*
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500	7,44	**1440,0**	*	*	*	*	*	*	*	42,00	43,00	36,00	<33	48,00	*	**1697,0**	317	*	*	*	*	*	*	*	*
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100	**130**	3,60	*	*	*	*	*	*	*	<33	<33	34,00	<33	<33	*	37,0	<33	*	*	*	*	*	*	*	*
Sulfato (mg/L)	250	<3,0	<3,0	*	*	*	*	*	*	*	10,00	<2	3,30	2,20	4,30	*	**1831,0**	139,4	*	*	*	*	*	*	*	*
Sulfeto (mg/L)	0,002	<0,1	<0,1	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	*
Temperatura (°C)	-	24,60	25,80	*	*	*	*	*	*	*	21,60	22,00	27,70	24,50	24,50	*	25,4	30	*	*	*	*	*	*	*	*
Turbidez (UNT)	100	**235,00**	2,80	*	*	*	*	*	*	*	10,24	2,70	16,09	**110,20**	7,16	*	11,15	5,87	*	*	*	*	*	*	*	*
Zinco Total (mg/L)	0,18	0,02	0,07	*	*	*	*	*	*	*	0,02	0,09	<0,01	0,05	<0,01	*	**113,21**	**1,43**	*	*	*	*	*	*	*	*

Legenda: (*) Ponto Seco (**)3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5.

Os resultados das análises físico-químicas dos pontos do córrego da Lavagem refletem os impactos gerados no passado pela disposição de resíduos ocorridos no passado na Barragem do Córrego da Lavagem. Esta área é declarada como contaminada no cadastro de áreas contaminadas do Estado de Minas Gerais e é acompanhada pela Gerência da Qualidade do Solo e Áreas Contaminadas - GERAQ. Medidas estão sendo realizadas, de modo a contribuir para uma melhora desses cenários e consequentemente na qualidade das águas dos córregos à jusante da Barragem Córrego da Lavagem, como a remoção dos rejeitos dessa barragem para o Depósito de Rejeitos Murici e os sistemas de controle de águas subsuperficiais, caixas de contenção, e subterrâneas, Pump &Treat, instalados à jusante da Barragem BCL.

O córrego da Lavagem não é afluente direto do Rio São Francisco (RSF), ele desagua no córrego Espírito Santo que então desagua no RSF a jusante da área do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias. Ressalta-se que esta bacia de drenagem não drena a ADA do Projeto em questão.

Nos pontos avaliados no córrego da Lavagem foram registrados valores acima do VMP para alumínio, cádmio, chumbo, cobalto, cobre, cromo, DBO, manganês, oxigênio dissolvido, pH, sólidos dissolvidos totais, sólidos suspensos, sulfato, turbidez e zinco. A grande maioria dos desvios se concentram no Ponto D e, conforme já mencionado, se relacionam, em sua maioria, às áreas contaminadas sob influência da BCL.

Conforme pode ser observado nos gráficos abaixo (Gráfico 9-94 ao Gráfico 9-101) , os metais (alumínio, cádmio, chumbo, cobre, cobalto, cromo, manganês e zinco) estiveram em concentrações altas no Ponto D, contudo nota-se o efeito de diluição uma vez que no ponto CL1, localizado a jusante do Ponto D, as concentrações dos metais avaliados apresentaram concentrações consideravelmente menores do que no ponto D, estando a maioria, em conformidade com os limites legais.

Os metais alumínio e manganês, apesar de serem constituintes do arcabouço geológico local, estava, sobretudo no Ponto D, em concentrações elevadas, o que pode estar vinculado as áreas contaminadas da BCL.

Gráfico 9-94:Resultados Alumínio Dissolvido na sub-bacia do córrego da Lavagem

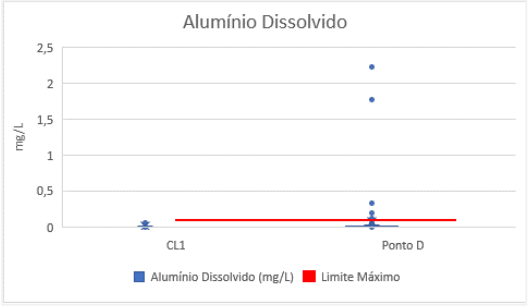


Gráfico 9-95: Resultados Cádmio Total na sub-bacia do córrego da Lavagem

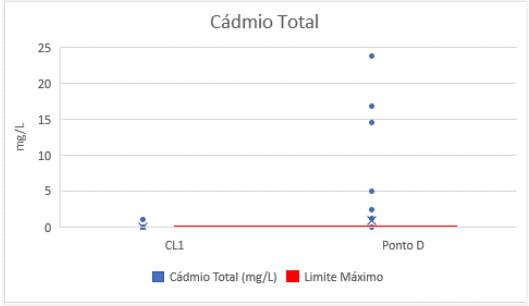


Gráfico 9-96: Resultados Chumbo Total na sub-bacia do córrego da Lavagem

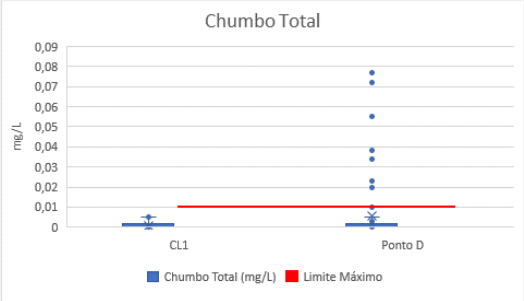


Gráfico 9-97: Resultados Cobalto Total na sub-bacia do córrego da Lavagem

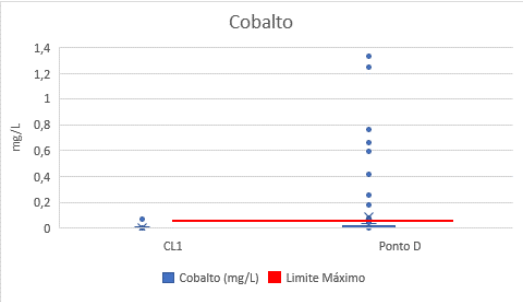


Gráfico 9-98: Resultados Cobre Dissolvido na sub-bacia do córrego da Lavagem

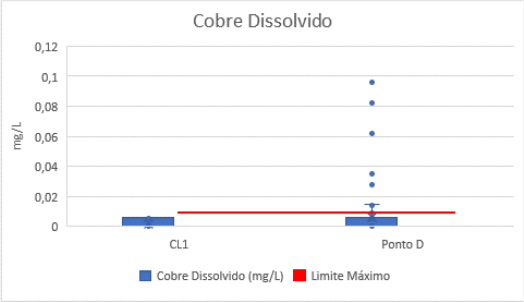


Gráfico 9-99: Resultados Cromo Total na sub-bacia do córrego da Lavagem

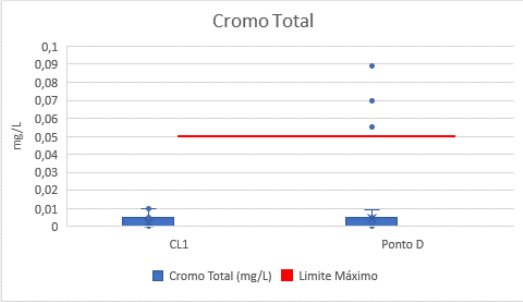


Gráfico 9-100: Resultados Manganês Total na sub-bacia do córrego da Lavagem

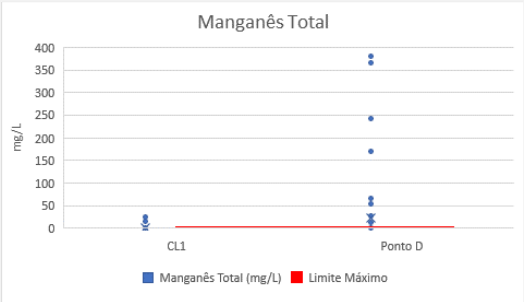
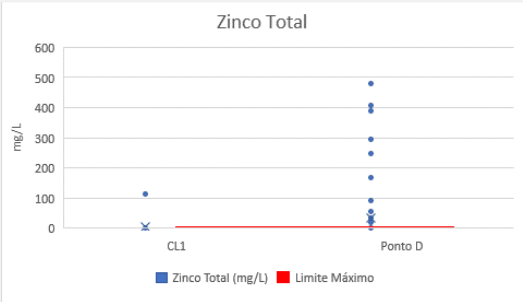
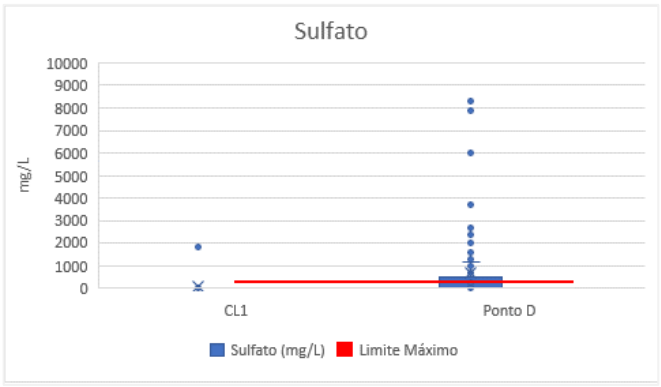


Gráfico 9-101: Resultados Zinco na sub-bacia do córrego da Lavagem



Também relacionado às operações Nexa e disposição de resíduos do passado, o córrego da Lavagem, no Ponto D, apresentou concentrações altas e acima do VMP para sulfato. No ponto CL1 a jusante, o sulfato apresentou concentração acima do VMP em caráter pontual, corroborando com o efeito de diluição mencionado anteriormente

Gráfico 9-102: Resultados Sulfato na sub-bacia do córrego da Lavagem



Condizentes com os resultados encontrados, o córrego da Lavagem apresentou, no Ponto D, elevada carga de sólidos dissolvidos (Gráfico 9-103), já os sólidos em sua fração suspensa apresentaram ocorrências de concentrações acima do VMP de forma pontual (Gráfico 9-104). Condizentes com os valores de sólidos suspensos detectados, a turbidez (Gráfico 9-105) esteve em apenas duas amostras com valor acima de 100NTU permitido por lei.

Coerentes com os resultados, foi identificado pH ácido em algumas amostras nos pontos amostrados no córrego da lavagem (Gráfico 9-106).

Gráfico 9-103: Resultados Sólidos Dissolvidos Totais na sub-bacia do córrego da Lavagem

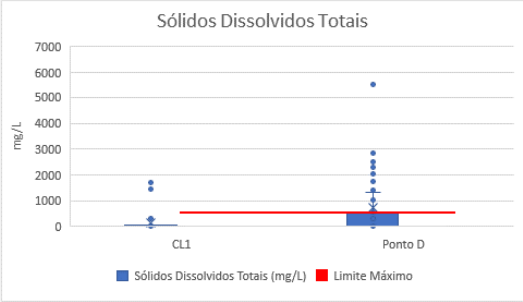


Gráfico 9-104: Resultados Sólidos Suspensos na sub-bacia do córrego da Lavagem

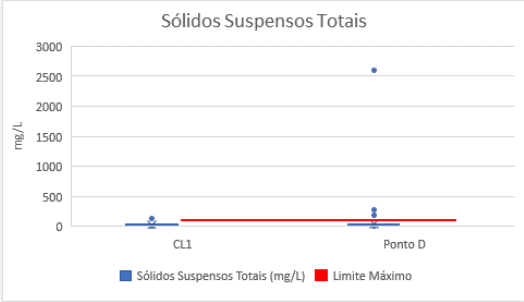


Gráfico 9-105: Resultados Turbidez na sub-bacia do córrego da Lavagem

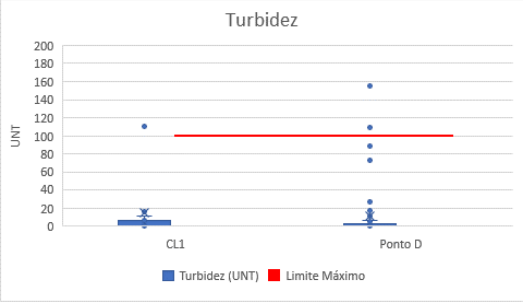
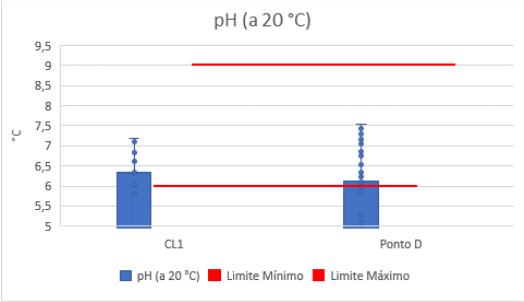


Gráfico 9-106: Resultados pH na sub-bacia do córrego da Lavagem



As séries históricas mostram desvios de DBO (Gráfico 9-107) e oxigênio dissolvidos (Gráfico 9-108) nos dois pontos avaliados. Tais ocorrências estão, possivelmente, mais associadas às influências antrópicas e regimes intermitentes dos afluentes e hidrológico da região.

Gráfico 9-107: Resultados DBO na sub-bacia do córrego da Lavagem

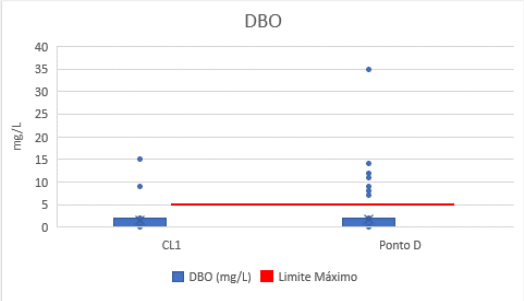
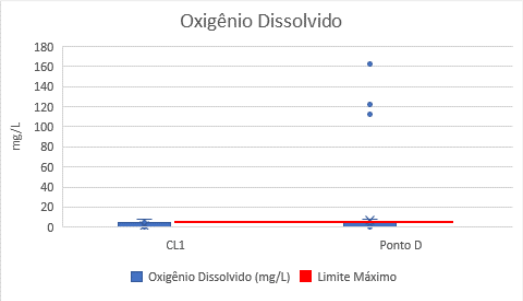


Gráfico 9-108: Resultados Oxigênio Dissolvido na sub-bacia do córrego da Lavagem



9.1.11.3.3 Sub-bacias Interceptadas pela Área Diretamente Afetada

As sub-bacias dos córregos Retiro e Velho e Martinha são as de inserção da Área Diretamente Afetada pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, sendo estas sub-bacias de maior interesse deste diagnóstico. Os córregos Retiro Velho e Martinha são afluentes de primeira ordem do rio São Francisco, a jusante da Represa de Três Marias.

A Nexa monitora os córregos Retiro Velho e Martinha, que se encontram a montante do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, trimestralmente, para verificar a qualidade das águas do entorno do Depósito de Rejeito Murici.

Além das legislações de referência utilizadas como comparativo para avaliação da qualidade das águas das sub-bacias dos córregos Retiro Velho e Martinha, utilizou-se como referência os estudos de *background e baseline* elaborados pela WSP para solos e águas superficiais para a área do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias:

- *Relatório Técnico: Estudo de Background – Determinação de Valor de Referência de Solo – Planta da Cimentação Nexa Três Marias (MG), WSP, maio de 2023.*
- *Relatório Técnico: Relatório de valores de referência para a água superficial – área da Planta de Cimentação e Futura Pilha de Resíduos Secos (Três Marias / MG), WSP, abril de 2024.*

Foram utilizados ainda como referência nas discussões dos resultados, os relatórios do monitoramento hídrico na área de influência do Depósito de Rejeitos Murici – DRM, protocolados semestralmente no âmbito da LO 075/2012.

A Nexa declarou a área entre o Depósito de Rejeitos Murici e a Barragem Córrego da Lavagem como suspeita de contaminação (AC-00570/2020) e vem conduzindo, desde então, estudos de investigação de passivos ambientais.

Neste sentido, foi elaborado pela WSP, em dezembro de 2022, o "*Relatório Integrado – Etapas de Investigação Ambiental Confirmatória, Investigação Detalhada, Avaliação de Risco à Saúde Humana, Avaliação de Risco Ecológica e Modelagem Matemática Hidrogeológica nas Áreas do Depósito de Rejeito Murici e Barragem Córrego da Lavagem*" que apresenta a compilação dos

resultados obtidos e discussões acerca de atividades relativas aos relatórios elaborados pela WSP entre 2018 e 2022.

A seguir serão apresentados os resultados dos pontos avaliados nas sub-bacias dos córregos Retiro Velho e Martinha no período de 2018 a 2024. Serão utilizados pontos amostrados trimestralmente pela Nexa no âmbito das suas licenças ambientais, bem como os pontos avaliados nos estudos conduzidos pela WSP na área.

Ressalta-se que os córregos Retiro Velho e Martinha possuem um caráter intermitente, ou seja, apresentam fluxo de água interrompido durante os períodos de menor incidência pluviométrica. Ambos os córregos permaneceram sem fluxo d'água no período de janeiro de 2018 a janeiro de 2020, situação decorrente das condições climáticas incidentes na região de Três Marias, marcada por um período de estiagem em que comumente não são registradas chuvas durante alguns meses do ano. Pode ter relação, também, com os baixos acumulados pluviométricos verificados em toda Minas Gerais na última década, em comparação a períodos anteriores. O ponto de montante no córrego Martinha, denominado MAR01, permaneceu sem fluxo d'água durante todo o período avaliado neste diagnóstico (2018 a 2024).

9.1.11.3.3.1 Sub-bacia do Córrego Retiro Velho

O córrego Retiro Velho é um curso de água afluente pela margem direita do rio São Francisco. Trata-se de um córrego intermitente que tem o fluxo interrompido durante os períodos de menor incidência pluviométrica. Suas nascentes estão em altitudes próximas da cota 592,0 m e, sua foz, a 505,0 m. A sub-bacia do córrego Retiro Velho drena uma área de 3,78 km^2 e o curso d´água principal possuí extensão de 3,6 km. As fotos abaixo apresentam vistas dos pontos avaliados.

Na sub-bacia do córrego Retiro Velho foram avaliados nove pontos de monitoramento: REV01, REV02, ASUP16, ASUP17, ASUP18, ASUP01 – RV- BG, ASUP02 – RV- BG, ASUP03 – RV- BG e ASUP04 – RV- BG, estando os quatro últimos sem fluxo d'água durante todo o período avaliado.

As fotos abaixo apresentam vistas dos pontos avaliados. A Figura 9-65 apresenta em forma de diagrama unifilar a distribuição dos pontos avaliados na sub-bacia do córrego Retiro Velho.

| Foto 9-76: Ponto REV01



Fonte: Campo Análises. Jan/2023

| Foto 9-77: REV02



Fonte: Campo Análises. Abr/2023

| Foto 9-78: Ponto ASUP16



Fonte: Campo Análises. Mar/2022

| Foto 9-79: Ponto ASUP17



Fonte: Campo Análises. Abr/2022

| Foto 9-80: Ponto ASUP18



Fonte: Campo Análises. Abr/2023

| Foto 9-81: Ponto ASUP-01 RV BG



Fonte: Campo Análises. Abr/2023

Foto 9-82: Ponto ASUP – 02 RV BG



Fonte: Campo Análises. Abr/2023

Foto 9-83: Ponto ASUP – 03 RV BG



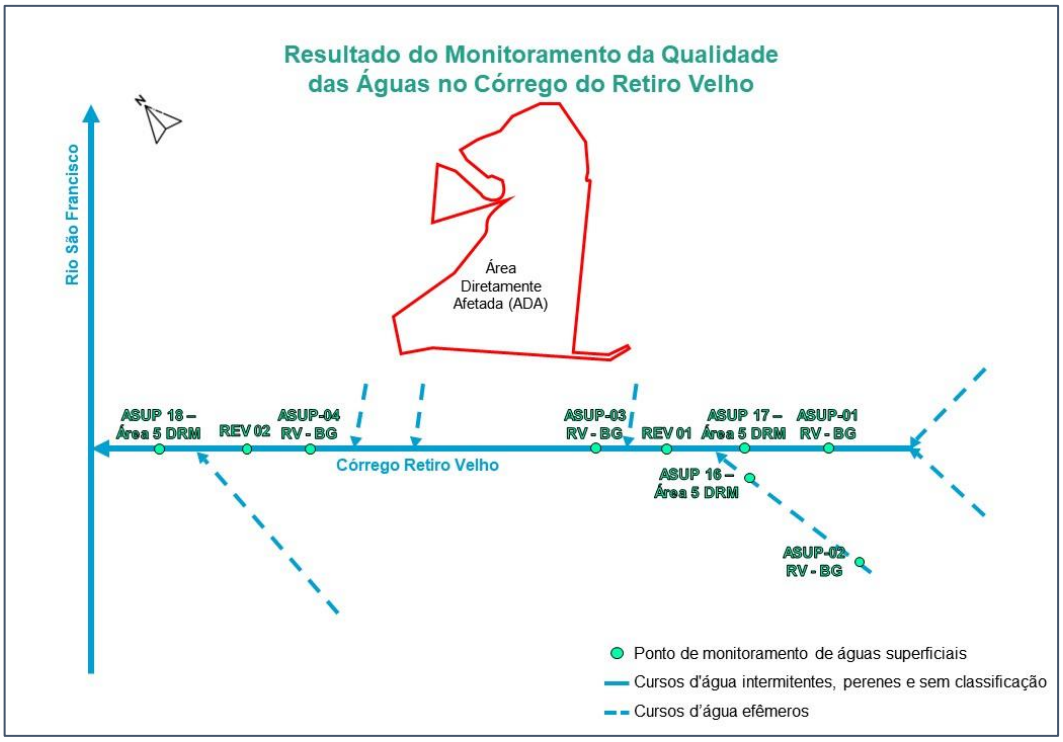
Fonte: Campo Análises. Abr/2023

Foto 9-84: Ponto ASUP – 04 RV BG



Fonte: Campo Análises. Abr/2023

| Figura 9-65: Diagrama Unifilar - Sub-bacia córrego Retiro Velho



Nas tabelas abaixo (Tabela 9-61 a Tabela 9-63) são exibidos os resultados dos parâmetros avaliados na sub-bacia do córrego Retiro Velho comparados a Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH/MG Nº 8/2022, águas Classe 2.

Tabela 9-61: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Retiro Velho – REV01 entre os anos de 2018 e 2024

Parâmetro	DN COPAM/ CERH 08/22 - Classe 2	REV-01																								
		Jan/18	Abr/18	Jul/18	Out/18	Jan/19	Abr/19	Jul/19	Out/19	Jan/20	Abr/20	Jul/20	Out/20	Jan/21	Abr/21	Jul/21	Out/21	Jan/22	Abr/22	Jul/22	Out/22	Jan/23	Abr/23	Jul/23	Out/23	Jan/24	Abr/24
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,01	*	*	0,01	<0,01	*	*	<0,01	<0,01	*	*	0,02	*	*	*	*	*
Arsênio Total (mg/L)	0,01	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	*	*	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	0,004	*	*	<0,002	*	*	*	*	*
Cádmio Total (mg/L)	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	**0,03**	*	*	**0,46**	**0,19**	*	*	**0,71**	**0,034**	*	*	**1,22**	*	*	*	*	*
Chumbo Total (mg/L)	0,01	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	*	*	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	<0,002	*	*	0,00	*	*	*	*	*
Cloreto (mg/L)	250	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2,72	*	*	8,73	4,10	*	*	2,13	<2	*	*	<2	*	*	*	*	*
Cobalto (mg/L)	0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	*	*	0,01	<0,005	*	*	0,03	<0,005	*	*	0,04	*	*	*	*	*
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,009	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,006	*	*	0,01	<0,006	*	*	<0,006	<0,006	*	*	<0,006	*	*	*	*	*
Coliformes Fecais	1000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	34,10	*	*	<1	<1	*	*	<1	224,7	*	*	<1	*	*	*	*	*
Coliformes Totais	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	248,10	*	*	<1	<1	*	*	<1	2420	*	*	<1	*	*	*	*	*
Condutividade (µS/cm)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	68,00	*	*	113,00	384,00	*	*	476,00	88	*	*	471	*	*	*	*	*
Cromo Total (mg/L)	0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	*	*	<0,005	<0,005	*	*	<0,005	<0,005	*	*	<0,005	*	*	*	*	*
DBO (mg/L)	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<2,00	*	*	5,00	<2,00	*	*	<2,00	<2,00	*	*	<2,00	*	*	*	*	*
DQO (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<10,00	*	*	10,00	<10,00	*	*	<10,00	<10,00	*	*	<10,00	*	*	*	*	*
Dureza Cálcio (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8,08	*	*	47,08	42,60	*	*	43,86	9,42	*	*	42,71	*	*	*	*	*
Dureza Magnésio (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	13,23	*	*	104,09	84,66	*	*	114,65	17,03	*	*	132,77	*	*	*	*	*
Manganês Total (mg/L)	0,1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	**0,11**	*	*	**1,21**	**0,63**	*	*	**3,29**	**0,122**	*	*	**5,08**	*	*	*	*	*
Mercúrio Total (mg/L)	0,0002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,0002	*	*	<0,0002	<0,0002	*	*	<0,0002	<0,0002	*	*	<0,0002	*	*	*	*	*
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,28	*	*	<0,28	<0,28	*	*	<0,28	<0,28	*	*	<0,28	*	*	*	*	*
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6,55	*	*	5,01	5,27	*	*	5,68	5,27	*	*	5,62	*	*	*	*	*
pH (a 20ºC)	6-9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6,70	*	*	6,61	**5,96**	*	*	6,10	6,42	*	*	7,29	*	*	*	*	*
Potássio (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,20	*	*	5,28	8,27	*	*	2,52	1,221	*	*	5,37	*	*	*	*	*
Potencial Redox (mV)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	254,00	*	*	154,00	150,00	*	*	133,00	98,5	*	*	124,40	*	*	*	*	*
Sódio (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,40	*	*	2,87	2,68	*	*	2,66	4,092	*	*	3,62	*	*	*	*	*
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500	*	*	*	*	*	*	*	*	*	36,00	*	*	230,00	266,00	*	*	381,00	73	*	*	389,00	*	*	*	*	*
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<33	*	*	<33	<33	*	*	<33	<33	*	*	43,00	*	*	*	*	*
Sulfato (mg/L)	250	*	*	*	*	*	*	*	*	*	28,30	*	*	177,80	222,80	*	*	55,50	31	*	*	236,80	*	*	*	*	*
Sulfeto (mg/L)	0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	*	*	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	*	*	*	*	*
Temperatura (°C)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	26,00	*	*	23,30	29,00	*	*	23,50	26	*	*	22,70	*	*	*	*	*
Turbidez (UNT)	100	*	*	*	*	*	*	*	*	*	4,24	*	*	34,20	3,21	*	*	3,17	6,96	*	*	37,20	*	*	*	*	*
Zinco Total (mg/L)	0,18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	**1,93**	*	*	**21,06**	**20,33**	*	*	**30,65**	**2,17**	*	*	**59,42**	*	*	*	*	*

Legenda: (*) Ponto Seco (**)3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5.

Tabela 9-62: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Retiro Velho – REV02 entre os anos de 2018 e 2024

Parâmetro	DN COPAM/ CERH 08/22 - Classe 2	REV-02																								
		Jan/18	Abr/18	Jul/18	Out/18	Jan/19	Abr/19	Jul/19	Out/19	Jan/20	Abr/20	Jul/20	Out/20	Jan/21	Abr/21	Jul/21	Out/21	Jan/22	Abr/22	Jul/22	Out/22	Jan/23	Abr/23	Jul/23	Out/23	Jan/24	Abr/24
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,01	*	*	**0,25**	0,02	*	*	<0,01	<0,01	*	*	0,02	*	*	*	*	*
Arsênio Total (mg/L)	0,01	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	*	*	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	*	*	*	*	*
Cádmio Total (mg/L)	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	**0,0014**	*	*	**0,01**	**0,002**	*	*	**0,29**	**0,002**	*	*	**0,09**	*	*	*	*	*
Chumbo Total (mg/L)	0,01	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	*	*	**0,011**	<0,002	*	*	<0,002	<0,002	*	*	0,02	*	*	*	*	*
Cloreto (mg/L)	250	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3,43	*	*	7,93	2,48	*	*	2,43	<2	*	*	<2	*	*	*	*	*
Cobalto (mg/L)	0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	*	*	<0,005	<0,005	*	*	0,01	<0,005	*	*	<0,005	*	*	*	*	*
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,009	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,006	*	*	<0,006	<0,006	*	*	<0,006	<0,006	*	*	<0,006	*	*	*	*	*
Condutividade (µS/cm)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	181,00	*	*	173,00	289,00	*	*	324,00	200,00	*	*	181	*	*	*	*	*
Coliformes Fecais	1000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	238,20	*	*	18,90	42,20	*	*	<1	29,50	*	*	461,10	*	*	*	*	*
Coliformes Totais	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2420,00	*	*	2420,00	2420,00	*	*	42,80	2420,00	*	*	2420	*	*	*	*	*
Cromo Total (mg/L)	0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	*	*	<0,005	<0,005	*	*	<0,005	<0,005	*	*	<0,005	*	*	*	*	*
DBO (mg/L)	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<2,00	*	*	**14,00**	<2,00	*	*	<2,00	<2,00	*	*	<2,00	*	*	*	*	*
DQO (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<10,00	*	*	33,00	<10,00	*	*	<10,00	<10,00	*	*	<10,00	*	*	*	*	*
Dureza Cálcio (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	46,34	*	*	29,99	29,94	*	*	39,99	30,05	*	*	36,23	*	*	*	*	*
Dureza Magnésio (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	32,30	*	*	28,54	58,16	*	*	74,33	48,56	*	*	32,34	*	*	*	*	*
Manganês Total (mg/L)	0,1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	**0,41**	*	*	**0,14**	**0,38**	*	*	**2,17**	**0,63**	*	*	**1,08**	*	*	*	*	*
Mercúrio Total (mg/L)	0,0002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,0002	*	*	<0,0002	<0,0002	*	*	<0,0002	<0,0002	*	*	<0,0002	*	*	*	*	*
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,28	*	*	1,81	<0,28	*	*	<0,28	<0,28	*	*	<0,28	*	*	*	*	*
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6,50	*	*	5,03	5,33	*	*	5,38	5,32	*	*	5,72	*	*	*	*	*
pH (a 20ºC)	6-9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7,83	*	*	6,72	**5,99**	*	*	6,64	6,81	*	*	6,38	*	*	*	*	*
Potássio (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,34	*	*	3,82	1,53	*	*	2,26	1,08	*	*	3,70	*	*	*	*	*
Potencial Redox (mV)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	167,00	*	*	146,00	146,00	*	*	136,00	111,40	*	*	193,20	*	*	*	*	*
Sódio (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6,93	*	*	5,05	8,76	*	*	5,35	5,80	*	*	4,36	*	*	*	*	*
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500	*	*	*	*	*	*	*	*	*	97,00	*	*	115,00	178,00	*	*	258,00	132,00	*	*	143,00	*	*	*	*	*
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<33	*	*	<33	<33	*	*	<33	<33	*	*	62,00	*	*	*	*	*
Sulfato (mg/L)	250	*	*	*	*	*	*	*	*	*	36,00	*	*	48,80	68,40	*	*	150,00	36,80	*	*	56,40	*	*	*	*	*
Sulfeto (mg/L)	0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	*	*	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	*	*	*	*	*
Temperatura (°C)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	19,50	*	*	25,50	29,00	*	*	24,40	26,00	*	*	23,90	*	*	*	*	*
Turbidez (UNT)	100	*	*	*	*	*	*	*	*	*	11,56	*	*	**206,00**	42,30	*	*	11,44	23,30	*	*	**124,20**	*	*	*	*	*
Zinco Total (mg/L)	0,18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,05	*	*	**0,42**	0,09	*	*	**11,85**	0,09	*	*	**3,37**	*	*	*	*	*

Legenda: (*) Ponto Seco (**)3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5.

Tabela 9-63: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Retiro Velho – Estudos WSP

Parâmetro	DN COPAM/ CERH 08/22 - Classe 2	ASUP-16 - Área 5 DRM								ASUP-17 - Área 5 DRM								ASUP-18 - Área 5 DRM							
		Mar/20	Abr/21	Out/21	Mar/22	Set/22	Mar/23	Set/23	Mar/24	Mar/20	Abr/21	Out/21	Mar/22	Set/22	Mar/23	Set/23	Mar/24	Mar/20	Abr/21	Out/21	Mar/22	Set/22	Mar/23	Set/23	Mar/24
1,1- Dicloroetano (µg/L)	30	<10	<10	*	-	*	*	*	-	<10	*	-	*	*	*	*	-	<10	<10	*	-	*	*	*	-
1,1- Dicloroeteno (µg/L)	-	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	-	<0,01	*	-	*	*	*	*	-	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	-
1,1,1- Tricloroetano (µg/L)	-	<1	<1	*	-	*	*	*	-	<1	*	-	*	*	*	*	-	<1	<1	*	-	*	*	*	-
1,2- Diclorobenzeno (µg/L)	-	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-	<0,002	*	-	*	*	*	*	-	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-
1,2- Dicloroetano (µg/L)	10	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	-	<0,01	*	-	*	*	*	*	-	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	-
1,2- Dicloroeteno (cis + Trans) (µg/L)	-	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-	<0,002	*	-	*	*	*	*	-	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-
1,2,3- Triclorobenzeno (µg/L)	-	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	-	<0,01	*	-	*	*	*	*	-	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	-
1,2,3,4- Tetraclorobenzeno (µg/L)	-	<10	<10	*	-	*	*	*	-	<10	*	-	*	*	*	*	-	<10	<10	*	-	*	*	*	-
1,2,3,5- Tetraclorobenzeno (µg/L)	-	<10	<10	*	-	*	*	*	-	<10	*	-	*	*	*	*	-	<10	<10	*	-	*	*	*	-
1,2,4- Triclorobenzeno (µg/L)	-	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	-	<0,01	*	-	*	*	*	*	-	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	-
1,2,4,5- Tetraclorobenzeno (µg/L)	-	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	-	<0,01	*	-	*	*	*	*	-	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	-
1,3- Diclorobenzeno (µg/L)	-	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-	<0,002	*	-	*	*	*	*	-	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-
1,3,5- Triclorobenzeno (µg/L)	-	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-	<0,002	*	-	*	*	*	*	-	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-
1,4- Diclorobenzeno (µg/L)	-	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-	<0,002	*	-	*	*	*	*	-	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-
2- Clorofenol (µg/L)	0,1	<0,1	<0,1	*	-	*	*	*	-	<0,1	*	-	*	*	*	*	-	<0,1	<0,1	*	-	*	*	*	-
2,3,4,5- Tetraclorofenol (µg/L)	-	<0,011	<0,011	*	-	*	*	*	-	<0,011	*	-	*	*	*	*	-	<0,011	<0,011	*	-	*	*	*	-
2,3,4,6- Tetraclorofenol (µg/L)	-	<2	<2	*	-	*	*	*	-	<2	*	-	*	*	*	*	-	<2	<2	*	-	*	*	*	-
2,4- Diclorofenol (µg/L)	0,3	<0,3	<0,3	*	-	*	*	*	-	<0,3	*	-	*	*	*	*	-	<0,3	<0,3	*	-	*	*	*	-
2,4,5- Triclorofenol (µg/L)	-	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	-	<0,01	*	-	*	*	*	*	-	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	-
2,4,6- Triclorofenol (mg/L)	0,01	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	-	<0,01	*	-	*	*	*	*	-	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	-
3,4- Diclorofenol (µg/L)	-	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	-	<0,01	*	-	*	*	*	*	-	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	-
Acenafteno (µg/L)	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-	<0,02	*	-	*	*	*	*	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-
Acenaftileno (µg/L)	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-	<0,02	*	-	*	*	*	*	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-
Alumínio dissolvido (mg/L)	0,1		-	*	<0,01	*	*	*	**0,27**	-	*	-	*	*	*	*	**0,364**	-	-	*	-	*	*	*	0,0899
Alumínio total (mg/L)	-	0,5356	0,049	*	0,1044	*	*	*	1,064	1,6789	*	<0,01	*	*	*	*	0,546	0,1816	0,3286	*	<0,01	*	*	*	0,2113
Antimônio Dissolvido (mg/L)	-		-	*	<0,005	*	*	*	<0,005	-	*	-	*	*	*	*	<0,005	-	-	*	-	*	*	*	<0,005
Antimônio total (mg/L)	0,005	<0,005	<0,002	*	<0,005	*	*	*	<0,005	<0,005	*	<0,01	*	*	*	*	<0,005	<0,005	<0,002	*	-	*	*	*	<0,005
Antraceno (mg/L)	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-	<0,02	*	-	*	*	*	*	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-
Arsênio dissolvido (mg/L)	-		-	*	<0,002	*	*	*	<0,002	-	*	-	*	*	*	*	<0,002	-	-	*	-	*	*	*	<0,002
Arsênio total (mg/L)	0,01	<0,002	<0,002	*	<0,002	*	*	*	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	<0,002
Bário dissolvido (mg/L)	-		-	*	0,033	*	*	*	0,051	-	*	-	*	*	*	*	0,057	-	-	*	-	*	*	*	0,062
Bário total (mg/L)	0,7	0,047	0,043	*	0,037	*	*	*	0,056	0,04	*	<0,01	*	*	*	*	0,061	0,074	0,069	*	<0,01	*	*	*	0,075
Benzeno (mg/L)	0,005	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-	<0,002	*	-	*	*	*	*	-	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-
Benzo (a) Antraceno (µg/L)	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-	<0,02	*	-	*	*	*	*	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-
Benzo (a) Pireno (µg/L)	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-	<0,02	*	-	*	*	*	*	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-

Parâmetro	DN COPAM/ CERH 08/22 - Classe 2	ASUP-16 - Área 5 DRM								ASUP-17 - Área 5 DRM								ASUP-18 - Área 5 DRM							
		Mar/20	Abr/21	Out/21	Mar/22	Set/22	Mar/23	Set/23	Mar/24	Mar/20	Abr/21	Out/21	Mar/22	Set/22	Mar/23	Set/23	Mar/24	Mar/20	Abr/21	Out/21	Mar/22	Set/22	Mar/23	Set/23	Mar/24
Benzo (B) Fluoranteno (µg/L)	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-	<0,02	*	-	*	*	*	*	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-
Benzo (g,h,i) perileno (µg/L)	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-	<0,02	*	-	*	*	*	*	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-
Benzo (K) Fluoranteno (µg/L)	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-	<0,02	*	-	*	*	*	*	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-
Boro dissolvido (mg/L)	-		-	*	<0,05	*	*	*	<0,05	-	*	-	*	*	*	*	<0,05	-	-	*	-	*	*	*	<0,05
Boro total (mg/L)	0,5	<0,05	<0,05	*	<0,05	*	*	*	<0,05	<0,05	*	<0,01	*	*	*	*	<0,05	<0,05	<0,05	*	<0,01	*	*	*	<0,05
Cádmio dissolvido (mg/L)	-		-	*	0,038	*	*	*	2,154	-	*	-	*	*	*	*	2,054	-	-	*	-	*	*	*	0,117
Cádmio total (mg/L)	0,001	**0,044**	**0,283**	*	**0,041**	*	*	*	**2,213**	**0,032**	*	<0,01	*	*	*	*	**2,108**	**0,012**	0,001	*	<0,01	*	*	*	**0,158**
Chumbo dissolvido (mg/L)	-		-	*	<0,002	*	*	*	0,005	-	*	-	*	*	*	*	0,006	-	-	*	-	*	*	*	<0,002
Chumbo total (mg/L)	0,01	<0,002	<0,002	*	<0,002	*	*	*	0,009	<0,002	*	-	*	*	*	*	0,007	0,002	<0,002	*	-	*	*	*	<0,002
Cloreto de Metileno (µg/L)	-	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	-	<0,01	*	-	*	*	*	*	-	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	-
Cloreto de Vinila (µg/L)	-	<2	<2	*	-	*	*	*	-	<2	*	-	*	*	*	*	-	<2	<2	*	-	*	*	*	-
Clorofórmio (mg/L)	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-	<0,01	*	-	*	*	*	*	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-
Cobalto dissolvido (mg/L)	-		-	*	<0,005	*	*	*	0,059	-	*	-	*	*	*	*	0,078	-	-	*	-	*	*	*	0,012
Cobalto total (mg/L)	0,05	<0,005	<0,005	*	<0,005	*	*	*	**0,059**	<0,005	*	<0,01	*	*	*	*	**0,08**	<0,005	<0,002	*	-	*	*	*	0,013
Cobre dissolvido (mg/L)	0,009		-	*	<0,006	*	*	*	0,014	-	*	-	*	*	*	*	0,017	-	-	*	-	*	*	*	<0,006
Cobre total (mg/L)	-	<0,006	<0,006	*	<0,006	*	*	*	0,015	<0,006	*	<0,01	*	*	*	*	0,017	<0,006	<0,006	*	<0,01	*	*	*	0,009
Condutividade (µS/cm)	-		374	*	128	*	*	*	0,491	75	*	-	*	*	*	*	0,512	172	251	*	-	*	*	*	0,523
Criseno (µg/L)	0,05	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-	<0,02	*	-	*	*	*	*	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-
Cromo dissolvido (mg/L)	-		-	*	<0,005	*	*	*	<0,005	-	*	-	*	*	*	*	<0,005	-	-	*	-	*	*	*	<0,005
Cromo total (mg/L)	0,05	<0,005	<0,005	*	<0,005	*	*	*	<0,005	<0,005	*	<0,01	*	*	*	*	<0,005	<0,005	<0,002	*	-	*	*	*	0,01
Dibenzo(a,h)antraceno (µg/L)	0,05	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-	<0,02	*	-	*	*	*	*	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-
Estireno (µg/L)	70	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-	<0,02	*	-	*	*	*	*	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-
Etilbenzeno (mg/L)	0,84	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-	<0,002	*	-	*	*	*	*	-	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-
Fenantreno (µg/L)	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-	<0,02	*	-	*	*	*	*	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-
Ferro dissolvido (mg/L)	0,3		-	*	<0,05	*	*	*	<0,05	-	*	-	*	*	*	*	<0,05	-	-	*	-	*	*	*	**0,726**
Ferro total (mg/L)	-	0,895	<0,05	*	0,078	*	*	*	0,41	1,049	*	<0,01	*	*	*	*	0,229	1,013	0,966	*	<0,01	*	*	*	5,472
Fluoranteno (µg/L)	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-	<0,02	*	-	*	*	*	*	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-
Fluoreno (µg/L)	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-	<0,02	*	-	*	*	*	*	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-
Fluoreto (mg/L)	1,4	0,1	0,06	*	<0,05	*	*	*	<0,05	<0,05	*	<0,01	*	*	*	*	<0,05	0,09	0,09	*	<0,01	*	*	*	1,19
Fluoreto Dissolvido (mg/L)	-	0,09	<0,05	*	<0,05	*	*	*	<0,05	<0,05	*	<0,01	*	*	*	*	<0,05	0,089	<0,05	*	<0,01	*	*	*	0,995
Fosfato Dissolvido (mg/L)	-			*					<0,15	-	*	-	*	*	*	*	-	-	-	*	-	*	*	*	-
Fosfato Total (mg/L)	-		-	*	<0,15	*	*	*	-	-	*	-	*	*	*	*	<0,15	0	-	*	-	*	*	*	0,15
Indeno (µg/L)	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-	<0,02	*	-	*	*	*	*	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-
Magnésio total (mg/L)	-			*					-	-	*	-	*	*	*	*	-	-	-	*	-	*	*	*	-
Manganês dissolvido (mg/L)	-		-	*	0,229	*	*	*	9,675	-	*	-	*	*	*	*	11,91	-	-	*	-	*	*	*	1,562
Manganês total (mg/L)	0,1	**0,167**	**0,519**	*	**0,255**	*	*	*	**11,589**	**0,375**	*	<0,01	*	*	*	*	**13,068**	**0,698**	**0,384**	*	<0,01	*	*	*	**2,088**

Parâmetro	DN COPAM/ CERH 08/22 - Classe 2	ASUP-16 - Área 5 DRM								ASUP-17 - Área 5 DRM								ASUP-18 - Área 5 DRM							
		Mar/20	Abr/21	Out/21	Mar/22	Set/22	Mar/23	Set/23	Mar/24	Mar/20	Abr/21	Out/21	Mar/22	Set/22	Mar/23	Set/23	Mar/24	Mar/20	Abr/21	Out/21	Mar/22	Set/22	Mar/23	Set/23	Mar/24
Mercúrio dissolvido (mg/L)	-		-	*	<0,0002	*	*	*	<0,0002	-	*	-	*	*	*	*	<0,0002	-	-	*	-	*	*	*	<0,0002
Mercúrio total (mg/L)	0,0002	<0,0002	<0,0002	*	<0,0002	*	*	*	<0,0002	<0,0002	*	<0,01	*	*	*	*	<0,0002	<0,0002	<0,0002	*	<0,01	*	*	*	<0,0002
Molibdênio Dissolvido (mg/L)	-		-	*	<0,01	*	*	*	<0,01	-	*	-	*	*	*	*	<0,01	-	-	*	-	*	*	*	<0,01
Molibdênio total (mg/L)	-	<0,01	<0,01	*	<0,01	*	*	*	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	*	<0,01	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	<0,01
Monoclorobenzeno (mg/L)	-	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-	<0,002	*	-	*	*	*	*	-	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-
Naftaleno (µg/L)	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-	<0,02	*	-	*	*	*	*	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-
Níquel dissolvido (mg/L)	-		-	*	<0,005	*	*	*	0,06	-	*	-	*	*	*	*	0,052	-	-	*	-	*	*	*	<0,005
Níquel total (mg/L)	0,025	0,006	**0,031**	*	<0,005	*	*	*	**0,062**	<0,005	*	<0,01	*	*	*	*	**0,054**	<0,005	<0,002	*	-	*	*	*	0,007
Nitrato (mg/L)	10		-	*	<0,2	*	*	*	1,2	-	*	-	*	*	*	*	1	-	-	*	-	*	*	*	0,44
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5		5,16	*	5,17	*	*	*	**4,75**	7,62	*	-	*	*	*	*	**4,85**	6,2	5,32	*	-	*	*	*	**4,28**
Pentaclorofenol (µg/L)	0,009	<3	<3	*	-	*	*	*	-	<3	*	-	*	*	*	*	-	<3	<3	*	-	*	*	*	-
pH	6-9		6,18	*	6,8	*	*	*	**5,79**	6,18	*	-	*	*	*	*	**5,73**	**3,1**	6,38	*	-	*	*	*	**5,55**
Pireno (µg/L)	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-	<0,02	*	-	*	*	*	*	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-
Potencial Oxi-Reducao (ORP)	-		148	*	108,9	*	*	*	174,5	199	*	-	*	*	*	*	179,1	346	136	*	-	*	*	*	157
Prata Dissolvido (mg/L)	-		-	*	<0,01	*	*	*	<0,01	-	*	-	*	*	*	*	<0,01	-	-	*	-	*	*	*	<0,01
Prata Total (mg/L)	0,01	**0,028**	<0,01	*	<0,01	*	*	*	<0,01	0,033	*	<0,01	*	*	*	*	<0,01	**0,019**	<0,01	*	-	*	*	*	<0,01
Selênio dissolvido (mg/L)	-		-	*	<0,002	*	*	*	<0,002	-	*	-	*	*	*	*	<0,002	-	-	*	-	*	*	*	<0,002
Selênio total (mg/L)	0,01	<0,002	<0,002	*	<0,002	*	*	*	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	<0,002
Sulfato (mg/L)	250	37,2	191,6	*	34,4	*	*	*	**732,9**	29,3	*	<0,01	*	*	*	*	**420,57**	37,7	69,8	*	<0,01	*	*	*	**408,07**
Sulfato Solúvel (mg/L)	-	35,8	189,541	*	33,575	*	*	*	731,081	28,7	*	<0,01	*	*	*	*	418,105	36,4	67,895	*	<0,01	*	*	*	398,5
Sulfeto (H2S) (mg/L)	0,002	<0,002	<0,002	*	<0,002	*	*	*	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	<0,002
Sulfeto Solúvel (mg/L)	-	<0,002	<0,002	*	<0,002	*	*	*	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	<0,002
Temperatura Ambiente	-		21,3	*	24,6	*	*	*	23,9	22,2	*	-	*	*	*	*	26,3	24,1	29	*	-	*	*	*	24,7
Tetracloreto de Carbono (µg/L)	2	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-	<0,002	*	-	*	*	*	*	-	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-
Tetracloroeteno (µg/L)	10	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	-	<0,01	*	-	*	*	*	*	-	<0,01	<0,01	*	-	*	*	*	-
Tolueno (mg/L)	0,00002	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-	<0,002	*	-	*	*	*	*	-	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-
Tricloroeteno (µg/L)	30	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-	<0,02	*	-	*	*	*	*	-	<0,02	<0,02	*	-	*	*	*	-
Turbidez (NTU)	100	29,04	<0,5	*	5,01	*	*	*	24,4	44,9	*	-	*	*	*	*	14,85	33,94	0,59	*	-	*	*	*	**250**
Vanádio Dissolvido (mg/L)	-		-	*	<0,005	*	*	*	<0,005	-	*	-	*	*	*	*	<0,005	-	-	*	-	*	*	*	<0,005
Vanádio Total (mg/L)	0,1	<0,005	<0,005	*	<0,005	*	*	*	<0,005	<0,005	*	<0,01	*	*	*	*	<0,005	<0,005	<0,002	*	-	*	*	*	0,012
Xileno (o,m e p) (mg/L)	-	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-	<0,002	*	-	*	*	*	*	-	<0,002	<0,002	*	-	*	*	*	-
Zinco dissolvido (mg/L)	-		-	*	2,007	*	*	*	112,89	-	*	-	*	*	*	*	133,545	-	-	*	-	*	*	*	4,31
Zinco total (mg/L)	0,18	**3,097**	**22,207**	*	**2,18**	*	*	*	**136,69**	**2,281**	*	<0,01	*	*	*	*	**143,37**	**0,468**	0,08	*	<0,01	*	*	*	**5,77**

Legenda: (*) Ponto Seco

Foram avaliados pontos ao longo de todo o percurso do córrego Retiro Velho, pontos localizados a montante e a jusante do Depósito de Rejeitos Murici, principal estrutura da Nexa localizada na sub-bacia do córrego Retiro Velho, que se encontra a montante do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

Devido ao caráter intermitente do córrego Retiro Velho, durante o período avaliado (2018 a 2024) o referido curso d'água esteve seco em diversas campanhas de amostragens, e, portanto, foram avaliadas seis amostras nos pontos REV01 e REV02. De janeiro de 2018 a janeiro de 2020 não houve coleta de amostras devido à falta de fluxo.

Além destes, devido à falta de fluxo, os pontos ASUP-01 RV-BG, ASUP-02 RV-BG, ASUP-03 RV-BG e ASUP-04 RV-BG, não puderam ser amostrados nas campanhas realizadas para o estudo de Valores de Referência para águas superficiais da WSP (2024). Os pontos ASUP-16, ASUP-17 e ASUP-18, amostrados entre março de 2020 a março de 2024 para estudos da WSP na área, tiveram quatro campanhas avaliadas nos pontos ASUP-16 e ASUP-18 e três no ponto ASUP-17.

De todos as amostras avaliadas, os resultados analíticos indicaram, concentrações fora do padrão de referência, em alguma amostra, para alumínio dissolvido, cádmio total, chumbo total, cobalto total, cobre dissolvido, manganês total, zinco total, níquel total, prata total, pH, sulfato, oxigênio dissolvido, turbidez e DBO.

As águas avaliadas no córrego Retiro Velho apresentaram boa oxigenação, com a maior parte dos valores acima dos 5mg/L permitido. Encontrou-se desvios para oxigênio dissolvido apenas na campanha de mar/24 nos pontos ASUP16, ASUP17 E ASUP18 (Gráfico 9-109).

A carga de matéria orgânica apresentou-se baixa, representada pelos baixos valores de DBO detectado, onde em 92% das amostras estiveram em concentração abaixo de 5mg/L permitido. Apenas uma amostra (jan/21 – Rev02) apresentou DBO acima do limite (Gráfico 9-110).

Gráfico 9-109: Resultados Oxigênio Dissolvido na sub-bacia do córrego Retiro Velho

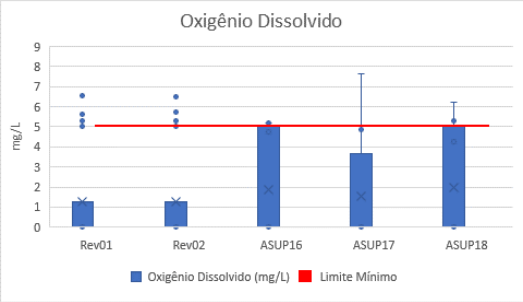
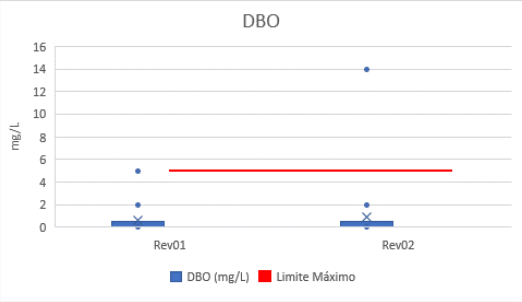


Gráfico 9-110:Resultados DBO na sub-bacia do córrego Retiro Velho



O pH médio detectado foi de 5,43, onde algumas amostras estiveram com pH ácido, abaixo da faixa inferior do padrão de referência (Gráfico 9-111). A carga de sólidos em sua fração dissolvida estava em teor compatível com a legislação (máximo de 389 mg/L), bem como a fração suspensa (máximo de 62 mg/L). Relacionado aos sólidos suspensos, foi detectada turvação alta, acima de

100NTU, em duas amostras coletadas no ponto REV02(jan/21 e jan/23) e em uma amostra no ponto ASUP18 (mar/24), como pode ser observado no Gráfico 9-112. Possivelmente estas ocorrências se relacionam aos eventos de elevada precipitação comuns no mês de janeiro e março. As águas do córrego Retiro Velho apresentaram condutividade elétrica média de 54 µS/cm.

Gráfico 9-111: Resultados pH na sub-bacia do córrego Retiro Velho

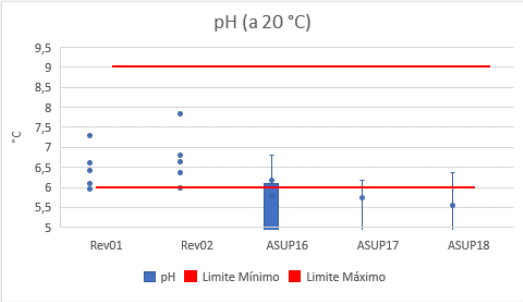
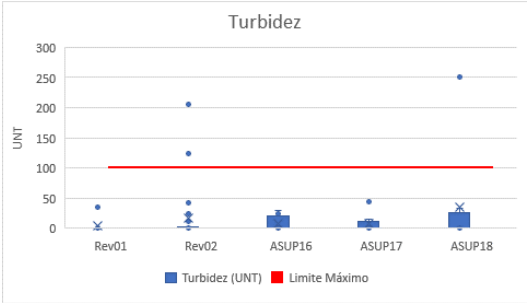


Gráfico 9-112: Resultados turbidez na sub-bacia do córrego Retiro Velho



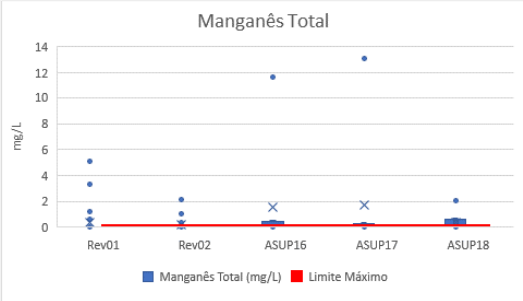
Em relação aos metais, os resultados indicaram a presença abundante de manganês total, duas entre as 20 amostras avaliadas estiveram com valor de manganês abaixo do VMP (Gráfico 9-113). Estas ocorrências podem estar relacionadas a composição dos solos e rocha da região, ricas nestes elementos, que podem então ser solubilizados e ficar disponível nas águas superficiais.

Cabe mencionar que nos estudos realizados pela WSP (2024), para determinação dos valores de referência para água superficial na área da planta da cimentação, não foi possível estabelecer um valor de referência específico para o córrego Retiro Velho, uma vez que nas campanhas realizadas para o estudo todos os pontos do córrego Retiro Velho estavam secos. Contudo, os mesmos estudos, estabeleceram valor de referência para o córrego Martinha, acima do limite legal nos quatro pontos avaliados.

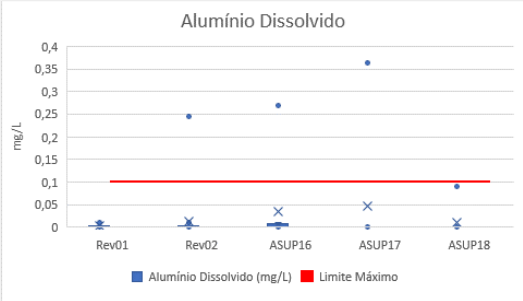
O estudo supracitado ainda indicou que, de acordo com Oliveira,2007; Trindade *et al*. 2017 os cursos d'água da bacia do rio do São Francisco, de forma geral, apresentam alterações para metais como alumínio, ferro e manganês e de acordo com Bento *et al*. (2019) as violações dos parâmetros alumínio, ferro e manganês são justificadas pelas características geológicas, e de uso e ocupação da bacia do rio São Francisco, visto que o comportamento tem sido encontrado nas demais sub-bacias do São Francisco, além de outras bacias do estado de Minas Gerais.

O alumínio e o ferro, também constituinte dos solos e rochas do local, foram detectados, na sua fração dissolvida, em concentração acima do VMP em três amostras para alumínio (Gráfico 9-114) e em uma amostra para ferro (Gráfico 9-115).

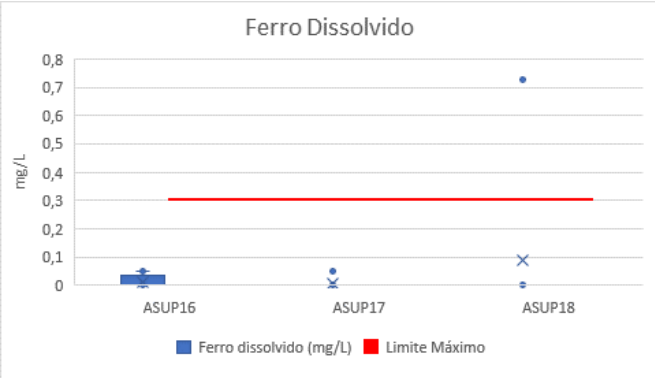
| Gráfico 9-113: Resultados Manganês Total na sub-bacia do córrego Retiro Velho



| Gráfico 9-114: Resultados Alumínio Dissolvido na sub-bacia do córrego Retiro Velho



| Gráfico 9-115: Resultados Ferro Dissolvido na sub-bacia do córrego Retiro Velho



Foram detectadas em quase todas as amostras avaliadas no córrego Retiro Velho concentrações cádmio total acima do limite estabelecido pela DN COPAM/CERH 08/22 para curso d'água classe 2 (Gráfico 9-116). Além deste, 17 amostras estiveram com zinco total acima do padrão de referência (Gráfico 9-117), em duas amostras o limite para chumbo total, cobalto total e cobre dissolvido apresentaram valores acima do limite estabelecido pela legislação (Gráfico 9-118, Gráfico 9-119 e Gráfico 9-120, respectivamente).

Tais condições não refletem uma condição natural do curso d'água, com isso a Nexa declarou a área entre o Depósito de Rejeitos Murici e a Barragem Córrego da Lavagem como suspeita de contaminação (AC-00570/2020) e está desenvolvendo estudos de investigação ambiental no local para entender os resultados históricos e atuais. O Relatório Integrado – Etapas de Investigação Ambiental Confirmatória, Investigação Detalhada, Avaliação de Risco à Saúde Humana, Avaliação de Risco Ecológica e Modelagem Matemática Hidrogeológica nas Áreas do Depósito de Rejeito Murici e Barragem do Córrego Lavagem elaborado pela WSP em dezembro de 2022 apresenta a avaliação, resultados, discussões e as recomendações para área.

O relatório supracitado indica que tais alterações podem estar diretamente associada aos escoamentos superficiais do DRM e pequena descarga do aquífero fissural em trechos com água permanente, principalmente em eventos de alta pluviosidade, para tanto o relatório recomenda algumas ações que, sobretudo, visam melhorias nos *sumps* do DRM, impedindo, deste modo, que

tais contribuições cheguem aos cursos d'água adjacentes, no caso os córregos Retiro Velho e Martinha.

Cabe ressaltar, ainda, que os períodos sem monitoramento, em virtude da interrupção de fluxo d'água no córrego Retiro Velho, dificultam a análise e comparação dos dados.

O sulfato, relacionado diretamente às operações Nexa, estavam, em todas as amostras avaliadas, em teores compatíveis com o limite legal, exceto na campanha realizada em 2024, nos pontos ASUP17 e ASUP18, conforme pode ser verificado no Gráfico 9-121.

Gráfico 9-116: Resultados Cádmio Total na sub-bacia do córrego Retiro Velho

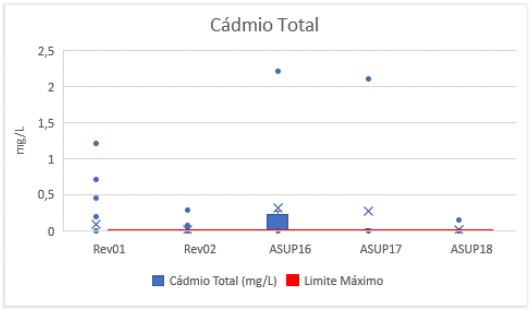


Gráfico 9-117: Resultados Zinco Total na sub-bacia do córrego Retiro Velho

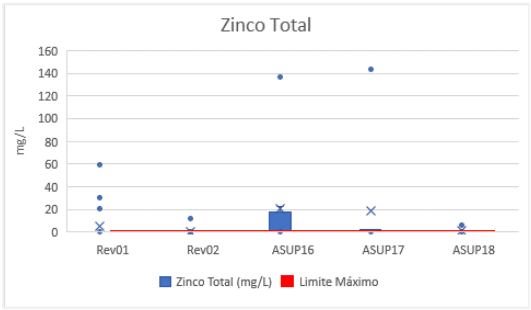


Gráfico 9-118: Resultados Chumbo Total na sub-bacia do córrego Retiro Velho

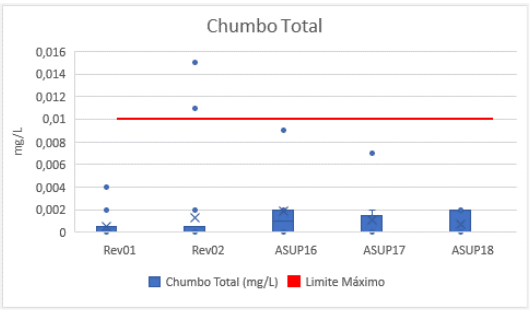


Gráfico 9-119: Resultados Cobalto Total na sub-bacia do córrego Retiro Velho

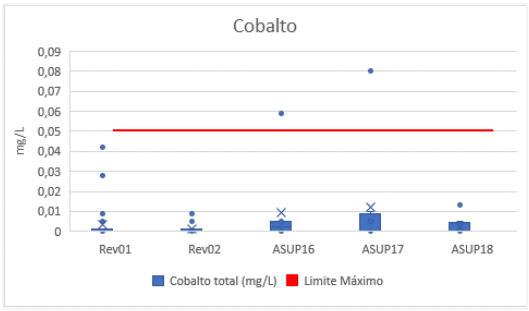


Gráfico 9-120: Resultados Cobre Dissolvido na sub-bacia do córrego Retiro Velho

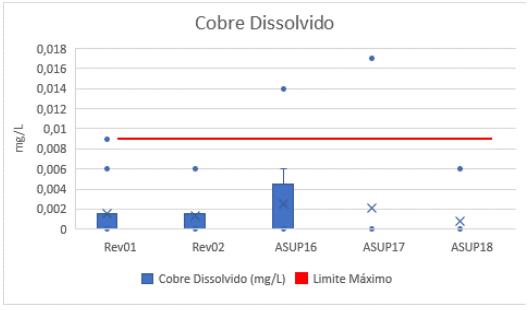
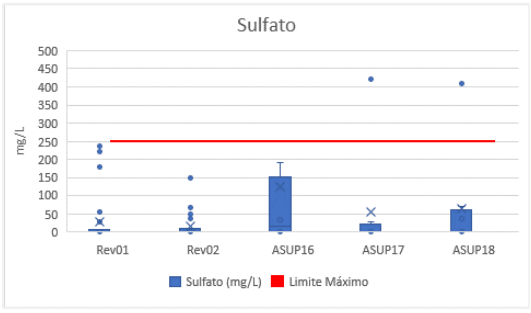


Gráfico 9-121: Resultados Sulfato na sub-bacia do córrego Retiro Velho



Além dos metais descritos acima foi detectado três desvios para níquel no ponto ASUP16 e ASUP 17 (Gráfico 9-122) e três concentrações acima do VMP para prata (Gráfico 9-123) na campanha

de março/2020 nos três pontos que tiveram avaliação deste parâmetro (ASUP-16, ASUP-17 e ASUP-18). Ressalta-se que estes pontos foram monitorados no âmbito dos estudos da WSP.

Gráfico 9-122: Resultados Níquel Total na sub-bacia do córrego Retiro Velho

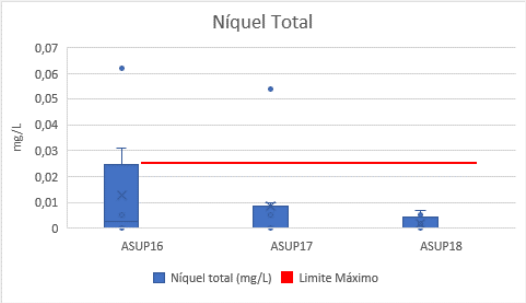
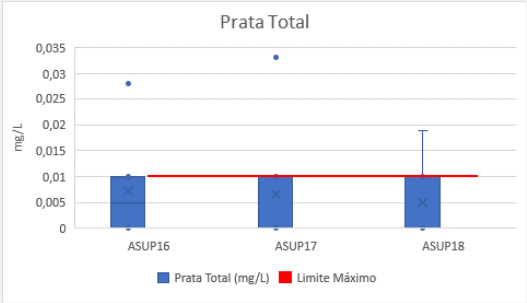


Gráfico 9-123: Resultados Prata Total na sub-bacia do córrego Retiro Velho



Os demais metais avaliados nas águas do córrego Retiro Velho estavam em baixas contrações condizentes com os limites legais ou não foram detectados pelo método analítico. Os parâmetros VOC, SVOC e TPH analisado nas amostras coletadas nos pontos ASUP16, 17 e 18 não foram quantificadas em valor acima do limite de quantificação do método analítico.

A Tabela 9-64 apresenta dos valores médios e medianos dos parâmetros de maior interesse avaliados neste diagnóstico, bem como as porcentagens de desconformidade com o padrão adotado. Como pode ser observado a maior parte dos parâmetros avaliados estiveram em concentrações dentro dos limites estabelecidos pela DN COPAM/CERH 08/22.

Tabela 9-64: Estatística principais parâmetros córrego Retiro Velho

Sub-bacia córrego Retiro Velho							
Parâmetro	**Unid.**	**DN COPAM/CERH 08/22**	**Média**	**Mediana**	**N° de Leituras**	**%dentro**	**%fora**
Alumínio Dissolvido (mg/L)	mg/L	0,1	0,0298	0,0100	16	81%	19%
Arsênio Total (mg/L)	mg/L	0,01	0,0021	0,0020	21	100%	0%
Cádmio Total (mg/L)	mg/L	0,001	0,1804	0,0320	23	4%	96%
Chumbo Total (mg/L)	mg/L	0,01	0,0034	0,0020	21	90%	10%
Cloretos (mg/L)	mg/L	250	3,4958	2,4550	12	100%	0%
Cobalto total (mg/L)	mg/L	0,05	0,0089	0,0050	22	91%	9%
Cobre Dissolvido (mg/L)	mg/L	0,009	0,0062	0,0060	16	88%	13%
Coliformes Fecais	NMP	1000	451,82	24,200	12	100%	0%
Coliformes Totais	NMP	-	904,37	248,50	12	-	-
Condutividade (µS/cm)	µS/cm	-	221,09	181,00	20	-	-
Cromo Total (mg/L)	mg/L	0,05	0,0051	0,0050	22	100%	0%
DBO (mg/L)	mg/L	5	3,2500	2,0000	15	93%	7%
DQO (mg/L)	mg/L	-	11,916	10,00	15	-	-

Sub-bacia córrego Retiro Velho							
Parâmetro	Unid.	DN COPAM/CERH 08/22	Média	Mediana	N° de Leituras	%dentro	%fora
Dureza Cálcio (mg/L)	mg/L	-	33,857	38,110	15	-	-
Dureza Magnésio (mg/L)	mg/L	-	61,721	53,360	15	-	-
Manganês Total (mg/L)	mg/L	0,1	0,9203	0,4090	23	9%	91%
Mercúrio Total (mg/L)	mg/L	0,0002	0,0002	0,0002	23	91%	9%
Níquel dissolvido (mg/L)	mg/L	-	0,0050	0,0050	1	-	-
Níquel total (mg/L)	mg/L	0,025	0,0097	0,0050	10	70%	30%
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	mg/L	*	0,4075	0,2800	12	100%	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	mg/L	>5	5,6559	5,3300	20	85%	15%
pH	-	6-9	6,3582	6,4200	20	85%	15%
Potássio (mg/L)	mg/L	-	3,1313	2,3870	12	-	-
Potencial Redox (ORP) (mV)	mV	-	161,84	146,00	20	-	-
Prata Dissolvido (mg/L)	mg/L	0,01	0,0100	0,0100	10	70	30%
Prata Total (mg/L)	mg/L	-	0,0153	0,0100	1	-	30%
Sódio total (mg/L)	mg/L	-	4,4633	4,2240	12	-	-
SDT (mg/L)	mg/L	500	191,50	160,50	12	100%	0%
Sólidos Suspensos (mg/L)	mg/L	100	36,25	33,000	12	100%	0%
Sulfato (mg/L)	mg/L	250	79,548	48,80	23	96%	4%
Sulfeto (mg/L)	mg/L	0,002	0,0020	0,0020	24	100%	0%
Temperatura (°C)	°C	-	24,90	24,95	12	-	-
Turbidez (UNT)	UNT	100	34,86	11,56	21	86%	14%
Zinco Total (mg/L)	mg/L	0,18	9,4025	2,17	23	26%	74%

Legenda: * 3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5.

9.1.11.3.3.2 Sub-bacia do Córrego Martinha

O córrego Martinha é um curso de água afluente pela margem direita do rio São Francisco. Trata-se de um curso d'água intermitente que tem o fluxo de água interrompido durante os períodos de menor incidência pluviométrica. As nascentes do córrego Martinha estão localizadas em altitude de aproximadamente 557,0 m e sua foz a 505,0 m. Sua sub-bacia drena uma área de 3,8 km^2 e o curso d'água principal possuí cerca de 3,3 km.

Na sub-bacia do córrego Martinha foram avaliados seis pontos de monitoramento: MAR01, MAR02, ASUP01 – M- BG, ASUP02 – M- BG, ASUP03 – M- BG e ASUP04 –M- BG. Ressalta-se que, conforme mencionando anteriormente, o ponto de montante (MAR01) permaneceu seco durante todas as amostragens avaliadas no período de análise. As fotos abaixo apresentam vistas dos pontos avaliados. A Figura 9-66 apresenta em forma de diagrama unifilar a distribuição dos pontos avaliados na sub-bacia do córrego Martinha.

Foto 9-85: Ponto MAR01



Fonte: Campo Análises. Abr/2023

Foto 9-86: Ponto MAR02



Fonte: Campo Análises. Abr/2023

Foto 9-87: Ponto ASUP-01 M BG



Fonte: Campo Análises. Abr/2023

Foto 9-88: Ponto ASUP-02 M BG



Fonte: Campo Análises. Abr/2023

Foto 9-89: Ponto ASUP03 – M- BG



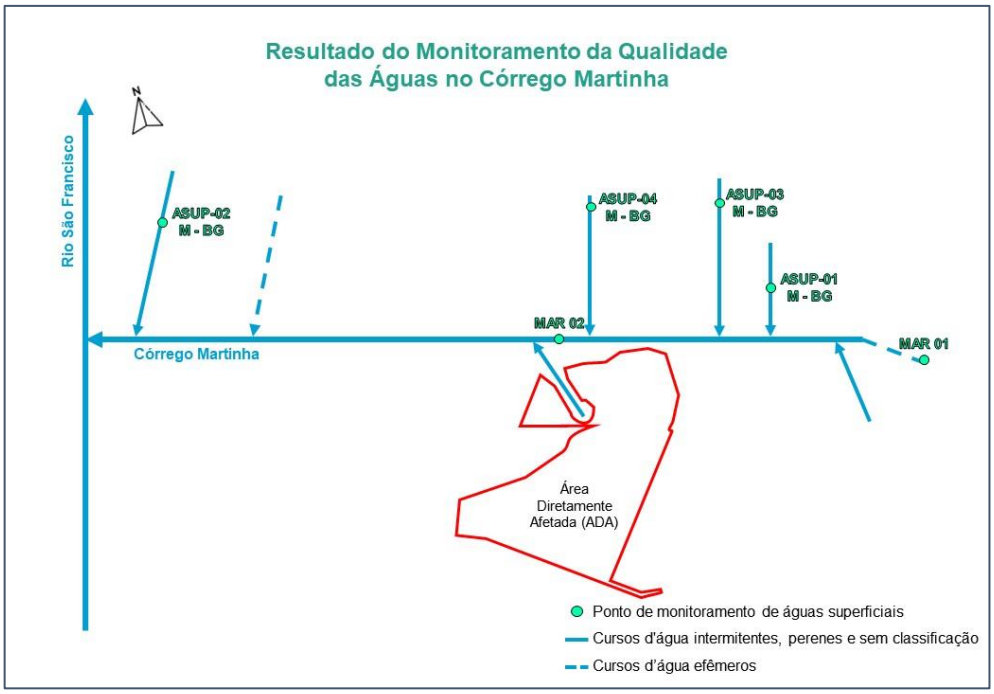
Fonte: Campo Análises. Abr/2023

Foto 9-90: Ponto ASUP04 – M- BG



Fonte: Campo Análises. Abr/2023

| Figura 9-66: Diagrama Unifilar Sub-bacia Córrego Martinha



Na Tabela 9-65 até a Tabela 9-67 são exibidos os resultados dos parâmetros avaliados na sub-bacia do córrego Martinha comparados a Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH/MG Nº 8/2022, águas Classe 2. Conforme já mencionado, o córrego Martinha no ponto MAR01 esteve sem fluxo d'água durante todo o período avaliado e, portanto, seus resultados não foram apresentados.

Tabela 9-65: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Martinha – MAR02 (2018 a 2024)

Parâmetro	DN COPAM/ CERH 08/22 - Classe 2	MAR 02																									
		Jan/18	Abr/18	Jul/18	Out/18	Jan/19	Abr/19	Jul/19	Out/19	Jan/20	Abr/20	Jul/20	Out/20	Jan/21	Abr/21	Jul/21	Out/21	Jan/22	Abr/22	jul/22	Out/22	Jan/23	Abr/23	Jul/23	Out/23	Jan/24	Abr/24
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,01	<0,01	**0,12**	0,03	*	*	**0,15**	<0,01	0,04	*	0,05	<0,01	<0,01	*	0,04	0,02
Arsênio Total (mg/L)	0,01	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	0,004	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	<0,002	*	<0,002	0,01
Cádmio Total (mg/L)	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,001	**0,004**	<0,001	<0,001	*	*	**0,003**	<0,001	<0,001	*	**0,07**	<0,001	<0,001	*	0,005	<0,001
Chumbo Total (mg/L)	0,01	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	**0,02**	<0,002	<0,002	*	*	0,006	<0,002	<0,002	*	**0,02**	<0,002	<0,002	*	**0,014**	<0,002
Cloreto (mg/L)	250	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<2	2,50	<2	2,38	*	*	2,45	<2	<2	*	<2	<2	2,23	*	2,34	2,69
Cobalto (mg/L)	0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	<0,005	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,009	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	*	*	<0,006	<0,006	<0,006	*	<0,006	<0,006	<0,006	*	0,007	<0,006
Condutividade (µS/cm)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	130,00	190,00	81,00	200,00	*	*	105,00	123,00	123,00	*	727,00	172,60	0,13	*	0,325	0,210
Coliformes Fecais	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	29,50	30,90	42,60	18,70	*	*	2420,0	<1	126,60	*	2420,0	2420,0	72,30	*	191,8	23,1
Coliformes Totais	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1732,9	1550,0	2420,0	2420,0	*	*	2420,0	1300,0	980,40	*	128,00	127,00	2420,0	*	2420	2420,0
Cromo Total (mg/L)	0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	*	*	<0,005	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005	<0,005	*	0,006	<0,005
DBO (mg/L)	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<2,00	**10,00**	**13,00**	<2,00	*	*	<2,00	<2,00	<2,00	*	<2,00	<2,00	2,00	*	<2,00	<2,00
DQO (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<10,00	25,00	30,00	<10,00	*	*	<10,00	<10,00	<10,00	*	<10,00	<10,00	<10,00	*	<10,00	<10,00
Dureza Cálcio (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	16,10	13,32	14,17	17,80	*	*	8,68	14,20	20,33	*	31,26	19,23	20,52	*	16,04	15,85
Dureza Magnésio (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	14,63	8,92	10,55	17,44	*	*	4,85	14,77	20,29	*	27,90	19,48	21,74	*	10,19	14,27
Manganês Total (mg/L)	0,1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,07	**0,26**	0,07	0,09	*	*	**0,25**	0,09	0,02	*	**0,85**	**0,15**	0,06	*	**0,192**	0,059
Mercúrio Total (mg/L)	0,0002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	*	*	<0,0002	<0,0002	<0,0002	*	<0,0002	<0,0002	<0,0002	*	<0,0002	<0,0002
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,49	<0,28	<0,28	<0,28	*	*	<0,28	<0,28	<0,28	*	<0,28	<0,28	<0,28	*	<0,28	<0,28
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5,56	5,26	5,12	5,21	*	*	5,20	5,22	5,42	*	5,81	5,33	5,11	*	5,22	5,62
pH (a 20ºC)	6-9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6,60	6,97	6,93	7,07	*	*	6,56	6,25	6,86	*	6,49	6,49	6,16	*	6,50	6,81
Potássio (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,39	3,49	2,09	1,09	*	*	2,71	1,23	0,99	*	3,53	1,06	1,82	*	1,958	1,320
Potencial Redox (mV)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	158,00	248,00	150,00	224,00	*	*	148,00	112,10	104,10	*	187,50	142,90	127,10	*	132,10	152,10
Sódio (mg/L)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8,50	1,82	3,63	9,77	*	*	0,91	10,79	13,73	*	3,83	10,02	12,23	*	3,366	7,645
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	86,00	49,00	51,00	74,00	*	*	<33	72,00	74,00	*	47,00	79,00	101,00	*	87,00	66,00
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<33	**880,00**	74,00	<33	*	*	**456,00**	<33	<33	*	**106,00**	<33	<33	*	81,00	<33
Sulfato (mg/L)	250	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2,50	2,60	8,20	3,40	*	*	4,90	2,80	4,10	*	9,20	<2	3,30	*	6,00	2,70
Sulfeto (mg/L)	0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,05
Temperatura (°C)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	18,00	27,60	27,50	22,20	*	*	24,80	25,40	21,50	*	22,90	24,10	-	*	24,50	22,30
Turbidez (UNT)	100	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,05	**1398,0**	65,00	3,82	*	*	**734,00**	4,36	0,65	*	**210,00**	<0,5	6,87	*	50,56	0,06
Zinco Total (mg/L)	0,18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,04	**0,21**	0,03	0,02	*	*	<0,01	<0,01	<0,01	*	**2,68**	<0,01	0,07	*	**0,118**	<0,01

Legenda: (*) Ponto Seco (**)3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5.

Tabela 9-66: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Martinha – Estudos WSP (ASUP-01 M-BG | ASUP-02 M-BG)

Parâmetro	DN COPAM / CERH 08/22 - Classe 2	ASUP-01 M-BG												ASUP-02 M-BG										
		Mar-23	Abr-23	Mai-23	Jun-23	Jul-23	Ago-23	Set-23	Out-23	Nov-23	Dez-23	Jan-24	Fev-24	Mar-23	Abr-23	Mai-23	Jun-23	Jul-23	Ago-23	Set-23	Out-23	Nov-23	Dez-23	Jan-24	Fev-24
Alumínio dissolvido (mg/L)	0,1	*	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	0,023	0,027	*	0,0116	0,0463	*	*	*	*	*	*	*	<0,01	*
Alumínio total (mg/L)	-	*	0,0942	0,2417	*	*	*	*	*	*	*	3,104	0,227	*	0,0781	0,2179	*	*	*	*	*	*	*	0,981	*
Antimônio Dissolvido (mg/L)	-	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	*
Antimônio total (mg/L)	0,005	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	*
Arsênio dissolvido (mg/L)	-	*	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	*
Arsênio total (mg/L)	0,01	*	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	*
Bário dissolvido (mg/L)	-	*	0,019	0,034	*	*	*	*	*	*	*	0,036	0,027	*	0,043	0,042	*	*	*	*	*	*	*	0,035	*
Bário total (mg/L)	0,7	*	0,024	0,053	*	*	*	*	*	*	*	0,065	0,033	*	0,05	0,052	*	*	*	*	*	*	*	0,045	*
Bicarbonatos (mg/L)	-	*	34,76	32,37	*	*	*	*	*	*	*	33,66	45,37	*	32,37	46,75	*	*	*	*	*	*	*	37,26	*
Cádmio dissolvido (mg/L)	-	*	<0,001	<0,001	*	*	*	*	*	*	*	0,005	<0,001	*	<0,001	<0,001	*	*	*	*	*	*	*	<0,001	*
Cádmio total (mg/L)	0,001	*	<0,001	<0,001	*	*	*	*	*	*	*	**0,01**	<0,001	*	<0,001	<0,001	*	*	*	*	*	*	*	<0,001	*
Carbonatos (mg/L)	-	*	<1	<1	*	*	*	*	*	*	*	<1	<1	*	<1	<1	*	*	*	*	*	*	*	<1	*
Chumbo dissolvido (mg/L)	-	*	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	*
Chumbo total (mg/L)	0,01	*	<0,002	0,006	*	*	*	*	*	*	*	**0,04**	<0,002	*	<0,002	0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	*
Cloretos (mg/L)	-	*	<2	2,5	*	*	*	*	*	*	*	<2	2,19	*	<2	2,19	*	*	*	*	*	*	*	2,29	*
Cobalto dissolvido (mg/L)	-	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	*
Cobalto total (mg/L)	0,05	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	*
Cobre dissolvido (mg/L)	0,009	*	<0,006	<0,006	*	*	*	*	*	*	*	<0,006	<0,006	*	<0,006	<0,006	*	*	*	*	*	*	*	<0,006	*
Cobre total (mg/L)	-	*	<0,006	<0,006	*	*	*	*	*	*	*	0,016	<0,006	*	<0,006	<0,006	*	*	*	*	*	*	*	<0,006	*
Condutividade (µS/cm)	-	*	66	54	*	*	*	*	*	*	*	0,127	0,098	*	54	77	*	*	*	*	*	*	*	0,107	*
Cromo dissolvido (mg/L)	-	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	*
Cromo total (mg/L)	0,05	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	0,007	<0,005	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	*
Ferro dissolvido (mg/L)	0,3	*	<0,05	**0,439**	*	*	*	*	*	*	*	0,087	0,221	*	**0,787**	0,068	*	*	*	*	*	*	*	0,118	*
Ferro total (mg/L)	-	*	0,535	5,909	*	*	*	*	*	*	*	3,28	1,033	*	1,443	0,188	*	*	*	*	*	*	*	1,206	*
Fluoreto (mg/L)	-	*	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	<0,05	<0,05	*	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	<0,05	*
Magnésio total (mg/L)	-	*	3,322	2,31	*	*	*	*	*	*	*	2,123	2,761	*	2,398	2,266	*	*	*	*	*	*	*	1,441	*
Manganês dissolvido (mg/L)	-	*	<0,005	0,701	*	*	*	*	*	*	*	0,114	0,212	*	0,09	0,006	*	*	*	*	*	*	*	0,076	*
Manganês total (mg/L)	0,1	*	0,057	**0,785**	*	*	*	*	*	*	*	**0,172**	**0,241**	*	**0,107**	0,026	*	*	*	*	*	*	*	0,086	*
Mercúrio dissolvido (mg/L)	-	*	<0,0002	<0,0002	*	*	*	*	*	*	*	<0,0002	<0,0002	*	<0,0002	<0,0002	*	*	*	*	*	*	*	<0,0002	*
Mercúrio total (mg/L)	0,0002	*	<0,0002	<0,0002	*	*	*	*	*	*	*	<0,0002	<0,0002	*	<0,0002	<0,0002	*	*	*	*	*	*	*	<0,0002	*
Molibdênio Dissolvido (mg/L)	-	*	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	<0,01	<0,01	*	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	<0,01	*
Molibdênio total (mg/L)	-	*	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	<0,01	<0,01	*	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	<0,01	*
Níquel dissolvido (mg/L)	-	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	*
Níquel total (mg/L)	0,025	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	*
Nitrato (mg/L)	10	*	<0,2	<0,2	*	*	*	*	*	*	*	<0,2	0,24	*	<0,2	<0,2	*	*	*	*	*	*	*	<0,2	*

Parâmetro	DN COPAM / CERH 08/22 - Classe 2	ASUP-01 M-BG												ASUP-02 M-BG									
		Mar-23	Abr-23	Mai-23	Jun-23	Jul-23	Ago-23	Set-23	Out-23	Nov-23	Dez-23	Jan-24	Fev-24	Mar-23	Abr-23	Mai-23	Jun-23	Jul-23	Ago-23	Set-23	Out-23	Nov-23	Dez-23	Jan-24	Fev-24
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>6	*	5,04	**4,87**	*	*	*	*	*	*	*	5,05	5,28	*	5,16	**4,97**	*	*	*	*	*	*	*	**4,82**	*
pH- (a 20ºC)	6-9	*	6,32	6,78	*	*	*	*	*	*	*	6,87	6,76	*	6,34	6,6	*	*	*	*	*	*	*	6,81	*
Potencial Oxi-Reducao (ORP)	-	*	63,9	149,7	*	*	*	*	*	*	*	131,4	142,2	*	68,8	113,4	*	*	*	*	*	*	*	130,1	*
Prata Dissolvido	-	*	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	<0,01	<0,01	*	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	<0,01	*
Prata Total (mg/L)	0,01	*	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	<0,01	<0,01	*	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	<0,01	*
Selênio dissolvido (mg/L)	-	*	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	*
Selênio total (mg/L)	0,01	*	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	*
Sódio total (mg/L)	-	*	6,875	0,671	*	*	*	*	*	*	*	0,91	6,05	*	7,337	9,493	*	*	*	*	*	*	*	21,18	*
Sulfato Total (mg/L)	250	*	<2	<2	*	*	*	*	*	*	*	<2	2	*	<2	2,1	*	*	*	*	*	*	*	<2	*
Sulfeto (H2S) (mg/L)	0,002	*	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	*
Turbidez- (UNT)	100	*	23,9	15,27	*	*	*	*	*	*	*	41,97	9,42	*	6,68	27,1	*	*	*	*	*	*	*	21,98	*
Vanádio Dissolvido (mg/L)	-	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	*
Vanádio Total (mg/L)	0,1	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	0,008	<0,005	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	*
Zinco dissolvido (mg/L)	-	*	<0,01	0,017	*	*	*	*	*	*	*	0,06	0,022	*	<0,01	0,039	*	*	*	*	*	*	*	0,037	*
Zinco total (mg/L)	0,18	*	0,111	0,03	*	*	*	*	*	*	*	**0,229**	0,027	*	0,015	0,083	*	*	*	*	*	*	*	0,112	*

Legenda: (*) Ponto Seco (**)3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5.

Tabela 9-67: Resultados das Análises na Sub-bacia do Córrego Martinha – Estudos WSP (ASUP-03 M-BG | ASUP-04 M-BG)

Parâmetro	DN COPAM / CERH 08/22 - Classe 2	ASUP-03 M-BG												ASUP-04 M-BG									
		Mar-23	Abr-23	Mai-23	Jun-23	Jul-23	Ago-23	Set-23	Out-23	Nov-23	Dez-23	Jan-24	Fev-24	Mar-23	Abr-23	Mai-23	Jun-23	Jul-23	Ago-23	Set-23	Out-23	Nov-23	Dez-23	Jan-24	Fev-24
Alumínio dissolvido (mg/L)	0,1	<0,01	0,0221	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,0224	0,0216	<0,01	0,0411	*	*	*	*	*	*	*	*
Alumínio total (mg/L)	-	0,0684	0,1879	0,1466	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,2332	0,0619	0,1293	0,174	*	*	*	*	*	*	*	*
Antimônio Dissolvido (mg/L)	-	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*
Antimônio total (mg/L)	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*
Arsênio dissolvido (mg/L)	-	<0,002	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	*
Arsênio total (mg/L)	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	*
Bário dissolvido (mg/L)	-	0,054	0,047	0,196	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,021	0,031	0,142	0,038	*	*	*	*	*	*	*	*
Bário total (mg/L)	0,7	0,063	0,059	0,225	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,023	0,037	0,17	0,045	*	*	*	*	*	*	*	*
Bicarbonatos (mg/L)	-	39,56	44,35	44,35	*	*	*	*	*	*	*	*	*	32,37	33,57	50,35	50,48	*	*	*	*	*	*	*	*
Cádmio dissolvido (mg/L)	-	<0,001	<0,001	<0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	*	*	*	*	*	*	*	*
Cádmio total (mg/L)	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	*	*	*	*	*	*	*	*
Carbonatos (mg/L)	-	<1	<1	<1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<1	<1	<1	<1	*	*	*	*	*	*	*	*
Chumbo dissolvido (mg/L)	-	<0,002	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	*
Chumbo total (mg/L)	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	0,005	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	*
Cloretos (mg/L)	-	<2	<2	<2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<2	<2	2,09	<2	*	*	*	*	*	*	*	*

Parâmetro	DN COPAM / CERH 08/22 - Classe 2	ASUP-03 M-BG												ASUP-04 M-BG									
		Mar-23	Abr-23	Mai-23	Jun-23	Jul-23	Ago-23	Set-23	Out-23	Nov-23	Dez-23	Jan-24	Fev-24	Mar-23	Abr-23	Mai-23	Jun-23	Jul-23	Ago-23	Set-23	Out-23	Nov-23	Dez-23	Jan-24	Fev-24
Cobalto dissolvido (mg/L)	-	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*
Cobalto total (mg/L)	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*
Cobre dissolvido (mg/L)	0,009	<0,006	<0,006	<0,006	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	*	*	*	*	*	*	*	*
Cobre total (mg/L)	-	<0,006	<0,006	<0,006	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	*	*	*	*	*	*	*	*
Condutividade (µS/cm)	-	72	72	76	*	*	*	*	*	*	*	*	*	78	57	86	79	*	*	*	*	*	*	*	*
Cromo dissolvido (mg/L)	-	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*
Cromo total (mg/L)	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	<0,005	0,007	*	*	*	*	*	*	*	*
Ferro dissolvido (mg/L)	0,3	<0,05	0,054	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,248	0,196	<0,05	0,149	*	*	*	*	*	*	*	*
Ferro total (mg/L)	-	0,097	0,246	0,099	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,819	1,091	0,453	0,459	*	*	*	*	*	*	*	*
Fluoreto (mg/L)	-	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*
Magnésio total (mg/L)	-	1,837	2,233	2,211	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,485	2,277	3,894	3,751	*	*	*	*	*	*	*	*
Manganês dissolvido (mg/L)	-	<0,005	0,011	0,007	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,064	0,139	0,237	0,054	*	*	*	*	*	*	*	*
Manganês total (mg/L)	0,1	0,006	0,017	0,026	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,075	**0,161**	**0,291**	0,078	*	*	*	*	*	*	*	*
Mercúrio dissolvido (mg/L)	-	<0,0002	<0,0002	<0,0002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	*	*	*	*	*	*	*	*
Mercúrio total (mg/L)	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	*	*	*	*	*	*	*	*
Molibdênio Dissolvido (mg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	*
Molibdênio total (mg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	*
Níquel dissolvido (mg/L)	-	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*
Níquel total (mg/L)	0,025	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*
Nitrato (mg/L)	10	<0,2	<0,2	<0,2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	*	*	*	*	*	*	*	*
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>6	**5,19**	**4,93**	**5,04**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	**5,39**	**5,07**	**5,07**	**5,1**	*	*	*	*	*	*	*	*
pH- (a 20ºC)	6-9	**5,19**	7,05	6,82	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7,38	6,76	6,94	6,79	*	*	*	*	*	*	*	*
Potencial Oxi-Reducao (ORP)	-	223,6	88,8	134,4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	193,2	78,7	130,1		*	*	*	*	*	*	*	*
Prata Dissolvido	-	<0,01	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	*
Prata Total (mg/L)	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	*
Selênio dissolvido (mg/L)	-	<0,002	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	*
Selênio total (mg/L)	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	*
Sódio total (mg/L)	-	7,293	8,811	8,613	*	*	*	*	*	*	*	*	*	4,752	5,61	7,007	5,896	*	*	*	*	*	*	*	*
Sulfato Total (mg/L)	250	<2	<2	<2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<2	<2	<2		*	*	*	*	*	*	*	*
Sulfeto (H2S) (mg/L)	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	*
Turbidez- (UNT)	100	3,33	19,94	15,47	*	*	*	*	*	*	*	*	*	13	19,3	6,58	10,18	*	*	*	*	*	*	*	*
Vanádio Dissolvido (mg/L)	-	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*
Vanádio Total (mg/L)	0,1	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*
Zinco dissolvido (mg/L)	-	<0,01	0,013	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,01	0,011	0,024	0,085	*	*	*	*	*	*	*	*
Zinco total (mg/L)	0,18	<0,01	0,127	0,028	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<0,01	0,021	0,08	0,161	*	*	*	*	*	*	*	*

Legenda: (*) Ponto Seco (**)3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5.

Foram avaliados pontos ao longo de todo o percurso do córrego Martinha, pontos localizados a montante e a jusante do Depósito de Rejeitos Murici, principal estrutura da Nexa localizada na sub-bacia do córrego Martinha, que se encontra a montante do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

Devido ao caráter intermitente do córrego Martinha, durante o período avaliado (2018 a 2024), o referido curso d'água esteve seco em diversas campanhas de amostragens, e, portanto, foram avaliadas nove amostras no ponto MAR02 e nenhuma no ponto de montante MAR01.

Os pontos avaliados de março de 2023 a fevereiro de 2024 no âmbito do estudo de valores de referências das águas superficiais da WSP (2024), também estiveram secos em algumas amostragens.

Semelhante ao detectado na sub-bacia do córrego Retiro Velho, as amostras avaliadas, indicaram, concentrações fora do padrão de referência, em algum momento, para alumínio dissolvido, cádmio total, chumbo total, ferro dissolvido, manganês total, zinco total, DBO, pH, oxigênio dissolvido, turbidez e sólidos suspensos. Contudo na sub-bacia do córrego Martinha os desvios, sobretudo para cádmio e zinco foram menos numerosos.

As águas avaliadas no córrego Martinha apresentaram desvios em dez amostras para oxigênio dissolvido, uma coletada no ASUP01, duas no ASUP02, três no ASUP03 e quatro no ASUP04 (Gráfico 9-124). A carga de matéria orgânica esteve alta em duas amostras do ponto MAR02, único ponto com amostras avaliadas para este parâmetro no período (Gráfico 9-125).

A carga de sólidos na fração dissolvida estava em bons níveis e dentro do limite legal em todas as amostras avaliadas, já na fração suspensa, os valores detectados excederam o limite em três amostras (Gráfico 9-126), consequentemente, nas mesmas três amostras foram registradas turvação acima de 100NTU (Gráfico 9-127).

Os desvios para DBO, sólidos suspensos e turbidez, todos detectados em períodos chuvosos, podem ter relação com os eventos de precipitação, já os baixos valores de oxigênio se relacionam a diminuição do volume de água durante os períodos de estiagem.

O pH médio das amostras avaliadas foi de 6,6. Apenas uma amostra (ASUP03 – mar/23) apresentou pH abaixo do limite inferior (Gráfico 9-128).

Gráfico 9-124: Resultados Oxigênio Dissolvido na sub-bacia do córrego Martinha

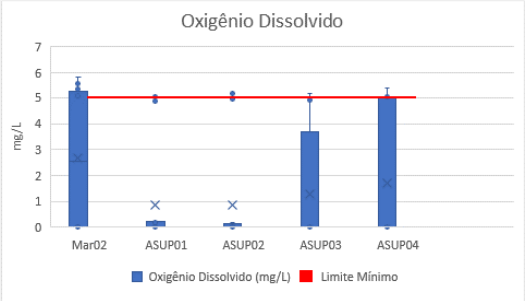


Gráfico 9-125: Resultados DBO na sub-bacia do córrego Martinha

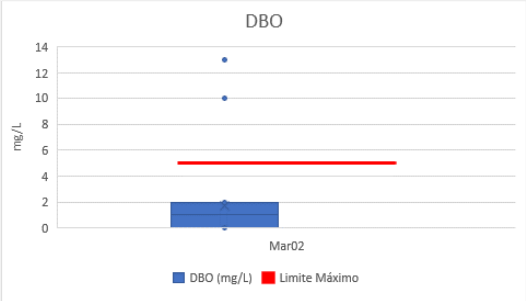


Gráfico 9-126: Resultados Sólidos Suspensos na sub-bacia do córrego Martinha

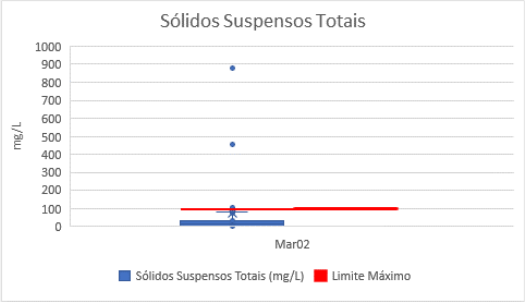


Gráfico 9-127: Resultados Turbidez na sub-bacia do córrego Martinha

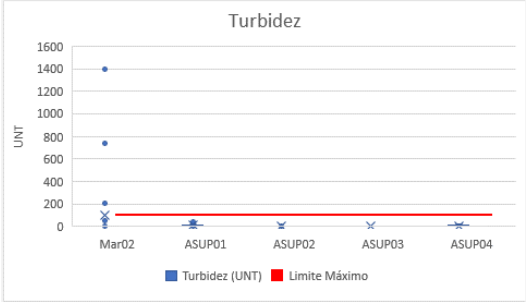
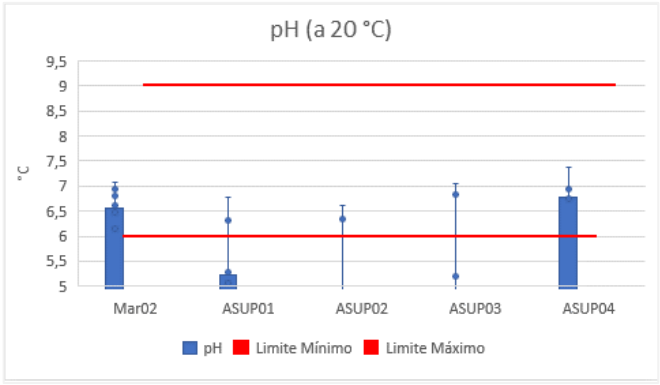


Gráfico 9-128: Resultados pH na sub-bacia do córrego Martinha



Em relação aos metais, os resultados indicaram valores não condizentes com os limites para curso d'água classe 2, para os parâmetros alumínio dissolvido, cádmio total, chumbo total, ferro dissolvido, manganês total e zinco total.

Diferente do córrego Retiro Velho, os desvios para cádmio, manganês e zinco na sub-bacia do córrego Martinha foram menos numerosos, contudo, o manganês continuou sendo o parâmetro com o maior número de concentrações acima do VMP, oito no total.

Relacionado a composição do arcabouço geológico local, as águas do córrego Martinha estiveram com concentrações de alumínio dissolvido, ferro dissolvido e manganês total acima do VMP, conforme gráficos Gráfico 9-129, Gráfico 9-130 e Gráfico 9-131. Os resultados do estudo de valores de referência para a área do Projeto (WSP, 2024) indicou VRQ – Valor de Referência de Qualidade, acima dos limites máximos aceitáveis pela DN COPAM/CERH 08/2022 para manganês total e ferro dissolvido.

Gráfico 9-129: Resultados Alumínio Dissolvido na sub-bacia do córrego Martinha

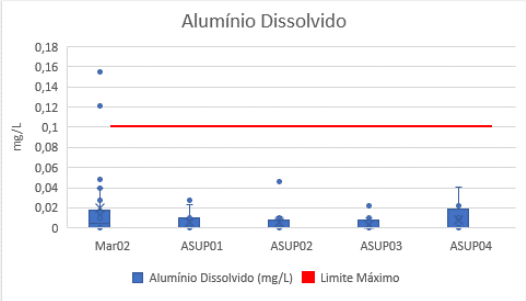


Gráfico 9-130: Resultados Ferro Dissolvido na sub-bacia do córrego Martinha

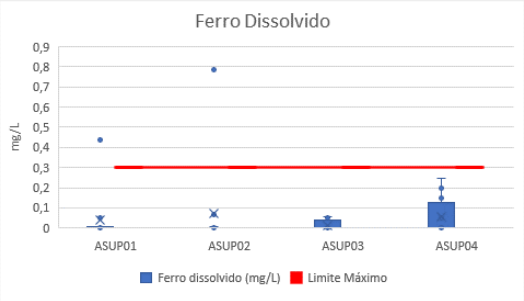
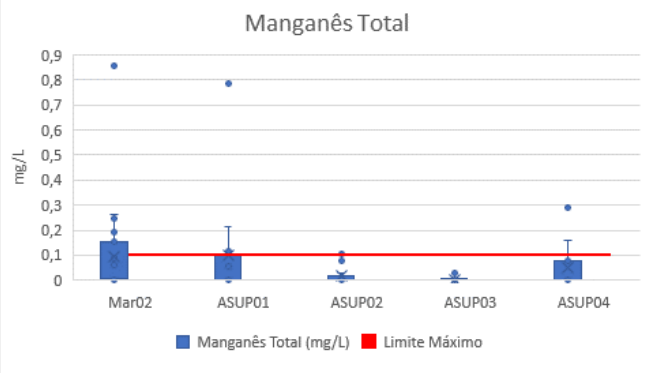


Gráfico 9-131: Resultados Manganês Total na sub-bacia do córrego Martinha



Os metais cádmio (Gráfico 9-132), chumbo (Gráfico 9-133) e zinco (Gráfico 9-134) apresentaram quatro amostras com valor acima do VMP. Estas ocorrências foram registradas no ponto MAR02 (três amostras), no qual foi avaliado cinco anos de dados e uma amostra no ponto ASUP01, no âmbito do estudo de valores de referência para água superficial área da planta de cimentação e futura pilha de resíduos secos de Três Marias (WSP, 2024).

Cabe ressaltar que os períodos sem monitoramento, em virtude da interrupção de fluxo d'água no córrego Martinha, dificultam a análise e comparação dos dados.

Conforme mencionado no item da sub-bacia do córrego Retiro Velho, a Nexa declarou a área entre o Depósito de Rejeitos Murici e a Barragem Córrego da Lavagem como suspeita de contaminação (AC-00570/2020) e está desenvolvendo estudos de investigação ambiental no local para entender os resultados históricos e atuais. O Relatório Integrado – Etapas de Investigação Ambiental Confirmatória, Investigação Detalhada, Avaliação de Risco à Saúde Humana, Avaliação de Risco Ecológica e Modelagem Matemática Hidrogeológica nas Áreas do Depósito de Rejeito Murici e Barragem do Córrego Lavagem elaborado pela WSP em dezembro de 2022 apresenta a avaliação, resultados, discussões e as recomendações para área.

O sulfato, relacionado diretamente às operações Nexa estava, em todas as amostras avaliadas, em teores compatíveis com o limite legal.

Gráfico 9-132: Resultados Cádmio Total na sub-bacia do córrego Martinha

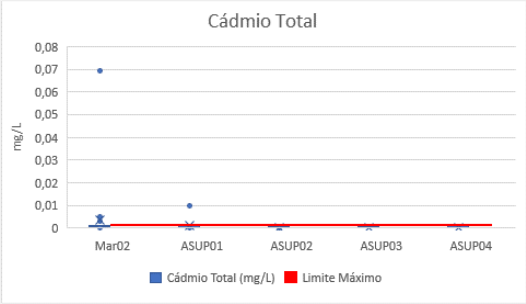


Gráfico 9-133: Resultados Chumbo Total na sub-bacia do córrego Martinha

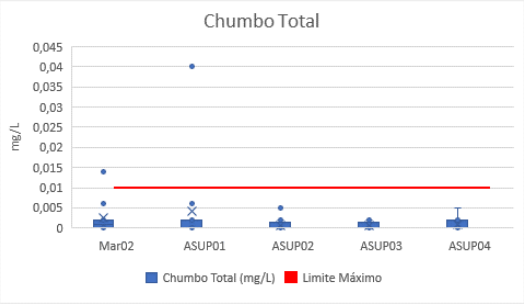
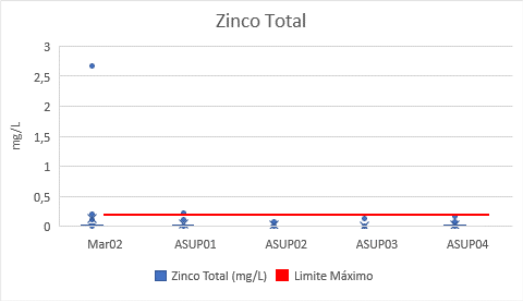


Gráfico 9-134: Resultados Zinco Total na sub-bacia do córrego Martinha



Os demais metais avaliados nas águas do córrego Martinha estavam em baixas concentrações condizentes com os limites legais ou não foram detectados pelo método analítico.

A Tabela 9-68 apresenta dos valores médios e medianos dos parâmetros de maior interesse avaliados neste diagnóstico, bem como as porcentagens de desconformidade com o padrão adotado. Como pode ser observado, a maior parte dos parâmetros avaliados estiveram em concentrações dentro dos limites estabelecidos pela DN COPAM/CERH 08/22 e quando detectado valores acima do limite, a maior porcentagem das amostras estava com valores compatíveis com o padrão de referência.

Tabela 9-68: Estatística principais parâmetros córrego Martinha

Sub-bacia córrego Martinha							
Parâmetro	**Unid.**	**DN COPAM/CERH 08/22**	**Média**	**Mediana**	**N° de Leituras**	**%dentro**	**%fora**
Alumínio Dissolvido (mg/L)	mg/L	0,1	0,0323	0,0166	25	92%	8%
Arsênio Total (mg/L)	mg/L	0,01	0,0021	0,002	25	100%	0%
Cádmio Total (mg/L)	mg/L	0,001	0,0047	0,001	25	84%	16%
Chumbo Total (mg/L)	mg/L	0,01	0,0040	0,002	25	84%	16%
Cloretos (mg/L)	mg/L	250	2,1055	2,00	25	100%	0%
Cobalto total (mg/L)	mg/L	0,05	0,005	0,005	25	100%	0%
Cobre Dissolvido (mg/L)	mg/L	0,009	0,006	0,006	25	100%	0%
Coliformes Fecais	mg/L	1000	834,37	42,60	25	100%	0%

Sub-bacia córrego Martinha							
Parâmetro	Unid.	DN COPAM/CERH 08/22	Média	Mediana	N° de Leituras	%dentro	%fora
Coliformes Totais	mg/L	-	1453,	1550,0	25	100%	0%
Condutividade (µS/cm)	µS/cm	-	131,1	80,00	25	100%	0%
Cromo Total (mg/L)	mg/L	0,05	0,005	0,005	25	100%	0%
DBO (mg/L)	mg/L	5	4,11	2,0	25	92%	8%
DQO (mg/L)	mg/L	-	13,89	10,0	25	100%	0%
Dureza Cálcio (mg/L)	mg/L	-	17,23	16,10	25	100%	0%
Dureza Magnésio (mg/L)	mg/L	-	15,43	14,77	25	100%	0%
Manganês Total (mg/L)	mg/L	0,1	0,174	0,082	25	56%	44%
Mercúrio Total (mg/L)	mg/L	0,0002	0,000	0,000	25	100%	0%
Níquel dissolvido (mg/L)	mg/L	-	0,005	0,005	25	100%	0%
Níquel total (mg/L)	mg/L	0,025	0,005	0,005	25	100%	0%
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	mg/L	*	0,303	0,280	25	100%	0%
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	mg/L	>5	5,198	5,175	25	60%	40%
pH	-	6-9	6,660	6,770	25	96%	4%
Potássio (mg/L)	mg/L	-	1,841	1,232	25	100%	0%
Potencial Redox (ORP) (mV)	mV	-	143,11	142,900	25	100%	0%
Prata Dissolvido (mg/L)	mg/L	0,01	0,010	0,010	25	100%	0%
Prata Total (mg/L)	mg/L	-	0,010	0,010	25	100%	0%
Sódio total (mg/L)	mg/L	-	6,768	7,150	25	100%	0%
SDT (mg/L)	mg/L	500	62,78	72,00	25	100%	0%
Sólidos Suspensos (mg/L)	mg/L	100	186,78	33,00	25	88%	12%
Sulfato (mg/L)	mg/L	250	3,15	2,00	25	100%	0%
Sulfeto (mg/L)	mg/L	0,002	0,00	0,00	25	100%	0%
Temperatura (°C)	°C	-	23,78	24,10	25	100%	0%
Turbidez (UNT)	UNT	100	128,91	14,14	25	88%	12%
Zinco Total (mg/L)	mg/L	0,18	0,18	0,03	25	84%	16%

Legenda: * 3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L para pH > 8,5.

9.1.11.4Síntese Conclusiva

O presente diagnóstico avaliou a qualidade das águas das sub-bacias presentes na Área de Estudo Local do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, sendo estas: sub-bacia dos córregos Barreiro Grande, Consciência, da Lavagem, Martinha e Retiro Velho, além de pontos no rio São Francisco localizados a montante e a jusante da Unidade da Nexa em Três Marias.

A ADA do Projeto está inserida nas sub-bacias dos córregos Martinha e Retiro Velho, sendo estas as de maior interesse.

Foram avaliados 33 pontos de monitoramento da qualidade das águas superficiais, pontos estes pertencentes a atual rede de monitoramento da Nexa e pontos amostrados para estudos recentes conduzidos pela WSP na área. A série avaliada compreendeu o período de janeiro 2018 a abril de 2024.

Os resultados físico-químicos dos seis pontos avaliados no rio São Francisco indicaram qualidade satisfatória e condizentes aos usos da bacia. A grande maioria dos parâmetros avaliados estiveram com concentrações em conformidade com os limites estabelecidos pela DN COPAM/CERH 08/22 para cursos d'água classe 2. O manganês total foi o parâmetro que teve o maior número de registros de valores acima do VMP. O manganês, encontrado nas águas do rio São Francisco está relacionado ao arcabouço geológico da região e é observado em quase todos os pontos de monitoramento, inclusive nos pontos a montante da Unidade Nexa Três Marias. Os demais parâmetros com concentrações acima do VMP nos pontos do RSF tiveram a característica pontual, sem recorrência e representatividade na série avaliada.

As sub-bacias dos córregos Barreiro Grande, Consciência e da Lavagem não drenam a ADA do Projeto. Os córregos Barreiro Grande e Consciência desaguam no RSF a montante da área do Projeto e o córrego da Lavagem deságua no córrego Espírito Santo, que então segue para o RSF a jusante da ADA.

Os resultados dos pontos destas três sub-bacias indicaram alterações para alguns parâmetros sobretudo dos metais cádmio, zinco, chumbo e de sulfato. As ocorrências se relacionam às áreas impactadas pelos processos do passado e de áreas declaradas como contaminadas. Essas áreas, locais de antigas fontes contaminação, através de processos de lixiviação natural, seja por água pluvial ou água subterrânea, contribuem para a presença dessas substâncias nestes cursos d'água à jusante da área do empreendimento. Contudo, nas três sub-bacias nota-se claramente os efeitos de diluição, onde nos pontos localizados mais a jusante, as ocorrências e concentrações dos parâmetros de interesse diminuem consideravelmente.

Além disso, a unidade de Três Marias, possui em andamento diversas ações firmadas em documentos com a GERAQ e em condicionantes das licenças que visam a melhoria da qualidade das águas destes cursos d'água, como exemplo: operação do sistema de controle da contaminação na área do antigo aterro industrial – Barragem Velha, remoção das fontes de contaminação da Barragem Velha e Barragem Córrego da Lavagem, projeto de recuperação do Córrego Consciência, elaboração de projetos executivos para recuperação das áreas degradadas da Barragem Velha e Barragem do Córrego da Lavagem, dentre outros. Os bons resultados das análises de água no RSF a jusante da Unidade, reflete a eficiências destas ações.

Alguns parâmetros como DBO, oxigênio dissolvido, detectado em alguns momentos nestas sub-bacias com valor em desconformidade com os limites legais, se relacionam, na maioria dos casos,

a contribuições em decorrência dos demais usos da bacia, e que não possuem relação com a Unidade como por exemplo lançamento esgoto sanitário da cidade de Três Marias no córrego Barreiro Grande após tratamento na ETE da COPASA a montante da Unidade. Vale ressaltar que os efluentes da Nexa não apresentam carga orgânica. Ademais algumas ocorrências de concentrações não conformes, estão vinculadas a maior incidência hídrica de alguns períodos como turbidez e sólidos suspensos e a constituição do arcabouço geológico local como alumínio e manganês.

As sub-bacias dos córregos Retiro e Velho e Martinha são as de inserção da Área Diretamente Afetada pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, sendo estas sub-bacias de maior interesse deste diagnóstico. Os córregos Retiro Velho e Martinha são afluentes de primeira ordem do rio São Francisco, a jusante da Represa de Três Marias.

Os córregos Retiro Velho e Martinha possuem um caráter intermitente, ou seja, apresentam fluxo de água interrompido durante os períodos de menor incidência pluviométrica. Ambos os córregos permaneceram sem fluxo d'água no período de janeiro de 2018 a janeiro de 2020, situação decorrente das condições climáticas incidentes na região de Três Marias.

De todas as amostras avaliadas nos córregos Martinha e Retiro Velho, os resultados analíticos indicaram, concentrações fora do padrão de referência, em alguma amostra, para alumínio dissolvido, cádmio total, chumbo total, ferro dissolvido, manganês total, zinco total, níquel, prata, pH, oxigênio dissolvido, turbidez, sólidos suspensos e DBO. Os demais metais e parâmetros avaliados nestes cursos d'água estavam em teores compatíveis com o padrão de referência adotado e em muitos casos em concentrações abaixo do limite de detecção do método analítico.

Dentre estes, os desvios para níquel total, prata total, chumbo total, DBO, sólidos suspensos, oxigênio dissolvido, turbidez e pH ocorreram, no geral, de modo mais pontual e, portanto, sem muita representatividade na série avaliada.

As ocorrências de DBO, sólidos suspensos e turbidez, possivelmente estão relacionadas a incidência de chuvas que contribui para o incremento nos cursos d'água, já a baixa oxigenação pode ser ocasionada pela diminuição do fluxo d'água nos córregos.

Os metais alumínio e manganês possivelmente tem a sua ocorrência relacionada à composição dos solos e rochas da região, conforme valores de referência e bibliografia indicada no Relatório Técnico: Relatório de Valores de Referência para Água Superficial – Área da Planta da Cimentação e Futura Pilha de Resíduos Secos Nexa Três Marias (MG), WSP, abril de 2024.

Para as ocorrências dos demais metais detectados em concentração acima do VMP (cádmio, chumbo e zinco), sobretudo no córrego Retiro Velho, a Nexa declarou a área entre o Depósito de Rejeitos Murici e a Barragem Córrego da Lavagem como suspeita de contaminação (AC-00570/2020) e desenvolveu estudos de investigação ambiental no local para entender os resultados históricos e atuais. O Relatório Integrado – Etapas de Investigação Ambiental Confirmatória, Investigação Detalhada, Avaliação de Risco à Saúde Humana, Avaliação de Risco

Ecológica e Modelagem Matemática Hidrogeológica nas Áreas do Depósito de Rejeito Murici e Barragem do Córrego Lavagem elaborado pela WSP em dezembro de 2022 apresenta a avaliação, resultados, discussões e as recomendações para área.

O relatório supracitado indica que tais alterações podem estar diretamente associada aos escoamentos superficiais do DRM e pequena descarga do aquífero fissural em trechos com água permanente, principalmente em eventos de alta pluviosidade. Para tanto o relatório recomenda algumas ações que, sobretudo, visam melhorias nos *sumps* do DRM, impedindo, deste modo, que tais contribuições cheguem aos cursos d'água adjacentes, no caso os córregos Retiro Velho e Martinha.

Apesar dos registros destas ocorrências, a maior parte dos parâmetros avaliados estiveram em concentrações dentro dos limites estabelecidos pela DN COPAM/CERH 08/22 e quando detectados valores acima do limite, a maior porcentagem das amostras estava com valores compatíveis com o padrão de referência, em 95,4% dos resultados os valores estiveram em conformidade com os limites legais.

9.1.12 Recursos Hídricos Subterrâneos

9.1.12.1 Introdução

O estudo dos recursos hídricos subterrâneos tem como objetivo apresentar as características dos aquíferos presentes nas áreas de estudo regional e local do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, de forma a identificar os sistemas aquíferos e suas propriedades hidráulicas e geológicas.

A caracterização hidrogeológica foi baseada principalmente em informações secundárias disponíveis na literatura, bem como em estudos realizados na área da Unidade da Nexa em Três Marias.

Outro objetivo do presente diagnóstico é avaliar os usos atuais dos recursos hídricos subterrâneos, os quais podem ser afetados pela implantação do empreendimento.

9.1.12.2 Metodologia

O comportamento hidrogeológico é descrito levando em consideração as características pedológicas, geomorfológicas e, principalmente, litoestratigráficas das áreas de estudo do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

Para a inserção da área de estudos no contexto de domínios e subdomínios hidrogeológicos utilizou-se o Mapa de Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil (CPRM, 2007), na escala 1:2.500.000, além dos estudos apresentados por Ramos e Paixão (2003), Bonfim (2010) e nos

estudos do Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do entorno da represa de Três Marias (2015).

O mapa hidrogeológico foi elaborado a partir da correlação das unidades hidrogeológicas com as unidades litoestratigráficas apresentadas no diagnóstico de Geologia, juntamente com a descrição apresentada por Ramos e Paixão (2003).

No caso da caracterização da hidrogeologia da área de estudo local e Área Diretamente Afetada (ADA), utilizaram-se os estudos apresentados pela TPF Engenharia (2022) e pela WSP (2022 e 2023).

Para avaliar os usos atuais dos recursos hídricos subterrâneos foram utilizadas as bases de dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM e do Sistema de Informação de Águas Subterrâneas – SIAGAS do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, para a área de estudo local. Utilizou-se este recorte espacial, pois o mesmo abrange o entorno imediato da Área Diretamente Afetada - ADA e, desta forma, considerou que seria mais relevante esta análise utilizando-se apenas a área de estudos local.

9.1.12.3 Resultados

De acordo como o Mapa de Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil (CPRM, 2007), na escala 1:2.500.000, a região estudada se insere no domínio hidrogeológico poroso/fissural de produtividade geralmente baixa, porém localmente moderada.

Para Bonfim (2010) este domínio hidrogeológico, envolve pacotes sedimentares (sem metamorfismo ou com muito baixo grau metamórfico) onde ocorrem litologias essencialmente arenosas com pelitos e carbonatos no geral subordinados, e que tem como características gerais uma litificação acentuada, forte compactação e fraturamento acentuado, que lhe confere além do comportamento de aquífero granular com porosidade primária baixa/média, um comportamento fissural acentuado (porosidade secundária de fendas e fraturas), motivo pelo qual prefere-se enquadra-lo com mais propriedade como aquífero do tipo “misto”, com baixo a médio potencial hidrogeológico.

Os estudos apresentados por Ramos & Paixão (2003) para a bacia hidrográfica do Rio São Francisco, mostram a existência de nove sistemas aquíferos: aluvial, de cobertura detrítica, arenítico, carbonático, pelito-carbonático, pelítico, quartzítico, xistoso e granito-gnáissico. Para a região estudada ocorrem os sistemas aquíferos aluvial, de cobertura detrítica e pelítico.

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do entorno da represa de Três Marias (2015) indica a ocorrência de três unidades aquíferas na bacia: formações cenozóicas, bacias sedimentares e poroso/fissural, cuja classificação é baseada no mapa de domínios e subdomínios hidrogeológicos do Brasil (CPRM, 2007).

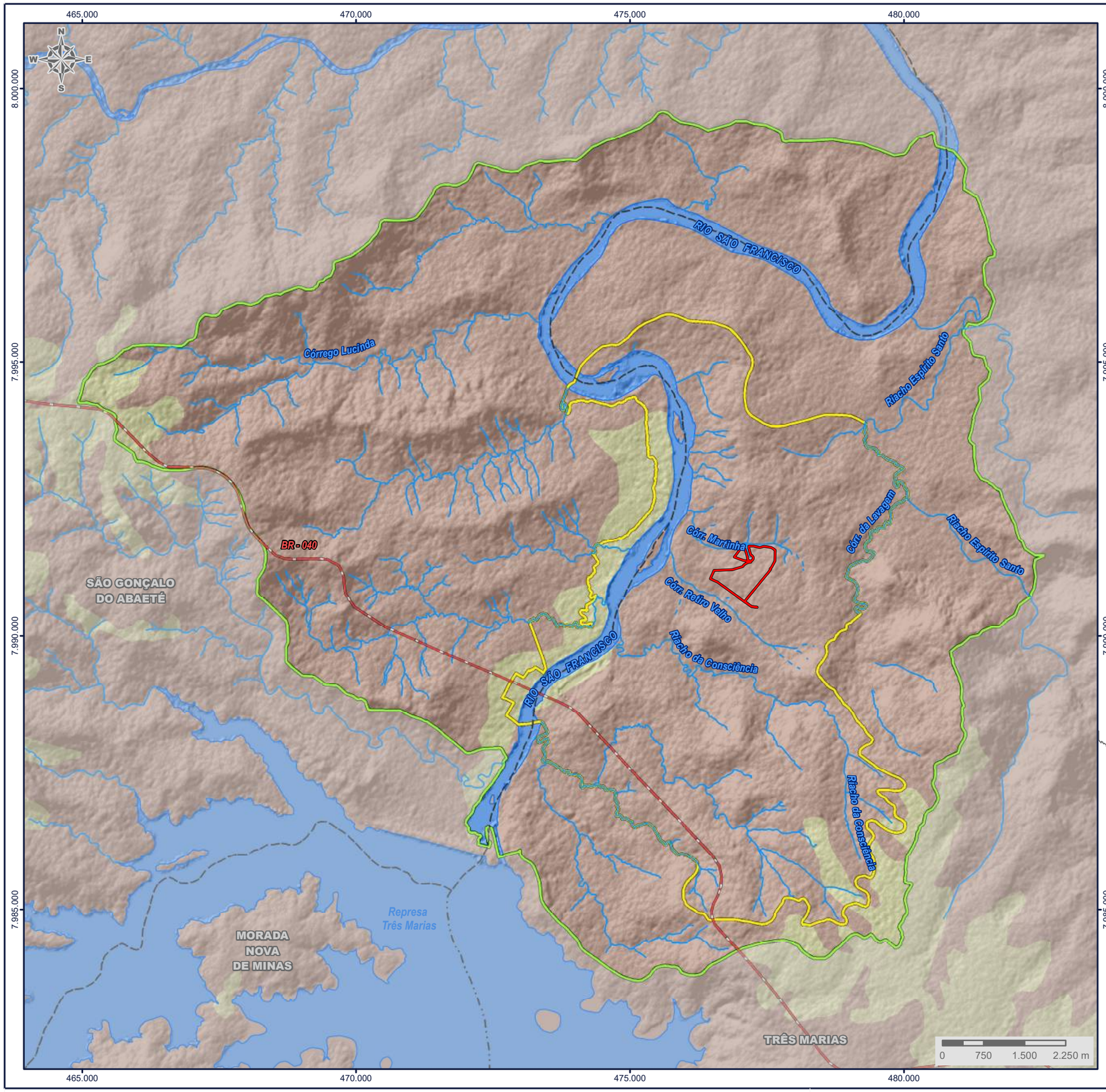
9.1.12.3.1 Área de Estudo Regional

O mapa hidrogeológico da área de estudo regional foi elaborado a partir da correlação das unidades hidrogeológicas com as unidades litoestratigráficas apresentadas no diagnóstico de Geologia, juntamente com a descrição apresentada no estudo de Ramos & Paixão (2003). A Tabela 9-69 apresenta os sistemas aquíferos definidos e a Figura 9-67 os espacializa.

Cabe mencionar que a delimitação da Área de Estudos Local (AEL) e ADA também foram representadas no mapa de hidrogeologia (Figura 9-67), pois as unidades hidrolitológicas permaneceram as mesmas.

Tabela 9-69: Compartimentação hidrolitológicas das áreas de estudos

Sistema Aquífero	Tipo de Aquífero	Comportamento	Unidade Litológica Correspondente	Litologia
Sistema Aquífero Aluvial	Granular	Poroso	Depósitos Aluvionares / Depósitos Aluvionares Antigos	Sedimentos inconsolidados, com granulometria variando entre pelito e areia grossa, contendo frequentemente grânulos, seixo e matacões.
Sistema Aquífero de Coberturas Detríticas	Granular	Poroso	Depósitos colúvio-eluviais	Sedimentos inconsolidados de granulometria ora areno-siltosa, ora areno argilosa. Ocorrem coberturas isoladas de cascalho laterítico disperso, localmente gerando aglomerados lateríticos consolidados.
Sistema Aquífero Pelítico	Misto	Poroso / Fissural	Formação Três Marias	Quartzo Arenito feldspático, siltito e pelito.

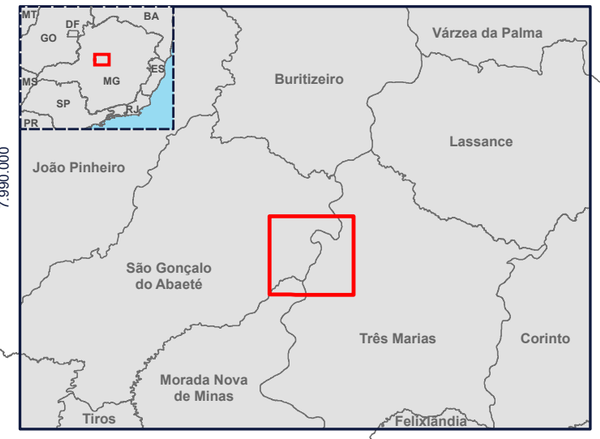


Legenda

- Acesso federal
- Hidrografia
- Cursos d'Água Efêmeros
- Curso d'água/ Represa
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Físico
- Área de Estudo Regional (AER) do Meio Físico
- Limite municipal

Domímios Hidrogeológicos:

- Poroso/Fissural
- Formações Cenozóicas



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km, respectivamente.

Base Cartográfica: ADA, AEL, AER, hidrografia bifilar, (Trust/2023); hidrografia (Trust/2023, adaptada de IGAM); rodovias (IBGE/2021); limite municipal (FJP/2022); dom. hidrogeológicos (adaptado CPRM/2007).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO

Figura 9-67: Recursos hídricos subterrâneos das áreas de estudos

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Lucas F. de Oliveira	18/03/2023	NXTM-DRS-EIA-Hidrogeologia-A3-v00

Nas áreas de estudo do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias foram identificados três sistemas aquíferos: aluvial (granular), coberturas detríticas (granular) e pelítica (misto – poroso e fissural), os quais são descritos sucintamente de acordo com o trabalho de Ramos & Paixão (2003):

O **Sistema Aquífero Aluvial** é constituído por aquíferos existentes nos sedimentos aluviais ou depósitos recentes, distribuídos ao longo das calhas dos cursos d'água, dos terraços e planícies de inundação.

No mapa hidrogeológico elaborado, este sistema aquífero ocorre associado aos terraços e planícies de inundação do rio São Francisco, localizado, principalmente em sua margem esquerda e em seu interior, forma de ilhas.

Este sistema aquífero apresenta comportamento hidráulico sazonal devido sua conexão hidráulica com as águas superficiais, recebendo contribuição dos rios nos períodos chuvosos e para a manutenção do fluxo de base nos períodos de baixa precipitação e têm na evapotranspiração um importante exultório devido à pequena profundidade do nível d'água, geralmente não superior a 5-10 metros (RAMOS & PAIXÃO, 2003).

Valores de condutividade hidráulica variam de 0,28 a 23 m/dia para os depósitos de granulometria entre areia fina a muito grossa e 0,02 a 0,11 m/dia para níveis siltosos (RAMOS & PAIXÃO, 2003).

O **Sistema Aquífero de Coberturas Detríticas**, compreende todos os níveis aquíferos superficiais relacionados ao manto de alteração das rochas, correspondendo às coberturas detríticas encontradas. São constituídos por sedimentos arenosos ou argilosos podendo ainda apresentar níveis de cascalheiras basais. Localmente podem apresentar-se limonitisados formando cangas (RAMOS &PAIXÃO, 2003).

Apresentam variações em composição e espessura, que irão refletir a rocha originária condições paleoclimáticas e condicionamento morfotectônico. Embora sejam potencialmente fracos, são importantes no processo da recarga de aquíferos subjacentes através da infiltração vertical (RAMOS &PAIXÃO, 2003).

De acordo com o mapa hidrogeológico elaborado, o sistema aquífero de coberturas detríticas ocorre em pequenas porções na região sudeste da área de estudos regional e local e porção oeste da área de estudos regional.

O **Sistema Aquífero Pelítico** é representado por armazenamentos em rochas pelíticas e psamiticas, caracterizando um sistema do tipo fissurado (RAMOS &PAIXÃO, 2003). Nas áreas de estudos regional e local é constituído por litologias pertencentes à Formação Três Marias, mais especificamente a arenitos finos, siltitos e pelitos.

O armazenamento específico médio é da ordem de 250 mm. A recarga ocorre direta de água de chuva nas áreas de afloramento, ou pela água superficial através das drenagens com controle estrutural e pela infiltração de aquíferos granulares superiores (RAMOS &PAIXÃO, 2003).

Analisando-se o mapa hidrogeológico elaborado, verifica-se que o sistema aquífero pelítico predomina por todas as áreas de estudos.

9.1.12.3.2 Área de Estudo Local e Área Diretamente Afetada

9.1.12.3.2.1 Unidades Hidrogeológicas

Da mesma forma que a área de estudos regional, a água subterrânea na área de estudo local do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias está associada a sistemas aquíferos do tipo granular e misto (poroso e fissural), ou seja: aquífero aluvial, aquífero de coberturas detríticas e aquífero pelítico.

O aquífero aluvial ocorre principalmente na margem esquerda do rio São Francisco e em seu interior em forma de ilhas. Esse sistema possui boa capacidade de infiltração, armazenamento e transmissividade. Os sedimentos presentes nesta unidade são heterogêneos, mal selecionados, em que se alternam ou interdigitam níveis arenosos, sílticos e argilosos.

De acordo com o mapa hidrogeológico elaborado, o aquífero de coberturas detríticas ocorre nas regiões mais elevadas da área, mais especificamente na região sudeste da área de estudos local. Contudo, esta unidade está potencialmente presente em todo o manto de alteração das rochas e em locais de deposição de materiais coluvionares.

Possui porosidade granular, onde a água subterrânea circula e permanece armazenada através dos vazios criados pela alteração dos minerais. É formado pelos solos, desde os horizontes mais superficiais até aqueles com características bem próximas as da rocha sã.

A principal característica das coberturas detríticas seria em sua maior capacidade de armazenamento e menor condutividade hidráulica. Constitui um aquífero raso, livre, descontínuo, heterogêneo e com importante papel na recarga dos aquíferos sotopostos dada a capacidade de infiltração rápida.

O aquífero pelítico predomina por toda a área de estudos local do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, correspondendo aos ambientes em que ocorrem as rochas da Formação Três Marias: arenitos, siltitos e arcóseos. Nesta unidade litoestratigráfica predomina o armazenamento em estruturas, como falhas, fraturas e nos vazios provocados pela estratificação das camadas plano-paralelas.

A unidade pelítica forma, na área, aquíferos mistos, com armazenamento e condução predominantes no meio fissurado, todavia com importante função da porosidade secundária das rochas sedimentares e metassedimentares existentes.

De forma mais detalhada, os estudos realizados pela WSP (2022 e 2023) especificamente para a região de implantação do empreendimento, subdivide o sistema aquífero local em quatro unidades hidrogeológicas: sedimentos inconsolidados, rocha alterada / saprólito, rocha sã e fraturas. As características principais destas unidades são apresentadas no item, a seguir, "Parâmetros Hidrodinâmicos".

9.1.12.3.2.2 Parâmetros Hidrodinâmicos

De acordo com os estudos realizados pela WSP (2022), a região é composta geologicamente por rochas metassedimentares, caracterizadas por metassiltitos e metarenitos com um manto de alteração pouco expressivo e baixa permeabilidade, da ordem de 10^{-7} m/s. Os ensaios de *slug test* mostraram que a capacidade de transmissão da água subterrânea do material inconsolidado (argilas e siltes) não é expressiva (WSP, 2022).

Em locais com a presença de saprólito saturado, a unidade aquífera é caracterizada como de dupla porosidade, com um aquífero de porosidade granular superior, representado pelo manto de alteração conectado com um aquífero fissural sotoposto, esse último sem porosidade primária significativa na matriz da rocha. Nestes casos, o aquífero granular é responsável pelo armazenamento de água e controla as condições de fluxo do aquífero, principalmente por meio da presença e direção de fraturas na rocha. Entretanto, na área região de implantação do empreendimento, o manto de alteração, por muitas vezes, não é saturado, possuindo, desta forma, expressividade hidrogeológica baixa (WSP, 2022).

Já nos domínios onde as rochas se encontram inalteradas ou parcialmente alteradas, o sistema desenvolvido é o aquífero fissural, no qual a água subterrânea fica armazenada e flui principalmente em descontinuidades como falhas, fraturas e juntas de alívio. Esse domínio é interpretado como uma heterogeneidade dentro do sistema aquífero que condiciona elevados valores de condutividade hidráulica associada às fraturas (Kf), com certa anisotropia imposta pelas direções dessas estruturas (WSP, 2022).

A Tabela 9-70 apresenta as principais características levantadas pela WSP (2022), nas unidades aquíferas locais, medidas em poços de monitoramento.

| Tabela 9-70: Resumo das principais características das unidades locais

Unidade Aquífero	Espessura Média (m)	Condutividade Hidráulica – K (m/s)		
		Média	Máximo	Mínimo
Sedimentos Inconsolidados	5	$3{,}12 \times 10^{-07}$	$1{,}00 \times 10^{-05}$	$<10^{-08}$
Rocha Alterada / Saprolito	7	$9{,}70 \times 10^{-07}$	$3{,}10 \times 10^{-05}$	$7{,}00 \times 10^{-08}$
Rocha Sã	-	$5{,}64 \times 10^{-07}$	$1{,}85 \times 10^{-05}$	$<10^{-08}$
Fraturas	0,005	$1{,}56 \times 10^{-05}$	$8{,}87 \times 10^{-02}$	$1{,}20 \times 10^{-07}$

Fonte: WSP, 2022

9.1.12.3.2.3 Nível e fluxo de água subterrânea

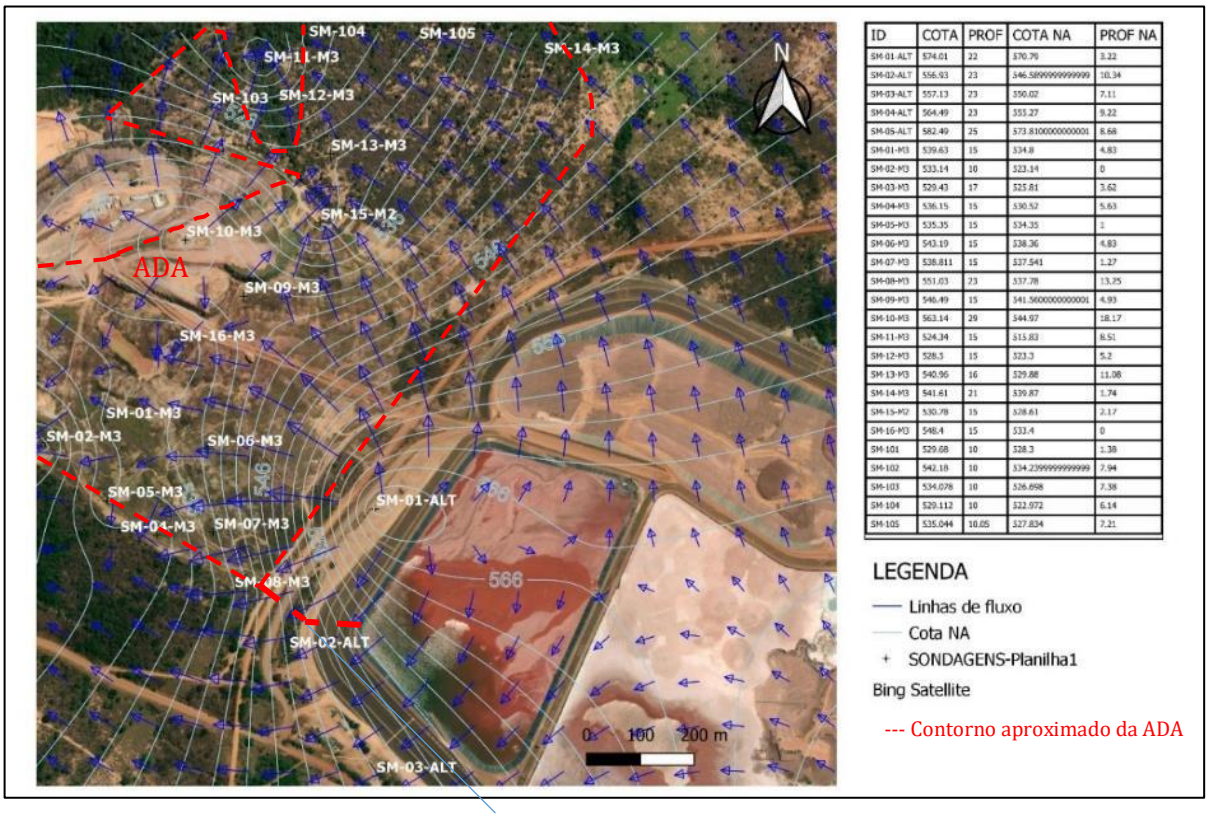
Para entendimento das condições de nível e fluxo de água subterrânea no local do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, a empresa TPF Engenharia (2022) elaborou o mapa potenciométrico da área, utilizando-se informações de 26 furos de sondagens (Figura 9-68).

A partir dos furos de sondagem foram feitos estudos de interpolação dos dados de nível d'água medidos e desenvolvidas tendências de fluxo de água com base na topografia local (TPF ENGENHARIA, 2022).

A média da profundidade do nível d'água encontrado nas sondagens é de 6,45 metros, com mais de 83% das medidas abaixo de 10 metros de profundidade. No entanto algumas regiões possuem níveis abaixo de 5,00 metros, principalmente nas regiões mais baixas na direção dos córregos Retiro Velho e da Martinha (TPF ENGENHARIA, 2022).

O fluxo de água subterrânea é mais intenso na região central, e menos significativo nas porções baixas caracterizando zonas de descarga e regiões onde a infiltração pode ser mais importante sazonalmente (TPF ENGENHARIA, 2022). De acordo com TPF Engenharia (2022), a construção da pilha pode alterar níveis naturais das águas subterrâneas e regime de fluxo local, alterando as áreas de captação ou taxas de infiltração nesta região.

Figura 9-68: Mapa potenciométrico da região do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias



ID	COTA	PROF	COTA NA	PROF NA
SM-01-ALT	574.01	22	570.79	3.22
SM-02-ALT	556.93	23	546.5899999999999	10.34
SM-03-ALT	557.13	23	550.02	7.11
SM-04-ALT	564.49	23	555.27	9.22
SM-05-ALT	582.49	25	573.8100000000001	8.68
SM-01-M3	539.63	15	534.8	4.83
SM-02-M3	533.14	10	523.14	0
SM-03-M3	529.43	17	525.81	3.62
SM-04-M3	536.15	15	530.52	5.63
SM-05-M3	535.35	15	534.35	1
SM-06-M3	543.19	15	538.36	4.83
SM-07-M3	538.811	15	537.541	1.27
SM-08-M3	551.03	23	537.78	13.25
SM-09-M3	546.49	15	541.5600000000001	4.93
SM-10-M3	563.14	29	544.97	18.17
SM-11-M3	524.34	15	515.83	8.51
SM-12-M3	528.5	15	523.3	5.2
SM-13-M3	540.96	16	529.88	11.08
SM-14-M3	541.61	21	539.87	1.74
SM-15-M2	530.78	15	528.61	2.17
SM-16-M3	548.4	15	533.4	0
SM-101	529.68	10	528.3	1.38
SM-102	542.18	10	534.2399999999999	7.94
SM-103	534.078	10	526.698	7.38
SM-104	529.112	10	522.972	6.14
SM-105	535.044	10.05	527.834	7.21

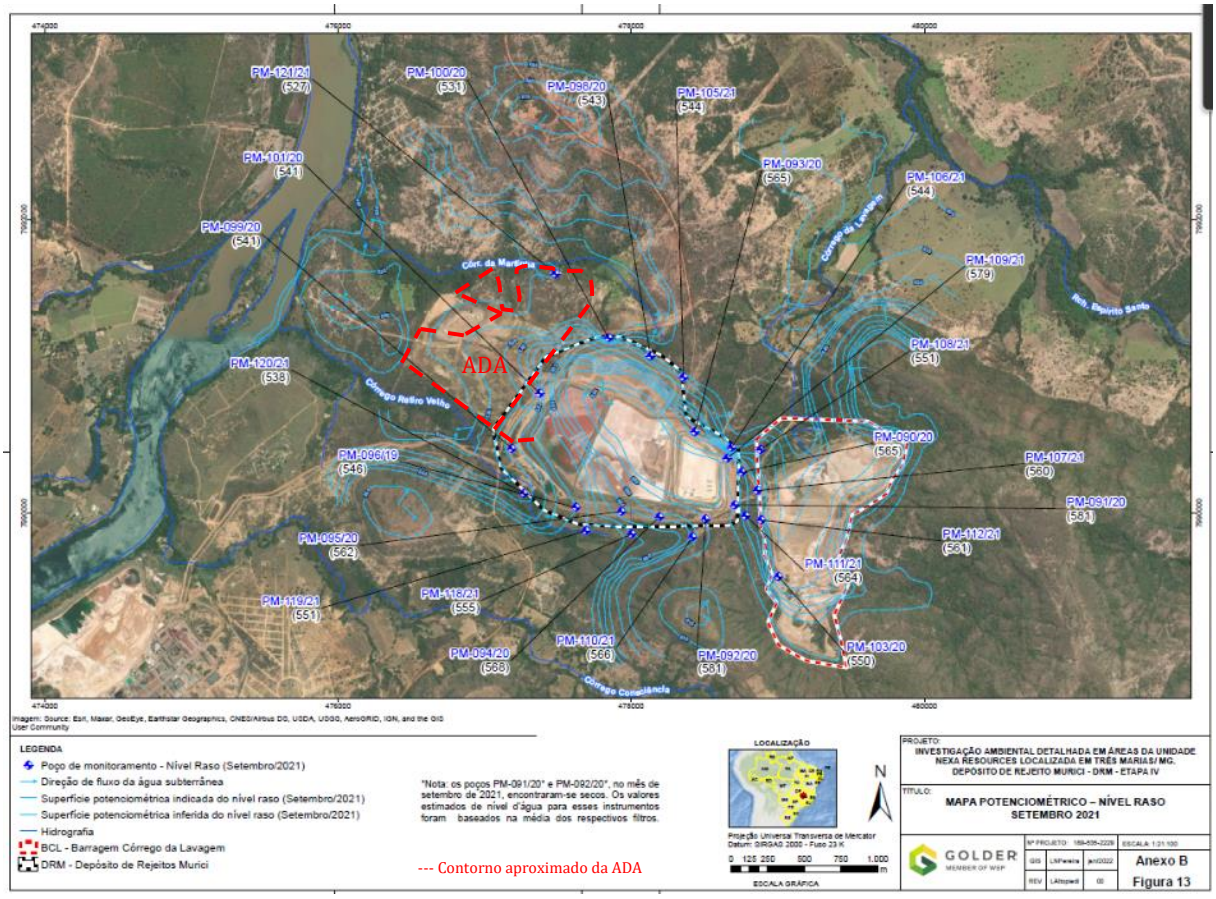
Fonte: modificado de TPF Engenharia, 2022

Os estudos elaborados pela WSP (2022) na região do Depósito de Rejeitos Murici -DRM também apresentam o mapa potenciométrico para a região estudada, tanto em nível raso e quanto em nível intermediário.

Comparando-se os mapas potenciométricos dos estudos da WSP (2022) e TPF Engenharia (2022), verifica-se que as linhas de fluxo na região do DRM são semelhantes em ambos os trabalhos, porém, os estudos da WSP (2022) abrangem uma área maior. Verifica-se, também, no trabalho da WSP (2022) que as linhas potenciométricas são mais intensas na região do DRM.

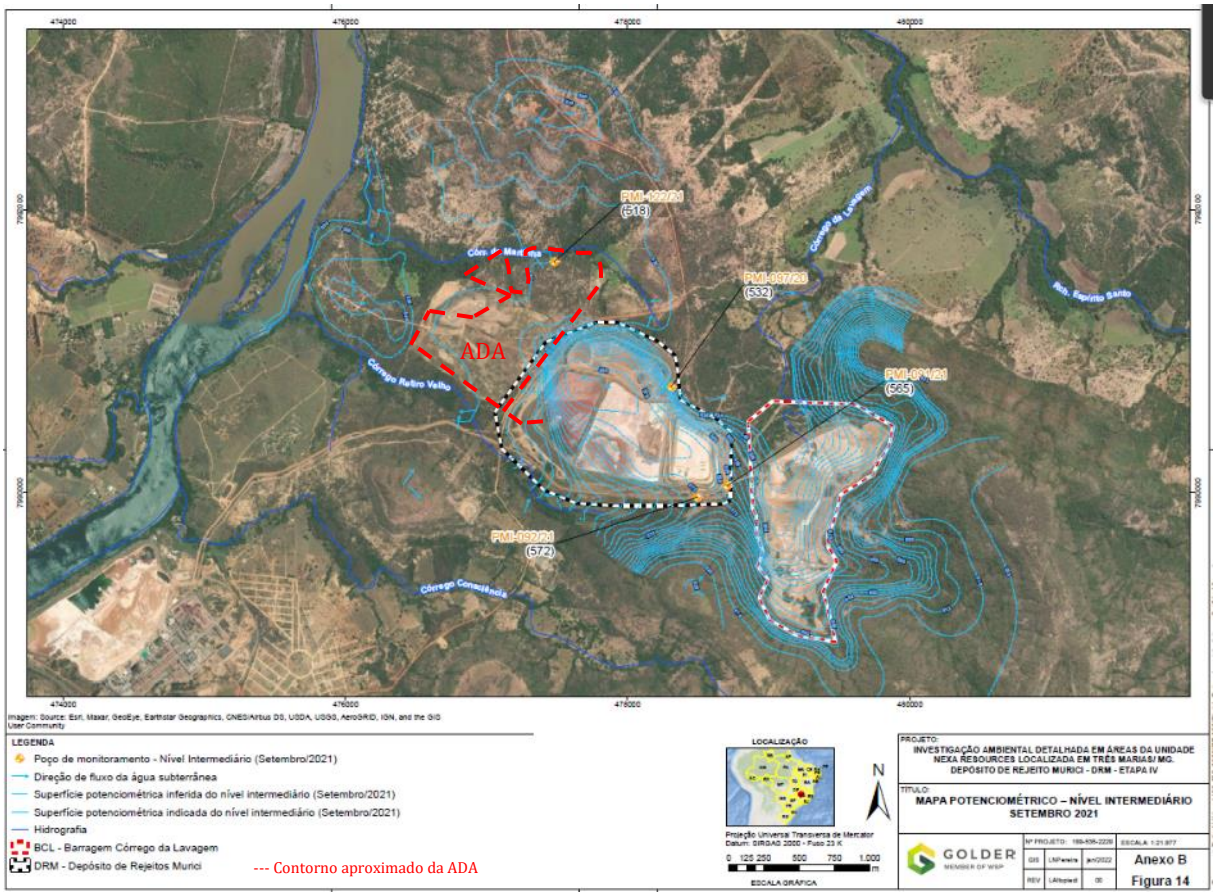
A Figura 9-69 e a Figura 9-70 apresentam os mapas potenciométricos elaborados pela WSP (2022).

Figura 9-69: Mapa potenciométrico da região do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias – Nível Raso



Fonte: modificado de WSP, 2022

| Figura 9-70: Mapa potenciométrico da região do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias – Nível Intermediário



Fonte: modificado de WSP, 2022

9.1.12.3.2.4 Zonas de recarga e descarga dos aquíferos

A recarga desses aquíferos está muito relacionada à infiltração direta em porções mais suaves do relevo (topos de morros) ou, no caso das aluviões, por migração lateral dos cursos d'água.

No caso do aquífero pelítico, a recarga ocorre principalmente nas zonas de coincidência ou de superposição entre as fraturas e a rede de drenagem, ou por filtrações verticais descendentes através dos aquíferos formados no manto de alteração, ou seja, de coberturas detríticas.

A descarga se dá em nascentes da região ou nos leitos dos cursos d'água, sendo que a direção de fluxo tende a seguir a mesma direção das águas superficiais, tendo como nível de base o rio São Francisco. Apresentam favorabilidade hidrogeológica variável, muito associada à granulometria dos materiais que constituem os depósitos superficiais.

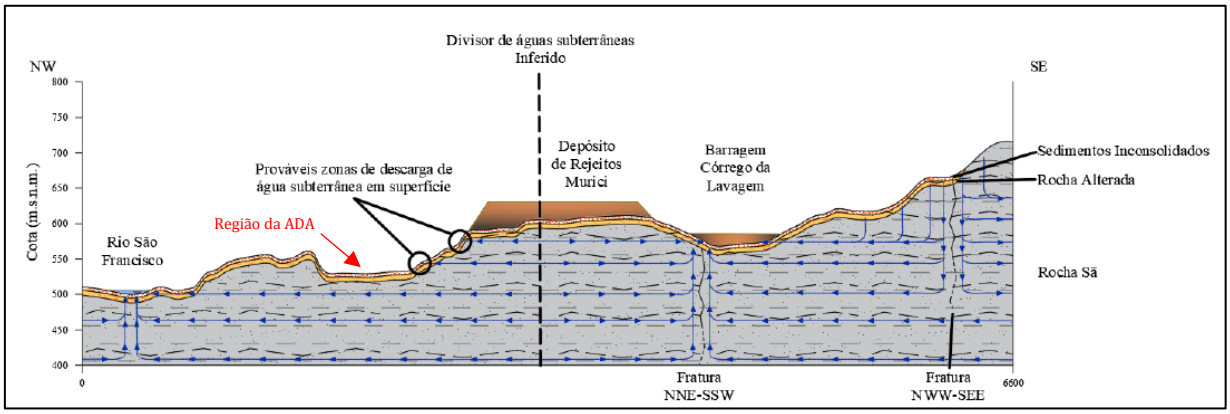
No caso da área da Nexa, topograficamente mais elevada em relação ao entorno, constitui um divisor de águas e uma zona de recarga do aquífero livre existente, conferindo uma tendência a um comportamento de dispersão do fluxo de água subterrânea a partir de seus domínios, de forma

radial, em direção ao córrego da Lavagem, córrego da Martinha e córrego Retiro Velho (WSP, 2022).

Em relação ao aquífero de nível intermediário, a WSP (2022) observou vetores com direção aos córregos da Lavagem e Martinha e constatou que os gradientes hidráulicos se acentuam próximo aos limites da unidade, correspondendo às áreas com maior velocidade de escoamento da água subterrânea.

A Figura 9-71 apresenta um perfil esquemático da área, indicando o fluxo na região do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias. De acordo com WSP (2022), verifica-se que a porção mais alta do perfil esquemático representa importante zona de recarga na região, entretanto, considerando as profundidades esperadas para as fraturas NWW-SEE, esta recarga estaria limitada às cotas de 470-480m, ou seja, as fraturas horizontais mais profundas apresentam fluxo mais regional, provavelmente associado à zonas de recarga não representadas no perfil esquemático, onde se espera indícios de fraturas verticais aflorantes NNE-SSW.

Figura 9-71: Perfil esquemático indicando o fluxo na região do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias



Fonte: modificado de WSP, 2022

9.1.12.3.3 Usos da Água Subterrânea

Para avaliar os usos atuais dos recursos hídricos subterrâneos foram utilizadas as bases de dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM e do Sistema de Informação de Águas Subterrâneas – SIAGAS do Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

O levantamento de usuários de águas subterrâneas para a área de estudo local indicou 11 usuários registrados, nove cadastrados no IGAM e dois cadastrados no SIAGAS. Dos nove usuários cadastrados no IGAM, cinco utilizam a água para consumo humano, os outros quatro poços são para consumo industrial, abastecimento público, paisagismo e limpeza em geral (Tabela 9-71). Os poços cadastrados no SIAGAS não apresentam especificação da finalidade do uso.

Cabe mencionar que a ADA não intercepta qualquer outorga de direito de uso da água. A Figura 9-72 apresenta a localização das outorgas, dos direitos de uso e do cadastro de uso insignificante nas áreas de estudo.

Tabela 9-71: Outorgas e cadastros de uso insignificante de água subterrânea na área de estudo local do projeto

Processo	Portaria / Certificado	Fonte	Solicitante	Data da Publicação	Finalidade	Modo de uso	Tipo de Autorização
32026/2020	54992	IGAM	Empreendimentos Rodeiro Ltda	06/08/2020	Consumo industrial	Poço Manual (Cisterna)	Uso Insignificante
06580/2010	2379/2011	IGAM	-	17/08/2011	Abastecimento público	Poço tubular	Outorga
10707/2017	1307099/2020	IGAM	-	11/09/2020	Consumo humano	Poço tubular	Outorga
09975/2018	1308573/2020	IGAM	-	12/11/2020	Consumo humano	Poço tubular	Outorga
27904/2017	1301573/2021	IGAM	-	26/02/2021	Consumo humano	Poço tubular	Outorga
05756/2018	1907959/2020	IGAM	-	30/10/2020	Consumo humano	Poço tubular	Outorga
30303/2014	1300647/2020	IGAM	-	22/01/2020	Paisagismo	Poço tubular	Outorga
43192/2016	300744/2018	IGAM	-	21/11/2018	Consumo humano	Poço tubular	Outorga
30600/2020	1709821/2020	IGAM	-	29/12/2020	Limpeza em geral	Poço tubular	Outorga
-	3100001532	SIAGAS	-	-	Não especificado	Poço tubular	Registro SIAGAS
-	3100020659	SIAGAS	-	-	Não especificado	Poço tubular	Registro SIAGAS



Legenda

- Localidades
- Outorgas Estaduais - Águas Subterrâneas (IGAM, 2023)
- Uso Insignificante Subterrâneo (IGAM, 2022)
- Rodovias Federais
- Hidrografia
- Cursos d'água efêmeros
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Físico



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023); AEL, Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023); Outorgas e Uso Insignificante (IGAM, 2023/2022); Rodovias Federais (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-72: Outorgas e cadastros de uso insignificante das águas subterrâneas na área de estudo local

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	22/03/2024	NXTM-DRS-EIA-OutorgasSubAEL-A3-v00

9.1.12.4 Síntese Conclusiva

Foi elaborada uma caracterização regional e local abordando aspectos hidrogeológicos das áreas de estudo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias. A caracterização hidrogeológica foi baseada, principalmente, em informações secundárias disponíveis na literatura e nos estudos da WSP (2022 e 2023) e TPF Engenharia (2022).

O contexto hidrogeológico regional e local subdividiu a área três sistemas aquíferos: sistema aquífero aluvial (aquíferos granulares), sistema aquífero de coberturas detríticas (aquífero granular) e sistema aquífero pelítico (aquífero granular e fissural).

O aquífero aluvial ocorre principalmente na margem esquerda do rio São Francisco e em seu interior em forma de ilhas. Esse sistema possui boa capacidade de infiltração, armazenamento e transmissividade.

O aquífero de coberturas detríticas constitui um aquífero raso, livre, descontínuo, heterogêneo e com importante papel na recarga dos aquíferos sotopostos dada a capacidade de infiltração rápida.

O aquífero pelítico predomina por toda a área de estudos local do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, correspondendo aos ambientes em que ocorrem as rochas da Formação Três Marias: arenitos, siltitos e arcóseos. Nesta unidade litoestratigráfica predomina o armazenamento em estruturas, como falhas, fraturas e nos vazios provocados pela estratificação das camadas plano-paralelas.

De forma mais detalhada, os estudos realizados pela WSP (2022 e 2023) especificamente para a região de implantação do empreendimento, subdivide o sistema aquífero local em quatro unidades hidrogeológicas: sedimentos inconsolidados, rocha alterada / saprólito, rocha sã e fraturas.

Para os estudos da dinâmica de fluxo da água subterrânea, a empresa TPF Engenharia (2022) elaborou o mapa potenciométrico da área, utilizando-se informações de 26 furos de sondagens e da topografia local.

O fluxo de água subterrânea é mais intenso na região central, e menos significativo nas porções baixas caracterizando zonas de descarga e regiões onde a infiltração pode ser mais importante sazonalmente (TPF ENGENHARIA, 2022).

De acordo com TPF Engenharia (2022), a construção da pilha pode alterar níveis naturais das águas subterrâneas e regime de fluxo local, alterando as áreas de captação ou taxas de infiltração nesta região.

Os estudos elaborados pela WSP (2022) na região do Depósito de Rejeitos Murici -DRM também apresentam o mapa potenciométrico para a região estudada, tanto em nível raso e quanto em nível intermediário.

Comparando-se os mapas potenciométricos dos estudos da WSP (2022) e TPF Engenharia (2022), verifica-se que as linhas de fluxo na região do DRM são semelhantes em ambos os trabalhos, porém, os estudos da WSP (2022) abrangem uma área maior. Verifica-se, também, no trabalho da WSP (2022) que as linhas potenciométricas são mais intensas na região do DRM.

A recarga desses aquíferos está muito relacionada à infiltração direta em porções mais suaves do relevo (topos de morros) ou, no caso das aluviões, por migração lateral dos cursos d'água. A descarga se dá em nascentes da região ou nos leitos dos cursos d'água, sendo que a direção de fluxo tende a seguir a mesma direção das águas superficiais, tendo como nível de base o rio São Francisco.)

No caso da área da Nexa, topograficamente mais elevada em relação ao entorno, constitui um divisor de águas e uma zona de recarga do aquífero livre existente, conferindo uma tendência a um comportamento de dispersão do fluxo de água subterrânea a partir de seus domínios, de forma radial, em direção ao córrego da Lavagem, córrego da Martinha e córrego Retiro Velho (WSP, 2022).

Em relação ao aquífero de nível intermediário, a WSP (2022) observou vetores com direção aos córregos da Lavagem e Martinha e constatou que os gradientes hidráulicos se acentuam próximo aos limites da unidade, correspondendo às áreas com maior velocidade de escoamento da água subterrânea.

Com relação aos usos das águas subterrâneas, o levantamento de usuários para a área de estudo local indicou 11 usuários outorgados, nove cadastrados no IGAM e dois cadastrados no SIAGAS. Dos nove usuários cadastrados no IGAM, cinco utilizam a água para consumo humano, os outros quatro poços são para consumo industrial, abastecimento público, paisagismo e limpeza em geral. Os poços cadastrados no SIAGAS não apresentam especificação da finalidade do uso.

Cabe mencionar que a ADA não intercepta qualquer outorga de direito de uso da água.

9.1.13 Qualidade das Águas Subterrâneas

9.1.13.1 Introdução

O presente diagnóstico foi elaborado com o objetivo de avaliar a qualidade físico-química das águas subterrâneas da região do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias. A análise foi baseada nos estudos e monitoramentos realizados na Unidade Três Marias, contemplando o período de janeiro de 2018 a junho de 2024.

9.1.13.2 Metodologia

O diagnóstico da qualidade das águas subterrâneas da Área de Estudo do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias foi elaborado a partir dos dados do monitoramento realizado pela Nexa na Unidade Três Marias. A rede de monitoramento consiste em oito pontos localizados na Área de Estudo Local do Projeto, contemplando o período de janeiro 2018 a junho de 2024.

Cabe mencionar que na Unidade Três Marias existem outros poços para monitoramento de outras estruturas da Unidade, contudo, para o presente diagnóstico, foram selecionados os poços mais representativos e significativos para o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

De forma a complementar os estudos referentes à qualidade das águas subterrâneas na área de estudo local do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, utilizou-se, também, os resultados obtidos de sete poços de monitoramento utilizados nos estudos de *Background (*baseline), realizados pela WSP em maio de 2024. Dos sete poços, um poço contemplou amostragens de março de 2023 a janeiro de 2024 e seis poços contemplaram amostragens nos meses de maio de 2023 a janeiro de 2024.

Além dos padrões de referências legais adotados em função do uso preponderante, este diagnóstico foi elaborado considerando os Relatórios de Valores de Referência para Água Subterrânea – Área da Planta da Cimentação e Futura Pilha de Resíduos Secos (Três Marias/MG) elaborado pela WSP em maio de 2024.

Foram utilizados, ainda, como referência nas discussões dos resultados, os relatórios do monitoramento hídrico na área de influência do Depósito de Rejeitos Murici – DRM, protocolados semestralmente no âmbito da LO nº 075/2012.

A Nexa declarou a área entre o Depósito de Rejeitos Murici e a Barragem Córrego da Lavagem como suspeita de contaminação (AC-00570/2020) e vem conduzindo, desde então, estudos de investigação de passivos ambientais. Neste sentido, foi elaborado pela WSP o "Relatório Integrado – Etapas de Investigação Ambiental Confirmatória, Investigação Detalhada, Avaliação de Risco à Saúde Humana, Avaliação de Risco Ecológica e Modelagem Matemática Hidrogeológica nas Áreas do Depósito de Rejeito Murici e Barragem Córrego da Lavagem" que apresenta a compilação dos resultados obtidos e discussões acerca de atividades relativas aos relatórios elaborados pela WSP.

9.1.13.2.1 *Rede de Monitoramento*

Para caracterizar o aquífero da área do entorno do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, foram selecionados 15 pontos amostrais, dos quais três são da rede de monitoramento da Unidade Três Marias, cinco pontos da malha de poços de monitoramento proposta pela WSP e sete poços do estudo de *Background (*baseline) realizados pela WSP (2024).

A Tabela 9-72 apresenta a composição da rede amostral da qualidade das águas subterrâneas e a Figura 9-73 mostra a localização desses pontos, a Área Diretamente Afetada (ADA) e a Área de Estudo Local (AEL).

Tabela 9-72: Rede de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas

Ponto	Rede de Monitoramento	Coordenadas UTM (Zona 23S | Datum SIRGAS 2000)	
		mE	mN
PMA01	Rede de amostragem Nexa	478.464,29	7.989.636,69
PMA02B		477.449,48	7.990.216,06
PMA03B		477.216,49	7.990.486,65
PM-91/20	Rede de monitoramento WSP	478.718,1123	7.990.060,5228
PM-100/20		477.846,3855	7.991.194,5189
PM-101/20		477.383,8227	7.990.815,3546
PM-118/21		477.995,6613	7.989.869,1732
PMI-122/21		477.497,7631	7.991.616,0825
PM-01 BG	Estudo de *Background* (*baseline)* WSP (2023)	477.039,00	7.991.034,00
PM-02 BG		477.572,00	7.989.384,00
PM-03 BG		476.483,00	7.991.057,00
PM-04 BG		476.168,00	7.991.279,00
PM-05 BG		476.502,00	7.991.186,00
PM-06 BG		477.218,00	7.991.474,00
P15		477.058,00	7.990.165,00

471900 474900 477900 480900

7995000 7992000 7989000 7986000

Rio São Francisco

Córr. Martinha

Córr. da Lavagem

PM-06 BG

PM-122/21

PM-04 BG

PM-100/20

PM-05 BG

PM-101/20

PM-03 BG

PMA-03B

PM-01 BG

PMA-02B

PM-091/20

P15

PM-118/21

PMA-01

PM-02 BG

Beira-Rio

São Gonçalo do Abaeté

Três Marias

BR-040

Córr. Barreiro Grande

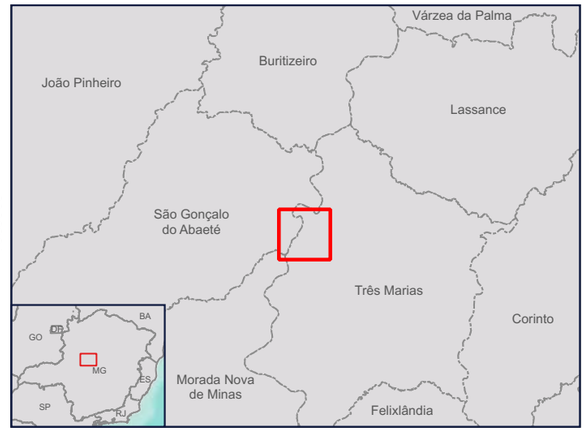
0 500 1.000 1.500 m

Legenda

- Localidades

Monitoramento de Águas Subterrâneas:

- Rede de amostragem Nexa
- Estudos de background WSP (2023)
- Rede de monitoramento WSP
- Rodovias Federais
- Cursos d'água efêmeros
- Hidrografia
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Físico



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA, Monitoramento Hídrico (Nexa, 2023); AEL, Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2020/23); Monitoramento Hídrico (WSP, 2023); Rodovias Federais (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-73: Localização dos pontos de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	22/03/2024	NXTM-DRS-EIA-AguaSub-A3-v02

9.1.13.2.2 Requisito Legal e Classe de Enquadramento

A elaboração deste diagnóstico foi realizada considerando o seguinte ato normativo:

- *Resolução CONAMA nº 396, de 03 de abril de 2008 - Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.*

De acordo com as diretrizes do Capítulo V (Artigo 28) da referida Resolução, o enquadramento das águas subterrâneas dar-se-á de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

A Resolução CONAMA nº 396/2008 não menciona classe para águas subterrâneas sem enquadramento determinado. Desta forma, os valores adotados no presente estudo estão relacionados ao uso preponderantemente consumo humano.

9.1.13.2.3 Parâmetros de Análises

Para a caracterização hidroquímica das águas subterrâneas foram executadas análises de 35 parâmetros da rede de amostragem Nexa (Tabela 9-73), 49 parâmetros da rede de monitoramento da WSP (Tabela 9-74) e 51 parâmetros dos poços de monitoramento dos estudos da WSP (2024) - Tabela 9-75.

Tabela 9-73: Parâmetros e limites de referências legais da rede de amostragem Nexa

Parâmetro	Unidade	Resolução CONAMA nº 396/2008, consumo humano.
Alcalinidade de bicarbonato	mg/L	-
Alcalinidade de carbonato	mg/L	-
Alcalinidade total	mg/L	-
Arsênio total	mg/L	0,010
Bário total	mg/L	0,70
Cádmio total	mg/L	0,005
Cálcio total	mg/L	-
Chumbo total	mg/L	0,01
Cloreto total	mg/L	250
Cobalto total	mg/L	-
Cobre total	mg/L	2,00
Cromo total	mg/L	0,05
Ferro total	mg/L	0,3
Fluoreto total	mg/L	1,5
Fósforo total	mg/L	-
Magnésio total	mg/L	-
Manganês total	mg/L	0,1
Mercúrio total	mg/L	0,001
Níquel total	mg/L	0,02
Nitrogênio amoniacal	mg/L	-
Nitrogênio total	mg/L	-

Parâmetro	Unidade	Resolução CONAMA nº 396/2008, consumo humano.
Potássio total	mg/L	-
Selênio total	mg/L	0,01
Sódio total	mg/L	-
Sulfato total	mg/L	250
Sulfeto	mg/L	-
Turbidez	NTU	-
Zinco total	mg/L	0,05
Condutividade Elétrica	(µS/cm)	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L	-
pH	#	-
Potencial Redox	mV	-
Temperatura da amostra	ºC	-
Coluna d'água	-	-
Profundidade do poço	-	-

Tabela 9-74: Parâmetros e limites de referências legais da rede de monitoramento WSP

Parâmetro	Unidade	Resolução CONAMA nº 396, 04/2008, consumo humano.
Alumínio dissolvido	mg/L	-
Alumínio total	mg/L	0,2
Antimônio dissolvido	mg/L	-
Antimônio total	mg/L	0,005
Arsênio dissolvido	mg/L	-
Arsênio total	mg/L	0,010
Bário dissolvido	mg/L	-
Bário total	mg/L	0,70
Boro dissolvido	mg/L	-
Boro total	mg/L	0,5
Cádmio dissolvido	mg/L	-
Cádmio total	mg/L	0,005
Chumbo dissolvido	mg/L	-
Chumbo total	mg/L	0,01
Cianeto total	mg/L	0,07
Cobalto dissolvido	mg/L	-
Cobalto total	mg/L	-
Cobre dissolvido	mg/L	-
Cobre total	mg/L	2,000
Condutividade Elétrica	mS/cm	-
Cromo dissolvido	mg/L	-
Cromo total	mg/L	0,05
Ferro dissolvido	mg/L	
Ferro total	mg/L	0,3
Fluoreto	mg/L	1,5
Fosfato total	mg/L	-

Parâmetro	Unidade	Resolução CONAMA nº 396, 04/2008, consumo humano.
Manganês dissolvido	mg/L	-
Manganês total	mg/L	0,1
Mercúrio dissolvido	mg/L	-
Mercúrio total	mg/L	0,001
Molibdênio dissolvido	mg/L	-
Molibdênio total	mg/L	0,07
Níquel dissolvido	mg/L	-
Níquel total	mg/L	0,02
Nitrato	mg/L	10
Oxigênio Dissolvido	mg/L	-
pH	#	-
Potencial Redox	mV	-
Prata dissolvido	mg/L	-
Prata total	mg/L	0,05
Selênio dissolvido	mg/L	-
Selênio total	mg/L	0,01
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto (H_2S)	mg/L	-
Temperatura Ambiente	ºC	-
Temperatura da Amostra	ºC	-
Vanádio dissolvido	mg/L	0,05
Vanádio total	mg/L	-
Zinco dissolvido	mg/L	-
Zinco total	mg/L	0,05

Tabela 9-75: Parâmetros e limites de referências legais dos poços de monitoramento dos estudos de *baseline* da WSP (2024)

Parâmetro	Unidade	Resolução CONAMA nº 396, 04/2008, consumo humano.
Alumínio dissolvido	mg/L	-
Alumínio total	mg/L	0,2
Antimônio dissolvido	mg/L	-
Antimônio total	mg/L	0,005
Arsênio dissolvido	mg/L	-
Arsênio total	mg/L	0,010
Bário dissolvido	mg/L	-
Bário total	mg/L	0,70
Bicarbonato	mg/L	-
Carbonato	mg/L	-
Cádmio dissolvido	mg/L	-
Cádmio total	mg/L	0,005
Chumbo dissolvido	mg/L	-
Chumbo total	mg/L	0,01
Cloreto total	mg/L	250

Parâmetro	Unidade	Resolução CONAMA nº 396, 04/2008, consumo humano.
Cobalto dissolvido	mg/L	-
Cobalto total	mg/L	-
Cobre dissolvido	mg/L	-
Cobre total	mg/L	2,000
Condutividade Elétrica	mS/cm	-
Cromo dissolvido	mg/L	-
Cromo total	mg/L	0,05
Ferro dissolvido	mg/L	
Ferro total	mg/L	0,3
Fluoreto total	mg/L	1,5
Magnésio Total		
Manganês dissolvido	mg/L	-
Manganês total	mg/L	0,1
Mercúrio dissolvido	mg/L	-
Mercúrio total	mg/L	0,001
Molibdênio dissolvido	mg/L	-
Molibdênio total	mg/L	0,07
Níquel dissolvido	mg/L	-
Níquel total	mg/L	0,02
Nitrato (como N)	mg/L	10
Oxigênio Dissolvido	mg/L	-
pH	#	-
Potencial Redox	mV	-
Prata dissolvido	mg/L	-
Prata total	mg/L	0,05
Selênio dissolvido	mg/L	-
Selênio total	mg/L	0,01
Sódio Total	mg/L	-
Sulfato Solúvel	mg/L	
Sulfato Total	mg/L	250
SulfetoTotal	mg/L	-
Turbidez	NTU	-
Vanádio dissolvido	mg/L	0,05
Vanádio total	mg/L	-
Zinco dissolvido	mg/L	-
Zinco total	mg/L	0,05

9.1.13.2.4 Procedimentos de Amostragens e Análises Laboratoriais

Os procedimentos de amostragens e preservação das amostras adotados seguiram os critérios estabelecidos no "*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*" (Última Edição) e as diretrizes exigíveis pela ABNT previstas na norma NBR 9898 – Preservação e técnicas

de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores e NBR 9897 - Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1987).

As análises de temperatura do ar e da água, Potencial hidrogênio iônico (pH), Potencial Redox (Eh), Oxigênio dissolvido (OD) e Condutividade elétrica foram executadas *in loco* por meio de sonda multiparâmetros.

Os procedimentos analíticos executados em laboratório seguiram os critérios estabelecidos no *"Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" (Última Edição) e pela EPA – Evironmental Protection Agency.*

O laboratório CAMPO, Centro de Tecnologia Agrícola e Ambiental foi responsável pelas amostragens e análises sendo credenciado junto ao *INMETRO* e certificado pela Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005, conforme certificado e escopo de acreditação que pode ser visualizado no site do *INMETRO*.: https://www.gov.br/inmetro/pt-br

Para cada ponto amostrado existe um laudo analítico com os resultados obtidos nas análises, o método de referência utilizado, o código do ponto, a data da coleta, a data de entrada no laboratório e os resultados referentes aos controles de qualidade e Cadeia de Custódia (CC). Os laudos analíticos encontram-se com o empreendedor podendo ser disponibilizados, caso seja necessário.

9.1.13.3 Resultados

Os resultados foram avaliados quanto ao atendimento aos valores de referência estipulados na Resolução CONAMA no 396/2008, uso para consumo.

A seguir será apresentado o diagnóstico da qualidade das águas subterrâneas amostradas nas águas subterrâneas dos pontos de monitoramento realizado pela Nexa entre 2018 e 2024, dos pontos sugeridos pela WSP, monitorados entre 2022 e 2024 e dos poços de monitoramento dos estudos realizados pela WSP (2024), monitorados entre março de 2023 e janeiro de 2024.

Na Tabela 9-76 a Tabela 9-88, a seguir, apresentam-se os resultados dos parâmetros monitorados em cada ponto, bem como a comparação com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 396/2008 – consumo humano. Os valores que excederam os limites foram destacados em negrito.

Para a avaliação dos dados optou-se pela representação em boxplot, uma disposição gráfica comparativa que permite uma avaliação visual da dispersão e valores discrepantes (*outliers*) do conjunto de dados. Nestes gráficos as linhas superior e inferior representam, respectivamente, os valores máximos e mínimos. A linha central, o segundo quartil, ou seja, o valor mediano, e as barras superiores e inferiores o terceiro e primeiro quartis, respectivamente. Os círculos apresentam os *outliers*.

A série de dados analisada corresponde ao período entre janeiro de 2018 a junho de 2024, os pontos da rede de monitoramento Nexa são amostrados mensalmente, já os pontos dos estudos da WSP possuem frequências distintas. Os pontos referentes aos estudos de *baseline* foram amostrados entre março de 2023 e janeiro de 2024.

Cabe mencionar que o ponto PM101/20 não foi coletado em nenhuma campanha, dessa forma foram analisados 14 pontos.

Tabela 9-76: Resultados das Análises do Ponto PMA-01 (Jan-18 a Fev-20)

Parâmetro	Unid.	CONAMA 396/08	Jan/18	Fev/18	Mar/18	Abr/18	Mai/18	Jun/18	Jul/18	Ago/18	Set/18	Out/18	Nov/18	Dez/18	Jan/19	Fev/19	Mar/19	Abr/19	Mai/19	Jun/19	Jul/19	Ago/19	Set/19	Out/19	Nov/19	Dez/19	Jan/20	Fev/20
Alcalinidade de bicarbonato	mg/L	-	47	164	55	<2	54	170,25	163,62	176,89	195,68	207,84	160,3	70,75	179,1	180,2	196,79	182,41	78,49	176,89	137,1	51,96	61,91	84,02	64,12	<1	220	281,91
Alcalinidade de carbonato	mg/L	-	<2	<2	<2	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	17,68	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidade total	mg/L	-	47	164	55	190	54	170,25	163,62	176,89	195,68	207,84	160,3	70,75	179,1	180,2	196,79	182,41	78,49	176,89	154,78	51,96	61,91	84,02	64,12	<1	220	281,91
Arsênio total	mg/L	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Bário total	mg/L	0,70	<0,1	0,23	<0,1	0,3	<0,1	0,306	0,252	0,256	0,165	0,208	0,29	<0,005	0,53	0,357	0,233	0,232	0,053	0,213	0,203	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,309	0,165	0,348
Cádmio total	mg/L	0,005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	**0,112**	<0,001	<0,001	0,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	**0,022**	<0,001
Cálcio total	mg/L	-	7,35	47,42	7,16	38,11	6,69	45,463	22,31	45,298	40,051	45,095	45,199	9,647	32,802	28,688	40,392	39,039	9,801	34,903	50,347	6,677	8,712	7,568	10,605	37,455	30,503	53,416
Chumbo total	mg/L	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	**0,226**	0,004	<0,002	<0,002	**0,06**	<0,002	0,007	<0,002	0,008	<0,002	0,009	<0,002	<0,002	<0,002
Cloreto total	mg/L	250	0,5	0,5	1,9	3,3	38,2	<2	<2	<2	<2	2,265	<2	<2	2,009	2,691	2,923	<2	<2	8,57	3,4	<2	2,22	<2	2,17	2,88	<2	5,14
Cobalto total	mg/L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre total	mg/L	2,00	0,016	0,015	0,01	<0,005	<0,005	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,022	0,01	<0,006	<0,006	0,014	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,033	<0,006
Cromo total	mg/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,016	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Ferro total	mg/L	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	0,19	<0,1	**2,668**	0,242	**0,765**	**0,786**	**0,403**	**0,9**	0,051	**0,675**	<0,05	**0,394**	**0,438**	0,175	0,226	**0,722**	<0,05	0,119	0,055	0,056	**2,633**	**0,759**	**5,525**
Fluoreto total	mg/L	1,5	0,23	0,16	0,23	<0,10	<0,10	<0,05	0,584	0,066	0,416	0,138	0,125	<0,05	0,134	0,274	0,33	<0,05	<0,05	<0,05	1,329	<0,05	<0,05	<0,05	0,24	0,27	<0,05	0,24
Fósforo total	mg/L	-	0,05	<0,01	0,13	0,12	0,16	0,489	0,176	0,572	0,717	0,482	0,603	0,193	0,176	0,089	0,281	0,295	0,039	0,314	0,185	0,151	0,165	<0,02	0,152	2,181	0,561	<0,02
Magnésio total	mg/L	-	4,92	7,82	5,08	10,43	4,64	11,484	3,14	6,545	5,852	6,065	6,402	7,392	8,954	8,316	5,918	5,918	2,431	2,651	9,064	4,422	5,027	4,741	6,71	9,405	7,359	9,801
Manganês total	mg/L	0,1	<0,05	0,1	<0,05	0,06	<0,05	**0,438**	0,056	**0,316**	**0,455**	0,0445	0,048	<0,005	0,076	<0,005	**0,183**	**0,106**	**0,478**	0,023	**0,383**	0,019	0,033	0,025	0,023	**0,645**	**0,451**	**0,608**
Mercúrio total	mg/L	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel total	mg/L	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nitrogênio amoniacal	mg/L	-	0,05	0,54	<0,05	0,13	<0,05	0,952	1,904	<0,28	1,652	0,42	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,728	<0,28	<0,28	<0,28	0,616	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	20,42	6,54	<0,005
Nitrogênio total	mg/L	-	0,2	0,9	<0,05	1,8	0,8	0,89	2,877	2,186	3,083	<0,5	0,979	<0,5	0,56	<0,5	1,86	<0,5	0,592	2,147	1,509	2,8	8,75	0,58	2,33	20,42	71,17	12,42
Potássio total	mg/L	-	0,83	2	0,82	1,65	0,73	1,463	0,7	1,408	0,957	1,575	1,496	0,836	1,727	1,518	1,518	1,122	1,474	0,506	1,892	0,748	0,836	0,495	0,84	3,696	2,101	4,29
Selênio total	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,003	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sódio total	mg/L	-	11,49	23,87	19,37	20,46	9,82	21,043	7,5	22,011	16,907	21,32	20,724	<0,2	19,712	20,174	19,778	19,58	3,949	13,585	27,082	13,046	13,816	10,351	15,29	18,304	17,193	21,032
Sulfato total	mg/L	250	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<2	<2	<2	<2	3,253	<2	<2	3	<2	<2	<2	<2	10,6	37,9	2,1	2,6	<2	7	<2	<2	5,8
Sulfeto	mg/L	-	<0,1	<0,1	1,5	<0,1	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Turbidez	NTU	-	2,5	2,3	1,6	2,06	4,6	4,94	<0,5	1,69	1	1,15	<0,5	2,76	45,32	1,19	<0,5	0,69	11,83	1,48	1,05	2,85	3,21	<0,5	<0,5	18,29	40	34,84
Zinco total	mg/L	5	0,02	<0,01	0,01	0,02	0,06	0,055	0,019	0,052	<0,002	0,0285	<0,002	0,045	0,223	0,011	<0,002	0,018	**13,74**	<0,002	0,694	0,204	0,104	0,042	0,087	0,014	<0,002	<0,002
Condutividade Elétrica	(µS/cm)	-	561	964	761	280	846	0,326	945	786	1960	869	896	848	921	952	986	961	1320	440	1260	996	3360	4700	4860	280	1940	925
Oxigênio Dissolvido	mg/L	-	0,96	0,87	0,9	0,96	0,96	0,92	0,78	1,05	0,88	0,69	0,96	1,06	0,9	0,74	1,02	1,06	0,91	0,98	0,76	0,89	3,36	0,92	1,1	0,91	0,79	0,93
pH	#	-	5,8	5,98	5,87	5,97	5,97	6,9	6,02	6,07	6,05	6,03	5,92	5,72	6,14	6,1	5,78	5,56	6,22	6,05	6,01	6,06	5,82	5,9	5,66	6,76	6,12	5,85
Potencial Redox	mV	-	128	186	186	210	180	100	178	98	150	154	126	146	225	269	168	184	124	310	190	198	161	187	179	138	110	215
Temperatura da amostra	ºC	-	25,7	25,76	26,4	26,9	26,41	-	-	-	-	26,13	26,13	26,2	27,2	28,6	26,49	26,41	26,7	25,9	26,36	26,7	26,68	26,71	-	26,8	26,3	26,8
Coluna d'água	-	-	60	50,4	40	22,4	42,4	-	-	-	-	30,26	30,26	26,1	50,1	20,1	26,7	26,36	40,4	49,97	26,76	30,2	40,46	-	36,6	49,61	49,6	49,59
Profundidade do poço	-	-	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4

Tabela 9-77: Resultados das Análises do Ponto PMA-01 (mar-20 a abr/22)

Parâmetro	Unid.	CONAMA 396/08	Mar/20	Abr/20	Mai/20	Jun/20	Jul/20	Ago/20	Set/20	Out/20	Nov/20	Dez/20	Jan/21	Fev/21	Mar/21	Abr/21	Mai/21	Jun/21	Jul/21	Ago/21	Set/21	Out/21	Nov/21	Dez/21	Jan/22	Fev/22	Mar/22	Abr/22
Alcalinidade de bicarbonato	mg/L	-	147,04	212,26	437,79	224,43	201,21	217,79	228,85	189,05	189,56	198,51	160,3	196,79	180,2	224,43	81,81	156,99	134,88	130,45	168,04	46,43	176,89	187,94	123,82	185,73	144,83	145,93
Alcalinidade de carbonato	mg/L	-	<1	<1	11,06	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidade total	mg/L	-	147,04	212,26	448,85	224,43	201,21	217,79	228,85	189,05	189,56	198,51	160,3	196,79	180,2	224,43	81,81	156,99	134,88	130,45	168,04	46,43	176,89	187,94	123,82	185,73	144,83	145,93
Arsênio total	mg/L	0,010	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,004	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	**0,012**	<0,002	<0,002	**0,018**	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Bário total	mg/L	0,70	0,253	0,324	0,336	0,013	0,256	0,191	0,255	0,265	0,232	0,219	0,23	0,231	0,236	0,277	0,411	0,274	0,347	0,294	0,232	0,231	0,237	0,369	0,655	0,382	0,22	0,214
Cádmio total	mg/L	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cálcio total	mg/L	-	37,906	45,892	42,999	38,104	40,205	46,53	45,463	41,58	41,503	41,371	37,147	48,268	37,037	28,149	42,262	32,714	38,038	34,111	28,27	56,562	32,659	29,425	30,173	28,952	22,517	25,058
Chumbo total	mg/L	0,01	<0,002	0,008	<0,002	**0,011**	<0,002	0,009	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	**0,018**	<0,002	0,006	<0,002	<0,002	<0,002	0,003
Cloreto total	mg/L	250	2,2	2,31	2,15	<2	<2	<2	29,43	5,19	2,22	<2	2,12	2,34	<2	2,58	<2	2,07	<2	<2	<2	<2	<2	5,92	2,15	<2	<2	<2
Cobalto total	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	0,094	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,017	0,009	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	0,006	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre total	mg/L	2,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Cromo total	mg/L	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Ferro total	mg/L	0,3	**0,803**	**4,094**	**4,259**	**21,26**	**1,576**	**0,518**	**2,539**	**1,28**	**0,673**	**1,095**	**1,559**	**1,608**	**1,33**	**5,461**	**3,229**	**1,829**	**5,113**	**5,169**	**0,986**	**0,67**	**1,727**	**11,68**	**16,77**	**2,846**	**0,93**	**0,347**
Fluoreto total	mg/L	1,5	0,12	<0,05	<0,05	<0,05	0,11	0,135	<0,05	<0,05	0,07	0,12	<0,05	<0,05	0,07	<0,05	0,08	0,1	0,11	0,09	0,18	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fósforo total	mg/L	-	0,484	0,453	0,519	<0,02	0,37	0,827	0,767	0,427	0,338	0,286	0,301	0,309	0,295	0,61	0,691	0,311	0,256	0,098	0,161	0,138	0,331	1,021	<0,02	0,169	0,389	0,23
Magnésio total	mg/L	-	8,547	6,138	5,654	5,544	5,995	6,677	6,556	6,16	5,643	5,247	5,302	8,393	6,325	6,369	10,351	9,57	13,827	10,329	7,502	14,245	49,203	8,954	8,162	7,447	7,227	7,117
Manganês total	mg/L	0,1	0,088	**0,908**	**0,843**	**33,639**	**0,544**	**0,13**	**0,532**	**0,53**	**0,521**	**0,429**	**0,438**	**0,42**	**0,404**	**0,441**	**0,531**	**0,479**	**2,462**	**1,912**	**0,791**	**0,55**	**0,937**	**1,168**	**1,393**	**0,279**	0,009	0,022
Mercúrio total	mg/L	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel total	mg/L	0,02	<0,005	<0,005	<0,005	0,008	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nitrogênio amoniacal	mg/L	-	<0,28	6,88	3,33	3,04	1,97	0,87	2,89	<0,28	0,87	2,81	1,84	1,55	1,48	2,29	1,06	4,63	4,11	3,57	<0,28	<0,28	0,43	1,63	4,38	0,65	<0,28	0,71
Nitrogênio total	mg/L	-	3,72	14,58	5,08	1,364	18,64	3,19	7	2,92	6,58	8,63	5,14	5,14	2,19	3,95	2,26	6,18	9,84	30,58	1,13	5,53	1,23	5,65	8,67	1,87	2,74	<0,5
Potássio total	mg/L	-	1,914	2,299	1,54	1,364	1,463	1,265	1,562	2,002	1,87	1,606	1,342	1,661	1,804	1,727	3,96	2,871	3,014	2,09	2,805	2,673	2,288	2,277	2,387	1,265	1,485	1,298
Selênio total	mg/L	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sódio total	mg/L	-	19,261	21,395	22,506	19,899	20,119	23,837	20,152	15,136	20,526	19,206	17,38	21,087	18,414	16,808	21,153	18,271	19,8	19,008	15,697	44,033	19,547	17,875	16,742	16,401	18,821	16,148
Sulfato total	mg/L	250	<2	13,4	<2	<2	<2	2,3	21,3	8	<2	6,2	<2	7,7	<2	<2	<2	2,2	<2	<2	<2	<2	2,5	<2	18,2	<2	3,8	2,4
Sulfeto	mg/L	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Turbidez	NTU	-	<0,5	31,75	18,12	<0,5	2,5	2,7	1,22	<0,5	<0,5	2,6	1,89	1,27	1,1	118,4	10,93	4,5	0,93	7,87	3,8	38,2	196,7	167,6	29,2	10,76	6,54	6,93
Zinco total	mg/L	5	0,011	0,297	0,004	**5,811**	<0,002	0,349	<0,01	<0,01	<0,01	0,022	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,047	0,682	<0,01	0,024	0,087	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Condutividade Elétrica	(µS/cm)	-	924	1380	394	7690	357	483	0,51	302	383	375	405	393	394	429	313	414	432	369	208	331	458	309	294	418	368	307
Oxigênio Dissolvido	mg/L	-	0,86	0,88	0,7	0,94	0,94	0,76	0,94	0,89	1,02	0,53	1,02	1,06	48,72	0,95	1,19	1,31	1,25	1,32	1,12	1,21	1,02	1,22	1,18	1,37	1,14	1,12
pH	#	-	6,02	6,03	6,58	7,69	6,42	6,82	7,44	6,7	6,64	6,87	6,59	6,64	6,41	6,97	6,12	6,18	5,98	6,63	6,62	6,94	6,62	6,06	6,3	6,45	6,22	6,05
Potencial Redox	mV	-	320	226	136	186	138	178	163	132	151	124	141	148	129	156	127	155	162	122	120	118	177	140	155	134	156	148,5
Temperatura da amostra	ºC	-	28,2	28,7	26,4	27,9	27,5	27,6	28	27,9	28,5	27,1	27,2	26,8	26,6	28,7	27,6	27,6	26,4	26	26,7	27,5	27,3	26,1	25,2	25	26,7	29,6
Coluna d'água	-	-	49,22	48,91	48,47	48,39	48,2	48,5	48,77	48,5	48,81	48,88	48,85	48,9	48,72	48,22	48,27	48,41	48,53	48,85	49,01	49,13	49,22	50,07	49,58	NA	48,26	47,11
Profundidade do poço	-	-	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	70,9	72,4

Tabela 9-78: Resultados das Análises do Ponto PMA-01 (mai-22 a jun-24)

Parâmetro	Unid.	CONAMA 396/08	Mai/22	Jun/22	Jul/22	Ago/22	Set/22	Out/22	Nov/22	Dez/22	Jan/23	Fev/23	Mar/23	Abr/23	Mai/23	Jun/23	Jul/23	Ago/23	Set/23	Out/23	Nov/23	Dez/23	Jan/24	Fev/24	Mar/24	Abr/24	Mai/24	Jun/24
Alcalinidade de bicarbonato	mg/L	-	163,62	184,63	125,32	66,86	155,22	162,38	167,16	152,83	56,12	178,86	196,6	77,92	177,42	174,29	193,33	198,33	84,14	210,13	179,1	237,58	181,47	151,45	192,23	168,35	187,63	194,94
Alcalinidade de carbonato	mg/L	-	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<2	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidade total	mg/L	-	163,62	184,63	125,32	66,86	155,22	162,38	167,16	152,83	56,12	178,86	196,6	77,92	177,42	174,29	193,33	198,33	84,14	210,13	179,1	237,58	181,47	151,45	192,23	168,35	187,63	194,94
Arsênio total	mg/L	0,010	<0,002	<0,002	**0,032**	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,007	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,008	<0,002	<0,002	<0,002	0,008	<0,002	<0,002	0,009	<0,002
Bário total	mg/L	0,70	0,209	0,229	0,127	0,231	0,255	0,244	0,307	0,24	<0,05	0,408	0,359	<0,005	0,263	0,313	0,284	0,355	0,135	0,541	0,299	0,266	0,326	0,352	0,347	0,26	0,314	0,277
Cádmio total	mg/L	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cálcio total	mg/L	-	16,434	39,545	50,49	22,616	28,149	30,426	31,394	27,61	30,525	26,488	32,828	8,657	30,283	30,569	30,811	31,339	11,704	30,371	24,827	31,251	30,745	25,344	30,646	29,007	31,493	30,283
Chumbo total	mg/L	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	0,005	<0,002	0,006	<0,002	0,005	0,01	0,005	<0,002	<0,002	<0,003	0,006	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cloreto total	mg/L	250	<2	<2	9,36	4,32	3,1	3,04	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2,06	2,11	<2	<2	2	<2	2,4	<2	2,21	2,57	<2	2,17
Cobalto total	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre total	mg/L	2,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Cromo total	mg/L	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Ferro total	mg/L	0,3	**0,806**	**0,392**	**0,351**	0,088	0,143	0,088	0,225	<0,05	**0,947**	**3,45**	0,06	0,076	0,183	0,2275	0,191	**1,594**	**5,53**	**8,454**	**1,094**	**1,479**	**3,02**	**1,792**	**6,064**	**0,665**	**1,274**	**1,752**
Fluoreto total	mg/L	1,5	<0,05	<0,05	0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,14	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,14
Fósforo total	mg/L	-	0,578	0,274	0,27	0,178	0,183	0,242	0,32	0,156	0,351	0,588	0,282	0,178	0,153	0,158	0,214	0,524	0,355	0,918	0,177	0,344	0,4	0,423	1,448	0,135	0,202	0,211
Magnésio total	mg/L	-	6,842	10,648	24,409	9,141	9,647	8,723	9,042	7,755	8,47	7,568	8,936	5,335	8,668	8,4535	7,953	8,899	5,236	9,328	7,678	8,514	7,832	8,305	7,876	8,316	8,998	8,525
Manganês total	mg/L	0,1	**0,111**	0,044	0,012	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,062	0,072	0,009	0,018	0,009	0,006	0,016	0,038	0,08	0,363	**0,141**	0,044	0,044	0,037	0,063	0,015	0,016	0,016
Mercúrio total	mg/L	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel total	mg/L	0,02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nitrogênio amoniacal	mg/L	-	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,56	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,88	<0,28	<0,28	<0,28
Nitrogênio total	mg/L	-	1,17	<0,5	1,37	10,16	1,14	1,12	3,39	<0,5	0,69	58,1	<0,5	<0,5	<0,5	6,36	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	3,4	<0,5	<0,5	0,79	<0,5	1,74	0,58
Potássio total	mg/L	-	1,078	1,1	1,617	1,243	1,1	1,342	1,43	1,793	2,486	2,101	1,558	<0,2	1,188	1,3035	1,474	2,255	1,045	1,87	1,045	1,947	1,221	0,968	1,595	1,397	1,562	1,529
Selênio total	mg/L	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sódio total	mg/L	-	34,76	33,759	34,782	19,349	17,842	17,336	19,283	18,194	18,271	17,303	18,137	11,143	17,017	18,403	18,271	18,975	13,068	19,8	17,017	19,228	17,501	17,116	19,404	18,843	19,756	19,811
Sulfato total	mg/L	250	<2	<2	4,3	2,2	<2	<2	<2	<2	3	<2	<2	3,8	<2	<2	<2	<2	4,4	<2	2,9	2,2	<2	2,7	<2	4,4	<2	<2
Sulfeto	mg/L	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Turbidez	NTU	-	3,22	<0,5	2,12	7,84	<0,5	<0,5	1,93	<0,5	5,94	50,7	<0,5	3,52	2,15	4,86	<0,5	9,92	8,41	1,12	1,49	2,14	1,89	4,52	5,12	5,19	7,49	8,01
Zinco total	mg/L	5	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,018	<0,01	0,106	0,191	<0,01	<0,01	0,015	0,332	0,336	0,212	0,931	<0,01	0,104	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,024
Condutividade Elétrica	(µS/cm)	-	336	308	580	317	338	314	418	328	362	389	315	280	0,266	0,28	362	335	233	220	412	347	309	459	325	325	351	314
Oxigênio Dissolvido	mg/L	-	0,95	1,02	1,26	1,16	1,1	1,28	1,1	1,17	1,11	1,13	1,11	1,05	1,11	1,17	1,09	1,15	1,10	1,16	1,11	1,11	1,11	1,40	1,09	1,21	1,20	1,14
pH	#	-	6,19	6,5	6,05	6,31	6,29	6,29	6,35	6,05	6,14	6,16	6,09	6,05	5,59	6,13	6,11	6,57	6,47	6,06	5,91	5,88	5,29	5,96	6,20	6,51	6,51	6,62
Potencial Redox	mV	-	137,3	154,2	143,8	114,8	120,9	187,4	167,4	146,4	124,4	127,8	195,1	155,8	178,4	161,8	164,1	136,20	147,10	158,10	169,10	157,10	159,20	158,90	152,30	217,10	166,10	167,20
Temperatura da amostra	ºC	-	27,6	25,1	26,4	25,7	26,9	26,3	28,3	26,4	26,1	26,9	28,4	26,5	26,2	26,2	27,3	26,20	26,60	29,50	30,50	27,50	26,90	28,00	29,70	26,50	27,50	28,20
Coluna d'água	-	-	48,73	47,35	47,6	47,72	48,04	48,12	48,21	48,72	47,11	47,62	48,12	48,17	48,71	48,71	50,01	48,91	48,11	48,03	47,81	47,77	48,87	53,23	48,24	48,81	48,61	47,38
Profundidade do poço	-	-	72,40	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4	72,4

Tabela 9-79: Resultados das Análises do Ponto PMA-02B (jan-18 a fev-20)

Parâmetro	Unid.	CONAMA 396/08	Jan/18	Fev/18	Mar/18	Abr/18	Mai/18	Jun/18	Jul/18	Ago/18	Set/18	Out/18	Nov/18	Dez/18	Jan/19	Fev/19	Mar/19	Abr/19	Mai/19	Jun/19	Jul/19	Ago/19	Set/19	Out/19	Nov/19	Dez/19	Jan/20	Fev/20
Alcalinidade de bicarbonato	mg/L	-	<2	18	17	19	19	22,11	28,74	22,11	26,53	30,96	34,27	28,74	26,53	28,74	28,74	23,22	34,27	43,12	61,91	135,9	37,59	40,91	33,17	30,96	32,06	158,0
Alcalinidade de carbonato	mg/L	-	<2	<2	<2	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidade total	mg/L	-	<2	18	17	19	19	22,11	28,74	22,11	26,53	30,96	34,27	28,74	26,53	28,74	28,74	23,22	34,27	43,12	61,91	135,98	37,59	40,91	33,17	30,96	32,06	158,09
Arsênio total	mg/L	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Bário total	mg/L	0,70	<0,1	0,21	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,075	0,086	<0,005	0,0585	0,081	0,221	0,571	0,142	0,121	0,112	0,099	0,079	0,087	0,204	0,102	0,093	0,101	0,067	0,055	0,188
Cádmio total	mg/L	0,005	0,0014	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,002	0,001	0,003	0,002	<0,001	0,002	**0,009**	0,005	0,005	0,002	0,004	0,003	**0,008**	<0,001	<0,001	<0,001
Cálcio total	mg/L	-	1,7	9,56	0,81	1,51	8,9	6,347	2,39	6,193	8,932	4,6	4,961	14,674	10,318	8,14	6,897	7,216	8,547	17,71	9,856	51,04	9,185	7,458	9,57	4,653	4,609	49,214
Chumbo total	mg/L	0,01	**0,02**	**0,12**	<0,0005	<0,0005	<0,0005	**0,045**	<0,002	**0,103**	<0,002	**0,028**	**0,035**	0,01	**1,251**	**0,151**	**0,073**	**0,222**	**0,193**	**0,207**	**0,299**	**0,036**	**0,622**	**0,12**	**0,296**	**0,015**	<0,002	**0,054**
Cloreto total	mg/L	250	1,4	25,7	2,4	<0,1	19,1	7,51	5,618	3,815	3,462	3,748	3,954	49,518	18,538	24,066	18,407	4,86	2,331	<2	2,9	<2	2,78	2,62	2,73	4,29	4,32	<2
Cobalto total	mg/L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	0,029	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre total	mg/L	2,00	0,012	0,019	<0,005	0,007	<0,005	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,03	<0,006	<0,006	<0,006	0,046	0,031	0,028	<0,006	0,034	0,012	0,027	<0,006	0,011	<0,006
Cromo total	mg/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,008	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Ferro total	mg/L	0,3	<0,1	0,15	<0,1	<0,1	<0,1	0,083	0,056	0,138	<0,05	0,064	0,107	<0,05	**0,793**	0,247	0,066	**0,435**	0,07	0,139	**0,524**	**0,839**	**1,092**	<0,05	0,25	0,086	0,066	**0,871**
Fluoreto total	mg/L	1,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,05	0,576	<0,05	0,061	0,278	<0,05	<0,05	<0,05	0,819	0,274	<0,05	0,342	<0,05	0,21	<0,05	<0,05	<0,05	0,2	0,27	<0,05	0,27
Fósforo total	mg/L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,18	0,095	<0,02	<0,02	0,132	0,035	0,061	0,167	0,077	0,127	0,113	0,068	0,162	0,104	0,085	0,093	<0,02	0,052	0,074	0,077	<0,02
Magnésio total	mg/L	-	1,62	8,11	1,19	1,74	2,16	5,258	1,63	4,477	2,794	3,22	3,487	11,539	7,788	8,041	6,028	5,335	3,333	5,478	4,147	3,256	3,234	2,706	5,94	4,136	3,399	3,476
Manganês total	mg/L	0,1	**0,14**	**2,04**	<0,05	<0,05	<0,05	**0,114**	0,014	**0,162**	<0,05	0,051	0,061	0,028	**6,497**	**0,224**	0,083	**0,406**	**0,174**	**0,162**	**0,145**	**0,17**	**0,13**	**0,111**	**0,248**	0,055	0,022	**0,165**
Mercúrio total	mg/L	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel total	mg/L	0,02	<0,01	**0,043**	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,011	**0,187**	0,006	<0,005	0,009	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nitrogênio amoniacal	mg/L	-	0,06	0,07	0,08	<0,05	<0,05	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28
Nitrogênio total	mg/L	-	0,08	0,53	0,6	0,5	<0,05	<0,28	2,127	2,738	1,645	0,6	1,408	<0,5	<0,5	4,612	6,26	<0,5	0,656	1,826	1,192	4,69	7,99	1,15	6,56	1,63	2,61	7,58
Potássio total	mg/L	-	0,97	1,83	0,91	1,03	2,32	0,913	0,41	1,089	1,1	0,795	0,825	3,476	2,2	1,925	1,353	0,803	1,43	2,277	1,507	0,825	1,111	0,858	2,2	1,1	1,034	0,99
Selênio total	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,002	<0,002	<0,002	0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,004	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sódio total	mg/L	-	5,27	7,62	7,34	6,23	3,9	6,369	<0,2	6,259	5,038	5,465	6,27	11,946	8,756	7,997	6,787	6,303	36,366	10,34	4,829	7,326	3,993	3,377	7,15	5,753	6,292	6,446
Sulfato total	mg/L	250	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	8,1	<2	12,7	3,6	4,1	2,3	<2	<2	29,5	2,3	10,9	26,607	8	4,9	2,7	4,6	4,2	17,8	5,3	7	2,3
Sulfeto	mg/L	-	<0,1	<0,1	0,6	<0,1	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Turbidez	NTU	-	3	9,4	3,4	3,7	5,4	4,45	2,01	3,05	8,32	1,06	<0,5	<0,5	16,33	7,09	1,15	3,29	1,41	0,95	17,08	5,59	15,08	6,27	<0,5	2,88	<0,5	<0,5
Zinco total	mg/L	5	0,09	0,11	<0,01	0,11	0,04	0,074	0,028	0,466	<0,002	0,0165	0,116	0,059	0,331	0,914	0,187	0,352	0,6	0,367	0,404	0,067	0,292	0,47	1,765	0,203	0,143	0,034
Condutividade Elétrica	(µS/cm)	-	761	961	856	641	761	90	867	965	1660	1100	968	968	818	2640	1280	948	792	4690	4680	678	4780	4,74	4,54	1,48	1,963	1,06
Oxigênio Dissolvido	mg/L	-	0,94	0,96	0,96	0,88	0,88	0,82	0,6	0,95	0,72	0,9	1,06	0,86	0,78	0,96	0,8	0,95	1,08	1,02	0,97	0,9	1,1	1,1	1,05	0,78	0,8	0,79
pH	#	-	5,9	5,92	5,86	5,92	5,86	5,92	5,98	5,82	6,05	6,02	5,96	5,84	5,92	6,01	5,9	5,86	5,86	5,69	5,82	6,1	5,92	5,78	5,79	5,91	5,71	5,42
Potencial Redox	mV	-	96	98	120	176	146	129	148	156	210	280	98	156	150	186	179	183	200	156	243	194	178	190	149	148	220	196
Temperatura da amostra	ºC	-	26,7	26,7	26,76	26,7	26,7	-	-	-	-	25,95	25,95	25,48	26,8	26,44	27,6	26,94	26,22	26,82	26,1	26,4	26,52	26,91	26,46	25,7	27,1	28,6
Coluna d'água	-	-	20,3	15,9	15,2	20,9	16,4	-	-	-	-	6,7	6,7	14,8	10,6	16,4	16,1	10,4	20,1	14,6	21,49	18	10,6	19,6	16,7	17,93	11,2	11,91
Profundidade do poço	-	-	30,8	30,9	30,8	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,8	30,8	30,9	30,8	30,8	30,8	60,6	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9

Tabela 9-80: Resultados das Análises do Ponto PMA-02B (mar-20 a abr-22)

Parâmetro	Unid.	CONAMA 396/08	Mar/20	Abr/20	Mai/20	Jun/20	Jul/20	Ago/20	Set/20	Out/20	Nov/20	Dez/20	Jan/21	Fev/21	Mar/21	Abr/21	Mai/21	Jun/21	Jul/21	Ago/21	Set/21	Out/21	Nov/21	Dez/21	Jan/22	Fev/22	Mar/22	Abr/22
Alcalinidade de bicarbonato	mg/L	-	155,88	140,4	179,1	182,9	154,7	154,7	155,8	172,4	163,11	159,7	171,36	162,51	144,83	155,88	53,07	91,76	81,81	121,61	139,3	56,38	23,22	22,11	13,27	42,01	26,53	34,27
Alcalinidade de carbonato	mg/L	-	<1	<1	<1	<1	<1	6,64	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidade total	mg/L	-	155,88	140,4	179,1	182,97	154,78	161,41	155,88	172,46	163,11	159,7	171,36	162,51	144,83	155,88	53,07	91,76	81,81	121,61	139,3	56,38	23,22	22,11	13,27	42,01	26,53	34,27
Arsênio total	mg/L	0,010	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,007	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Bário total	mg/L	0,70	0,209	0,208	0,235	0,158	0,201	0,163	0,234	0,273	0,25	0,264	0,23	0,221	0,221	0,226	0,227	0,229	0,236	0,215	0,207	0,082	0,068	0,073	0,089	0,108	0,131	0,123
Cádmio total	mg/L	0,005	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,017	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	**0,007**	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,003	0,002
Cálcio total	mg/L	-	53,196	47,74	46,101	48,697	45,793	37,488	51,711	50,732	49,104	50,853	49,995	64,537	47,861	41,712	43,901	45,034	37,367	41,107	32,241	6,655	5,39	5,346	6,468	5,445	10,098	11,781
Chumbo total	mg/L	0,01	**0,033**	**0,399**	**0,518**	**0,12**	**0,195**	**0,264**	**0,138**	**0,088**	**0,152**	**0,125**	**0,077**	**0,093**	**0,109**	**0,182**	**0,111**	**0,059**	**0,111**	**0,055**	**0,079**	**0,14**	**0,097**	**0,07**	**0,049**	**0,059**	**0,04**	**0,07**
Cloreto total	mg/L	250	2,44	2,06	<2	<2	<2	<2	2,39	2,1	2,56	2,38	2,55	2,34	2,36	2,68	2,03	<2	2,04	<2	2,13	<2	<2	2,92	2,38	2	2,05	2,03
Cobalto total	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre total	mg/L	2,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,012	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	0,008	0,014	<0,006	<0,006	<0,006	0,006	<0,006	0,007
Cromo total	mg/L	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Ferro total	mg/L	0,3	**0,858**	**0,778**	**0,617**	**0,619**	0,284	**0,404**	**0,542**	**0,548**	**0,48**	**0,422**	**0,575**	**0,581**	0,254	0,203	0,24	**0,508**	0,162	0,182	0,208	0,14	0,251	<0,05	0,064	0,067	<0,05	<0,05
Fluoreto total	mg/L	1,5	0,1	<0,05	<0,05	0,07	0,13	<0,05	0,08	0,53	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fósforo total	mg/L	-	0,099	0,109	0,129	<0,02	0,065	<0,02	0,07	0,142	0,114	0,1	0,084	0,076	0,053	0,024	<0,02	0,079	0,079	0,051	0,072	0,082	0,041	0,045	<0,02	0,027	0,048	0,052
Magnésio total	mg/L	-	3,212	2,871	2,783	2,959	3,058	6,413	3,234	3,3	3,08	2,893	2,871	3,784	3,223	2,904	3,113	2,794	2,761	2,97	2,453	3,41	3,828	3,641	3,388	2,574	4,422	4,158
Manganês total	mg/L	0,1	**0,143**	**0,152**	**0,151**	**0,117**	**0,152**	**0,814**	**0,163**	**0,169**	**0,187**	**0,184**	**0,154**	**0,153**	**0,156**	**0,141**	**0,142**	**0,18**	**0,142**	**0,129**	**0,112**	0,024	0,042	0,019	0,026	0,044	**0,137**	0,047
Mercúrio total	mg/L	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel total	mg/L	0,02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,012	<0,005	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nitrogênio amoniacal	mg/L	-	<0,28	<0,28	1,16	<0,28	<0,28	0,35	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,29	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,4	0,77	<0,28	6,94	<0,28	0,43
Nitrogênio total	mg/L	-	2,92	0,58	1,75	<0,5	4,08	5,25	6,38	1,87	1,75	2,92	4,26	0,57	0,57	1,12	1,13	1,95	2,21	<0,5	1,69	1,66	1,72	0,56	2,54	0,7	4,29	0,57
Potássio total	mg/L	-	0,781	0,803	0,671	0,77	0,847	0,946	0,66	0,946	152	1,067	0,858	1,001	0,913	1,034	1,166	0,814	0,979	0,979	0,814	1,573	0,902	1,078	1,034	0,946	2,145	2,013
Selênio total	mg/L	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sódio total	mg/L	-	6,303	5,94	5,687	6,182	5,72	5,412	6,754	7,623	7,194	7,26	6,193	7,227	6,127	6,138	6,27	6,864	5,324	6,105	5,401	5,566	4,202	4,18	4,037	3,817	11,242	5,5
Sulfato total	mg/L	250	<2	2,6	3,2	7,8	2,7	6,6	3	<2	9,2	6,7	8,3	7,7	5,8	7,3	6	5,1	5,8	6,62	4,6	11,6	10,7	11,8	15,4	10,8	25,1	18,9
Sulfeto	mg/L	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Turbidez	NTU	-	1,78	9,41	9,43	2,27	<0,5	1,81	<0,5	1,5	8,07	2,94	<0,5	1,73	<0,5	8,6	<0,5	3,08	1,83	4,74	4,55	8,38	9	2,8	0,84	7,47	3,57	<0,5
Zinco total	mg/L	5	0,011	0,295	0,197	0,021	0,175	1,24	0,134	0,039	0,127	0,164	0,08	0,041	0,08	0,335	0,266	0,082	0,249	0,346	0,105	0,158	0,444	0,15	0,07	0,37	0,62	0,35
Condutividade Elétrica	(µS/cm)	-	1942	0,999	0,879	0,312	735	433	385	203	214	311	349	367	339	294	249	300	462	338	178	272	191	299	295	259	171	261
Oxigênio Dissolvido	mg/L	-	0,79	1,04	1,06	0,99	0,98	0,96	0,93	1,08	10,79	1,07	0,9	1,02	1,22	1,29	2,26	1,08	1,32	1,25	0,98	1,2	1,11	1,16	1,17	1,14	1,76	1,1
pH	#	-	6,04	5,83	6,31	7,48	6,8	7,15	6,14	6,95	6,13	6,4	6,64	6,74	7,32	6,82	7,32	6,05	6,03	6,4	6,56	6,1	5,95	5,9	6,4	6,16	6,03	6,41
Potencial Redox	mV	-	244	236	210	134	140	163	245	135	152	139	153	159	126	166	98	186	156	162	133	129	169	153	148	143	169	156,2
Temperatura da amostra	ºC	-	25,9	26,8	25,8	25,9	26,2	26	25,3	26,3	25,4	26	26	26,5	25,2	24,8	25,9	25,2	25,4	27	27,4	26,6	26,4	25,6	25,3	25	26,9	26,9
Coluna d'água	-	-	10,05	9,45	9,62	9,86	9,93	10,25	10,44	10,82	10,79	10,9	10,9	10,82	10,17	10,23	10,47	11,25	11,11	11,31	11,65	11,89	11,35	11,38	9,51	9,5	7,86	8,93
Profundidade do poço	-	-	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9

Tabela 9-81: Resultados das Análises do Ponto PMA-02B (mai-22 a jun-24)

Parâmetro	Unid.	CONAMA 396/08	Mai/22	Jun/22	Jul/22	Ago/22	Set/22	Out/22	Nov/22	Dez/22	Jan/23	Fev/23	Mar/23	Abr/23	Mai/23	Jun/23	Jul/23	Ago/23	Set/23	Out/23	Nov/23	Dez/23	Jan/24	Fev/24	Mar/24	Abr/24	Mai/24	Jun/24
Alcalinidade de bicarbonato	mg/L	-	38,69	37,59	19,55	151,64	428,64	528,94	56,12	51,34	20,3	51,96	73,13	75,52	68,33	50,48	61,68	192,32	45,68	56,11	38,99	47,52	40,33	39,67	40,6	41,79	43,86	41,42
Alcalinidade de carbonato	mg/L	-	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidade total	mg/L	-	38,69	37,59	19,55	151,64	428,64	528,94	56,12	51,34	20,3	51,96	73,13	75,52	68,33	50,48	61,68	192,32	45,68	56,11	38,99	47,52	40,33	39,67	40,6	41,79	43,86	41,42
Arsênio total	mg/L	0,010	<0,002	<0,002	**0,017**	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,006	<0,002
Bário total	mg/L	0,70	0,127	0,181	0,104	0,183	**2,952**	**0,74**	0,277	0,202	<0,05	0,236	0,187	0,184	0,169	0,184	0,168	0,233	0,141	0,158	0,175	0,15	0,151	0,154	0,127	0,111	0,114	0,096
Cádmio total	mg/L	0,005	0,002	0,001	0,002	<0,001	<0,001	**0,007**	0,002	0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	<0,001	0,002	<0,001	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,003	0,002	<0,001
Cálcio total	mg/L	-	31,251	10,912	13,662	13,255	136,02	73,799	19,591	18,249	16,005	15,345	19,091	18,392	17,556	15,994	15,906	48,576	16,478	14,971	10,725	12,793	12,001	11,506	10,67	12,111	11,66	9,394
Chumbo total	mg/L	0,01	**0,05**	**0,056**	**0,064**	**0,058**	**0,048**	**0,048**	**0,084**	**0,029**	**0,03**	**0,012**	**0,017**	**0,029**	**0,023**	**0,015**	**0,046**	**0,011**	**0,047**	**0,028**	**0,041**	**0,062**	**0,056**	**0,06**	**0,03**	**0,04**	**0,017**	0,009
Cloreto total	mg/L	250	2,26	<2	9,32	4,57	3,16	6,78	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2,28	2,12	<2	<2	2,1	<2	2,44	2,02	2,37	2,75	<2	2,24
Cobalto total	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre total	mg/L	2,00	0,012	<0,006	0,008	<0,006	<0,006	<0,006	0,008	0,009	0,006	<0,006	0,007	<0,006	<0,006	<0,006	0,009	<0,006	0,008	0,007	0,009	0,01	0,009	0,012	0,007	0,008	0,008	<0,006
Cromo total	mg/L	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Ferro total	mg/L	0,3	<0,05	<0,05	0,054	<0,05	**25,72**	**6,506**	**0,321**	0,112	0,117	<0,05	<0,05	0,064	<0,05	<0,05	0,166	**1,166**	0,149	0,089	0,256	0,144	0,097	0,143	0,06	0,126	<0,05	**0,971**
Fluoreto total	mg/L	1,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,09	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fósforo total	mg/L	-	0,046	0,041	0,02	<0,02	0,126	0,186	0,032	0,026	0,029	0,026	0,033	0,036	0,033	0,037	0,05	0,115	0,046	0,043	0,034	0,038	0,039	0,042	0,045	0,059	0,064	0,064
Magnésio total	mg/L	-	4,521	4,488	9,053	6,996	21,06	8,195	7,788	7,04	6,908	5,896	6,392	6,468	6,281	5,896	5,5	3,828	5,753	6,171	6,512	7,161	6,688	6,633	5,379	5,588	5,236	4,202
Manganês total	mg/L	0,1	0,039	0,029	0,049	0,032	**2,527**	**0,714**	**0,138**	**0,105**	0,022	0,006	0,015	0,014	0,01	0,006	0,048	**0,173**	0,027	0,012	**0,102**	0,023	0,024	0,037	0,007	0,026	0,007	0,01
Mercúrio total	mg/L	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel total	mg/L	0,02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nitrogênio amoniacal	mg/L	-	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,79	0,56	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28
Nitrogênio total	mg/L	-	0,59	<0,5	1,88	2,38	1,14	2,79	2,26	2,81	2,13	<0,5	<0,5	<0,5	0,57	3,16	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Potássio total	mg/L	-	11,539	1,199	1,76	1,342	5,522	1,012	1,87	2,365	2,486	2,222	1,685	0,374	1,298	1,243	1,298	1,089	1,551	1,452	1,067	1,738	1,375	1,122	1,166	1,155	1,177	0,957
Selênio total	mg/L	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sódio total	mg/L	-	35,354	5,335	9,867	6,787	34,43	12,914	7,81	7,502	7,579	6,765	9,561	6,27	6,589	6,127	5,434	8,283	7,568	8,074	5,786	8,316	7,073	6,754	7,986	6,16	6,941	6,677
Sulfato total	mg/L	250	10	17,1	2,4	2,8	<2	20	46,8	43,2	50	33,5	37,3	31,4	33,4	34,7	33,7	7,4	40,7	27,8	50,8	46,1	51,1	42,8	39,2	37,5	24,6	25,3
Sulfeto	mg/L	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Turbidez	NTU	-	0,84	<0,5	1,22	1,47	542	4,41	0,61	<0,5	3,42	<0,5	<0,5	0,62	1,91	11,86	<0,5	6,08	6,17	1,01	2,91	1,47	2,41	5,25	6,91	7,51	7,13	8,48
Zinco total	mg/L	5	0,35	0,21	0,4	0,3	0,031	2,22	0,37	0,26	0,339	0,195	0,329	0,329	0,209	0,238	0,465	0,053	0,672	0,481	1,299	0,392	0,48	0,681	0,372	0,578	0,329	0,207
Condutividade Elétrica	(µS/cm)	-	268	260	211	206	890	362	364	247	255	295	225	302	0,281	0,239	248	340	263	216	232	221	233	320	226	185	213	141
Oxigênio Dissolvido	mg/L	-	1,03	1	1,06	1,18	1,2	0,98	1,17	1,18	1,11	1,15	1,26	1,17	1,1	6,1	6,01	1,13	1,11	1,11	1,08	1,18	1,11	1,10	1,11	1,19	1,18	1,16
pH	#	-	6,17	6,32	5,97	6,23	7,41	5,89	6,4	6,06	6,01	6,05	6,24	5,92	5,98	0,239	0,248	6,8	5,74	6,1	5,93	5,93	5,32	5,94	6,1	6,38	6,66	6,92
Potencial Redox	mV	-	151,3	135,2	140,1	116,3	108,3	114,2	182,9	148,4	127,9	150,2	159,8	166,1	165,9	162,4	177,1	137,5	149,4	166,7	167,4	156,2	156,9	150,9	145,6	218,4	209,1	157,1
Temperatura da amostra	ºC	-	27,4	25,3	26,6	27,3	25,4	27,9	29,6	26,4	25,1	26,9	25,4	27,2	26,4	26,1	27,1	25,8	26,3	27,4	28,3	27,3	26,1	26,4	26,4	25,5	26,5	25,8
Coluna d'água	-	-	9,44	9,84	10,66	10,66	10,99	11,2	11,43	11,74	11,72	10,31	10,09	10,2	10,21	10,99	11,27	11,87	11,9	12,15	12,16	11,27	12,54	12,45	12,27	11,79	11,56	11,73
Profundidade do poço	-	-	30,90	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9

Tabela 9-82: Resultados das Análises do Ponto PMA-03B (jan-18 a fev-20)

Parâmetro	Unid.	CONAMA 396/08	Jan/18	Fev/18	Mar/18	Abr/18	Mai/18	Jun/18	Jul/18	Ago/18	Set/18	Out/18	Nov/18	Dez/18	Jan/19	Fev/19	Mar/19	Abr/19	Mai/19	Jun/19	Jul/19	Ago/19	Set/19	Out/19	Nov/19	Dez/19	Jan/20	Fev/20
Alcalinidade de bicarbonato	mg/L	-	47,00	47,00	21,00	17,00	18,00	13,27	24,32	11,06	15,48	752,87	66,33	36,48	16,58	23,22	26,53	12,16	15,48	15,48	15,48	22,11	13,27	12,16	15,48	24,32	24,32	268,65
Alcalinidade de carbonato	mg/L	-	<2	<2	<2	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidade total	mg/L	-	47,00	47,00	21,00	17,00	18,00	13,27	24,32	11,06	15,48	752,87	66,33	36,48	16,58	23,22	26,53	12,16	15,48	15,48	15,48	22,11	13,27	12,16	15,48	24,32	24,32	268,65
Arsênio total	mg/L	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,00	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Bário total	mg/L	0,70	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,08	0,07	0,07	<0,005	5,08	<0,005	0,05	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	**0,99**
Cádmio total	mg/L	0,005	<0,0005	<0,0005	0,001	0,001	<0,0005	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	<0,001	0,002	<0,001	0,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cálcio total	mg/L	-	1,68	7,27	1,36	1,55	1,34	2,29	0,73	1,68	<0,2	357,50	9,45	1,77	0,88	1,63	1,38	1,03	2,79	0,30	2,31	2,06	1,65	1,35	0,80	1,61	1,62	88,51
Chumbo total	mg/L	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	**0,01**	<0,002	**0,02**	<0,002	**0,71**	0,01	<0,002	<0,002	0,01	**0,04**	**0,03**	**0,09**	<0,002	**0,02**	<0,002	**0,01**	0,01	0,01	0,00	<0,002	**0,01**
Cloreto total	mg/L	250	0,50	0,50	2,40	<0,1	4,80	<2	2,38	<2	<2	3,78	<2	<2	<2	2,99	3,66	<2	2,26	4,73	2,23	<2	2,17	2,37	2,27	<2	<2	<2
Cobalto total	mg/L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre total	mg/L	2,00	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,005	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,06	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,02	<0,006	0,02	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,005	<0,006	<0,006	0,01	0,01
Cromo total	mg/L	0,05	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	**0,06**	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Ferro total	mg/L	0,3	<0,10	<0,10	<0,1	<0,1	<0,1	0,08	0,07	0,09	<0,05	**57,03**	0,16	0,11	0,06	0,16	0,26	0,20	**0,38**	<0,05	**0,45**	0,22	0,19	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**4,63**
Fluoreto total	mg/L	1,5	<0,10	<0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,05	0,42	<0,05	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,28	0,29	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	0,19	0,26	<0,05	0,24
Fósforo total	mg/L	-	<0,01	0,13	<0,01	<0,01	<0,01	0,09	0,04	<0,02	<0,02	1,21	0,19	0,04	0,06	0,03	0,05	0,06	0,07	0,04	0,05	0,04	0,04	<0,02	0,03	0,03	<0,02	<0,02
Magnésio total	mg/L	-	1,61	4,92	1,60	1,58	1,61	1,96	0,67	1,61	0,87	28,18	5,19	2,40	1,51	1,78	1,54	0,91	1,45	0,41	1,82	1,55	1,55	1,29	0,23	1,90	1,56	<0,02
Manganês total	mg/L	0,1	0,09	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,01	0,02	0,01	<0,005	**2,38**	<0,005	<0,005	0,04	<0,005	0,01	0,02	0,03	<0,005	0,02	0,01	0,01	<0,005	<0,005	0,02	0,01	**0,44**
Mercúrio total	mg/L	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel total	mg/L	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,02	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	**0,07**	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01
Nitrogênio amoniacal	mg/L	-	0,06	0,10	0,06	0,17	<0,05	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	1,26	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,32	<0,28	<0,28	0,69
Nitrogênio total	mg/L	-	0,07	0,30	0,70	0,90	0,90	<0,28	0,37	0,86	<0,5	0,70	<0,5	<0,5	<0,5	0,82	1,17	<0,5	0,69	1,79	<0,5	54,56	7,58	0,58	7,58	<0,5	5,25	12,25
Potássio total	mg/L	-	0,96	0,80	0,97	1,10	0,91	0,90	0,44	1,09	0,62	9,64	0,63	1,01	0,88	1,02	1,11	0,56	1,16	0,32	1,16	1,06	0,89	0,64	0,36	0,84	0,95	2,07
Selênio total	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,002	<0,002	<0,002	0,00	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sódio total	mg/L	-	5,14	11,78	4,78	4,92	4,42	4,73	<0,2	4,49	3,61	44,80	14,74	5,70	4,51	5,12	4,27	3,75	13,02	1,40	5,40	6,03	4,19	3,58	0,91	4,17	4,61	10,12
Sulfato total	mg/L	250	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	5,40	<2	<2	<2	2,80	<2	<2	<2	<2	<2	<2	10,10	7,50	<2	3,30	<2	<2	2,40	2,50	2,10	<2
Sulfeto	mg/L	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Turbidez	NTU	-	1,90	0,10	20,00	4,90	5,60	3,11	0,82	10,43	7,80	572,00	16,48	1,22	<0,5	9,86	1,00	0,97	30,27	1,66	44,00	4,11	<0,5	<0,5	<0,5	0,70	0,78	54,15
Zinco total	mg/L	5	0,02	<0,01	0,03	0,19	0,11	0,05	0,26	0,15	<0,002	0,34	0,00	0,02	0,37	0,11	0,17	0,11	0,31	0,01	0,23	0,17	0,18	0,07	0,02	0,23	0,08	0,01
Condutividade Elétrica	(µS/cm)	-	941,00	861,00	761,00	961,00	640,00	36,00	984,00	836,00	958,00	971,00	861,00	969,00	1690,0	2790,0	1540,0	870,00	860,00	1153,0	4790,0	1810,0	3840,0	4,60	4660,0	1980,0	1533,0	1240,0
Oxigênio Dissolvido	mg/L	-	0,88	0,87	0,96	0,96	0,76	0,94	0,82	1,08	0,83	0,96	0,98	0,96	0,44	0,86	0,82	1,06	1,09	0,99	0,98	0,98	0,94	0,88	0,82	1,05	0,92	0,80
pH	#	-	5,80	5,96	5,95	5,86	5,78	5,91	6,02	6,05	6,10	6,04	5,91	5,69	5,88	5,90	5,98	5,90	5,78	5,93	5,76	6,01	5,86	5,96	5,81	5,77	5,88	5,15
Potencial Redox	mV	-	136,00	140,00	156,00	120,00	187,00	126,00	182,00	152,00	150,00	242,00	160,00	129,00	188,00	161,00	224,00	196,00	191,00	198,00	185,00	180,00	150,00	168,00	176,00	120,00	235,00	156,00
Temperatura da amostra	ºC	-	26,70	25,80	26,70	25,70	25,42	-	-	-	-	26,10	26,10	25,66	27,80	26,74	27,70	25,44	28,10	26,70	26,69	26,60	28,52	26,49	26,79	26,10	27,20	28,80
Coluna d'água	-	-	15,90	18,80	20,80	15,80	12,30	-	-	-	-	10,00	10,00	12,60	15,18	20,10	12,00	22,80	15,76	16,10	18,36	25,10	15,76	17,40	24,67	15,54	15,58	15,48
Profundidade do poço	-	-	30,90	30,80	30,80	30,80	30,80	30,80	30,80	30,80	30,80	30,90	30,90	30,80	30,80	28,80	30,80	28,80	30,80	30,80	30,80	30,30	30,80	30,30	30,80	30,30	30,80	30,30

Tabela 9-83: Resultados das Análises do Ponto PMA-03B (mar-20 a abr-22)

Parâmetro	Unid.	CONAMA 396/08	Mar/20	Abr/20	Mai/20	Jun/20	Jul/20	Ago/20	Set/20	Out/20	Nov/20	Dez/20	Jan/21	Fev/21	Mar/21	Abr/21	Mai/21	Jun/21	Jul/21	Ago/21	Set/21	Out/21	Nov/21	Dez/21	Jan/22	Fev/22	Mar/22	Abr/22
Alcalinidade de bicarbonato	mg/L	-	569,35	499,71	553,88	284,12	232,16	218,90	194,58	25,43	199,4	19,96	223,3	160,3	297,3	150,3	3,32	166,9	488,6	236,5	276,3	17,69	12,16	22,11	17,69	23,22	24,32	24,32
Alcalinidade de carbonato	mg/L	-	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidade total	mg/L	-	569,35	499,71	553,88	284,12	232,16	218,90	194,58	25,43	199,48	19,96	223,32	160,30	297,39	150,35	3,32	166,94	488,65	236,59	276,39	17,69	12,16	22,11	17,69	23,22	24,32	24,32
Arsênio total	mg/L	0,010	<0,002	0,01	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Bário total	mg/L	0,70	**3,28**	**2,85**	**3,26**	**0,83**	0,65	0,59	0,54	0,10	**1,01**	0,08	**1,01**	0,60	**0,77**	0,66	0,07	**0,97**	**1,44**	**1,625**	**2,909**	0,075	0,053	0,068	0,064	0,066	0,058	0,052
Cádmio total	mg/L	0,005	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cálcio total	mg/L	-	166,76	163,65	168,52	85,79	63,17	63,01	61,31	2,63	60,21	2,26	60,86	61,04	58,21	56,42	1,20	67,05	91,70	77,528	137,654	2,64	1,661	2,046	2,167	2,002	2,398	1,969
Chumbo total	mg/L	0,01	**0,01**	**0,18**	**0,19**	**0,11**	**0,07**	**0,02**	**0,06**	**0,02**	**0,04**	**0,01**	0,01	**0,17**	**0,10**	**0,06**	<0,002	**0,01**	**0,02**	**0,025**	**0,015**	**0,054**	0,007	0,008	<0,002	0,005	0,005	0,006
Cloreto total	mg/L	250	3,48	2,19	<2	<2	<2	<2	3,06	2,00	2,01	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2,02	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Cobalto total	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre total	mg/L	2,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Cromo total	mg/L	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Ferro total	mg/L	0,3	**18,95**	**17,67**	**17,03**	**2,27**	**1,04**	**1,16**	**1,37**	0,19	**1,09**	0,20	**1,00**	**0,55**	**1,30**	**1,20**	<0,05	**2,58**	**6,54**	**4,95**	**21,997**	0,253	0,075	0,067	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluoreto total	mg/L	1,5	0,11	<0,05	<0,05	0,17	0,18	0,09	0,10	0,10	0,14	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,09	0,146	0,14	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fósforo total	mg/L	-	0,09	0,07	0,08	<0,02	0,09	0,19	0,08	0,06	0,09	<0,02	<0,05	0,06	0,07	0,15	<0,02	0,19	0,19	0,152	0,231	0,098	0,032	0,04	<0,02	0,02	0,036	0,033
Magnésio total	mg/L	-	11,97	11,01	9,28	4,35	3,16	3,73	2,79	1,77	3,21	1,78	2,96	3,67	3,71	2,81	1,54	3,53	5,85	4,653	9,042	1,76	1,672	1,87	1,617	1,573	2,002	1,474
Manganês total	mg/L	0,1	**1,25**	**1,23**	**1,23**	**0,30**	**0,24**	**0,19**	**0,19**	0,01	**0,22**	**0,17**	**0,20**	0,10	**0,23**	**0,20**	<0,005	0,10	**0,52**	**0,392**	**1,296**	0,016	0,023	0,013	<0,005	0,008	0,012	<0,005
Mercúrio total	mg/L	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel total	mg/L	0,02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nitrogênio amoniacal	mg/L	-	0,46	0,64	2,23	<0,28	<0,28	0,49	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,34	0,43	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,5	<0,28
Nitrogênio total	mg/L	-	2,33	2,50	2,33	0,58	5,25	1,48	5,92	1,17	2,33	3,21	2,86	2,29	2,18	1,13	0,56	2,82	2,26	2,4	2,26	1,15	0,62	<0,5	1,12	<0,5	1,72	<0,5
Potássio total	mg/L	-	4,49	4,69	4,04	1,71	1,29	1,23	0,89	1,20	1,55	0,87	1,44	1,57	1,42	1,28	0,99	1,58	2,15	1,837	4,587	1,199	0,792	1,034	0,88	0,814	1,485	0,825
Selênio total	mg/L	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	<0,002	0,00	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sódio total	mg/L	-	23,10	24,27	23,23	9,35	6,55	7,98	6,38	4,69	7,63	4,44	7,69	8,05	7,45	7,15	4,69	9,56	11,00	11,209	20,944	5,192	4,444	4,565	4,279	4,466	7,161	4,279
Sulfato total	mg/L	250	<2	2,70	2,70	4,30	7,30	2,80	5,30	3,30	6,30	11,40	6,90	9,50	7,00	8,80	<2	6,20	2,40	2,68	<2	<2	<2	<2	2,5	<2	5	<2
Sulfeto	mg/L	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Turbidez	NTU	-	409,00	393,00	243,00	5,95	2,97	11,15	4,42	2,05	3,97	0,65	6,37	10,12	23,56	5,12	2,21	22,00	141,60	94,5	92,6	<0,5	4,36	1,84	3,05	4,02	1,17	<0,5
Zinco total	mg/L	5	0,01	0,29	0,06	0,02	0,02	0,04	0,03	0,08	<0,01	1,13	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	0,02	0,01	<0,01	<0,01	0,029	0,151	0,42	0,09	<0,01	0,06	0,06	0,02
Condutividade Elétrica	(µS/cm)	-	1430,0	1210	1230	245,0	282,0	478,0	247,0	181,0	412,0	306,0	344,0	451,0	240,0	355,0	342,0	338,0	436,0	341	218	234	210	257	264	213	224	225
Oxigênio Dissolvido	mg/L	-	0,82	0,92	0,90	1,06	0,90	0,80	0,96	1,05	0,91	0,93	0,88	0,96	1,17	1,09	0,90	0,92	1,25	1,33	0,96	1,17	1,13	123	1,33	1,14	1,62	1,21
pH	#	-	5,96	6,22	6,18	7,39	6,18	6,67	7,07	6,83	6,20	5,96	6,58	6,65	6,88	6,86	5,70	6,23	6,11	6,25	6,16	5,72	5,7	5,36	6,16	5,8	5,96	5,98
Potencial Redox	mV	-	141,00	204,0	152,0	193,0	186,0	142,0	151,0	147,0	139,0	151,0	160,0	159,0	136,0	165,0	110,0	165,0	165,0	188	157	138	149	210	160	151	169	166,4
Temperatura da amostra	ºC	-	27,30	26,70	26,40	26,40	27,90	26,70	26,80	27,10	27,30	27,40	26,10	27,80	27,20	26,70	27,20	27,10	26,50	26,1	27,8	26,6	27,2	26,5	26,4	25	27,9	25,8
Coluna d'água	-	-	15,20	14,92	14,66	14,64	14,58	14,55	14,69	28,80	10,79	14,71	14,77	15,06	14,75	14,82	14,91	14,98	15,45	28,46	15,55	15,71	15,7	17,23	15,24	15,2	15,02	14,76
Profundidade do poço	-	-	30,80	30,30	30,80	30,30	30,80	30,30	30,80	30,30	30,80	30,30	30,80	30,30	30,80	30,80	30,80	30,80	30,80	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8

Tabela 9-84: Resultados das Análises do Ponto PMA-03B (mai-22 a jun-24)

Parâmetro	Unid.	CONAMA 396/08	Mai/22	Jun/22	Jul/22	Ago/22	Set/22	Out/22	Nov/22	Dez/22	Jan/23	Fev/23	Mar/23	Abr/23	Mai/23	Jun/23	Jul/23	Ago/23	Set/23	Out/23	Nov/23	Dez/23	Jan/24	Fev/24	Mar/24	Abr/24	Mai/24	Jun/24
Alcalinidade de bicarbonato	mg/L	-	13,27	25,43	17,25	15,52	149,2	149,2	23,88	25,07	5,97	27,8	32,37	26,37	28,77	24,0	41,51	26,44	12,02	29,70	25,59	28,02	24,91	20,43	28,66	21,49	25,59	13,4
Alcalinidade de carbonato	mg/L	-	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Alcalinidade total	mg/L	-	13,27	25,43	17,25	15,52	149,25	149,25	23,88	25,07	5,97	27,8	32,37	26,37	28,77	24,04	41,51	26,44	12,02	29,7	25,59	28,02	24,91	20,43	28,66	21,49	25,59	13,4
Arsênio total	mg/L	0,010	<0,002	<0,002	**0,012**	<0,002	<0,002	0,00	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,004	<0,002
Bário total	mg/L	0,70	0,068	0,085	0,045	0,078	0,154	0,22	0,078	0,062	<0,05	0,08	0,069	0,072	0,065	0,072	0,073	0,075	0,066	0,073	0,082	0,064	0,065	0,062	0,06	0,063	0,064	0,06
Cádmio total	mg/L	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001
Cálcio total	mg/L	-	9,152	1,606	1,859	2,101	16,62	29,32	1,771	0,891	1,375	1,133	3,191	3,465	2,376	1,98	1,496	1,485	1,815	19,745	3,377	2,299	2,211	2,981	1,551	2,574	1,551	1,771
Chumbo total	mg/L	0,01	0,008	0,005	**0,011**	<0,002	0,007	**0,012**	<0,002	0,004	0,009	0,003	**0,023**	**0,081**	**0,066**	**0,044**	0,009	0,004	**0,017**	**0,019**	**0,161**	**0,029**	**0,035**	**0,043**	0,007	**0,101**	0,007	0,008
Cloreto total	mg/L	250	<2	2,19	9,81	4,28	3,47	3,48	<2	0,56	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2,06	2,02	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2,17	2,58	<2	2,17
Cobalto total	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre total	mg/L	2,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,007	0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,017	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Cromo total	mg/L	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	<0,005	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	0,009	<0,005	<0,005	0,007	<0,005	0,006	0,006	0,006	<0,005	0,007	<0,005	0,006	0,01	0,009	<0,005
Ferro total	mg/L	0,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,188	**0,45**	<0,05	0,071	0,142	<0,05	<0,05	**0,316**	0,118	0,082	0,096	0,108	0,089	0,137	**0,95**	0,079	0,122	0,099	<0,05	0,109	<0,05	0,054
Fluoreto total	mg/L	1,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fósforo total	mg/L	-	0,037	0,025	<0,02	0,022	0,051	0,08	0,042	0,038	0,038	0,031	0,033	0,047	0,04	0,039	0,052	0,033	0,036	0,056	0,051	0,034	0,039	0,03	0,024	0,036	0,038	0,035
Magnésio total	mg/L	-	3,487	1,562	1,881	1,947	1,8	2,84	1,914	1,551	1,639	1,617	1,961	1,837	1,848	1,716	1,529	1,925	1,705	2,112	1,65	1,727	1,606	1,804	1,584	1,683	1,771	1,782
Manganês total	mg/L	0,1	0,009	<0,005	0,007	0,018	0,066	0,12	0,009	0,006	0,006	<0,005	0,006	0,024	0,017	0,01	0,011	<0,005	0,006	0,013	**0,95**	0,011	0,013	0,01	0,007	0,012	<0,005	0,007
Mercúrio total	mg/L	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel total	mg/L	0,02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nitrogênio amoniacal	mg/L	-	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	0,31	<0,28	0,87	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28
Nitrogênio total	mg/L	-	1,17	<0,5	1,98	2,18	1,14	1,12	2,26	1,12	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,57	5,44	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,17	<0,5	<0,5
Potássio total	mg/L	-	0,881	0,561	1,056	0,792	1,045	0,34	0,902	1,078	1,243	1,309	0,848	<0,2	0,979	<0,002	1,034	1,122	1,034	1,1	1,331	1,144	0,968	0,913	0,814	0,924	0,946	0,935
Selênio total	mg/L	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sódio total	mg/L	-	4,301	4,081	4,895	4,84	7,733	6,73	5,104	4,598	4,895	4,807	6,042	4,158	4,576	<0,002	3,971	5,709	5,324	6,215	5,72	5,698	5,192	5,236	5,533	4,664	5,291	5,401
Sulfato total	mg/L	250	<2	2,2	2,6	5,18	<2	8,00	<2	<2	<2	<2	<2	2,2	<2	4,27	2,7	4,2	2,2	<2	3,5	2,3	5,5	3,6	2,2	4,1	<2	12,5
Sulfeto	mg/L	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Turbidez	NTU	-	<0,5	0,91	1,39	2,5	21,9	<0,5	<0,5	<0,5	3,37	3,82	<0,5	5,21	2,49	20,3	<0,5	1,49	5,1	1,15	3,19	1,27	2,84	5,01	5,07	6,18	6,91	8,31
Zinco total	mg/L	5	0,1	<0,01	0,02	0,05	<0,01	0,08	0,020	<0,01	0,06	0,012	0,126	0,221	0,169	0,17	0,167	0,046	0,131	0,192	3,046	0,153	0,188	0,159	0,072	0,228	0,051	0,062
Condutividade Elétrica	(µS/cm)	-	266	260	273	203	357	151,0	376	368	252	262	289	319	0,331	0,23	273	322	233	210	242	213	213	366	253	224	221	151
Oxigênio Dissolvido	mg/L	-	1,08	1,06	1,24	1,22	1,19	1,03	1,17	1,13	1,16	1,23	1,22	1,14	1,12	1,18	1,07	1,18	1,09	1,12	1,14	1,13	1,11	1,19	1,13	1,19	1,21	1,13
pH	#	-	5,64	6,21	6,07	6,2	7,53	6,38	6,24	6,01	6,28	6,18	5,98	5,71	5,78	6,18	6,01	6,89	5,44	5,57	5,77	5,7	4,79	5,89	6,16	6	6,4	6,65
Potencial Redox	mV	-	142,4	136,8	145,1	125,8	112,9	115,3	178,1	169,1	133,8	205,1	164,9	167,1	176,2	179	186,1	155,1	157,8	166,2	162,3	156,7	157,2	140,1	142,7	208,1	220,3	169,2
Temperatura da amostra	ºC	-	27,1	27,7	27,2	27,4	26,4	28,50	28,7	27,2	26,5	27,2	26,4	27,4	26,3	26,4	27,5	26,1	26,7	28,6	30,2	27,5	27,5	26	27,5	27,3	27,5	27,4
Coluna d'água	-	-	14,59	14,95	14,61	13,68	14,85	15,13	15,42	15,54	15,78	15,26	15,02	14,99	15,01	15,1	15,24	15,22	15,66	15,75	15,68	16,15	15,85	15,81	15,81	15,58	15,67	15,85
Profundidade do poço	-	-	30,80	30,8	30,8	30,8	30,8	30,80	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	29,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	31,8	30,8	30,8

Tabela 9-85: Resultados das Análises dos Pontos da Rede de Monitoramento WSP (PM91/20; PM100/20; PM118/21 e PMI122/21)

Parâmetro	Unid.	CONAMA nº 396/08	PM91/20					PM100/20					PM118/21						PMI 122/21					
			Mar/22	Set/22	Mar/23	Set/23	Mar/24	Mar/22	Set/22	Mar/23	Set/23	Mar/24	Set/21	Mar/22	Set/22	Mar/23	Set/23	Mar/24	Mar/23	Abr/23	Mai/23	Jun/23	Set/23	Mar/24
Alumínio dissolvido	mg/L	-	1,135	0,6745	8,9389	*	10,699	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,026	<0,01	<0,01	0,0213	<0,01	<0,01	<0,01	0,0128	<0,01	0,0111	<0,01	<0,01	0,02
Alumínio total	mg/L	0,2	**1,158**	**0,702**	**9,561**	*	**12,224**	0,074	0,0129	0,0296	**0,5102**	0,047	**0,326**	<0,01	**0,21**	**0,2285**	**0,3158**	0,031	0,0152	0,0333	0,0553	0,0842	0,06	0,02
Antimônio dissolvido	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antimônio total	mg/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Arsênio dissolvido	mg/L	-	<0,002	<0,002	<0,002	*	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	0,004	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Arsênio total	mg/L	0,010	<0,002	<0,002	<0,002	*	0,004	<0,002	<0,002	<0,002	0,006	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Bário dissolvido	mg/L	-	0,025	0,018	0,026	*	0,023	0,103	0,115	0,154	0,124	0,116	0,021	0,05	0,015	0,016	0,044	0,014	0,013	0,038	0,013	0,013	0,01	0,01
Bário total	mg/L	0,70	0,127	0,218	0,18	*	0,04	0,109	0,128	0,161	0,143	0,144	0,035	0,055	0,024	0,023	0,057	0,017	0,015	0,044	0,042	0,046	0,03	0,01
Boro dissolvido	mg/L	-	<0,05	<0,05	<0,05	*	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	141,46	157,04	134,62	125,01	<0,05	<0,05
Boro total	mg/L	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	*	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,05
Cádmio dissolvido	mg/L	-	0,227	0,223	1,517	*	2,275	<0,001	<0,001	<0,001	0,091	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cádmio total	mg/L	0,005	**0,233**	**0,234**	**1,623**	*	**2,598**	<0,001	<0,001	<0,001	**0,126**	<0,001	<0,001	<0,001	**0,006**	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo dissolvido	mg/L	-	<0,002	<0,002	0,012	*	0,021	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Chumbo total	mg/L	0,01	<0,002	<0,002	**0,013**	*	**0,023**	<0,002	<0,002	<0,002	0,007	<0,002	0,005	<0,002	<0,002	<0,002	0,006	0,007	<0,002	<0,002	0,005	<0,002	<0,002	<0,002
Cianeto total	mg/L	0,007	-	-	-	*		-	-	-	-	-	0,005	0,005	-	-	-	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	_	-
Cobalto dissolvido	mg/L	-	0,158	0,043	0,407	*	**0,477**	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobalto total	mg/L	-	0,161	0,046	0,465	*	0,544	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre dissolvido	mg/L	-	0,016	0,014	0,049	*	0,049	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Cobre total	mg/L	2,000	0,018	0,015	0,055	*	0,056	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,006	<0,006	0,008	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Condutividade Elétrica	mS/cm	-	0,95	0,009	0,021	*	2,51	0,228	0,212	0,233	0,25	0,193	0,109	0,216	0,105	0,118	0,129	0,075	0,283	0,238	0,227	0,258	0,27	0,29
Cromo dissolvido	mg/L	-	0,01	0,01	0,023	*	0,022	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo total	mg/L	0,05	0,013	**0,055**	<0,05	*	0,025	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	<0,005	0,01
Ferro dissolvido	mg/L	-	<0,05	0,082	0,146	*	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ferro total	mg/L	0,3	0,21	**3,552**	**32,78**	*	<0,05	0,159	0,122	<0,05	**0,901**	<0,05	**0,581**	<0,05	**0,602**	0,237	**0,655**	<0,05	<0,05	0,085	0,298	**0,713**	**0,44**	<0,05
Fluoreto	mg/L	1,5	<0,05	**3,756**	**34,64**	*	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	0,18	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fosfato total	mg/L	-	<0,15	<0,0002	<0,0002	*	<0,15	<0,15	<0,15	0,17	0,18	0,15	0,89	<0,15	1,07	0,97	1,04	0,89	6,413	7,898	4,653	5,159	-	-
Manganês dissolvido	mg/L	-	6,52	<0,0002	<0,0002	*	38,856	<0,005	<0,005	<0,005	**0,105**	<0,005	0,013	0,067	0,018	0,01	0,008	0,013	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,03	<0,005
Manganês total	mg/L	0,1	**7,218**	<0,01	<0,01	*	41,763	0,027	0,017	0,012	0,201	<0,005	0,066	0,091	0,044	0,022	0,075	0,066	**0,326**	**0,464**	**0,549**	**1,472**	**1,37**	0,05
Mercúrio dissolvido	mg/L	-	<0,0002	<0,01	<0,01	*	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Mercúrio total	mg/L	0,001	<0,0002	**0,055**	**0,173**	*	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Molibdênio dissolvido	mg/L	-	<0,01	0,057	0,211	*	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Molibdênio total	mg/L	0,07	<0,01	<0,01	<0,01	*	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Níquel dissolvido	mg/L	-	0,071	<0,01	<0,01	*	**0,181**	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Níquel total	mg/L	0,02	**0,074**	<0,002	<0,002	*	0,206	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005
Nitrato	mg/L	10	0,71	<0,002	<0,002	*	**1,29**	<0,2	<0,2	0,25	0,26	0,33	<0,2	0,53	<0,2	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,23	<0,2

Parâmetro	Unid.	CONAMA nº 396/08	PM91/20					PM100/20					PM118/21						PMI 122/21					
			Mar/22	Set/22	Mar/23	Set/23	Mar/24	Mar/22	Set/22	Mar/23	Set/23	Mar/24	Set/21	Mar/22	Set/22	Mar/23	Set/23	Mar/24	Mar/23	Abr/23	Mai/23	Jun/23	Set/23	Mar/24
Oxigênio Dissolvido	mg/L	-	0,67	<0,005	<0,005	*	2,47	0,99	2,12	1,79	2,11	2,42	0,25	0,97	2,34	3,19	2,61	0,25	14,91	14,1	14,18	14,39	_	-
pH	#	-	4,84	<0,005	<0,005	*	5,36	7,97	7,98	7,56	7,48	7,04	6,54	6,54	6,42	6,38	6,3	6,54	2,54	1,13	1,16	1,21	2,31	1,73
Potencial Redox	mV	-	156,9	18,628	166,6	*	238,2	122,8	102,4	134,8	121,2	182,9	254,2	121,6	101,2	147,6	131,5	254,2	6,55	5,61	6,02	6,12	6,69	6,60
Prata dissolvido	mg/L	-	<0,01	21,85	174,4	*	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	157,2	198,1	187,1	155,1	151,18	168,20
Prata total	mg/L	0,05	<0,01	**694,7**	**1288**	*	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selênio dissolvido	mg/L	-	<0,002	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selênio total	mg/L	0,01	<0,002	0,15	<0,15	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sulfato	mg/L	250	**365,4**	<0,05	<0,05	*	**2638,4**	3,6	3,4	3,5	8,4	4,6	<2	47,2	3,6	3,1	2,5	<2	3,1	2,4	<2	3,9	4,90	3,90
Sulfeto (H_2S)	mg/L	-	<0,002	<0,002	<0,002	*	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Temperatura Ambiente	ºC	-	30,6	31,5	30,8	*	<0,002	31,8	32,5	29,5	32,3	24,1	32,8	36,8	31,9	36,8	31,8	30	32,8	36,8	31,9	36,8	31,8	30
Temperatura da Amostra	ºC	-	26,7	26,8	25,9	*	24,2	27,9	27,2	26	28,5	22,1	25	25,8	26,3	24,9	26,3	27,8	25	25,8	26,3	24,9	26,3	27,8
Vanádio dissolvido	mg/L	0,05	<0,005	**136,5**	**200,6**	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Vanádio total	mg/L	-	<0,005	0,91	2,08	*	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Zinco dissolvido	mg/L	-	31,724	5,65	4,74	*	226,052	<0,01	0,015	<0,01	0,786	<0,01	0,07	0,296	0,12	0,046	0,166	0,115	0,07	0,296	0,12	0,046	0,166	0,115
Zinco total	mg/L	5	**32,39**	0,46	0,79	*	**241,186**	<0,01	0,02	<0,01	1,25	<0,01	0,075	0,39	0,13	0,052	0,303	0,119	0,075	0,39	0,13	0,052	0,303	0,119

Legenda: * ponto seco

Tabela 9-86: Resultados das Análises dos Pontos dos estudos de *baseline* da WSP (2023 e 2024) – Ponto P-15 e PM-01 BG

Parâmetro	Unid.	CONAMA nº 396/08	P-15											PM-01 BG								
			Mar/23	Abr/23	Mai/23	Jun/23	Jul/23	Ago/23	Set/23	Out/23	Nov/23	Dez/23	Jan/24	Mai/23	Jun/23	Jul/23	Ago/23	Set/23	Out/23	Nov/23	Dez/23	Jan/24
Alumínio dissolvido	mg/L	-	0,0135	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0345	<0,01	0,022	0,057	0,034	0,05	0,2876	0,279	0,34	0,1957	0,0537	0,023	0,0543	0,066	0,04
Alumínio total	mg/L	0,2	0,0224	0,01	0,0275	0,0303	0,029	0,0372	<0,01	0,025	0,073	0,083	0,066	**0,3387**	**0,3201**	**0,495**	**0,2242**	0,1428	0,146	0,078	0,083	0,05
Antimônio dissolvido	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antimônio total	mg/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Arsênio dissolvido	mg/L	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,007	0,004
Arsênio total	mg/L	0,010	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,008	0,004
Bário dissolvido	mg/L	-	0,036	0,037	0,041	0,039	0,04	0,035	0,027	0,029	0,083	0,073	0,077	0,074	0,104	0,11	0,046	0,02	0,041	0,015	0,014	0,01
Bário total	mg/L	0,70	0,043	0,042	0,047	0,043	0,044	0,038	0,033	0,034	0,09	0,079	0,08	0,087	0,114	0,132	0,05	0,029	0,052	0,016	0,016	0,012
Bicarbonato	mg/L	-	49,15	50,35	52,39	46,88	44,47	44,47	53,52	46,26	49,95	60,92	47,44	<1	<1	<2	<1	86,91	62,14	57,26	2,44	45,68
Carbonato	mg/L	-	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	36,06	36,06	36,06	50,48	6,6	14,62	<1	58,48	<1
Cádmio dissolvido	mg/L	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cádmio total	mg/L	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo dissolvido	mg/L	-	<0,002	0,004	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Chumbo total	mg/L	0,01	<0,002	0,004	<0,002	0,004	<0,002	0,004	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,004	0,006	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cloreto total	mg/L	250	<2	<2	<2	<2	2,72	2,23	<2	2,23	<2	2,22	2,92	<2	<2	2,81	2,26	2,19	2,08	2,31	<2	2,26

Parâmetro	Unid.	CONAMA nº 396/08	P-15										PM-01 BG								
			Mar/23	Abr/23	Mai/23	Jun/23	Jul/23	Ago/23	Set/23	Out/23	Nov/23	Dez/23	Jan/24	Mai/23	Jun/23	Jul/23	Ago/23	Set/23	Out/23	Nov/23	Dez/23	Jan/24
Cobalto dissolvido	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobalto total	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre dissolvido	mg/L	-	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Cobre total	mg/L	2,000	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,011	<0,006	0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Condutividade Elétrica	mS/cm	-	0,279	0,263	0,271	0,267	0,263	0,228	0,237	0,221	0,481	0,442	0,283	0,537	0,682	0,706	0,39	0,524	0,206	0,182	0,183	0,138
Cromo dissolvido	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo total	mg/L	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Ferro dissolvido	mg/L	-	0,09	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ferro total	mg/L	0,3	0,096	<0,05	0,0528	0,086	0,28	<0,05	0,06	<0,05	0,056	<0,05	0,187	<0,05	<0,05	0,231	0,112	0,169	0,179	<0,05	<0,05	<0,05
Fluoreto total	mg/L	1,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,08	0,22	0,15	<0,05	<0,05	0,08	<0,05	<0,05
Magnésio Total	mg/L	-	7,458	8,899	8,184	6,325	7,513	6,336	6,182	5,808	18,337	17,336	15,44	<0,1	<0,1	0,198	0,176	2,068	1,298	<0,1	0,132	<0,1
Manganês dissolvido	mg/L	-	<0,005	<0,005	0,056	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	0,007	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Manganês total	mg/L	0,1	0,008	<0,005	0,067	0,0132	0,011	<0,005	0,014	0,009	0,012	0,011	<0,005	<0,005	<0,005	0,011	<0,005	**0,101**	0,01	<0,005	<0,005	<0,005
Mercúrio dissolvido	mg/L	-	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Mercúrio total	mg/L	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Molibdênio dissolvido	mg/L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Molibdênio total	mg/L	0,07	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Níquel dissolvido	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Níquel total	mg/L	0,02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nitrato (como N)	mg/L	10	0,3	<0,2	0,22	0,2	0,22	<0,2	0,27	0,51	<0,2	0,25	0,37	<0,2	<0,2	0,23	<0,2	0,89	0,87	1,15	0,91	1,07
Oxigênio Dissolvido	mg/L	-	1,2	1,18	1,11	1,12	1,11	1,53	1,2	1,2	1,2	1,18	1,11	1,28	1,26	1,25	1,49	1,31	1,32	1,19	1,17	1,21
pH	#	-	5,01	5,06	6,07	5,76	6,24	5,2	5,86	6,49	6,01	5,98	4,93	7,15	7,35	7,8	7,93	6,99	7,48	7,32	7,39	7,04
Potencial Redox	mV	-	490,4	481,4	401,5	351,3	125,1	111,5	151,3	167,6	136,9	168,4	1,55	351,10	330,20	99,3	83,9	103,8	112,1	120,9	131,2	127,2
Prata dissolvido	mg/L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Prata total	mg/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selênio dissolvido	mg/L	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Selênio total	mg/L	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sódio Total	mg/L	-	10,626	12,155	13,09	11,143	11,935	9,889	10,439	13,464	14,729	13,805	1,474	27,28	26,07	27,39	23,276	18,183	18,755	16,643	26,367	14,817
Sulfato Solúvel	mg/L		57,7	60,7	66,8	62	46,822	47,23	47,336	53,21	170,4	138,65	131,856	9,80	<2	13,155	10,3	16,99	7,952	11,96	10,85	5,86
Sulfato Total	mg/L	250	57,7	60,7	66,8	62	47	47,3	52,1	53,3	173,65	144,3	132,6	9,80	<2	13,4	11,1	18,7	8,1	12,2	11,4	6,2
SulfetoTotal	mg/L	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Turbidez	NTU	-	5,12	7,19	6,79	5,16	4,39		4,18	1,91	2,14	1,12	1,97	5,12	6,17	9,57	<0,5	4,12	0,81	1,01	1,02	1,17
Vanádio Dissolvido	mg/L	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	<0,005	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005
Vanádio Total	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	0,006	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	<0,005	0,007
Zinco dissolvido	mg/L	-	0,044	<0,01	0,135	<0,01	0,0196	0,07	0,129	0,121	0,046	0,137	0,07	0,011	0,017	0,01	0,04	0,12	<0,01	<0,01	0,018	<0,01
Zinco total	mg/L	5	0,107	<0,01	0,158	<0,01	0,022	0,08	0,149	0,121	0,153	0,143	0,077	0,028	0,036	0,055	0,046	0,137	0,054	<0,01	0,131	<0,01

Tabela 9-87: Resultados das Análises dos Pontos dos estudos de *baseline* da WSP (2023 e 2024) - Ponto PM-02 BG, PM-03 BG e PM-04 BG

Parâmetro	Unid.	CONAMA nº 396/08	PM-02 BG									PM-03 BG									PM-04BG								
			Mai/23	Jun/23	Jul/23	Ago/23	Set/23	Out/23	Nov/23	Dez/23	Jan/24	Mai/23	Jun/23	Jul/23	Ago/23	Set/23	Out/23	Nov/23	Dez/23	Jan/24	Mai/23	Jun/23	Jul/23	Ago/23	Set/23	Out/23	Nov/23	Dez/23	Jan/24
Alumínio dissolvido	mg/L	-	<0,01	0,0179	0,0209	0,1012	0,0189	0,039	0,073	0,055	0,019	0,0213	0,0114	<0,01	0,0372	0,0156	0,011	0,043	0,043	0,022	<0,01	<0,01	0,0196	0,0497	0,0247	0,027	0,042	0,021	0,028
Alumínio total	mg/L	0,2	**0,3115**	**0,8452**	**0,2097**	**0,3165**	**0,3223**	**0,299**	**0,213**	**0,224**	0,13	0,0952	0,0535	0,0623	0,0648	0,0315	0,016	0,11	0,1	0,026	0,1378	0,0443	0,0509	0,0806	0,068	0,046	0,098	0,047	0,062
Antimônio dissolvido	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antimônio total	mg/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Arsênio dissolvido	mg/L	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,007	0,009	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Arsênio total	mg/L	0,010	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	<0,002	<0,002	0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	0,009	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	<0,002
Bário dissolvido	mg/L	-	0,048	0,058	0,083	0,085	0,036	0,094	0,119	0,124	0,122	0,031	0,035	0,022	0,038	0,024	0,039	0,047	0,044	0,022	0,052	0,042	0,057	0,062	0,052	0,044	0,054	0,059	0,057
Bário total	mg/L	0,70	0,05	0,071	0,09	0,097	0,101	0,108	0,133	0,144	0,139	0,037	0,039	0,027	0,043	0,034	0,046	0,052	0,051	0,024	0,062	0,054	0,062	0,068	0,059	0,054	0,063	0,063	0,064
Bicarbonato	mg/L	-	157,45	210,35	204,34	211,55	183,72	232,71	288,75	349,67	246,41	128,27	129,82	114,19	132,22	112,21	93,81	186,41	179,1	92,55	178,62	162,27	164,67	156,26	132,02	86,5	152,29	164,48	137,39
Carbonato	mg/L	-	7,22	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	6,6	<1	<1	<1	<1
Cádmio dissolvido	mg/L	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cádmio total	mg/L	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo dissolvido	mg/L	-	<0,002	<0,002	<0,002	0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,007	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,007	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Chumbo total	mg/L	0,01	<0,002	<0,002	0,004	0,007	0,006	0,006	0,003	<0,002	<0,002	0,007	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	<0,002	0,007	0,01	<0,002	0,008	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cloreto total	mg/L	250	<2	<2	2,63	2,07	<2	2,06	2,13	<2	2,34	<2	<2	2,01	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2,07	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Cobalto dissolvido	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobalto total	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre dissolvido	mg/L	-	0,026	0,018	0,014	0,009	<0,006	<0,006	0,006	0,007	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Cobre total	mg/L	2,000	0,032	0,035	0,024	0,019	0,02	0,017	0,02	0,01	0,008	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Condutividade Elétrica	mS/cm	-	0,416	0,460	0,471	0,48	0,212	0,489	0,477	0,533	0,436	0,259	0,254	0,222	0,258	0,236	0,163	0,253	0,281	0,149	0,405	0,376	0,363	0,334	0,289	0,273	0,315	0,291	0,245
Cromo dissolvido	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo total	mg/L	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Ferro dissolvido	mg/L	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ferro total	mg/L	0,3	0,246	**1,043**	**0,324**	**0,382**	**0,415**	**0,391**	**0,302**	0,275	0,245	0,154	0,053	<0,05	0,056	<0,05	<0,05	0,135	0,124	0,103	0,171	0,058	0,061	0,061	0,094	<0,05	0,117	<0,05	0,07
Fluoreto total	mg/L	1,5	<0,005	<0,005	0,17	0,12	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	<0,05	<0,005	<0,005	0,06	0,1	<0,05	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Magnésio Total	mg/L	-	11,198	9,746	13,2	12,276	11,847	13,255	11,088	10,934	12,122	5,533	4,334	6,457	4,73	5,577	5,335	4,532	6,721	4,521	11,121	8,503	8,987	5,555	3,751	2,893	2,057	2,321	1,859
Manganês dissolvido	mg/L	-	0,137	0,137	0,151	0,053	0,007	<0,005	0,005	<0,005	0,008	0,069	0,059	0,085	0,008	0,014	0,006	0,021	0,027	0,007	0,044	0,054	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Manganês total	mg/L	0,1	**0,15**	**0,185**	**0,166**	**0,147**	**0,133**	0,092	0,06	0,029	0,033	0,100	**0,108**	0,095	0,057	0,015	0,008	0,081	0,07	0,012	0,084	0,063	0,023	0,031	0,017	0,007	0,042	0,01	0,082
Mercúrio dissolvido	mg/L	-	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Mercúrio total	mg/L	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Molibdênio dissolvido	mg/L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Molibdênio total	mg/L	0,07	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Níquel dissolvido	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Parâmetro	Unid.	CONAMA nº 396/08	PM-02 BG									PM-03 BG									PM-04BG								
			Mai/23	Jun/23	Jul/23	Ago/23	Set/23	Out/23	Nov/23	Dez/23	Jan/24	Mai/23	Jun/23	Jul/23	Ago/23	Set/23	Out/23	Nov/23	Dez/23	Jan/24	Mai/23	Jun/23	Jul/23	Ago/23	Set/23	Out/23	Nov/23	Dez/23	Jan/24
Níquel total	mg/L	0,02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nitrato (como N)	mg/L	10	<0,2	0,29	0,37	<0,2	0,25	1,15	0,7	<0,2	0,22	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,4	0,8	<0,2	<0,2	<0,2	0,78	0,79	<0,2	<0,2	<0,2	0,28	<0,2	<0,2	<0,2
Oxigênio Dissolvido	mg/L	-	1,24	1,24	1,25	1,15	1,12	1,2	1,13	1,2	1,19	1,21	1,17	1,24	1,28	1,23	1,19	1,21	1,21	1,12	1,23	1,26	3,55	1,72	1,22	1,22	1,13	1,16	1,13
pH	#	-	6,80	6,73	6,72	6,66	6,58	7,02	6,63	6,72	5,48	6,78	7,03	5,51	6,77	6,83	6,6	6,86	6,79	5,99	6,66	6,67	7,18	7,2	7,03	7,01	7,17	7,05	6,25
Potencial Redox	mV	-	317,10	329,20	105,9	71,8	156,4	120,4	125,6	155,1	135,9	389,90	341,90	104,8	71,8	154,9	106,8	122,4	136,9	136,3	337,40	331,20	69,1	75,3	142,3	115,9	128,4	114,1	143,1
Prata dissolvido	mg/L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Prata total	mg/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selênio dissolvido	mg/L	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Selênio total	mg/L	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sódio Total	mg/L	-	20,262	17,776	21,758	21,802	20,746	22,132	18,469	17,93	21,989	14,487	14,806	16,841	15,653	11,979	15,323	15,719	16,632	11,913	21,076	21,824	24,321	26,972	28,424	28,941	26,213	30,701	34,111
Sulfato Solúvel	mg/L		39,20	36,10	32,145	31,42	16,33	25,3	20,3	16,85	9,5	3,00	3,70	1,732	<2	2	<2	3,065	2,811	<2	20,50	<2	15,551	11,58	10,775	8,963	5,51	5,102	<2
Sulfato Total	mg/L	250	39,20	36,10	32,4	31,8	17,7	25,5	21,5	17,5	10,5	3,00	3,70	<2	2,1	3,2	<2	3,2	3	<2	20,50	<2	16,6	12,1	11,7	9,2	5,6	5,2	<2
SulfetoTotal	mg/L	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Turbidez	NTU	-	10,01	10,98	9,62	3,41	5,12	1,18	1,81	1,18	5,41	2,79	4,17	5,58	<0,5	4,91	1,11	1,17	1,1	1,2	6,12	7,31	0	<0,5	7,81	1,1	2,9	1,11	1,01
Vanádio Dissolvido	mg/L	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Vanádio Total	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Zinco dissolvido	mg/L	-	0,295	0,156	0,05	0,106	0,055	0,044	0,049	0,05	0,041	0,02	0,025	0,026	0,024	0,038	0,031	0,01	0,023	0,042	0,261	0,084	0,117	0,05	0,029	0,012	<0,01	0,028	0,022
Zinco total	mg/L	5	0,316	0,321	0,109	0,115	0,084	0,07	0,132	0,053	0,054	0,027	0,033	0,067	0,053	0,113	0,084	0,016	0,043	0,064	0,691	0,102	0,389	0,061	0,083	0,059	<0,01	0,094	0,125

Tabela 9-88: Resultados das Análises dos Pontos dos estudos de *baseline* da WSP (2023 e 2024) - Ponto PM-05 BG e PM-06 BG

Parâmetro	Unid.	CONAMA nº 396/08	PM-05 BG									PM-06 BG								
			Mai/23	Jun/23	Jul/23	Ago/23	Set/23	Out/23	Nov/23	Dez/23	Jan/24	Mai/23	Jun/23	Jul/23	Ago/23	Set/23	Out/23	Nov/23	Dez/23	Jan/24
Alumínio dissolvido	mg/L	-	0,0206	<0,01	0,02	0,0355	0,0217	0,027	0,063	0,021	0,064	0,0183	0,0137	<0,01	0,0406	0,0204	0,02	0,056	0,03	0,0436
Alumínio total	mg/L	0,2	0,1932	0,114	**0,286**	0,1093	0,0726	0,043	0,121	0,12	0,099	0,0728	0,0938	0,0295	0,0466	0,0345	0,025	0,069	0,039	0,049
Antimônio dissolvido	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antimônio total	mg/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Arsênio dissolvido	mg/L	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Arsênio total	mg/L	0,010	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Bário dissolvido	mg/L	-	0,126	0,009	0,01	0,008	0,01	0,006	0,011	<0,005	0,009	0,015	0,123	0,145	0,142	0,149	0,132	0,169	0,172	0,154
Bário total	mg/L	0,70	0,129	0,01	0,011	0,01	0,012	0,007	0,012	0,005	0,012	0,018	0,135	0,159	0,152	0,159	0,157	0,19	0,182	0,18
Bicarbonato	mg/L	-	165,43	153,86	171,89	122,6	133,12	258,29	216,87	173,01	176,69	135,46	174,29	176,69	169,48	170,52	171,79	207,12	225,4	175,,49
Carbonato	mg/L	-	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cádmio dissolvido	mg/L	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cádmio total	mg/L	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo dissolvido	mg/L	-	0,005	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Chumbo total	mg/L	0,01	0,008	0,006	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,005	<0,002	0,004	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Parâmetro	Unid.	CONAMA nº 396/08	PM-05 BG									PM-06 BG								
			Mai/23	Jun/23	Jul/23	Ago/23	Set/23	Out/23	Nov/23	Dez/23	Jan/24	Mai/23	Jun/23	Jul/23	Ago/23	Set/23	Out/23	Nov/23	Dez/23	Jan/24
Cloreto total	mg/L	250	<2	<2	2,06	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2,13	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Cobalto dissolvido	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobalto total	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre dissolvido	mg/L	-	<0,006	0,02	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Cobre total	mg/L	2,000	<0,006	0,048	0,022	0,007	<0,006	<0,006	0,016	<0,006	0,008	<0,006	0,051	0,019	0,007	0,007	<0,006	0,01	<0,006	<0,006
Condutividade Elétrica	mS/cm	-	0,268	0,312	0,322	0,325	0,305	0,238	0,32	0,248	0,291	0,332	0,331	0,336	0,333	0,362	0,321	0,328	0,329	0,29
Cromo dissolvido	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo total	mg/L	0,05	<0,005	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Ferro dissolvido	mg/L	-	0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,128	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ferro total	mg/L	0,3	**0,351**	0,146	**0,462**	0,174	0,093	<0,05	0,197	0,15	0,112	0,082	0,137	0,062	0,065	0,063	<0,05	0,094	0,08	0,136
Fluoreto total	mg/L	1,5	<0,005	<0,005	0,12	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Magnésio Total	mg/L	-	7,205	6,006	7,843	6,446	6,479	6,413	5,489	6,853	6,501	7,227	6,204	8,074	6,776	6,776	6,479	5,346	6,391	5,808
Manganês dissolvido	mg/L	-	0,389	0,073	0,08	0,116	0,064	0,027	<0,005	<0,005	<0,005	0,137	0,456	0,623	0,482	0,521	0,477	0,579	0,647	0,668
Manganês total	mg/L	0,1	**0,436**	0,083	**0,11**	**0,123**	**0,095**	**0,038**	**0,077**	**0,037**	**0,095**	**0,168**	**0,500**	**0,679**	**0,515**	**0,558**	**0,573**	**0,643**	**0,67**	**0,749**
Mercúrio dissolvido	mg/L	-	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Mercúrio total	mg/L	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Molibdênio dissolvido	mg/L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Molibdênio total	mg/L	0,07	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Níquel dissolvido	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Níquel total	mg/L	0,02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nitrato (como N)	mg/L	10	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,88	0,49	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,78	0,23	<0,2	<0,2	<0,2
Oxigênio Dissolvido	mg/L	-	1,18	1,18	1,2	1,44	1,25	1,23	1,19	1,14	1,15	1,14	1,15	1,13	1,06	1,19	1,12	1,06	1,15	1,15
pH	#	-	6,27	6,62	6,74	6,75	7,17	6,91	6,85	6,57	5,98	6,65	6,86	6,67	6,62	6,95	7,03	6,75	6,92	5,96
Potencial Redox	mV	-	344,10	339,81	112,7	90,7	148,2	108,3	122,9	126,1	134,1	351,30	328,90	103,9	73,1	124,8	113,7	125,3	144,7	139,9
Prata dissolvido	mg/L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Prata total	mg/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selênio dissolvido	mg/L	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Selênio total	mg/L	0,01	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sódio Total	mg/L	-	13,376	16,203	17,831	14,795	15,829	17,171	14,41	15,147	16,17	15,235	13,101	13,332	11,528	11,627	14,718	9,196	11,451	9,581
Sulfato Solúvel	mg/L		3,00	3,60	2,862	<2	7,913	2,155	2,66	<2	<2	2,8	3,00	1,95	<2	2,672	2,345	2	2,144	<2
Sulfato Total	mg/L	250	3,00	3,60	3,2	<2	8,8	2,4	2,7	<2	<2	2,8	3,00	2,5	<2	3,5	2,8	2,1	2,4	<2
SulfetoTotal	mg/L	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Turbidez	NTU	-	4,11	8,62	6,09	7	5,07	1,01	1,81	1,01	1,07	10,07	10,31	0,74	<0,5	4,3	0,91	1,12	1,17	1,43
Vanádio Dissolvido	mg/L	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Vanádio Total	mg/L	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Zinco dissolvido	mg/L	-	5,718	0,024	0,03	0,137	0,037	0,026	<0,01	0,023	0,019	0,159	2,496	3,037	2,669	3,528	3,618	3,932	4,946	4,68
Zinco total	mg/L	5	**7,73**	0,033	0,055	0,317	0,043	0,053	0,028	0,039	0,039	0,255	3,324	3,827	3,358	4,626	4,611	4,85	**5,353**	**5,662**

Em maio de 2024, a WSP elaborou um relatório técnico de valores de referência para água subterrânea (estudos de *baseline*) para a área da Planta de Cimentação e Futura Pilha de Resíduos Secos da Unidade Três Marias, incluindo doze campanhas de amostragem (mar/23 a fev/24).

No referido estudo, a WSP identificou que as águas apresentam baixa condutividade elétrica, com valores calculados variando entre 118 e 687 µs/cm, baixa variação de oxigênio dissolvido, com valores calculados variando entre 1,03 e 3,19 mg/L e, pH levemente básico, com faixa de *baseline* preliminar de 4,93 – 7,93.

Com relação as concentrações dos outros parâmetros observados nos poços avaliados pela WSP, apenas o PM-04 BG e o P-15 não apresentaram concentrações em desacordo com a legislação.

As concentrações em desacordo com a legislação ocorreram para: alumínio total (PM-01 BG, PM-02 BG, PM-05 BG e PM-118/21), alumínio dissolvido (PM-01 BG), manganês total (PM-01 BG, PM-02 BG, PM-03 BG, PM-05 BG, PM-06 BG PM-118/21 e PMI-122/21), manganês dissolvido (PM-02 BG, PM-05 BG e PM-06 BG), ferro total (PM-02 BG, PM-05 BG, P,I-122/21), zinco total (PM-05 BG e PM-06 BG), zinco dissolvido (PM-05 BG e PM-06 BG), cádmio total (PM-118/21) e cádmio dissolvido (PM-118/21). Registra-se que somente o ponto PM-04 e o ponto P-15 não apresentaram concentrações em desacordo com a legislação.

A WSP observou que os quatro metais (alumínio, manganês, ferro e zinco) que apresentaram concentrações em desacordo com a legislação, podem estar associados a formação geológica local, e, portanto, serem ocorrências de condições mais próximas aos naturais. Os demais metais apresentaram valores propostos de *background* (*baseline*) inferiores aos limites propostos pela legislação, indicando concentrações que possam se assemelhar aa condições mais naturais.

Analisando-se os dados dos 14 pontos monitorados (rede de monitoramento da Nexa, da WSP e estudos de *baseline*), no período de janeiro de 2018 a junho de 2024, verificou-se que alguns parâmetros não atenderam os limites de referência estipulados pela Resolução CONAMA no 396, 04/2008, uso consumo humano. Os parâmetros foram: alumínio total, arsênio total, bário total, cádmio total, chumbo total, cianeto total, cromo total, ferro total, fluoreto, manganês total, mercúrio total, níquel total, prata total, selênio total, sulfato, vanádio total e zinco total.

O metal alumínio total (Gráfico 9-135 e Gráfico 9-136) apresentou-se acima do limite legal em dois poços analisados nos pontos da WSP (PM91/20 e PM118/21) e em dois poços analisados nos pontos de *Baseline* (PM01 BG e PM02 BG). Destaca-se que o parâmetro alumínio não é avaliado no âmbito do monitoramento Nexa na área do DRM.

Dentre os poços analisados, verifica-se que o PM 91/20 apresentou, em março de 2024, o maior registro para o elemento alumínio, com o valor de 12,224 mg/L, muito acima do que preconiza a legislação, a qual define que o valor máximo deve ser de 0,2 mg/L.

Gráfico 9-135: Resultados das análises de alumínio total – Pontos WSP

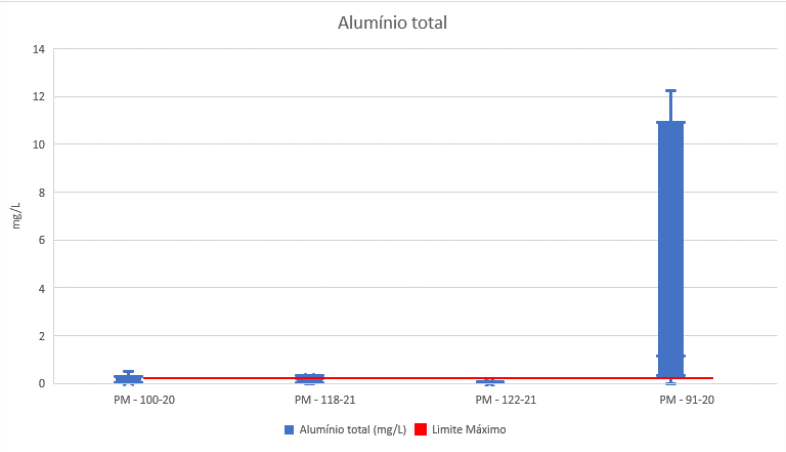
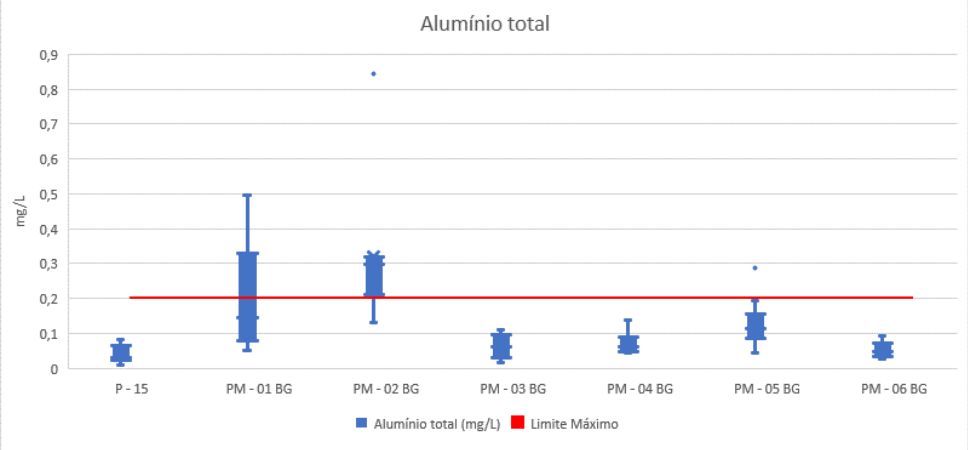


Gráfico 9-136: Resultados das análises de alumínio total – Pontos de *Baseline* WSP (2024)



O metal ferro total apresentou desvios -nos três pontos da rede de amostragem da Nexa, nos quatro pontos da rede de amostragem da WSP e em dois pontos dos estudos de *baseline* (PM-02 BG e PM-05 BG) - Gráfico 9-137 ao Gráfico 9-139.

Gráfico 9-137: Resultados das análises de ferro total PMA01, PMA02B e PMA03B

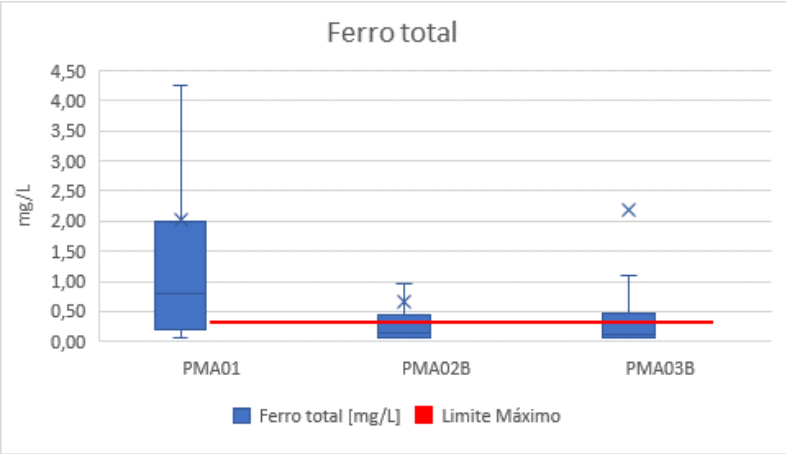


Gráfico 9-138: Resultados das análises de ferro total – Pontos de *Baseline* WSP (2024)

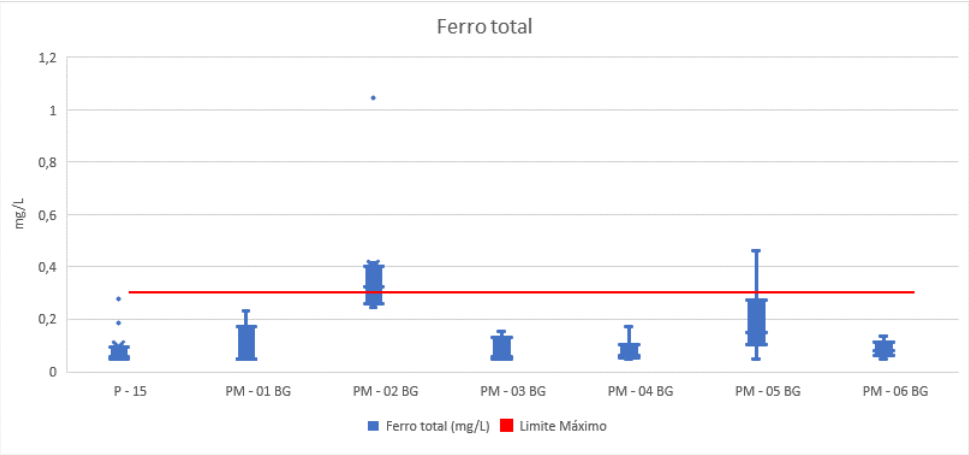
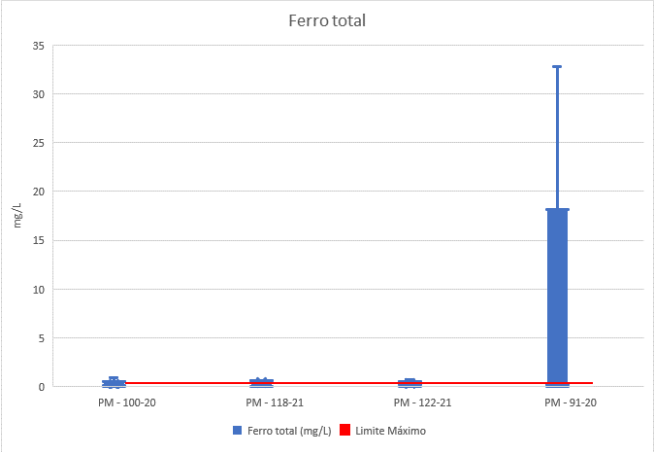


Gráfico 9-139: Resultados das análises de ferro total – Pontos WSP



O parâmetro manganês (Gráfico 9-140 ao Gráfico 9-142) também apresentou desvios na maioria dos pontos avaliados (dez pontos). Destaca-se que todos os pontos da rede de amostragem da Nexa apresentaram desvios para manganês, principalmente nas campanhas de 2020 e 2021. O valor mais elevado de manganês ocorreu no ponto PMA 01, na campanha de junho de 2020 (33,63 mg/L).

Com relação aos pontos da rede de amostragem da WSP, o maior valor de desvio ocorreu no ponto PM 91/20: 7,21 mg/L. Já os pontos de *baseline* dos estudos da WSP (2024) apresentaram desvios em quatro dos sete pontos monitorados. Os pontos PM-05 BG e PM-06 BG foram os pontos que apresentaram valor de desvio mais elevado: 0,436 (mai/23) e 0,749 (jan/24), respectivamente.

Gráfico 9-140: Resultados das análises de manganês total – PMA 01, PMA02B e PMA03B

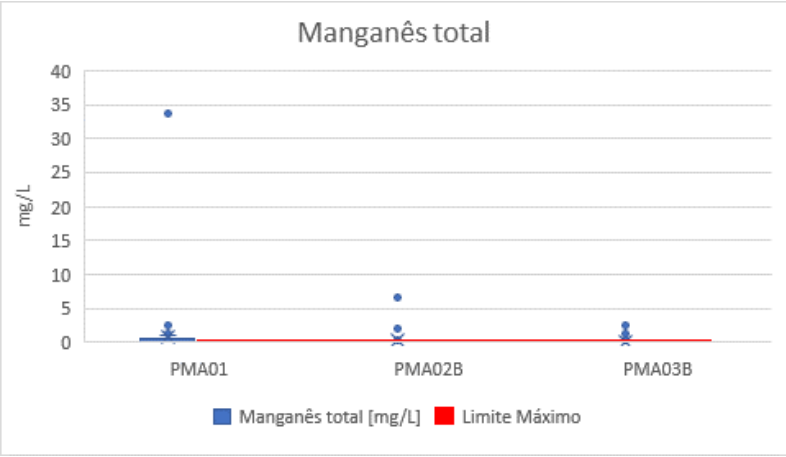


Gráfico 9-141: Resultados das análises de manganês total – Pontos *Baseline* WSP

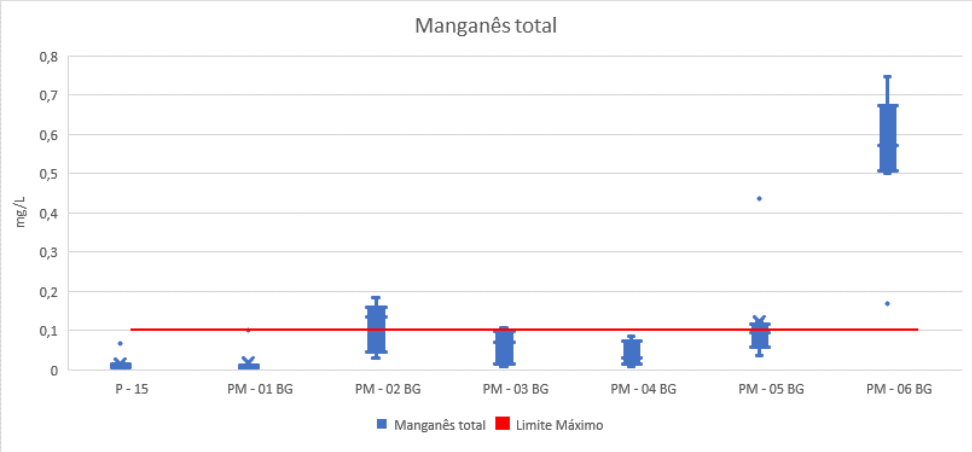
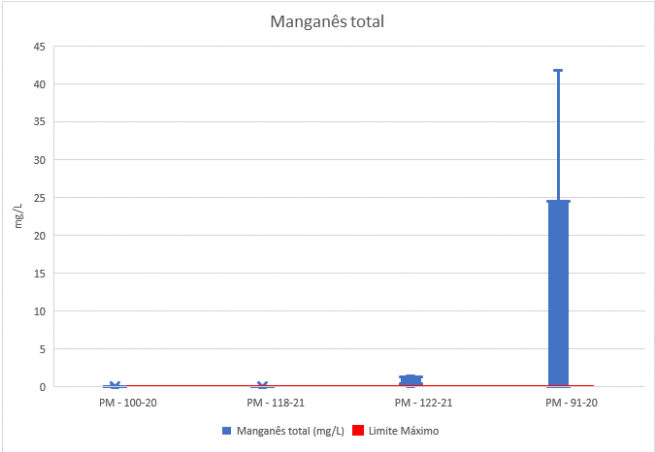
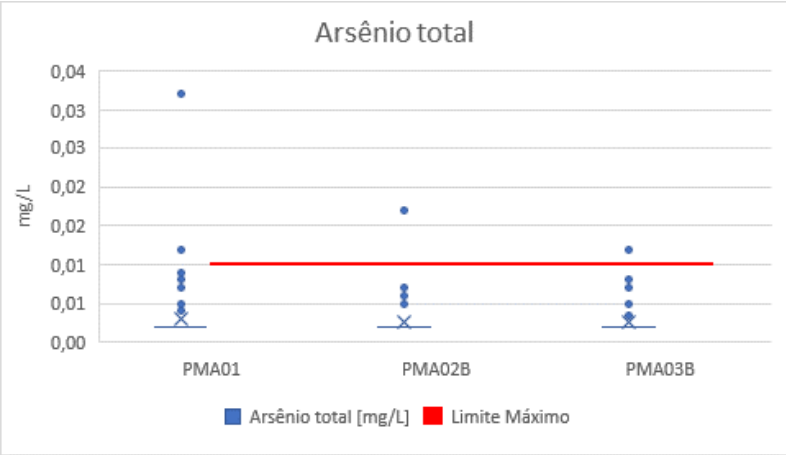


Gráfico 9-142: Resultados das análises de manganês total – Pontos WSP



O parâmetro arsênio total (Gráfico 9-143) apresentou desvios pontuais apenas nos poços de monitoramento da Nexa, sendo detectados valores acima do VMP em quatro amostras dos pontos PMA01, PMA02B e PMA03B, sendo dois identificados no ponto PMA01, localizado a montante do DRM.

Gráfico 9-143: Resultados das análises de arsênio total – PMA 01, PMA02 e PMA03B



O parâmetro chumbo total (Gráfico 9-144 ao Gráfico 9-145) apresentou valores acima do VMP em quatro dos 14 pontos avaliados. O ponto PMA 02B foi o ponto que mais apresentou desvios quando comparados com os outros pontos.

Dos pontos da rede de amostragem da WSP, apenas o ponto PM 91/20, apresentou concentração de chumbo acima do VMP.

Gráfico 9-144: Resultados das análises de chumbo total – PMA 01, PMA02B e PMA03B

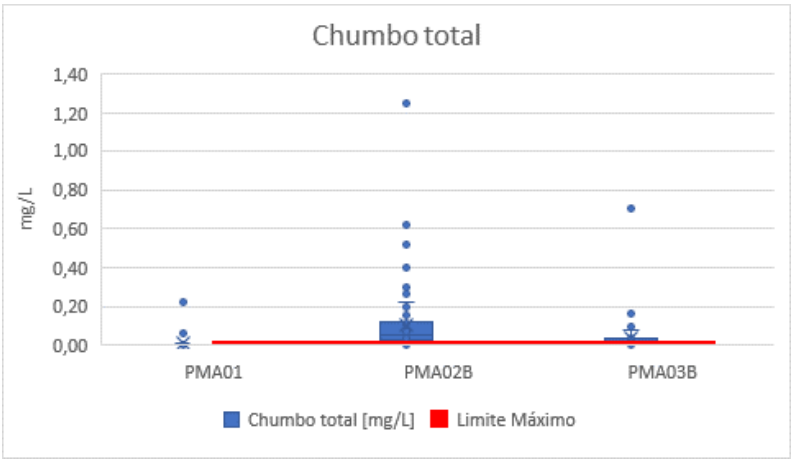
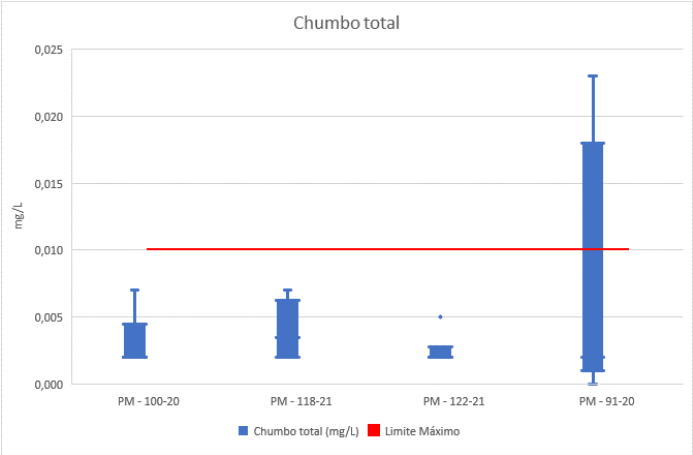


Gráfico 9-145: Resultados das análises de chumbo total – Pontos WSP



O metal cádmio total foi observado em cinco dos 14 pontos analisados (Gráfico 9-146 e Gráfico 9-147) em concentração acima do VMP. Dos pontos da rede de monitoramento da Nexa, verificaram-se desvios pontuais nos poços PMA 01 e PMA 02B. Para os pontos da WSP, verificaram-se desvios para cádmio nos poços PM 91/20, PMI 122/21 e PM 118/21.

Gráfico 9-146: Resultados das análises de cádmio total – PMA 01, PMA02B e PMA03B

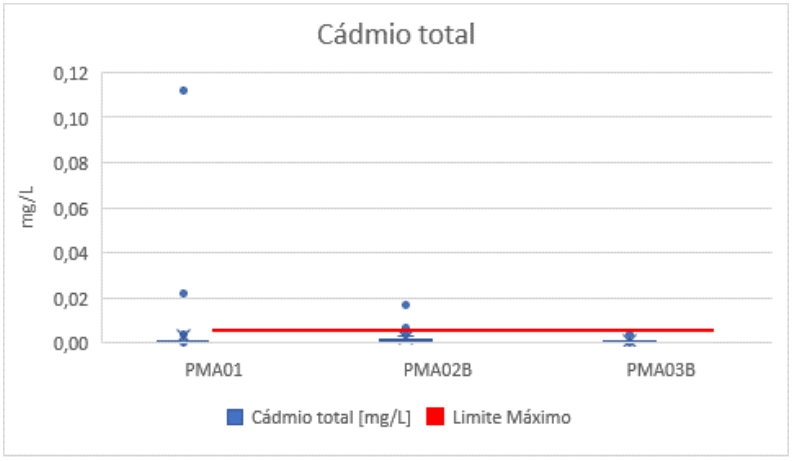
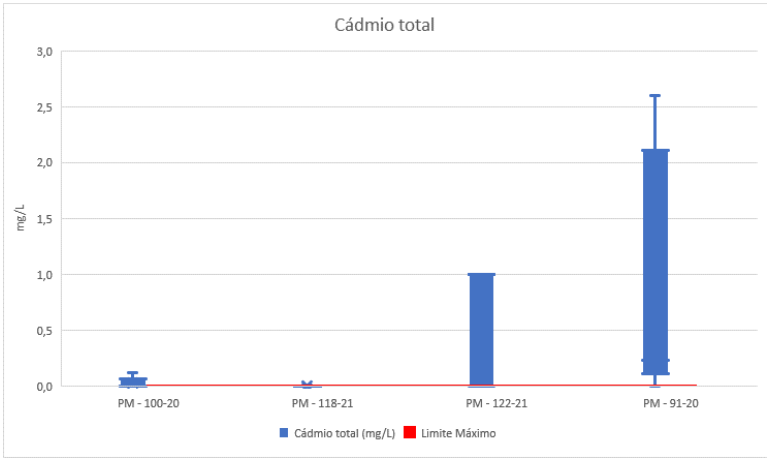


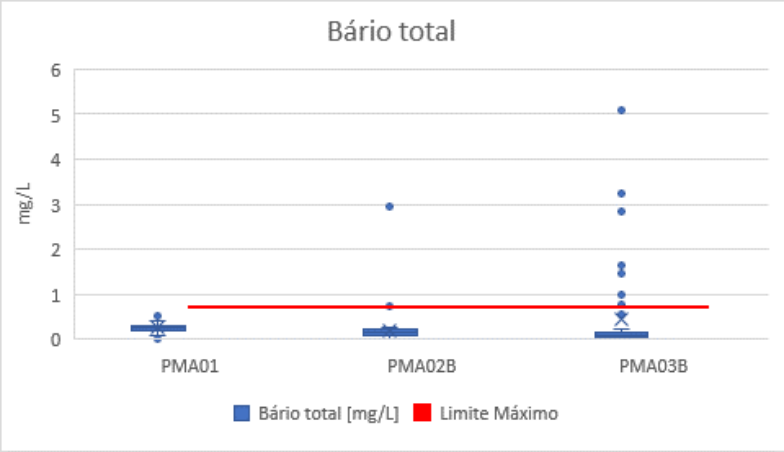
Gráfico 9-147: Resultados das análises de cádmio total – Pontos WSP



O bário total apresentou concentração acima do VMP em dois poços de monitoramento e somente na rede de monitoramento da Nexa (PMA 02B e PMA 03B) conforme verificado no Gráfico 9-148.

O ponto PMA 02B apresentou desvio em apenas duas campanhas: set/22 (2,952 mg/L) e out/22 0,74 mg/L). Já o ponto PMA 03B apresentou desvios com mais recorrência, principalmente nas campanhas de 2020 e 2021.

Gráfico 9-148: Resultados das análises de bário total – PMA01, PMA 02B e PMA03B



O elemento cromo total apresentou desvios pontuais em dois dos 14 pontos analisados (PMA 03B - out/18 e PM 91/20 -set/22), conforme observado no Gráfico 9-149 e no Gráfico 9-150.

Gráfico 9-149: Resultados das análises de cromo total – PMA01, PMA02B e PMA 03B

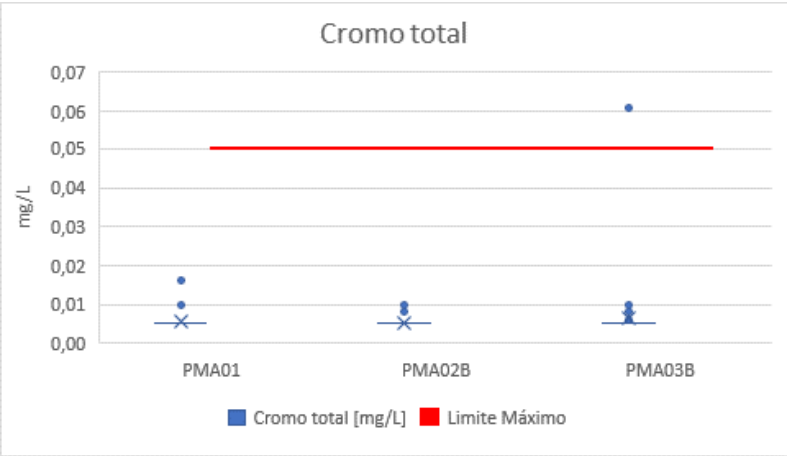
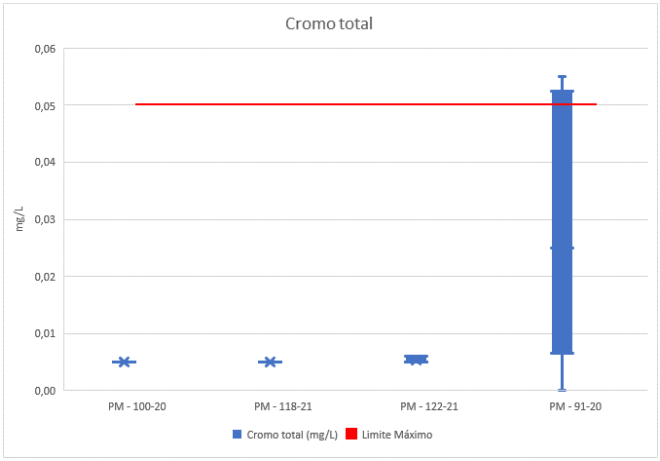


Gráfico 9-150: Resultados das análises de cromo total – Pontos WSP



O metal níquel total apresentou desvio em três dos 14 pontos analisados, porém de forma pontual (Gráfico 9-151 a Gráfico 9-152). Da rede de amostragem da Nexa os desvios ocorreram nos pontos PMA 02B (fev/18 e jan/19) e PMA 03B (mar/19). Já na rede de amostragem da WSP, o desvio foi observado apenas no ponto PM 91/20 (set/22).

Gráfico 9-151: Resultados das análises de níquel total – PMA01, PMA 02B e PMA03B

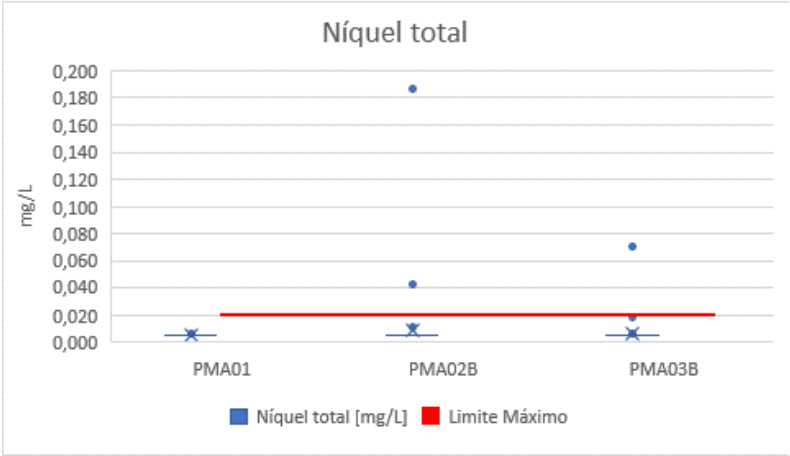
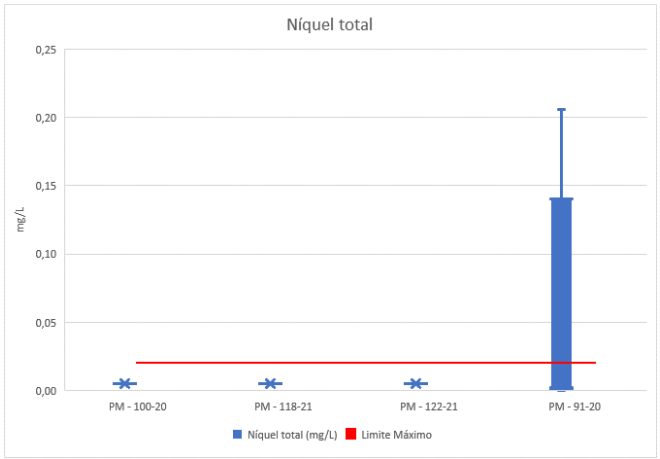


Gráfico 9-152: Resultados das análises de níquel total – Pontos WSP



O cianeto total foi verificado com valor acima do limite estabelecido pela legislação apenas no ponto PMI 122/21, em todas as campanhas monitoradas (Gráfico 9-153). Já os parâmetros mercúrio total (Gráfico 9-154), prata total (Gráfico 9-155), selênio total (Gráfico 9-156) e vanádio total (Gráfico 9-157) apresentaram valores acima do valor máximo permitido pela legislação apenas no ponto PM 91/20, tanto na campanha de set/22 quanto na campanha de mar/23.

Gráfico 9-153: Resultados das análises de cianeto total – Pontos WSP

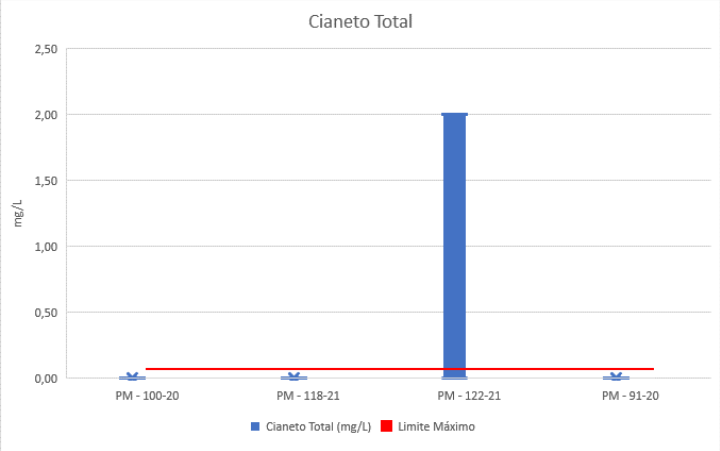


Gráfico 9-154: Resultados das análises de mercúrio total – Pontos WSP

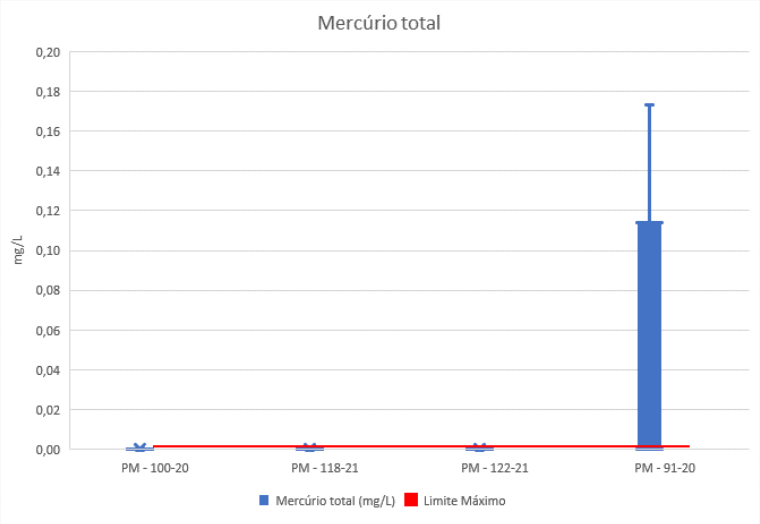


Gráfico 9-155: Resultados das análises de prata total – Pontos WSP

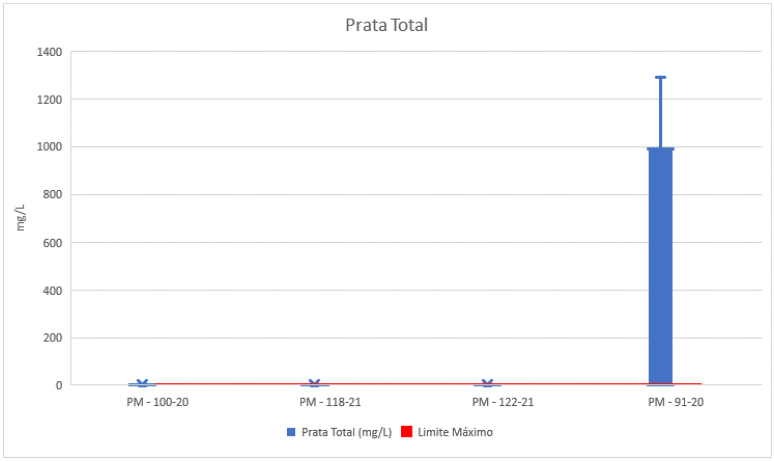


Gráfico 9-156: Resultados das análises de selênio total – Pontos WSP

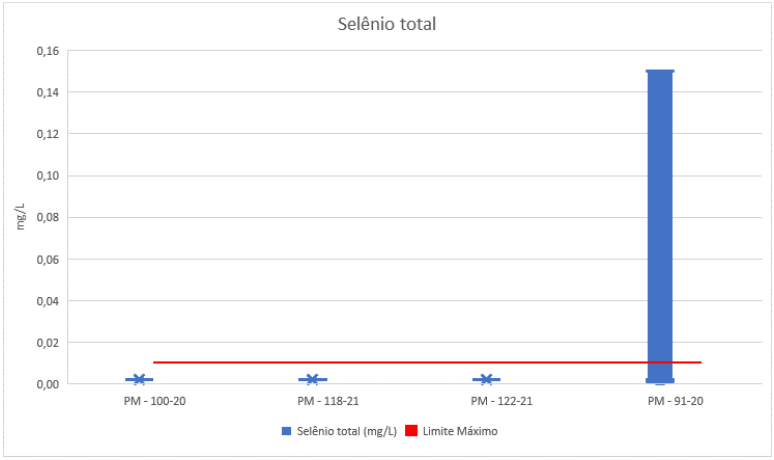
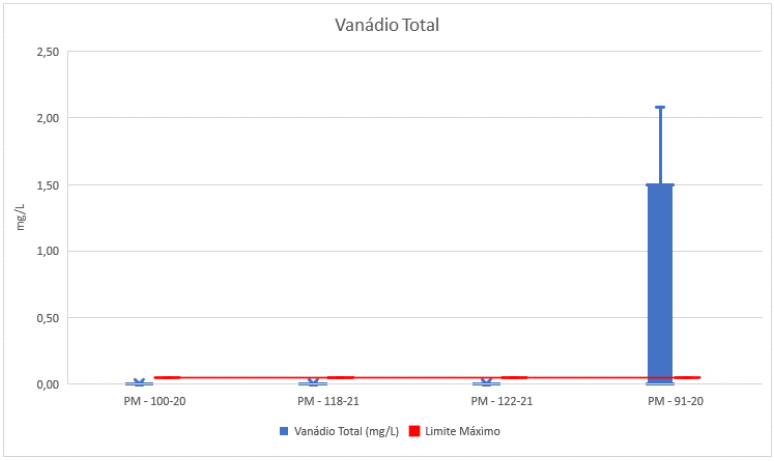


Gráfico 9-157: Resultados das análises de vanádio total – Pontos WSP



O zinco apresentou valores discordantes com a legislação no ponto PMA-01 (mai/19 e jun/20), no ponto PM-05 BG (mai/23), no ponto PM-06 BG (dez/23 e jan/24) e no ponto 91/20 (mar/22 e mar/24). O Gráfico 9-158 ao Gráfico 9-160 ilustram os resultados analíticos do zinco total.

Gráfico 9-158: Resultados das análises de zinco total – PMA 01, PMA02B e PMA03B

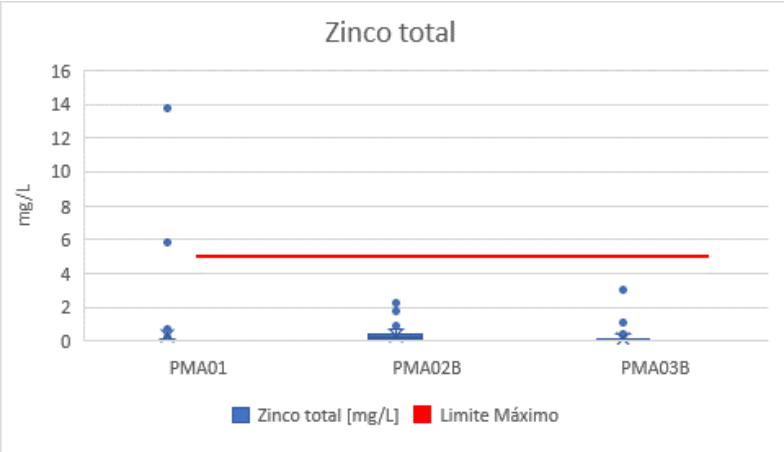


Gráfico 9-159: Resultados das análises de zinco total – Pontos de *Baseline* WSP (2024)

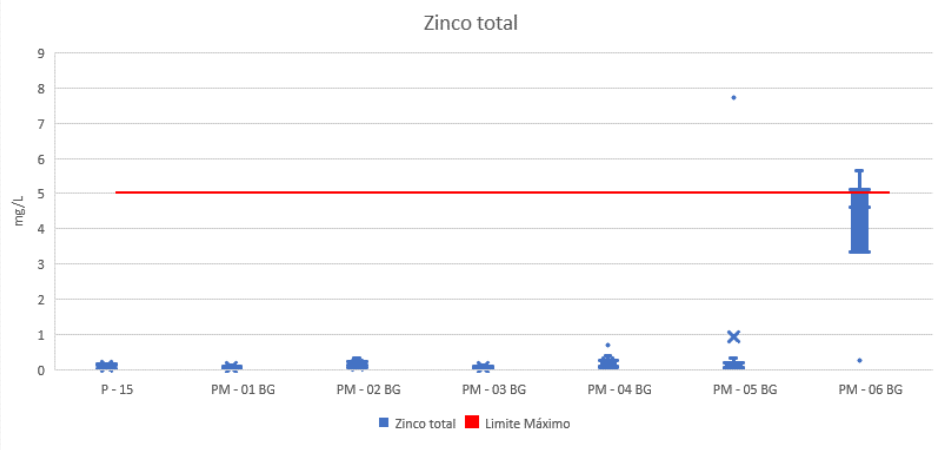
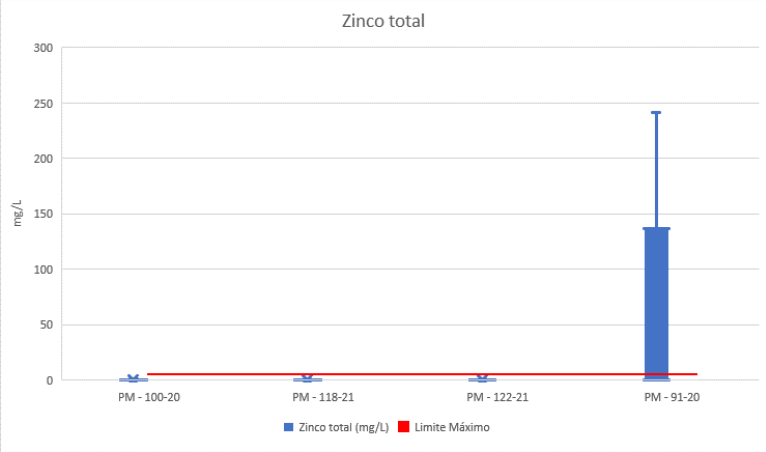


Gráfico 9-160: Resultados das análises de zinco total – Pontos WSP



Em relação às concentrações anômalas detectadas nos parâmetros descritos acima (Cd, Pb, Zn, Ni, Ba, Cr, dentre outros, a Nexa declarou a área entre o Depósito de Rejeitos Murici e a Barragem Córrego da Lavagem como suspeita de contaminação (AC-00570/2020) e está desenvolvendo estudos de investigação ambiental no local para entender os resultados históricos e atuais. O Relatório Integrado – Etapas de Investigação Ambiental Confirmatória, Investigação Detalhada,

Avaliação de Risco à Saúde Humana, Avaliação de Risco Ecológica e Modelagem Matemática Hidrogeológica nas Áreas do Depósito de Rejeito Murici e Barragem do Córrego Lavagem elaborado pela WSP apresenta a avaliação, resultados, discussões e as recomendações para área.

Os demais metais avaliados estavam em concentrações abaixo do limite de detecção analítico, ou quando detectados estavam em baixas concentrações com valores que não superam o padrão de referência adotado.

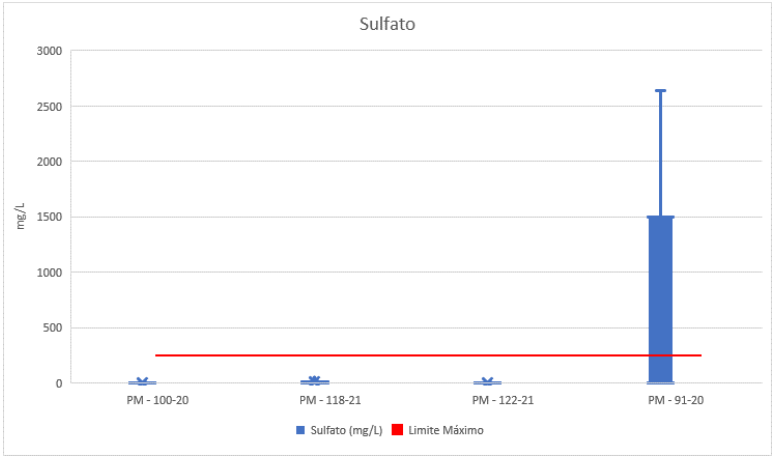
Os resultados físico-químicos indicaram águas com pH variando entre ácido (4,81) e alcalino (11,46). Os valores de pH alcalino não condizem com os valores de *baseline* da região.

As águas apresentam baixa turvação (valor mediano de 22,10 NTU) e, de acordo com o diagrama Eh-pH de Krauskopf (1972) as águas dos pontos avaliados apresentam ambiente de circulação redutor ácido, com potencial redox mínimo de 18,62 e máximo de 299mV.

A condutividade elétrica das águas dos pontos amostrados da rede de monitoramento da WSP estava baixa, sendo registrados valores variando entre 0,009 µS/cm a 2,23 µS/cm. Já os pontos da rede de monitoramento da Nexa apresentaram valores mais elevados, com um valor mediano de 678,33 µS/cm.

As águas avaliadas não contribuem com teores detectáveis ou expressivos de nitrogênio total, nitrogênio amoniacal e nitrato. Para o sulfato, elemento de interesse na área, verificou-se um desvio pontual no ponto PM 91/20 (mar/23) da rede de monitoramento da WSP (Gráfico 9-161).

Gráfico 9-161: Resultados das análises de sulfato – Pontos WSP



Em relação à mineralização, as águas avaliadas apresentaram alcalinidade devido à presença de bicarbonatos, porém com valores bem variados. Segundo a classificação de Custódio & Llamas (1983), as águas podem ser classificadas como brandas a duras em função desta variação dos resultados de bicarbonatos.

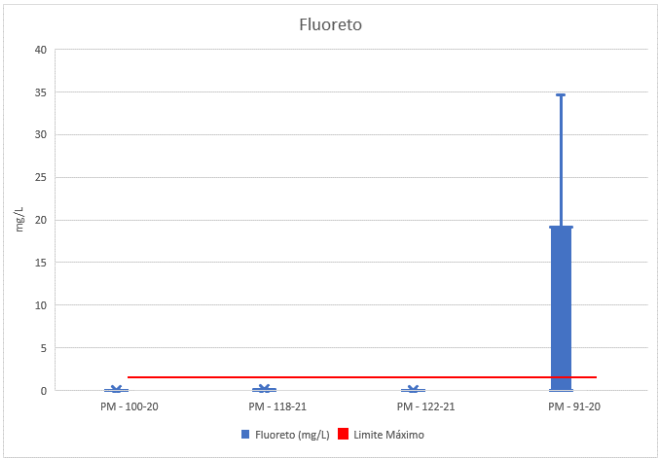
Os constituintes iônicos principais, como os cátions de cálcio e magnésio, principais responsáveis pela dureza das águas, além do sódio e potássio estavam em baixas concentrações. Cabe mencionar que as águas são pobres em cloreto.

Com relação ao constituinte secundário fluoretos, a maioria dos pontos analisados estavam com valores abaixo do limite de detecção analítico ou quando detectados estavam em baixas concentrações com valores que não superam o padrão de referência adotado, deste modo, segundo Feitosa *et al.* (2008) estava compatível com característica de águas naturais.

Contudo, verificou-se que o ponto o ponto PM 91/20 apresentou resultado acima do VMP para fluoreto na amostra da campanha de set/22 e mar/23 (Gráfico 9-162)

Considerando todas as amostragens realizadas nos 14 poços, durante o período de 2019 a 2023, 95,9% das concentrações dos parâmetros avaliados estavam em conformidade com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 396/08 – consumo humano.

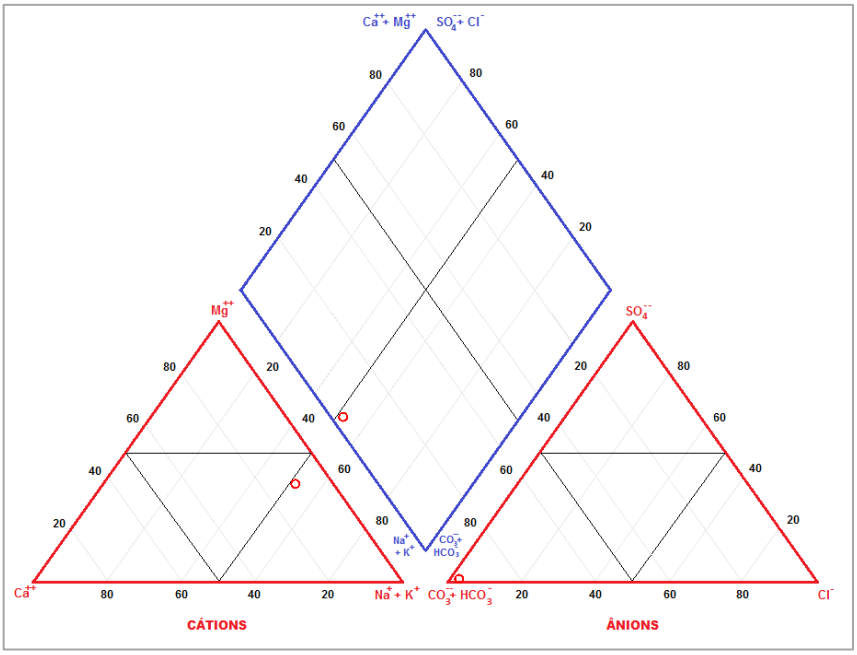
Gráfico 9-162: Resultados das análises de fluoreto – Pontos WSP



Por meio do diagrama de *Piper* (Figura 9-74, Figura 9-75 e Figura 9-76)construído a partir do *software* livre QualiGraf (V.1.17) e de acordo com as concentrações medianas de Na, K, Ca, Mg, Cl, CO_3, HCO_3 e SO_4 , as águas foram assim classificadas: PMA01 - Sódica Bicarbonatada; PMA02B - Cálcica Bicarbonatada e PMA03B - Mista Bicarbonatada. Os pontos da WSP não avaliaram todos os parâmetros necessário para a elaboração do diagrama de *piper*.

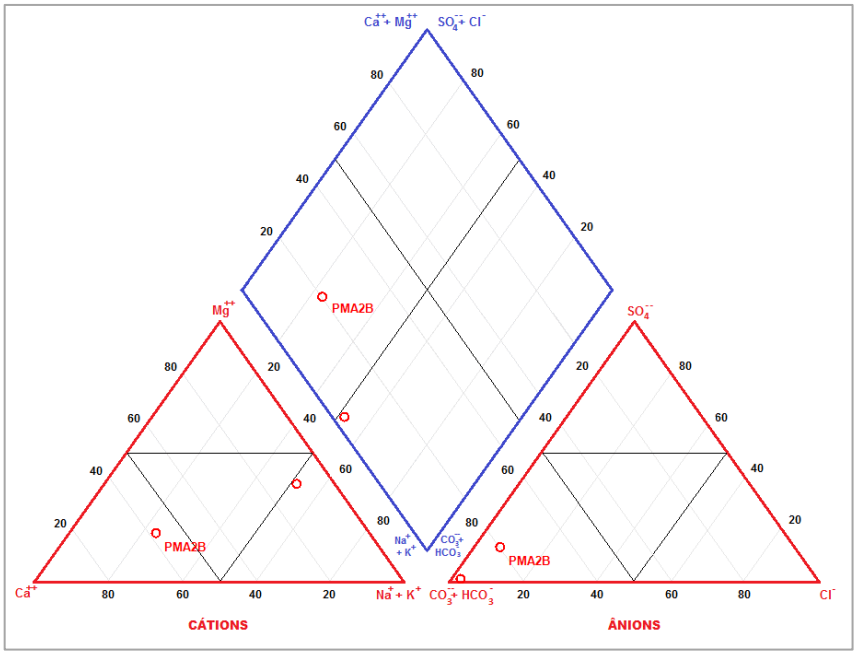
No estudo de *background* (*baseline*) realizado em 2024, a WSP classificou as águas em dois grandes grupos, sendo eles: grupo de águas bicarbonatadas sódicas, verificadas nos poços PM-01 BG, PM-04 BG e PM-115/21 e grupo das águas bicarbonatadas cálcicas verificadas nos poços PM-02 BG, PM-03 BG, PM-05 BG, PM-06 BG e PMI-122/21. Apenas o poço P-15 foi classificado como bicarbonatadas magnesianas. A Figura 9-77 até a Figura 9-85 apresentam o diagrama de *piper* elaborado para os poços do estudo de *background (baseline)*.

Figura 9-74: Diagrama de Piper – PMA01



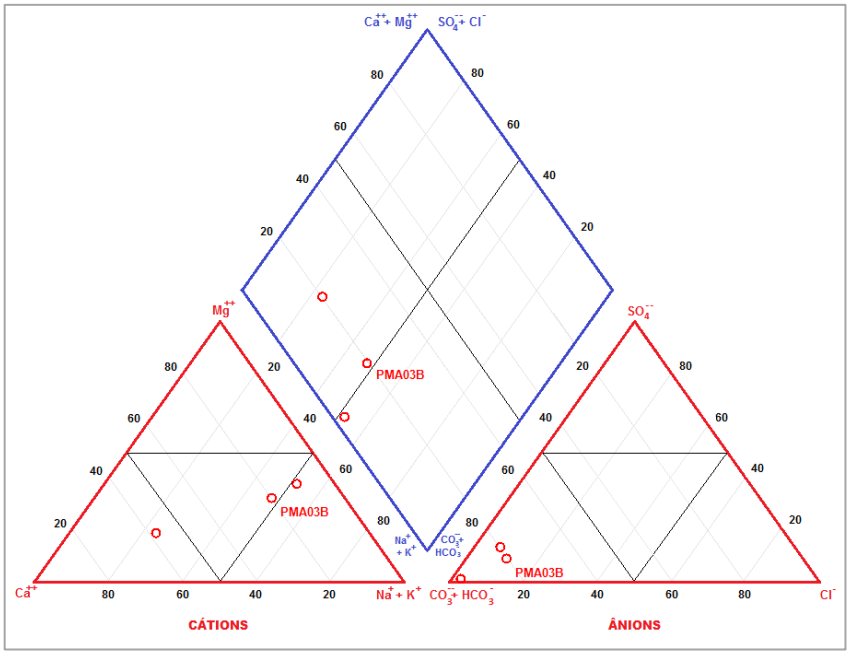
Fonte: Elaborado através do software livre QualiGraf (V.1.17)

Figura 9-75: Diagrama de Piper – PMA02B



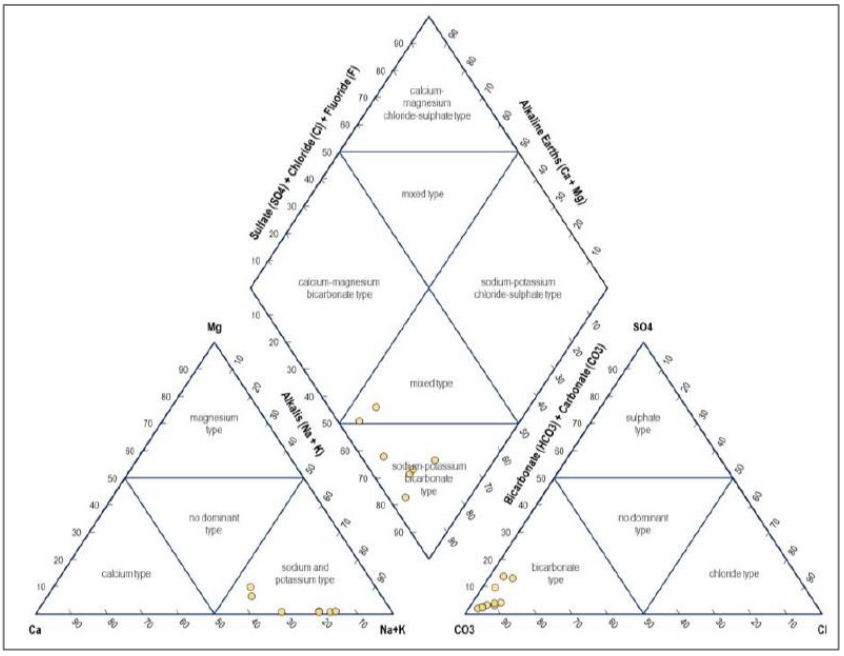
Fonte: Elaborado através do software livre QualiGraf (V.1.17)

Figura 9-76: Diagrama de Piper – PMA03B



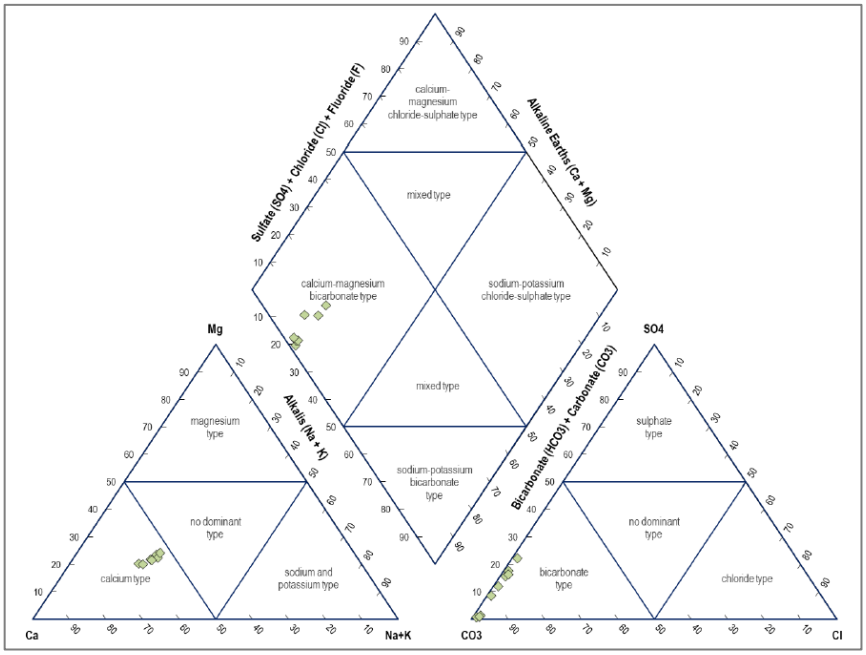
Fonte: Elaborado através do *software* livre QualiGraf (V.1.17)

Figura 9-77: Diagrama de Piper – PM-01 BG



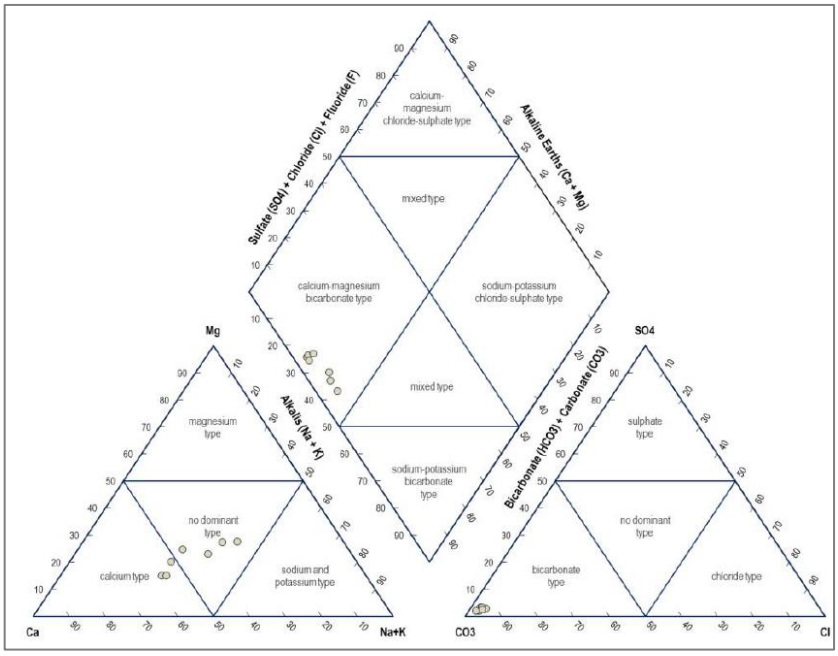
Fonte: WSP (2024)

Figura 9-78: Diagrama de Piper – PM-02 BG



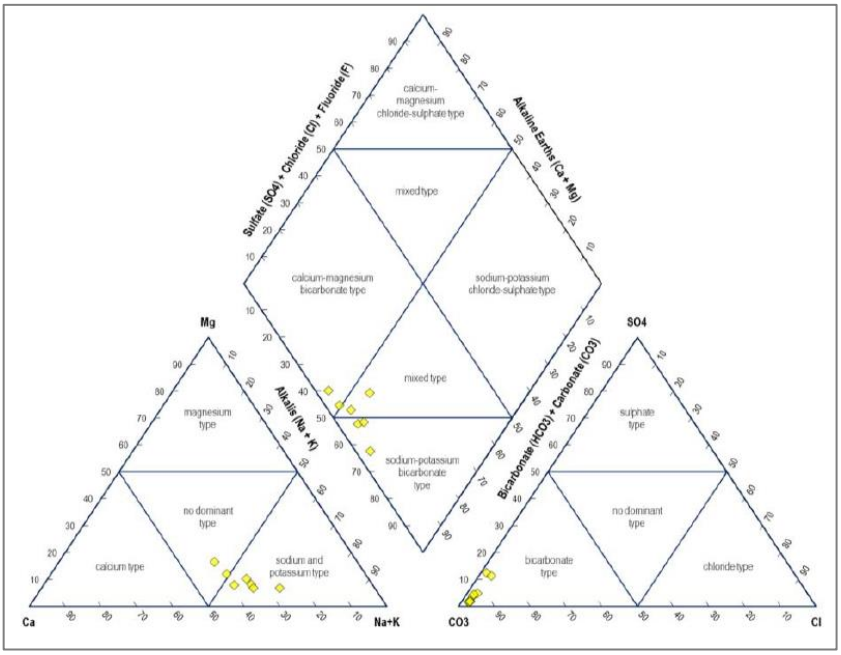
Fonte: WSP (2024)

Figura 9-79: Diagrama de Piper – PM-03 BG



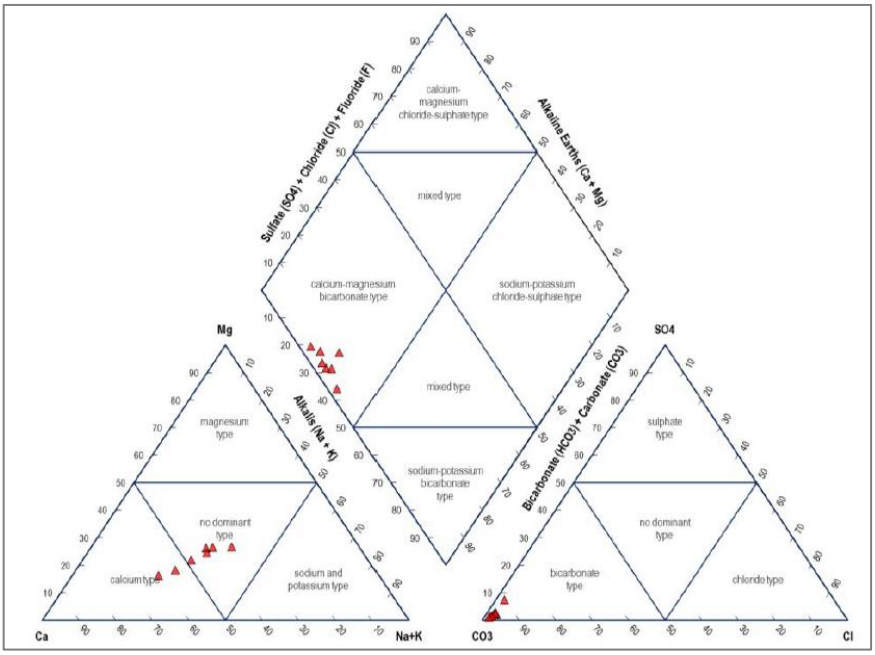
Fonte: WSP (2024)

Figura 9-80: Diagrama de Piper – PM-04 BG



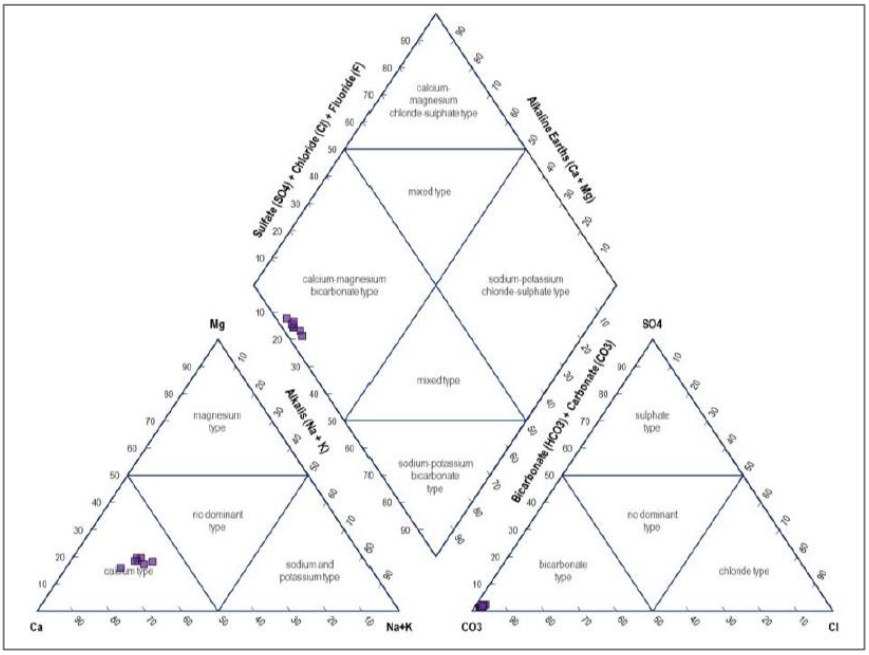
Fonte: WSP (2024)

Figura 9-81: Diagrama de Piper – PM-05 BG



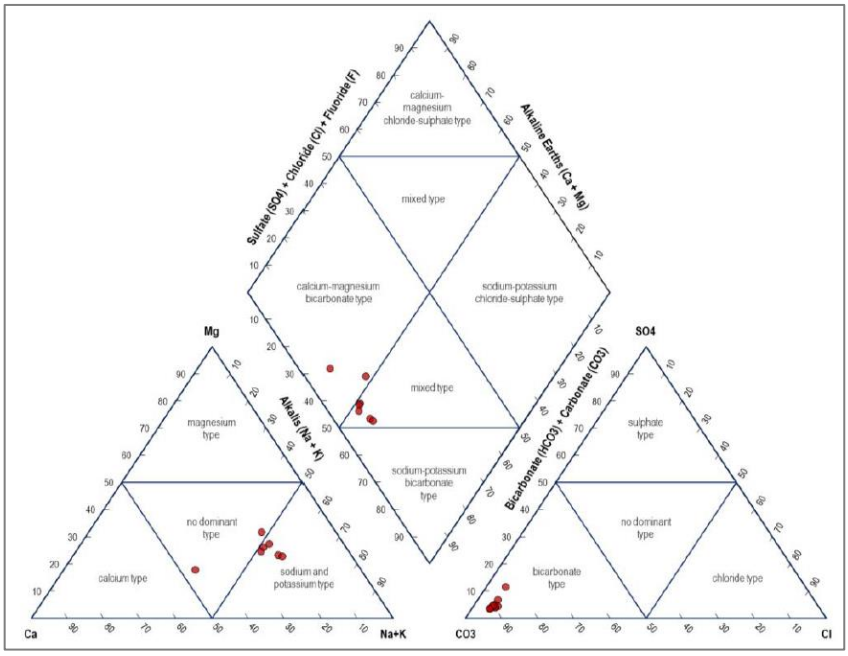
Fonte: WSP (2024)

Figura 9-82: Diagrama de Piper – PM-06 BG



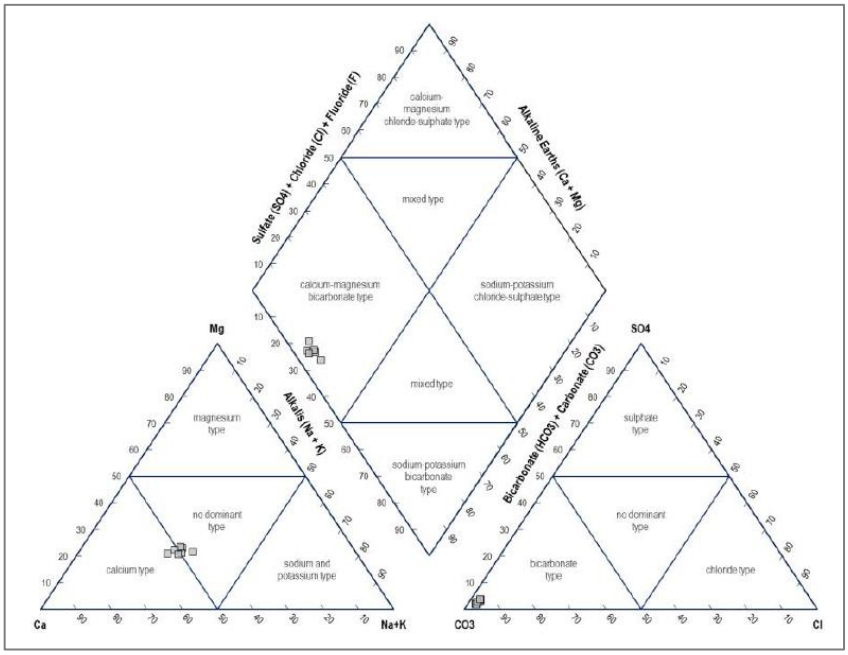
Fonte: WSP (2024)

Figura 9-83: Diagrama de Piper – PM-115/21



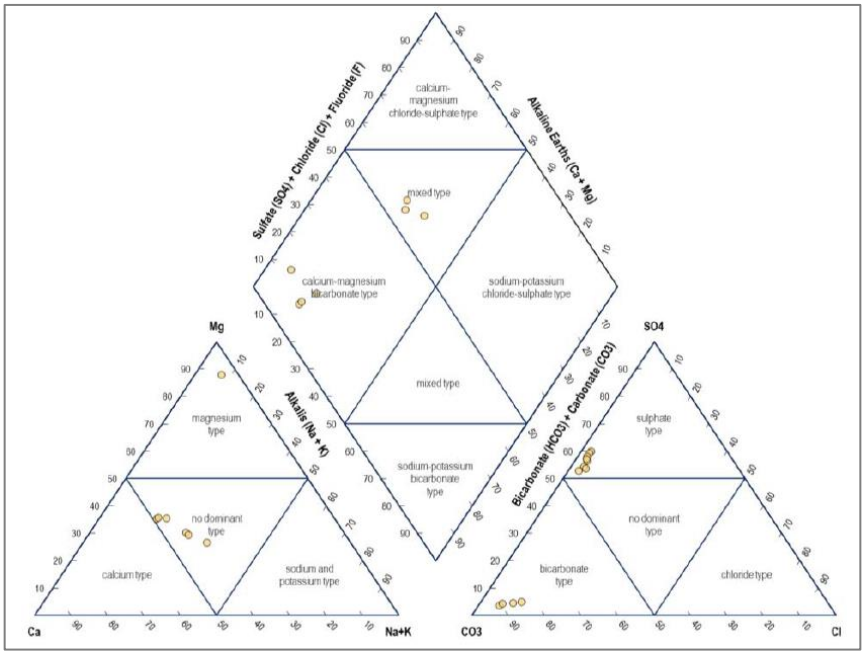
Fonte: WSP (2024)

| **Figura 9-84: Diagrama de Piper – PMI-122/21**



Fonte: WSP (2024)

| **Figura 9-85: Diagrama de Piper – P-15**



Fonte: WSP (2024)

9.1.13.1 Síntese Conclusiva

Para caracterizar o aquífero da área do entorno do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, foram selecionados 15 pontos amostrais, dos quais três são da rede de monitoramento da Unidade Três Marias, cinco pontos da malha de poços de

monitoramento proposta pela WSP e sete poços do estudo de *Background (*baseline) realizados pela WSP (2023), contemplando o período de janeiro 2018 a junho de 2024.

Cabe mencionar que, embora a rede de monitoramento avaliada seja composta por 15 pontos, foram avaliados 14 pontos, pois o ponto PM101/20 não foi coletado em nenhuma campanha.

Foram utilizados ainda como referência nas discussões dos resultados, os relatórios do monitoramento hídrico na área de influência do Depósito de Rejeitos Murici – DRM, protocolados semestralmente no âmbito da LO nº 075/2012.

A Nexa declarou a área entre o Depósito de Rejeitos Murici e a Barragem Córrego da Lavagem como suspeita de contaminação (AC-00570/2020) e vem conduzindo, desde então, estudos de investigação de passivos ambientais.

De forma a complementar os estudos para área do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, em 2024 a WSP elaborou um relatório técnico de valores de referência para água subterrânea (*baseline*).

Os estudos realizados pela WSP (2024) indicaram que as águas subterrâneas apresentam baixa condutividade elétrica, com valores calculados variando entre 118 e 687 µs/cm, baixa variação de oxigênio dissolvido, com valores calculados variando entre 1,03 e 3,19 mg/L e, pH levemente básico, com faixa de *baseline* preliminar de 4,93 – 7,93.

Com relação aos metais, A WSP observou que apenas quatro metais (alumínio, manganês, ferro e zinco) apresentaram concentrações em desacordo com a legislação, comportamento que pode ser associado a formação geológica local, e, portanto, serem ocorrências de condições mais próximas aos naturais.

Os demais metais apresentaram valores propostos de *background* (*baseline*) inferiores aos limites propostos pela legislação, indicando concentrações que possam se assemelhar aa condições mais naturais.

Analisando-se os dados dos 14 pontos monitorados, no período de janeiro de 2018 a junho de 2024, verificou-se que alguns parâmetros não atenderam aos limites de referência estipulados pela Resolução CONAMA no 396, 04/2008, uso consumo humano. Os parâmetros foram: alumínio total, arsênio total, bário total, cádmio total, chumbo total, cianeto total, cromo total, ferro total, manganês total, mercúrio total, níquel total, prata total, selênio total, zinco total e vanádio, fluoreto e sulfato.

Conforme mencionado, a Nexa e desenvolveu estudos de investigação ambiental no local para entender os resultados históricos e atuais dos poços no entorno do DRM. O Relatório Integrado – Etapas de Investigação Ambiental Confirmatória, Investigação Detalhada, Avaliação de Risco à Saúde Humana, Avaliação de Risco Ecológica e Modelagem Matemática Hidrogeológica nas Áreas do Depósito de Rejeito Murici e Barragem do Córrego Lavagem elaborado pela WSP em dezembro de 2022 e, protocolado na GERAC apresenta a avaliação, resultados, discussões e as recomendações para área.

Os outros metais avaliados nas águas subterrânea estavam em concentrações abaixo do limite de detecção analítico ou, quando detectado, em baixas concentrações.

De acordo com o diagrama Eh-pH de Krauskopf (1972) as águas dos pontos avaliados apresentam ambiente de circulação redutor ácido, com potencial redox mínimo de 18,62 e máximo de 299mV.

Em relação à mineralização, as águas avaliadas apresentaram alcalinidade devido à presença de bicarbonatos, porém com valores bem variados. Segundo a classificação de Custódio & Llamas (1983), as águas podem ser classificadas como brandas a duras em função desta variação dos resultados de bicarbonatos.

As águas foram assim classificadas como Sódica Bicarbonatada (PMA01); Cálcica Bicarbonatada (PMA02B) e Mista Bicarbonatada (PMA03B).

A WSP classificou as águas em dois grupos, sendo eles: grupo de águas bicarbonatadas sódicas, verificadas nos poços PM-01 BG, PM-04 BG e PM-115/21 e grupo das águas bicarbonatadas cálcicas verificadas nos poços PM-02 BG, PM-03 BG, PM-05 BG, PM-06 BG e PMI-122/21. Apenas o poço P-15 foi classificado como bicarbonatadas magnesianas.

9.1.14 Áreas Contaminadas

9.1.14.1 Introdução

Uma área contaminada pode ser definida como uma área, local ou terreno onde há comprovadamente poluição ou contaminação causada pela introdução de quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada, acidental ou até mesmo natural. Nessa área, os poluentes ou contaminantes podem concentrar-se em subsuperfície nos diferentes compartimentos do ambiente, como por exemplo no solo, nos sedimentos, nas rochas, nos materiais utilizados para aterrar os terrenos, nas águas subterrâneas ou, de uma forma geral, nas zonas não saturada e saturada, além de poderem concentrar-se nas paredes, nos pisos e nas estruturas de construções (CETESB, 2022).

No estado de Minas Gerais a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH n° 02/2010 é que institui o Programa Estadual de Gestão de Áreas Contaminadas e estabelece as diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento ambiental por substâncias químicas. As áreas contaminadas são então definidas como aquelas em que as concentrações das substâncias ou compostos químicos de interesse, decorrente de atividades antrópicas, estejam em concentrações tais que causem ou possam causar danos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger.

Neste contexto, o diagnóstico de áreas contaminadas visa apresentar o histórico de investigações já realizadas pela Nexa na Unidade de Três Marias, quanto a suspeita e/ou contaminação na área do empreendimento.

Vale dizer que todas as atividades e discussões acerca das investigações de áreas contaminadas na Unidade da Nexa em Três Marias são de pleno conhecimento da Gerência da Qualidade do Solo e Áreas Contaminadas – GERAQ, área que tem como finalidade básica estabelecer diretrizes visando a preservação da qualidade do solo e o gerenciamento de áreas contaminadas do estado de Minas Gerais, bem como promover o cadastro de áreas contaminadas.

9.1.14.2 Metodologia

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre áreas contaminadas nas áreas de estudos, tendo como base o Inventário e a Lista de Áreas Contaminadas e Áreas Reabilitadas do Estado de Minas Gerais (FEAM, 2022). Além da localização destas áreas georreferenciadas no IDESISEMA (2023).

Em seguida, analisou-se os relatórios de investigações e estudos realizados na Unidade Três Marias por empresa consultora, WSP, no período entre 2018 e 2023. Todos os estudos analisados foram disponibilizados pela Nexa.

Cabe destacar que o processo de investigação de áreas contaminadas passa por quatro etapas, a saber: *(i)* Avaliação Preliminar, *(ii)* Avaliação Confirmatória, *(iii)* Avaliação Detalhada e (*iv*) Análise de Risco à Saúde Humana e Ecológica.

Todas as áreas investigadas mais recentemente na Unidade da Nexa, em Três Marias, passaram pela Análise de Risco à Saúde Humana e Ecológica, realizados pela WSP, com seus respectivos relatórios emitidos.

9.1.14.3 Resultados

De acordo com o Inventário e Lista de Áreas Contaminadas e Áreas Reabilitadas de Minas Gerais (FEAM, 2022) foram identificadas/inventariadas cinco áreas contaminadas nas áreas de estudo regional e local do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

Destaca-se que as cinco áreas identificadas se localizam na Unidade da Nexa, no município de Três Marias (Tabela 9-89).

Cabe mencionar que, embora o Inventário da FEAM (2022) insira o a área do Clube Piraquara no município de Três Marias, o referido clube localiza-se no município de São Gonçalo do Abaeté (também município de inserção do projeto).

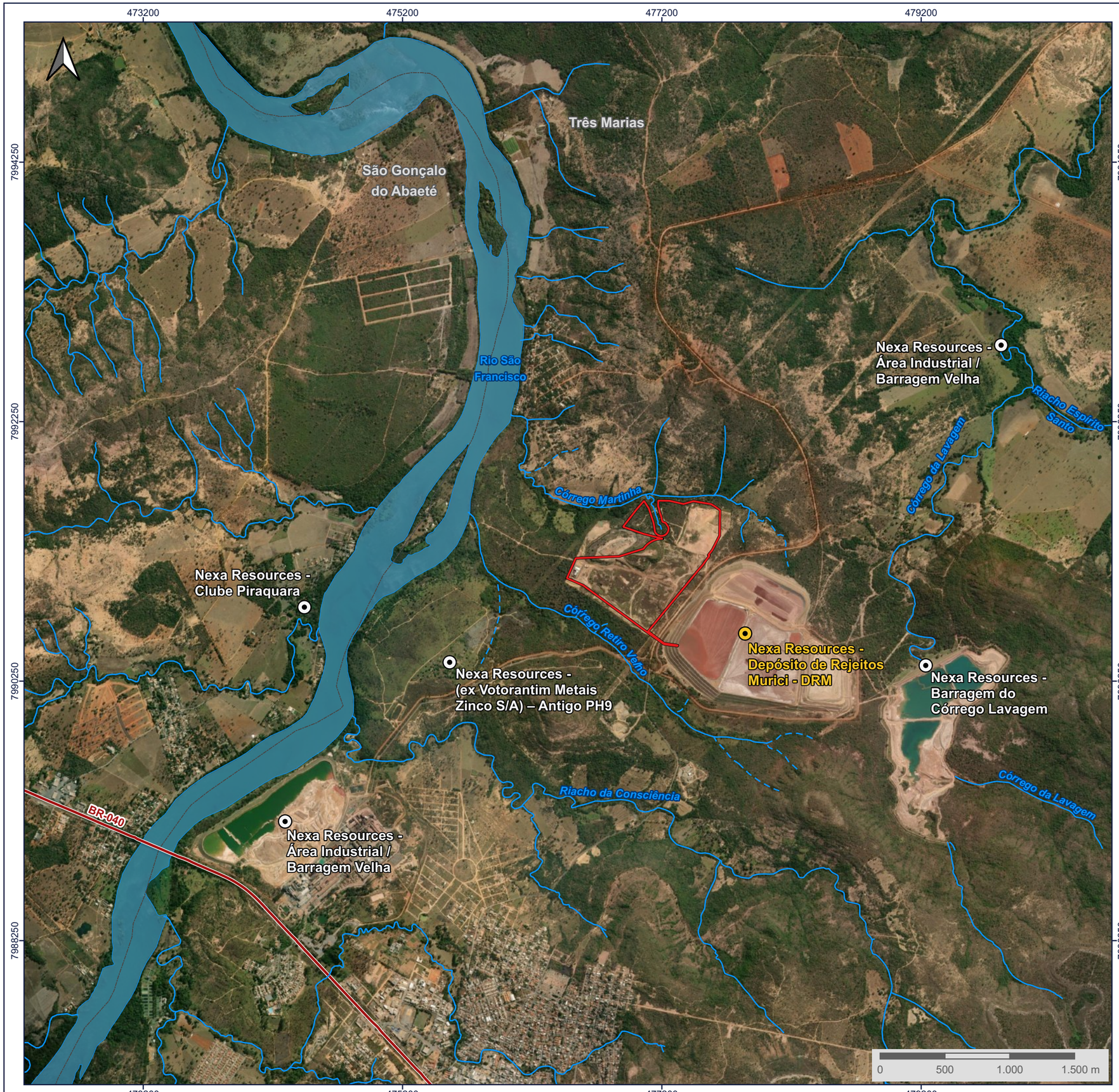
Além das áreas constantes do cadastro de áreas contaminadas do estado de Minas Gerais (FEAM, 2022), em dezembro/2020 a Nexa realizou cadastro de suspeita de contaminação para área do entorno do Depósito de Rejeitos Murici – DRM e em seguida iniciou as investigações conforme legislação aplicável.

A Figura 9-86 apresenta a localização das áreas contaminadas na Unidade Três Marias.

Tabela 9-89: Áreas contaminadas no município de Três Marias

Município	Empresa / Local	Coordenadas UTM Sirgas 2000		Classificação	Etapa de Gerenciamento	Fonte de Contaminação	Meios Impactados	Contaminantes
		mE	mS					
Três Marias	Nexa Resources – Área Industrial / Barragem Velha	474293,50	7989168,13	ACI - Área Contaminada sob Intervenção	Investigação Detalhada/Avaliação de Risco	Descarte/Disposição de Resíduos	Águas subterrâneas, Sedimentos e Solo	Zinco
	Nexa Resources – Bacia dos córregos Consciência e Barreiro Grande	479816,16	7992839,24	ACI - Área Contaminada sob Intervenção	Investigação Detalhada/Avaliação de Risco	Descarte/Disposição de Resíduos; Lançamento de Efluente	Águas subterrâneas, Sedimentos e Solo	Arsênio; Cádmio; Chumbo; Cobalto; Cobre; Cromo; Níquel; Zinco
	Nexa Resources – Barragem do Córrego Lavagem	479234,72	7990370,83	ACI - Área Contaminada sob Intervenção	Investigação Detalhada/Avaliação de Risco	Descarte/Disposição de Resíduos	Águas subterrâneas; Águas superficiais e Solo	Zinco
	Nexa Resources – Clube Piraquara	474442,23	7990819,84	AMR - Área em Processo de Monitoramento para Reabilitação	Monitoramento para Reabilitação	Descarte/Disposição de Resíduos	Águas subterrâneas	Antimônio; Arsênio; Cádmio; Chumbo; Manganês; Níquel; Zinco
	Nexa Resources (ex Votorantim Metais Zinco S/A) – Antigo PH9	475562,67	7990394,99	ACI - Área Contaminada sob Intervenção	Investigação Detalhada/Avaliação de Risco	Descarte/Disposição de Resíduos	Solo	Arsênio; Cádmio; Chumbo; Cobalto; Cromo; Ferro; Manganês; Níquel; Zinco

Fonte: Inventário e lista de áreas contaminadas e reabilitadas de Minas Gerais (FEAM, 2022)



Legenda

- Áreas Contaminadas
- Área Suspeita de Contaminação
- Rodovias Federais
- Hidrografia
- Cursos d'água efêmeros
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023), Áreas Contaminadas; Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023); Rodovias Federais (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais (IBGE, 2022).

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-86: Localização das áreas contaminadas

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	30/08/2024	NXTM-DRS-EIA-AreasContaminadas-A3-v01

9.1.14.3.1 Histórico das Investigações

Os estudos de investigação ambiental realizados na área da Unidade da Nexa em Três Marias iniciaram no ano de 2005 e vem sendo desenvolvidos até o período atual, abrangendo estudos e investigações específicas para área, além do monitoramento das áreas caracterizadas como contaminadas.

O Relatório Integrado para os Serviços de Investigação Ambiental Detalhada, em Áreas da Unidade da Nexa – Etapas I, II, III, IV e V, desenvolvido pela WSP em 2021 (RT-012_189-535-2229_04-J) utilizou os principais trabalhos realizados anteriormente na área, os quais "representaram substancial acréscimo de informações necessárias para o conhecimento hidrogeológico da área".

Segundo a WSP (2021) estes estudos foram utilizados como base para um entendimento mais apurado do contexto de evolução do quadro ambiental integrado da Unidade. Dentre os estudos destacam-se:

- *"Levantamentos geofísicos na área do dique de segurança da Votorantim Metais, Unidade Três Marias" (IPT, 2005);*
- *"Avaliação De Risco À Saúde Humana Na Área de Influência das Barragens de Rejeitos da Votorantim Metais – Unidade Três Marias" (Golder, 2006);*
- *"Avaliação de Risco Ecológica na Área de Influência das Barragens de Rejeitos da Votorantim Metais – Unidade Três Marias" (Golder, 2006);*
- *"Avaliação de Risco Toxicológico na Área de Influência da Votorantim Metais – Unidade Três Marias" (Golder, 2007);*
- *"Avaliação de Risco à Saúde Humana e Ecológico na Área Industrial da Votorantim Metais – Unidade Três Marias e nos Córregos Consciência e Barreiro Grande" (Golder, 2007);*
- *"Estudo da Zona se Mistura Provocada Pelo Efluente Industrial Emitido Pela Votorantim Metais Zinco S.A. no Rio São Francisco –Trecho Entre Três Marias e Rio Abaeté (MG)" (Hidromares, 2008);*
- *"Levantamentos geofísicos e geológicos estruturais na região de entorno do poço de abastecimento do Clube dos Piraguaras" (IPT, 2012);*
- *"Plano de Reabilitação de Áreas Contaminadas (PRAC)" (Tecnohidro, 2013);*
- *"Modelo Hidráulico 3D" (Progeo-Geoconsultoria, 2013);*
- *"Complemento ao Plano de Manejo dos Sedimentos Contaminados do Rio São Francisco – Resultados e Conclusões Finais" (Universidade de Cádiz, 2013);*
- *"Modelo Hidráulico 3D. Relatório técnico produzido para Votorantim Metais Zinco – Unidade Três Marias." (Progeo e Geoconsultoria, 2013);*

- *"Estratégia de Remediação dos Córregos Consciência e Barreiro Grande – 2° Fase." (Universidade de Évora, 2015);*
- *"Avaliação Ambiental Detalhada da área pH9" (Arcadis, 2016);*
- *"Relatório Técnico de Implantação dos Módulos V e VII – Portaria de outorga 597/2009 Processo de Renovação 6275/2014" (Progeo e Geoconsultoria, 2016);*
- *"Monitoramento de Peixes Mortos no Alto e Médio Rio São Francisco, MG" (ACQUA, 2018);*
- *"Monitoramento da Ictiofauna nos Córregos da Área de Influência da Votorantim Metais Zinco, Unidade Três Marias, MG" (ACQUA, 2018);*
- *"Monitoramento da Ictiofauna nos córregos da área da Votorantim Metais Zinco, Unidade Três Marias, MG" (Biogolden, 2018 e 2019);*
- *"Monitoramento de elementos químicos em peixes" (Biogolden, 2018 e 2019);*
- *"Relatório de Andamento para os Serviços de Levantamento Topográfico e Aerofotogramétrico, Mapeamento Geológico-Estrutural e Geofísico em Áreas da Unidade da Nexa Resources localizada em Três Marias/MG (RT-001-189-535-2054) - Investigação Ambiental Detalhada – Etapas I, II e III" (Golder 2018);*
- *"Monitoramento peixes mortos" (Biogolden, 2019);*
- *"Diagnóstico da Qualidade das Águas Subterrâneas Utilizadas pela Comunidade a Jusante dos Módulos Oeste 1 e Oeste 2 do Depósito Murici (TRUST, 2019)."*
- *"Relatório de Andamento para os Serviços de Mapeamento Geofísico e Investigações de Resposta Rápida, em Áreas da Unidade da Nexa Recursos Minerais S.A. localizada em Três Marias/MG (RT-002-189-535-2054) – Investigação Ambiental Detalhada - Etapa III" (Golder 2019); e,*
- *"Relatório de andamento referente aos Serviços de Investigação Ambiental Detalhada - Etapas III e IV, em Áreas da Unidade da Nexa Resources, localizada em Três Marias/MG (RT-002-189-535-2229) – Investigação Ambiental Detalhada - Etapas IV e V" (Golder 2020).*

A Tabela 9-90 presenta uma síntese dos principais estudos realizados na área da Nexa, no período entre 2005 e 2020.

Tabela 9-90: Síntese dos estudos realizados

Estudo	Data	Autor	Tipo de Dado	Informações Principais
Levantamentos geofísicos na área do dique de segurança da Votorantim Metais, Unidade Três Marias, Três Marias, MG	2005	IPT	Geofísica	Levantamento geofísico e estrutural localizado na região do dique da BV e BCL. Principais direções de descontinuidade na BV são N40W; N70W; N30E e N50E (correlatas com mapeamento). Região próxima ao córrego consciência (NE do dique) é mais conectiva e mais resistiva. Descontinuidades mais persistentes em profundidade tem direção NE. Neste local, também se observa maior distribuição espacial das anomalias, evidenciando a presença de planos sub-horizontais mais condutivos em diversas profundidades. Para a Barragem Córrego da Lavagem (BCL) a avaliações reforça a condição encaixada no fundo do vale do córrego lavagem, com as descontinuidades vinculadas à drenagem.
Análises geológico-estruturais e geofísicas para determinação da origem da alteração da qualidade da água no poço de abastecimento do Clube dos Piraquaras, localizado em São Gonçalo do Abaeté, MG	2012	IPT	Geofísica (Apresentação dos trabalhos das etapas I, II, III e IV)	Definição de relação entre as anomalias da margem esquerda e margem direita do São Francisco, associando aos estudos IPT 2005. Determinação do limite das anomalias elétricas da área pesquisada. Definição da estrutura na região do córrego Consciência como principal e mais provável foco da origem da pluma de contaminação que alcança a margem esquerda. Em ambas as margens do rio as anomalias elétricas são bastante intensas, aprofundando-se além 120m. Verificação do forte controle das estruturas sub-horizontais no fluxo subterrâneo, como indicado nas perfilagens. Dados de flow-meter e perfilagens ópticas corroborando com a existência de artesianismo associado às descontinuidades.
Plano de Reabilitação de Áreas Contaminadas (PRAC)	2013	Tecnohidro	Relatório com dados de hidroquímica da região da margem esquerda do São Francisco.	Plano de recuperação de áreas contaminadas que teve como foco a margem esquerda do São Francisco, avaliando as concentrações da malha de poços de bombeamento vinculados a fazendas e demais residências no local. Define a data de paralização da operação do poço Piraquaras e Mecias como outubro de 2010. Propõe os limites da pluma de contaminação no ano de 2013 na margem esquerda até a calha do Rio São Francisco. Propõe a vinda de fluxos da margem direta para a margem esquerda baseado nas estruturas delimitadas pelos estudos do IPT.

Estudo	Data	Autor	Tipo de Dado	Informações Principais
Modelo Hidráulico 3D	2013	Geoconsultoria - Progeo	Modelagem hidráulica, região da margem esquerda do rio São Francisco	Definição fluxos ascendentes, mesmo sem o bombeamento dos poços, até a cota 505. Propõe, baseado na calibração numérica, uma infiltração específica total, abaixo da interface solo-rocha, da ordem de 5,823··10-6 m^3/s e vazão específica média de escape na cota 400 m da ordem de 2,912··10-7 m^3/s com estimativa de vazão ascendente unitária do Poço Piraquaras de 1,058··10-5 $m^3/s/m^2$, valor compatível com as medidas na perfilagem sem bombeamento. Propõe um mapa de artesianismo para a região. Admite um raio de influência estático nessas condiyшes como sendo da ordem de 5 m que, alimentado por uma vazão unitária ascendente, chega ao valor médio medido pelo IPT. O modelo hidráulico utiliza um Kh médio da matriz rochosa próximo de 1x10-5 m/s; considera o contato solo-rocha até 50m, estimado pela média de três pacotes de sedimentos silto-arcosianos com base na tese do Dr. Franciss; descontinuidades com espaçamento médio de 3m e abertura hidráulica de 500 micrometros; propõe, com base no modelo matemático, valores de Kzzz até 1000 vezes maiores do que os estimados para matriz rochosa nas megafraturas e Kxy se mantendo na mesma ordem de grandeza (~10-5) em ambos contextos.
Complemento ao Plano de Manejo dos Sedimentos Contaminados do Rio São Francisco – Resultados e Conclusões Finais	2013	Universidade de Cádiz	Complementação do Plano de Manejo e definição de metodologias específicas para caracterização do meio avaliado e recomendação de ações de controle.	Este documento teve como objetivo atender a Condicionante n°6 da Licença de Operação LO500/2006 e ao item 1.2.5 do PC ANA/SEMAD firmado pela Votorantim Metais Zinco S.A, atualmente Nexa. O estudo apresentou um complemento do plano de manejo dos sedimentos contaminados do Rio São Francisco (baseado em dados das campanhas procedidas em 2011), ao procurar estabelecer o risco ambiental, o grau de poluição e as causas associadas a ela, os quais embasam a proposta de um novo plano de manejo dos sedimentos contaminados ou um complemento ao plano vigente à época. Os resultados obtidos indicaram que a recuperação natural monitorada seria a melhor alternativa para os sedimentos do rio São Francisco. Para o estabelecimento do risco ambiental, foram coletados dados que pudessem sustentar linhas de evidência da influência dos sedimentos contaminados nos organismos aquáticos encontrados na área de influência da NEXA. Estas linhas de evidência foram utilizadas para o estabelecimento de padrões de qualidade para sedimento específico para a região da NEXA. Dada a natureza do estudo e procedimento adotado, os dados e direcionamentos nele tratados não foram levados em consideração para a construção das bases do modelo atual.

Estudo	Data	Autor	Tipo de Dado	Informações Principais
Estratégia de Remediação dos Córregos Consciência e Barreiro Grande – 2° Fase.	2015	Universidade de Évora	-	O trabalho desenvolvido pela Universidade de Évora, em Portugal (2015) objetivou a realização de uma gama ampla de estudos técnicos em prol da definição das melhores alternativas para a reabilitação e recuperação dos córregos Consciência e Barreiro Grande, suas respectivas superfícies aluvionares e dos solos proximais onde previamente foram identificadas concentrações anômalas. O trabalho contou com uma ampla campanha de amostragem de solos, sedimentos, aluviões e águas superficiais tanto no córrego Consciência (e seu entorno próximo) como no Córrego Barreiro Grande (e seu entorno próximo). O estudo conclui que ambos os córregos possuem anomalias nos sedimentos de fundo, com maior expressão para o Córrego consciência. O mesmo se replicando para o tema das águas superficiais e parte dos solos proximais a estes córregos. Diante deste quadro e alicerçados em diversos fatores tecnicamente sustentados (faseamento, mobilidade, risco de ressuspensão, heterogeneidade granulométrica e outros) o estudo conclui que a dragagem dos sedimentos de fundo, em ambos os córregos é desaconselhada. Em contramedida, o que se recomendou foi a regularização do leito dos córregos, garantindo a sua impermeabilização nos trechos de interesse e a estabilização das margens. Outras alternativas também foram propostas como a remoção de camada de aterro, implementação de uma barreira reativa, ampliação da hidrocortina (atualmente implementada na Barragem Velha) e adoção de outros elementos de controle específicos. Registra-se que, apesar de se tratar de um estudo robusto, cujos direcionamentos, conclusões e recomendações aderem ao quadro atual, tomando como base a avaliação apresentada pela FEAM, o modelo atual da Golder não se aproveitou de amostras, análises químicas ou outras referências do relatório aqui citado, uma vez que as metodologias empregadas não foram realizados em laboratórios acreditados pelo INMETRO e de acordo com a norma BNR 17.025, métodos de amostragens de águas e solos conforme preconizados em normas ABNT; e de acordo com os requisitos da ABNT NBR 15515-3

Estudo	Data	Autor	Tipo de Dado	Informações Principais
Avaliação ambiental detalhada da área pH9	2016	ARCADIS	Estudos hidrogeológicos e hidrogeoquímicos ambientais detalhada na área intitulada como pH9, com histórico de contaminação a aproximadamente 2km da área industrial	Realização de sondagens de solo com coleta de amostras tanto na porção mais rasa como na porção onde o solo apresentou maior pH (entre 7,6 e 8,7), sendo o pH medido a cada metro durante as sondagens para que a amostra fosse selecionada. Instalados novos poços de monitoramento, e, posteriormente, procedeu-se com o monitoramento e coleta da água subterrânea, bem como slug test para avaliar os parâmetros de permeabilidade e porosidade do meio, da ordem de 1,1x10-5 a 8,9x10-4. A amostragem da água subterrânea foi realizada através do método de baixa vazão, e durante a coleta, foram realizadas medições dos parâmetros físico-químicos (temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, potencial de oxirredução e turbidez). As amostras de água subterrânea apresentam concentrações acima dos valores de referência adotados para arsênio, cádmio, manganês e níquel, quando analisadas as amostras filtradas em campo (metais dissolvidos).
Relatório Técnico Implantação dos Módulos V e VII – Portaria de outorga 597/2009 Processo de Renovação 6275/2014. Dique de Contenção (Barragem Velha) Sistema de Controle da Contaminação - Nova linha de bombeio – Dimensionamento do Arranjo Final	2016	Geoconsultoria - Progeo	Relatórios envolvendo a dinâmica de eficiência da barreira hidráulica existente na região da BV, com acompanhamentos dos níveis d'água	Relatório apresenta os dados de poços relativos à implementação e ao funcionamento da cortina hidráulica com poços intitulados como PI's, PA's, PB's, PMM's, PMJ's. Foram extraídos e tratados dados de ensaios de infiltração (slug test) para obtenção de valores de condutividade hidráulica do meio, tendo obtido valores máximos e mínimos da ordem de 2,2 x 10-05 a 2,1 x 10-07 m/s, posteriormente discriminados de acordo com seus compartimentos hidrogeológicos.
Relatório de andamento referente aos Serviços de Investigação Ambiental Detalhada - Etapas III e IV, em Áreas da Unidade da Nexa Resources, localizada em Três Marias/MG	2020	GOLDER	Relatório de Investigação Ambiental Detalhada englobando trabalhos acumulados das etapas I, II, III e IV. Etapa I –Cadastramento Topográfico Planialtimétrico;	Mapeamento topográfico realizado por Aerofotogrametria com uso de drone e GPS geodésico e estação total. Mapeamento geológico-estrutural de detalhe (1:35.000) com definição das principais famílias de fraturas e seus arranjos geométricos, abertura, espaçamento e persistência. **Interpretações:** **- Geofísica** Área industrial: os sinais de resistividade sugerem infiltrações nas proximidades das áreas de Eletrólise, Filtração de Zinco e Área do Antigo Ataque Ácido,

Estudo	Data	Autor	Tipo de Dado	Informações Principais
			Etapa II – Caracterização Geológico Estrutural; Etapa III – Métodos Indiretos (Geofísica) e Métodos de Resposta Rápida; Etapa IV - Métodos Diretos (Sondagem, Instalação de PMs, Amostragem de Solo, Sedimentos e Água);	Moagem, Tratamento MG e Ustulação em profundidades mais rasas de caráter pontual no setor central da área, e ganham maior continuidade em direção a Barragem Velha (BV). Sinais obtidos em algumas seções não sugerem anomalias profundas migrando da área industrial para a área da Barragem Velha. Córrego Consciência: os sinais obtidos a noroeste indicam a existência de zonas de infiltração de contaminantes ou de anomalias mais rasas, se aprofundado quando mais próximo ao córrego. Córrego Barreiro Grande: a infiltração de contaminantes mais expressiva ocorre próximo da área industrial central. Nos perfis paralelos, nota-se conexões horizontais caminhando para SW, porém, sem aparente zonas de infiltração por novos contaminantes. Descontinuidades/fraturas de direção NE-SW tendem a controlar a conectividade lateral, ao mesmo tempo isolam eventuais avanços de contaminações nas direções NW e SE. Monitoramento de Nível: Realização da primeira campanha de monitoramento de nível d'água em março de 2020. Esses dados entraram como base para o desenvolvimento das etapas seguintes.

Fonte: Informações extraídas do e-mail enviado pela Kamilla Silva (WSP).

De acordo com o cronograma de investigação de áreas contaminadas da Unidade Três Marias, o estudo de investigação preliminar de toda a Unidade foi concluído em 2016. A investigação confirmatória foi realizada entre 2018 e 2019 e a execução da investigação detalhada foi concluída em 2022.

Neste contexto, a Nexa realizou, dentro da Unidade Três Marias, vários estudos subdivididos por áreas, sendo:

- *Área Industrial, Barragem Velha, Córrego Consciência e Córrego Barreiro Grande com estudos de ARSH, ARECO e MOD. MAT. Concluídos e apresentados à Gerência de Qualidade do Solo e Áreas Contaminadas - GERAQ/Feam em março/21.*
- *Áreas do Depósito de Rejeito Murici (DRM) e Bacia do Córrego Lavagem (BCL) também com estudos de ARSH, ARECO e MOD. MAT. Concluídos e apresentados à GERAC/Feam em maio de 2024.*
- *A área do antigo Ph9 tem estudos confirmatório, detalhado e ARSH concluídos e protocolado na Supram em 2016 e, também, detalhamento de informações complementares solicitadas pela Gerência de Qualidade do Solo e Áreas Contaminadas - GERAQ em 2021, que foram protocoladas no início de 2023.*

De forma a complementar os estudos da região do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, em 2023, a WSP elaborou os estudos de *Baseline* para a região, abordando resultados para solos (RT-002_20438011_00-B). Em 2024, a WSP elaborou o relatório de valores de referência para a água superficial (RT_006_20438011_01-J) e água subterrânea (RT_007_20438011_01-J) da área da planta da cimentação e futura pilha de resíduos secos, abordando o ciclo hidrológico completo.

Os principais resultados e conclusões destes estudos serão apresentados nos tópicos a seguir.

9.1.14.3.1.1 Área Industrial, Barragem Velha, Córrego Consciência e Córrego Barreiro Grande

Considerando os estudos realizados para a Unidade Três Marias, a WSP elaborou em 2021 o Relatório Integrado para os Serviços de Investigação Ambiental Detalhada, em áreas da Unidade da Nexa Recursos Minerais localizada em Três Marias / MG – Etapas I, II, III, IV, V.

Dentre os componentes do estudo apresentado pela WSP, inclui-se o atendimento à demanda regulatória ambiental que estabelece o conhecimento dos aquíferos granular e fraturado identificados na área de investigação e suas inter-relações, além de suas caracterizações físicas e químicas. A demanda regulatória foi veiculada através dos documentos Relatório Técnico GERAC nº 05/2017 e na ATA de Reunião GERAC nº 06/2017, de âmbito estadual (WSP, 2021).

Em síntese, o documento apresenta os serviços realizados e resultados obtidos ao longo dos trabalhos vinculados a Etapa de Investigação Ambiental Detalhada (Diagnóstico Ambiental), a qual teve como pináculo as macro atividades de levantamento topográfico, mapeamento

geológico-estrutural, métodos de resposta rápida (investigação em alta resolução), mapeamento geofísico, caracterização geoquímica (solos) e hidrogeoquímica (aquíferos) e atualização dos estudos de avaliação de risco à saúde humana (ARSH), avaliação de risco ecológica (AREco) *Tiers* 1 e 2 e modelagem matemática de fluxo e transporte.

Com base nas etapas sequenciais de construção do modelo conceitual ambiental da área estudada, foram definidas condições de contorno bem definidas para o meio físico, geologia e hidrogeologia locais, distribuição de impactos nas matrizes ambientais de enfoque, quais sejam solos, sedimentos, água subterrânea e superficial, e cálculos de riscos associados às substâncias químicas de interesse mapeadas com base nas diretrizes aplicáveis, tanto para os receptores humanos quanto ecológicos.

A Tabela 9-91 apresenta um resumo dos resultados contidos no Relatório de Investigação Ambiental Detalhada elaborado pela WSP (2021).

Tabela 9-91: Síntese dos resultados dos estudos analisados

Estudo	Resultados
Diagnóstico Ambiental (WSP, 2021)	• *Mapeamento com adequada densidade amostral para os domínios granular e fraturado, com clara distinção de famílias de estruturas geológicas condicionantes de fluxo;* • *Mapeamento geofísico bem-sucedido com relação ao emprego da técnica de eletrorresistividade, mapeando anomalias em faixas bem definidas (0-5 Ohm.m), sugestivas quanto a possibilidade de vínculo às concentrações importantes de metais. Esses resultados mostraram boa correção com os resultados obtidos em solo e, principalmente, em água subterrânea. Desta forma, os mapas geofísicos contribuíram sobremaneira para o entendimento da distribuição dos compostos de interesse nos meios avaliados;* • *Delimitação horizontal e vertical de impactos em solo por metais de enfoque (As, Cd, Pb, Co, Cu e Zn), obtendo-se um entendimento da distribuição vertical em alta resolução pelo emprego de análises químicas via FRX (fluorescência de raios-X);* • *Identificação de uma suíte complexa de metais em água subterrânea (Al, As, Ba, B, Cd, Pb, Co, Cu, Fe, Ag, Mn, Ni, V, Zn e sulfato), com delimitação horizontal de plumas principais não completamente delimitados nos níveis de aquíferos intermediário e profundo. Ainda sobre plumas de metais e sulfato em água subterrânea, foram identificadas tendências de redução verticalmente, com concentrações uma a duas ordens de grandeza inferiores ao nível freático.* • *Verificação de uma condição de fluxo vertical da água subterrânea convergente em níveis mais profundos aos investigados diretamente, fruto de um extenso levantamento bibliográfico e análise das condições de poços profundos conduzida na etapa de modelagem matemática, resultando em uma potencial diluição e abatimento de concentrações no nível onde o fluxo regional encontra a porção inferior das plumas;* • *Elaboração de um modelo conceitual ambiental com mapeamento de fontes de contaminação pretéritas e atuais, constituídas por depósitos de resíduos e/ou processos industriais, possíveis sobreposições e correlações a resultados investigativos.*
Atualização da Avaliação de Risco à Saúde Humana (WSP, 2021)	• *Para transeuntes (crianças e adultos) do córrego Consciência, residentes (adultos e crianças) e pescadores das comunidades avaliadas ao longo do rio São Francisco, o risco para o desenvolvimento de efeitos carcinogênicos esteve dentro dos níveis considerados aceitáveis e, portanto, são improváveis de causar efeitos à saúde destes grupos de pessoas.* • *No cenário atual de exposição e contaminação, a ingestão e o contato dérmico com a água superficial do rio São Francisco, contato dérmico com sedimentos do rio São Francisco e do córrego Consciência, a ingestão de carne, leite, aves, ovos e vegetais irrigados com água superficial do rio São Francisco são improváveis de causar efeitos à saúde do grupo de pessoas avaliados, para as substâncias selecionadas e avaliadas.* • *Para os transeuntes (adultos e crianças) doo córrego Barreiro Grande, foi identificado risco não carcinogênico acima do valor aceitável. Contudo, registra-se que o setor avaliado deste córrego não possui histórico quanto a presença de transeuntes e esta via foi mantida apenas pelo caráter conservador do estudo. Para o grupo de trabalhadores da Nexa e obras civis avaliados não foram quantificados riscos carcinogênicos e não carcinogênicos acima dos níveis aceitáveis de risco, exceto para os seguintes cenários:* • *Existe risco não carcinogênico e carcinogênico para a via de contato dérmico (Pb), risco de ingestão acidental de solo (As) e risco de inalação de Cd para trabalhadores em áreas verdes;* • *Existe risco não carcinogênico para a via de ingestão acidental de solo (Cd para trabalhadores de obras na Unidade Nexa);* • *Foram calculadas CMAs de sedimento para os transeuntes do córrego Barreiro Grande, adultos e crianças com base em concentrações indistintas entre montante e jusante. Adicionalmente, para matriz do solo, foram calculadas CMAs para arsênio, cádmio e chumbo, para as vias e receptores*

Estudo	Resultados
	que apresentaram riscos potenciais acima dos níveis aceitáveis. Estas CMAs devem ser observadas em estudos futuros e observadas frente aos resultados das campanhas de automonitoramento da Unidade.
Atualização da Avaliação de Risco Ecológico (*Tiers 1 e 2*). (WSP, 2021)	• *O balanço das evidências de dados disponíveis (qualidade da água, qualidade de sedimentos, estudo ecotoxicológicos), indicaram, em linhas gerais, que alguns metais apresentam concentrações em água ou sedimento em pelo menos um dos corpos de água avaliados acima dos valores de referência para preservação de comunidades aquáticas. Dentre os inorgânicos avaliados, o zinco, prata, sulfato e o cádmio foram os de maior preocupação na área de estudo. Os estudos ecotoxicológicos também confirmaram efeitos nos trechos do Rio e córregos (Consciência e Barreiro Grande) sob influência da Nexa;* • *O estudo de risco ecológico derivou concentrações ambientais máximas a partir dos valores de concentrações de substâncias químicas de interesse em solo, sedimentos, água superficial e água subterrânea. Estes valores deverão ser observados e utilizados para comparação frente aos resultados vindouros das campanhas de automonitoramento.*
Modelagem Matemática (WSP, 2021)	• *O robusto modelo conceitual foi utilizado como base para construção do modelo matemático, considerando condições de contorno e camadas aderentes aos dados de investigação direta e dados pré-existentes.* • *Para os cenários de simulações do modelo, envolvendo de 1, 2, 10, 20 e 50 anos, sem a interferência do bombeamento dos poços na margem esquerda do São Francisco que estão na zona de restrição do PRAC (Tecnohidro, 2020) e considerando o cronograma de operação e descomissionamento da BV e Área Industrial (PRAD), pondera-se:* • *A evolução das concentrações em água subterrânea fica praticamente restrita às proximidades das fontes, com parta da pluma sendo capturada pelo rio São Francisco e pelo córrego Consciência;* • *Há uma forte influência das fraturas na evolução da pluma em profundidade, sobretudo em direção à margem esquerda do rio São Francisco pela fratura NW, paralela ao córrego Consciência, e em direção ao córrego Barreiro Grande na porção sul do modelo pela fratura NE que cruza a área industrial;* • *Resposta de decréscimo das concentrações frente aos eventos previstos no PRAD para remoção de fontes, especialmente na área industrial e setor NE da BV, onde uma descarga mássica importante deixa de existir;* • *O setor do córrego Barreiro Grande também demonstra uma redução em até uma ordem de magnitude nas concentrações de zinco ao final do período projetado;* • *Tendencias de projeção de concentração de zinco com uma leve tendencia de aumento no futuro se relacionam às porções de jusante do polígono da área industrial (BV e córrego Consciência), o que pode ser associado ao espalhamento da pluma e o próprio caráter conservativo da mesma; e,* • *Considera-se que os efeitos de transporte para a margem esquerda (poço Mecias) não chegam a atingir o patamar de mg/L, permanecendo abaixo do valor orientador COPAM (1,05 mg/L).*

9.1.14.3.1.2 Áreas do DRM e BCL

Considerando os estudos realizados para área do DRM e BCL e entorno, mais próximo ao empreendimento em apreço, a WSP elaborou em 2022 o Relatório Integrado – Etapas de Investigação Ambiental Confirmatória, Investigação Detalhada, Avaliação de Risco à Saúde Humana, Avaliação de Risco Ecológica e Modelagem Matemática Hidrogeológica nas Áreas do Depósito de Rejeito Murici e Barragem Córrego da Lavagem que apresenta a compilação dos resultados obtidos e discussões acerca de atividades relativas à investigação realizada entre 2018 e 2022, em áreas de influência dos córregos Retiro Velho, Lavagem e Martinha, área do Depósito de Rejeitos Murici (DRM) e Barragem do Córrego da Lavagem (BCL).

Os principais objetivos dos trabalhos de Investigação Confirmatória e Detalhada foram: realizar atividades de investigação para melhor entender as possíveis fontes de contaminação, que derivaram/propiciaram anomalias nas águas subterrâneas em poços proximais as estruturas e nas águas superficiais e sedimentos nos corpos hídricos presentes arredores das estruturas do DRM e BCL. Os objetivos específicos corresponderam à:

- *Identificar e caracterizar as possíveis fontes de contaminação das anomalias identificadas nas águas subterrâneas derivadas dos poços de monitoramento instalados do entorno do DRM e BCL;*
- *Investigar e buscar melhores respostas quanto à relação ou não do DRM e BCL com os passivos previamente identificados, e;*
- *Adquirir novos dados em prol de sanar questões relativas à delineação das ocorrências de contaminações em água subterrânea, solo e águas superficiais para atualização do Modelo Conceitual das áreas de interesse;*

O objetivo do estudo de Avaliação de Risco a Saúde Humana (ARSH) foi determinar se os contaminantes oriundos das atividades industriais da NEXA, ao longo dos anos, podem ter impactado o solo das áreas, Depósito de Rejeitos Murici (DRM) e da Barragem Córrego da Lavagem (BCL) em níveis que poderiam vir a causar problemas à saúde das pessoas que ali trabalham. O estudo também descreve a natureza destes riscos, quais as vias de exposição e substâncias químicas que representam riscos negligenciáveis ou acima dos níveis considerados aceitáveis aos receptores em questão e quais necessitariam investigações suplementares;

O objetivo do estudo de Avaliação de Risco Ecológica (ARECO) foi determinar se os contaminantes oriundos das atividades industriais da Nexa, ao longo dos anos, podem ter impactado o solo, água superficial ou sedimento das áreas Depósito de Rejeitos Murici (DRM) e da Barragem Córrego da Lavagem (BCL) em níveis que poderiam ocasionar efeitos deletérios em receptores ecológicos. O estudo também descreve a natureza destes riscos, quais as vias de exposição e substâncias químicas que representam riscos negligenciáveis ou inaceitáveis aos receptores em questão e quais necessitariam investigações suplementares, e;

O relatório de Modelagem Matemática Hidrogeológica teve como objetivo apresentar o modelo hidrogeológico conceitual e numérico da área, definindo unidades hidrogeológicas, condições de fluxo subterrâneo, calibração de um modelo numérico em regime permanente para o fluxo, e calibração do modelo em regime transiente para o transporte de contaminantes, e simulações de transporte da pluma de contaminação em regime transiente, baseado no método de elementos finitos utilizando o software Feflow.

Para a etapa de simulação do transporte de contaminantes, foram considerados as principais substâncias químicas de interesse (SQIs) da área, sendo elas: Zinco (Zn), Sulfato (SO4), Cobalto (Co), Chumbo (Pb) e Cádmio (Cd). Foram simulados cenários avaliando o avanço das concentrações destes elementos nos próximos 1, 2, 10, 20 e 50 anos, considerando o ano de 2022 como base, ou seja, o ano final de simulado é o ano de 2072.

A Tabela 9-92 apresenta uma síntese dos resultados e conclusões contidas no Relatório Integrado elaborado pela WSP (2022).

Tabela 9-92: Síntese dos estudos analisados

Estudo	Resultados / Conclusões
Investigação Confirmatória (WSP, 2022)	• *Foram identificadas as famílias de pares de juntas principais (de direção geral NW-SE e NE-SW) disseminadas em toda a área investigada. As principais famílias de fraturas são subverticais ao passo que ocorrem planos de alívio de pressão sub-horizontais a paralelos à topografia do terreno, além do acamamento sedimentar pouco deformado (S0) também sub-horizontal;* • *Os altos estruturais que configuram morros testemunho controlam os fluxos radialmente no DRM, e convergentes para o vale do córrego da Lavagem, córregos da Martinha e Retiro Velho;* • *A distribuição dos níveis aquíferos observados em solo e água subterrânea e o arcabouço geológico-estrutural e hidrogeológico são os fatores que controlam a distribuição das plumas de contaminação;* • *Foram observadas duas áreas como áreas contaminadas sob investigação (ACI-02 - BCL) e uma área suspeita de contaminação (AS-09 - DRM);* • *Com relação as fontes mapeadas se observam que as áreas da BCL e DRM podem ser classificadas como vias de liberação via aporte secundário (antigas áreas de disposição de rejeitos), sendo essas associadas processos de infiltração/lixiviação por águas pluviais e de processo;* • *As substâncias químicas de interesse em solo, acima do padrão COPAM (2010) envolvem As, Cd, Pb, Co, Cu e Zn. Dentre os resultados obtidos, verifica-se que o Zn e Cd apresentam distribuição mais disseminada no conjunto de amostras, de modo delimitado aos corpos hídricos circundantes. Os metais As, Pb, Co e Cu ocorrem de forma mais localizada acima do padrão de qualidade;* • *Características das águas subterrâneas no DRM: Plumas pontuais foram observadas para Cd, Co, Pb, Ni, Zn, e Sulfato, além de Fe e Mn, destes, apenas o Mn ocorre de modo generalizado acima do padrão de qualidade;* • *Características das águas subterrâneas na BCL: Foram detectados acima do padrão de qualidade os metais Pb, Cd, Mn, Ag e Zn. A ocorrência de prata nos poços de montante pode estar associada a uma feição natural, assim como o manganês; No poço PMP-102, instalado em cota comparável a piezômetros a jusante do barramento (Pzs) abaixo da camada confinante de metassiltito nenhum metal foi detectado acima do padrão orientador;* • *Os sedimentos do córrego Retiro Velho e Lavagem apresentaram concentrações acima do padrão orientador de Pb, Co, Cu, Cr, Cd, Ni e Zn, além de Fe e Mn;* • *Nas águas superficiais, concentrações de cádmio, manganês, prata e zinco foram detectadas acima do padrão orientador ao longo do trecho amostrado tanto no córrego Retiro Velho quanto no córrego da Lavagem;* • *Concentrações pontuais excedendo o valor orientador para água superficiais de boro, chumbo e cobalto foram detectadas no ponto de montante, próximo ao barramento da BCL;* • *Apenas no ponto de montante do córrego da Lavagem o metal manganês foi detectado em concentração mais elevada;* • *Considerando-se o perfil de concentrações de zinco no córrego da lavagem em água superficial, nota-se uma clara tendência de redução sentido jusante, o que seria esperado pela configuração da área fonte;* • *O sulfato, por outro lado, foi detectado em todos os pontos de amostragem de água superficial com concentrações praticamente constantes ao longo da bacia do Retiro Velho (29,3 a 37,7 mg/L), e;* • *Os pontos de jusante a este apresentaram a tendência esperada de decréscimo*

Estudo	Resultados / Conclusões
Investigação Detalhada (WSP, 2022)	• *A geologia local na área da Unidade consiste em uma cobertura aluvionar (Terciária/Quaternária), distribuída de forma irregular, que compõe parte da planície aluvionar do rio São Francisco, sobreposta aos metarenitos e metassiltitos da Formação Três Marias, predominando rochas metassedimentares classificadas como metassiltitos com intercalações de metarenitos arcoseanos;* • *Na área do DRM e da BCL são identificados aterros, sedimentos inconsolidados, solo residual, solo de alteração de rocha com fragmentos de rocha e rochas sãs metassedimentares (metassiltitos e metarenitos);* • *As principais fontes de contaminação para a área são: Barragem com resíduos – BCL, não impermeabilizada e a DRM através do escoamento superficial/lixiviação de metais a partir das águas de escoamento do DRM que são recebidas, em parte, pelos SUMPs (não impermeabilizados) e, a partir destes, infiltram atingindo os solos e as águas subterrâneas locais;* • *Para a Barragem Córrego Lavagem (BCL), identifica-se alterações para chumbo, cádmio, manganês e sulfato em água subterrânea no nível raso, intermediário e profundo acima do padrão de qualidade, as quais não se encontram totalmente delimitadas nos sentidos horizontal e vertical;* • *No Córrego da Lavagem, corpo hídrico a jusante desta barragem, identificou-se alterações na água superficial para boro, cádmio, cobalto, cromo, manganês, níquel, prata, zinco e sulfato e em sedimento para cobre, cromo, cádmio, ferro, manganês, níquel e zinco acima do padrão de qualidade;* • *Para o Depósito de Rejeitos Murici (DRM) identifica-se alterações na água subterrânea para cobalto, cromo, cádmio, ferro, manganês, zinco (histórico), sulfato, com plumas que atingem os níveis raso e intermediário, e;* • *Identificou-se alterações nas amostras de água superficial e sedimento para Cd, Pb, Mn, Zn e Al no córrego Martinha e Cd, Zn e Mn no córrego Retiro Velho. Tais alterações podem estar diretamente associadas aos escoamentos superficiais do DRM e pequena descarga do aquífero fissural em trechos com água permanente, principalmente em eventos de alta pluviosidade.*
Avaliação de Risco à Saúde Humana - ARSH (WSP, 2022)	O escopo do estudo consistiu nas etapas fundamentais do processo de Avaliação de Risco, o qual consiste em: avaliação e validação de dados; avaliação da exposição; análise de toxicidade; caracterização do risco; estabelecimento das concentrações máximas aceitáveis (CMA) e análise de incertezas. Ressalta-se que este estudo se limita ao potencial risco à saúde humana proveniente de eventuais anomalias metálicas nas matrizes água superficial, solo e sedimentos. Qualquer outro tipo de contaminantes, tais como microrganismos patogênicos, pesticidas etc. não foram avaliados. Os resultados da ARSH sugerem: • *Área do DRM: Riscos dentro dos níveis aceitáveis para as vias de exposição avaliadas tanto para os trabalhadores da Nexa como para eventuais trabalhadores de obras* • *Área da BCL: Riscos acima dos níveis aceitáveis para os seguintes casos:* • *Risco Não Carcinogênico (NC):* - Devido à ingestão acidental de solo (devido à presença de chumbo); e - Risco cumulativo para as vias de inalação, ingestão acidental e contato dérmico com solo. • *Risco Carcinogênico (C):* - Associado à ingestão acidental (devido à presença de arsênio e chumbo) e contato dérmico com solo (arsênio); - Risco cumulativo para as vias de inalação, ingestão acidental e contato dérmico com solo.

Estudo	Resultados / Conclusões
	• *Trabalhadores de Obras de Escavação Riscos acima dos níveis aceitáveis para os seguintes casos:* • *Risco Não carcinogênico (NC):* - Devido à ingestão acidental de solo (arsênio), e; - Risco cumulativo para as vias de inalação, ingestão acidental e contato dérmico com solo. • *Risco Carcinogênico (C):* - Devido à ingestão acidental de solo (arsênio), e; - Risco cumulativo para a via de ingestão acidental. Diante dos resultados, o estudo de ARSH recomenda para os trabalhadores da BCL a utilização de Equipamentos de Proteção Individuais (EPIs), nos locais onde as concentrações em solo superam as respectivas CMAs. Quanto aos trabalhadores de obras civis da BCL, não se faz necessário o estabelecimento de CMAs para os mesmos, pois estende-se a eles a recomendação de uso adequado de EPIs durante os serviços de escavação que possam ser desenvolvidos no local, o que impede a via de exposição de se completar, e desse modo restringe os riscos potenciais.
Avaliação de Risco Ecológico (WSP, 2022)	O relatório da Avaliação de Risco Ecológico contempla áreas Depósito de Rejeitos Murici (DRM) e da Barragem Córrego da Lavagem (BCL), incluindo os três córregos que estariam dentro da zona de influência destas duas áreas: os córregos Retiro Velho, Lavagem e Martinha. A análise de risco ambiental foi baseada em dados disponíveis sobre as duas áreas e os três córregos citados acima (dados históricos da qualidade do solo; dados de ensaios toxicológicos e monitoramento da biota realizados entre 2018 e 2021; e monitoramento da ictiofauna realizado em 2021), além de campanhas de campo realizadas pela Golder entre 2018 e 2021 para coleta de dados sobre a qualidade de água superficial, solo e sedimentos. A avaliação foi focada em alguns grupos de organismos selecionados como sendo de interesse neste estudo por serem valorizados pela sociedade, de relevância ecológica e que estão possivelmente expostos aos contaminantes. Foram selecionados para este estudo: • *Plantas e invertebrados terrestres* • *Organismos aquáticos e bentônicos – peixes, algas, invertebrados de coluna d'água e comunidade bentônica e* • *Animais silvestres - perdiz, seriema, capivara e cachorro-do-mato.* Foi assumido que estes animais silvestres beberiam água dos córregos e que seus territórios compreenderiam as áreas de solo impactado dentro da área de estudo. Os principais resultados da avaliação são apresentados a seguir: • *Risco para plantas terrestres e invertebrados:* • *Foi identificado risco potencialmente elevado (HQ>10) para plantas e invertebrados na área BCL devido a presença de cobre e zinco em solo, com valores de HQ maiores que os calculados para a área background e risco potencialmente elevado para plantas na área BCL devido a presença de arsênio e chumbo em solo. Também foi observado HQ elevado na área BCL para mercúrio.* • *Os HQs calculados para a área DRM estão na mesma ordem de grandeza que os calculados para os valores background. Risco para organismos aquáticos.* • *Cálculos de Quociente de Risco (HQ) para organismos da coluna d'agua:* • *Os dados de água indicam riscos potenciais para organismos aquáticos nos córregos avaliados, principalmente pela presença de cádmio e zinco.*

Estudo	Resultados / Conclusões
	• *Os resultados da análise de sedimento indicaram:* • *Córrego Retiro Velho apresentou risco baixo a negligenciável para zinco, chumbo e risco potencialmente elevado para cádmio na área de influência da Nexa. Para este córrego não estavam disponíveis dados representativos para áreas de montante e jusante, e;* • *Córrego Lavagem apresentou potencialmente elevado para zinco e risco baixo a negligenciável para cádmio e manganês na área de influência da Nexa. Os níveis de risco são menores junto a jusante. Não estavam disponíveis pontos amostrais representativos para área de referência (córrego Lageado). Efeitos adversos do zinco e cádmio em sedimentos incluem diminuição da diversidade e abundância de invertebrados bentônicos, aumento da mortalidade e mudanças comportamentais.* A toxicidade do sedimento e da água dos córregos Martinha e Retiro Velho não foram avaliados devido à ausência de dados. Com o objetivo de melhor determinar a fração de metais potencialmente biodisponíveis nos sedimentos do córrego Lavagem foram realizados ensaios para determinação de sulfetos secundários e metais associados (SVA-MÊS) (ensaios de sulfetos voláteis por acidificação e de metais simultaneamente extraídos). O ponto de jusante do córrego Lavagem indicou toxicidade não provável.
Modelagem Matemática Hidrogeológica (WSP, 2022)	O trabalho "Modelagem Matemática Hidrogeológica das áreas DRM e BCL da Unidade Nexa localizada em Três Marias/ MG" apresenta os resultados e discussões acerca de atividades relativas à complementação à atualização do modelo conceitual ambiental da área; construção de modelo matemático de fluxo e de transporte; além de simulações de diferentes cenários futuros, em especial os cenários de permanência e remoção de fontes o que poderá auxiliar na eventual tomada de decisão quanto às ações de mitigação. A construção do modelo numérico, sua calibração de fluxo e transporte e simulações de cenários futuros permitiu a ampliação do conhecimento quanto as questões do fluxo local, sobretudo em meio fraturado, e a relação entre as fontes e as anomalias identificadas na água subterrânea, que suportaram a delineação das plumas dos contaminantes investigados. Os resultados do modelo numérico apontam que a tendência regional do fluxo é no sentido do Rio São Francisco, podendo localmente direcionar para seus afluentes. Esse comportamento fica evidenciado pelo mapeamento das plumas de contaminantes da região. De modo geral as plumas se movem influenciadas pelas principais direções de fluxo, com predominância no sentido horizontal frente ao avanço vertical, e nas zonas de maior permeabilidade (solo; saprólito e rocha fraturada); Ao comparar os dois cenários simulados, conclui-se que o comportamento geral das plumas provenientes da BCL é o mesmo nos dois cenários, e atingem dimensões parecidas no final da simulação, contudo há uma redução significativa na concentração observada no centro de massa das plumas a partir da remoção das fontes atuais. Por se tratar de uma estrutura de grande porte e com um longo período de fonte ativa, sobretudo na ombreira direita, o tempo simulado não foi suficiente para a pluma desaparecer por completo da área de estudo. É possível que a simulação de um maior período possa apresentar essa situação. No caso do DRM, observam-se maiores diferenças entre os dois cenários simulados, sobretudo no ano 50 da simulação. Por se tratar de fontes pontuais e com menor tempo de atividade, o modelo aponta que a medida de remoção de fontes/impermeabilização dos Sumps é bastante eficaz na contenção/eliminação das plumas na área do DRM. O caso do sulfato é emblemático, para o DRM, após os 50 anos de simulação no cenário 2, observa-se o desaparecimento das 4 plumas provenientes de fontes ativas hoje. As plumas de zinco são mais persistentes, seguem presentes mesmo após os 50 anos de simulação, porém em concentrações inferiores e com menores dimensões quando comparadas com as plumas presentes no mesmo período para o cenário 1.A diferença de comportamento entre as SQI's analisadas se deve, em grande parte, às diferenças dos Kd's atribuídos a elas. Ressalta-se que a obtenção dos valores in situ de Kd pode auxiliar na confecção de um modelo que melhor descreva a dinâmica de cada uma das plumas.

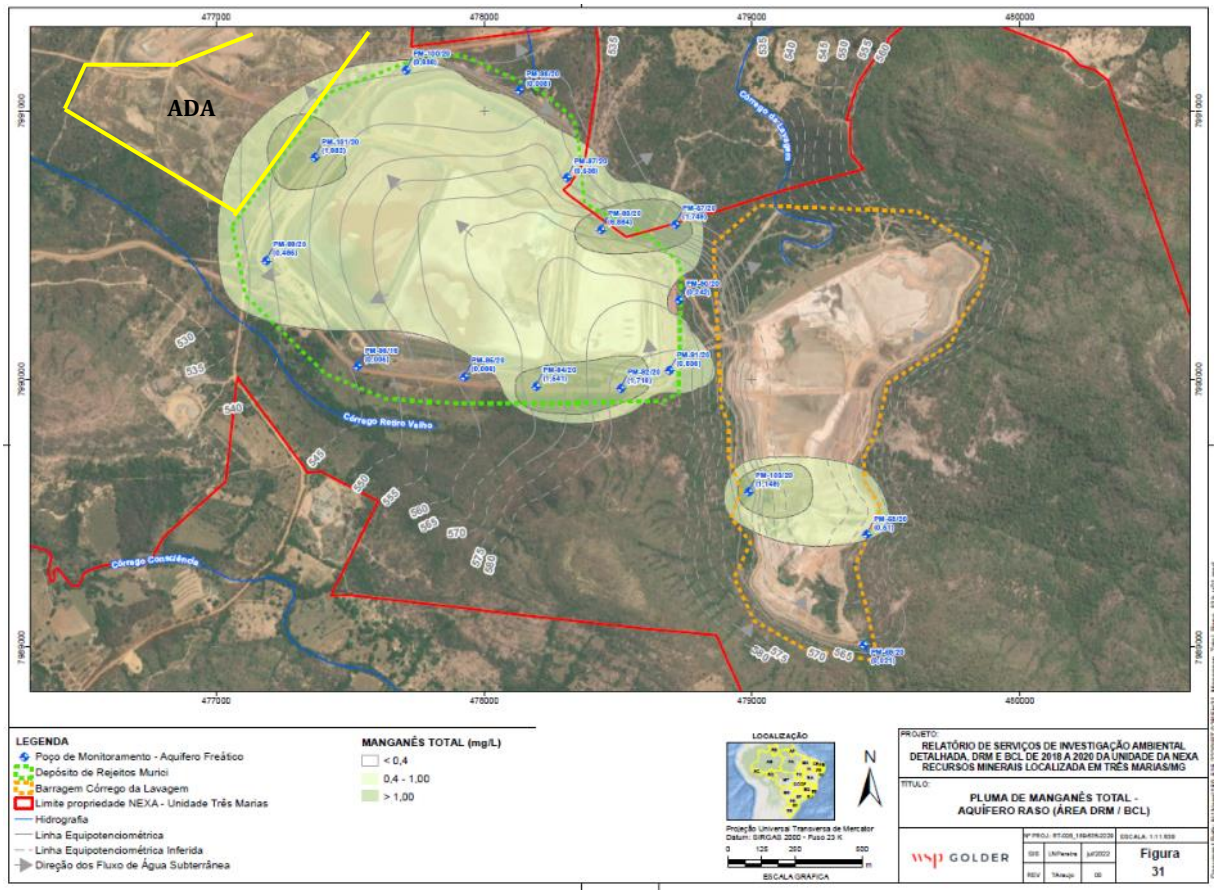
Analisando-se a localização da ADA do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, verifica-se que ela está nas proximidades do Depósito de Rejeitos Murici – DRM. Quando avaliada a linha de direção de fluxo da água subterrânea, percebe-se que o fluxo apresenta direção SE-NW, seguindo do DRM para a ADA.

De acordo com os resultados analíticos apresentados pela WSP (2022), para as plumas em água subterrânea (aquífero raso), os metais cádmio, cobalto, chumbo, ferro, manganês, níquel, prata e zinco foram detectados de forma pontual no entorno das estruturas do DRM e BCL, sendo o manganês o metal verificado de modo mais esparso por ser um elemento abundante nas litologias e estruturas geológicas do local.

Analisando-se os mapas das plumas, elaborados pela WSP (2002), para os referidos metais, notou-se que apenas o elemento manganês está presente no aquífero raso da ADA.

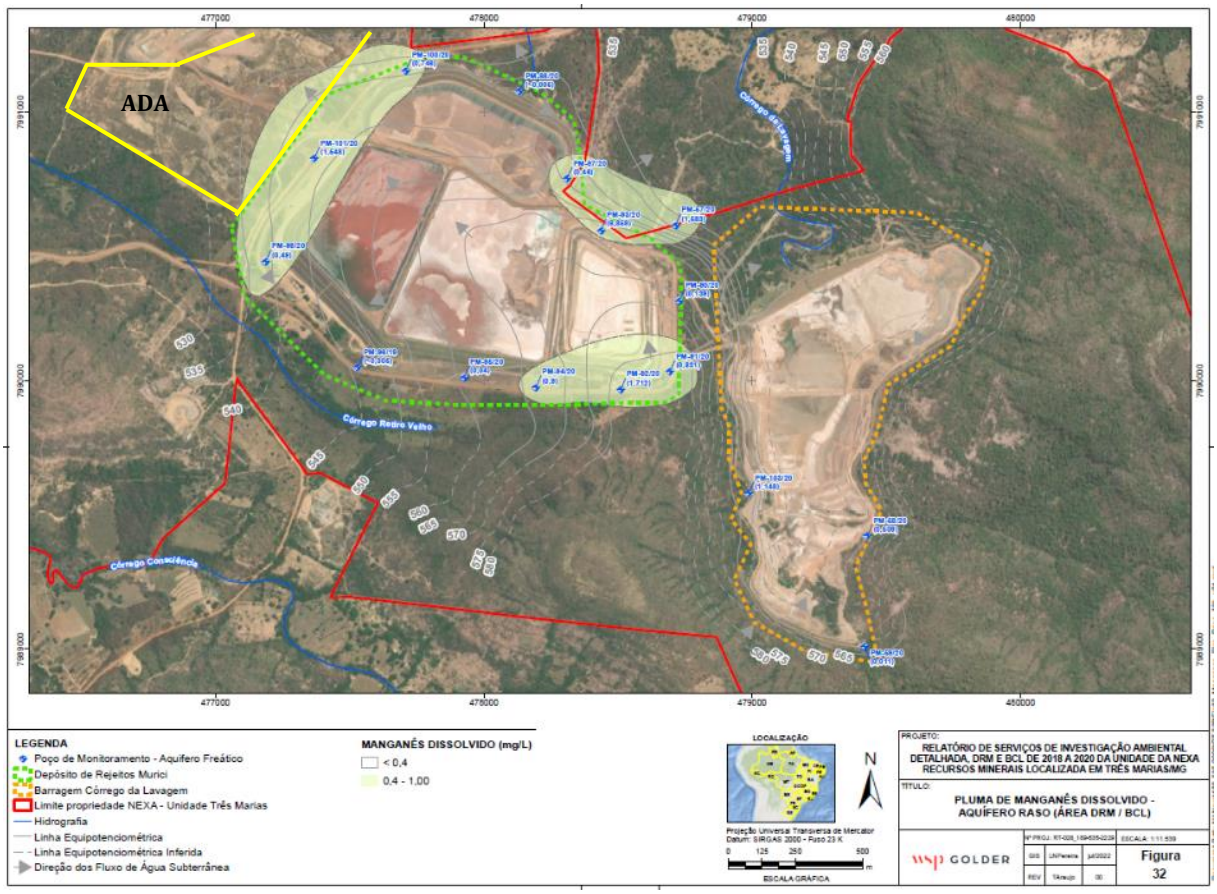
A Figura 9-87 e a Figura 9-88 mostram as plumas de manganês nas águas subterrâneas da ADA do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

Figura 9-87: Pluma de Manganês Total – Aquífero Raso



Fonte: modificado de WSP, 2022

Figura 9-88: Pluma de Manganês Dissolvido – Aquífero Raso



Fonte: modificado de WSP, 2022

9.1.14.3.1.3 Área do Antigo pH9

A WSP elaborou, em 2022, o Relatório Integrado para os Serviços de Investigação Ambiental na área do pH9, o qual compreende os serviços de Investigação Ambiental Complementar, Atualização da Avaliação de Risco à Saúde Humana (ARSH) e de Modelagem Matemática na Área, todos na área do antigo pH9 e seus arredores, também denominado Corredor Ecológico.

O escopo dos trabalhos que compõe o relatório elaborado pela WSP (2022) visa o atendimento técnico aos questionamentos e apontamentos feitos pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) – Gerência da Qualidade do Solo e Áreas Contaminadas (GERAQ), em seu Ofício n° 294/2021 datado de 18 de junho de 2021, intimação eletrônica expedida em 22/06/2021.

A área de estudo se caracteriza por conter a antiga área do pH9 onde, ainda na década de 90, foram depositados, em caráter temporário, rejeitos da etapa do processo industrial denominada de "pH9". Em específico, o referido material disposto (lama/polpa) possuía como característica básica a sua alcalinidade. A disposição ocorreu diretamente no solo sendo que a remoção do material se deu no início dos anos 2000 (WSP, 2022a).

Os trabalhos referentes a Investigação Ambiental Complementar almejam, como principais objetivos, entender as possíveis fontes de contaminação, a delimitação da fase retida e fase dissolvida na área do antigo depósito pH9, apresentar dados acerca das concentrações de substâncias químicas de interesse (SQIs) nas matrizes avaliadas e avançar no detalhamento do modelo conceitual ambiental da área.

O objetivo do estudo de Avaliação de Risco a Saúde Humana foi determinar se os contaminantes oriundos da antiga disposição de rejeitos diretamente no solo podem ter impactado o solo e água subterrânea da área do pH9 e corredor ecológico, em níveis que poderiam vir a causar problemas à saúde das pessoas que ali trabalham e/ou transitam na região. Também foi avaliada a possibilidade de que a antiga disposição de rejeitos na área do pH9, estivessem impactando o sedimento e água superficial do rio São Francisco, assim como do córrego Retiro Velho, em níveis que possam eventualmente causar problemas à saúde destas pessoas.

No estudo, foram considerados como receptores e vias de exposição:

- ***Receptores:*** *Trabalhadores industriais e de áreas verdes da unidade da Nexa (trabalhadores do ph9 e trabalhadores do Corredor 1 e Corredor 2.*
- ***Vias de exposição****: Ingestão acidental de solo e contato dérmico com solo, Inalação de material particulado (cenário atual), Consumo e contato dérmico com a água subterrânea (Cenário hipotético).*
- ***Receptores:*** *Trabalhadores em Obras.*
- ***Vias de exposição:*** *Ingestão acidental de solo e contato dérmico com solo, Inalação de material particulado, Ingestão acidental e contato dérmico com água subterrânea durante escavações.*
- ***Receptores:*** *Transeuntes (adultos e crianças) e trabalhadores de áreas verdes do córrego Retiro Velho.*
- ***Vias de exposição****: Contato dérmico com água do córrego, Contato dérmico com sedimento do córrego.*
- ***Receptores:*** *Pescadores do rio São Francisco – trecho 4 (extensão de 5 km próximo da área do pH9).*
- ***Vias de exposição:*** *Contato dérmico com água do rio durante pesca e banho, Contato dérmico com sedimento do rio durante pesca.*

No referido estudo foram estimados riscos não carcinogênicos e carcinogênicos, para os quais considerou-se como níveis aceitáveis de risco, 1 e 1E-05, respectivamente, em consonância com a legislação brasileira.

O trabalho de modelo matemático apresenta os resultados e discussões acerca de atividades relativas à complementação à atualização do modelo conceitual ambiental da área; construção de modelo matemático de fluxo e de transporte; além de simulações de diferentes cenários futuros, em especial os cenários de permanência e remoção de fontes de contaminação geradas a partir da disposição do rejeito no local, o que poderá auxiliar na eventual tomada de decisão quanto às ações de mitigação.

A Tabela 9-93 apresenta uma síntese dos resultados e conclusões contidas no Relatório Integrado elaborado pela WSP (2022a).

Tabela 9-93: Síntese dos estudos analisados

Estudo	Resultados / Conclusões
Investigação Ambiental Complementar (WSP, 2022a)	• *A geologia local nesta área da Unidade se caracteriza pela presença de uma cobertura aluvionar (terciária/quaternária) com distribuição irregular, que compreende uma porção da planície aluvionar do rio São Francisco, sobreposta aos metarenitos e metassiltitos da Formação Três Marias, sendo as rochas metassedimentares as predominates na região, especificamente o metassiltito com intercalações metarenitos arcoseanos. Na porção referente ao pH9, foram identificados solo residual pouco espesso, solo de alteração de rocha com fragmentação desta rocha bem como as rochas metassedimentares já citadas;* • *A área definida como antigo pH9, no topo estrutural da área de interesse, corresponde as porções mais elevadas da área de estudo, constituindo um interflúvio local, assim como atribui um possível comportamento de dispersão do fluxo de água subterrânea para as áreas do entorno* • *Quando observados os sedimentos não consolidados, há predomínio de manto de alteração pouco expressivo e de baixa permeabilidade (da ordem de 10-7 m/s) ou seja, mesmo nas porções em que o substrato se encontra alterado e fragmentado a capacidade de transmissão da água subterrânea do material inconsolidado, composto por partículas finas (silte, argila) é pouco expressiva. Nas porções estudadas neste trabalho, observamos este comportamento na composição do perfil do solo/rocha;* • *A área definida como antigo pH9, no topo estrutural da área de interesse, corresponde as porções mais elevadas da área de estudo, constituindo um interflúvio local, assim como atribui um possível comportamento de dispersão do fluxo de água subterrânea para as áreas do entorno;* • *As principais fontes de contaminação para a área de estudo, já observada em estudos passados e caracterizadas por este trabalho são:* • *Área do antigo pH9, devido a disposição de material oriundo de processos industriais da Nexa por período indeterminado; e,* • *Mecanismos de liberação: Dispersão de partículas, escoamento superficial, lixiviação/solubilização de compostos como metais e inorgânicos, proveniente das áreas do antigo pH9, e dos Sumps, que podem ter atuado como rota preferencial de entrada de possíveis contaminantes, visto que não foram realizados impermeabilizações e capeamentos em sua construção.* • *Para os solos foram analisados os parâmetros Metais Totais (lista completa Conama 420) e inorgânicos (Sulfato, Sulfeto, Brometo, Cloreto, cianeto e pH 1:1):* • *Os resultados para a amostragem Multi-incremento, indicou que apenas a amostra composta AMI-13/21 da UD-13, apresentou concentração acima do VI para Zinco (2.076,8 mg/kg) e está espacialmente localizada a jusante da área do pH9 em direção ao córrego Retiro Velho. As concentrações observadas podem estar associadas a remanescentes do rejeito alocado na área do antigo pH9 preteritamente;* • *Os resultados das amostras de solo obtidas em sondagens apresentaram concentrações, acima do padrão de qualidade, para os pontos SD-60/22 (zinco: 2.583,5 mg/kg), SD-61/22 (cádmio: 27,62 mg/kg e zinco: 3.472,7 mg/kg) SD 10/22 (Cobalto: 93,5 mg/kg), SD-15/22 (cádmio: 139,14 mg/kg, zinco: 10.597,7 mg/kg), SD-16/22 (cádmio: 24,50 mg/kg, zinco: 4.691,3 mg/kg), e SD-17/22 (cádmio: 42,18 mg/kg, zinco: 4.612,1 mg/kg). O ponto SD-10/22 se refere à uma sondagem próxima de um SUMP, os pontos SD-15/22, SD-16/22 e SD-16/22 derivam de coletas nos sedimentos acumulados nos antigos açudes do setor nordeste da área e os pontos SD-60/22 e SD-61/22 dentro de SUMPS;* • *Predominantemente, com a exceção do SD-10/22, os pontos que apresentaram essas concentrações em solo, estão associadas as porções à jusante da área de interesse, demostrando que o mecanismo de escoamento superficial, e;*

Estudo	Resultados / Conclusões
	• *Quando avaliados os parâmetros inorgânicos, não foram detectadas concentrações acima do Valor de Intervenção - VI para as amostras analisadas. Entretanto, o sulfato total, mesmo sem valor de referência para solos, apresentou concentrações acima do LQ nas sondagens superficiais: SD-55/22, SD-57/22, SD-59/22 e na SD33/22 (0,5m);* • *Os resultados apresentaram concentrações mais disseminadas e elevadas principalmente em relação ao parâmetro sulfato total e solúvel. A maiores concentrações observadas foram nos pontos PM-01/14 e PM-02/14, localizados dentro da área delimitada como antigo pH9 e que historicamente vem apresentando concentrações elevadas para estes compostos. A pluma de sulfato total tem direcionamento norte-noroeste a jusante da área do pH9, sentido ao rio São Francisco;* • *Quando avaliados os resultados para metais tem-se que, as concentrações acima do VI, ocorreram para Cádmio total (PM-04B/14), chumbo total (PM-04A/14 e PM-04C/14), níquel total e dissolvido (PM-04B/14 e PM-04C/14) e Ferro total (PM04A/14);* • *O PZ-01 apresentou concentração para o chumbo total 0,027 mg/L nesta campanha, o que corrobora com o range de variação observado na séria histórica deste poço. Este ponto não apresentou concentrações acima do VRQ para Cádmio Total, cobalto total, manganês total e zinco total em 2022;* • *Ainda para água subterrânea, os poços de monitoramento recém-instalados apresentam concentrações acima do VI para chumbo total e cobalto total, em referência aos parâmetros de interesse analisados e concentrações para Ferro total, Alumínio total, manganês total, arsênio total, boro total; em relação aos metais dissolvidos, para os compostos arsênio dissolvido, boro dissolvido, chumbo dissolvido e manganês dissolvido;* • *Quando comparados os índices de detecções anômalas para solo e águas subterrâneas, verifica-se que o quadro local privilegia ocorrências em fase dissolvida, o que reflete o quadro de fontes antigas já removidas e baixo potencial atual para solubilização e lixiviação de eventuais fases retidas residuais;* • *Foram definidas plumas para os compostos alumínio total, chumbo total e dissolvido, cobalto total, ferro total, manganês total e dissolvido, níquel total e dissolvido, estas plumas têm carácter pontual e estão predominantemente localizadas nos arredores do antigo pH9, nas áreas que correspondem o Corredor Ecológico 1 e 2. Em relação as plumas de sulfato total e solúvel, apresentam comportamento disseminado ao longo da área do pH9 e arredores com possível sentido de fluxo subterrâneo para o Rio São Francisco;* • *Os resultados para metais totais e dissolvidos para água superficial, não indicaram concentrações acima do VRQ para o Rio São Francisco e Córrego Retiro Velho. Apenas o córrego Consciência apresentou concentrações acima do valor de intervenção (VI) para Cádmio total e chumbo total, Ferro total, Manganês total e Zinco total (ASUP-PH9-06), e Manganês total e dissolvido, Ferro total e dissolvido para os pontos ASUP-PH9-04 e ASUP-PH9-05. Para os inorgânicos, apenas os parâmetros nitrato, sulfato total e solúvel tiveram concentrações quantificadas e abaixo do valor de intervenção, os demais parâmetros analisados Cianeto total, fluoreto total e dissolvido, fosfato total e dissolvido e sulfeto total e solúvel não apresentaram concentrações quantificáveis, e;* • *As amostras de sedimento do Rio São Francisco indicaram concentrações acima do valor de intervenção para cádmio total (SED-PH9-01 e SED-PH9-03), para chumbo total (SED-PH9-02 e SEDPH9-03), Ferro Total para os três pontos monitorados, Manganês Total para o SED-PH9-03 e para Zinco Total nos três pontos monitorados. Insta esclarecer que a margem amostrada reflete setor de jusante de áreas que recebem a descarga dos córregos consciência e barreiro grande, aporte da área industrial, da barragem de Três Marias e das populações ribeirinhas do entorno;*

Estudo	Resultados / Conclusões
	• *As amostras de sedimento de Córrego Consciência, foram identificadas concentrações acima do valor de intervenção (VI) para ferro total apenas, nos três pontos monitorados e por fim, as amostras do Córrego Retiro Velho indicaram concentrações acima do VI para ferro total (27.734,0 mg/kg), prata total (5,5 mg/kg), e zinco total (702,7 mg/kg). Ressalta-se que neste curso hídrico, houve coleta de água superficial e sedimento apenas para o ponto ASUP-PH9-09, pois os demais pontos estavam secos no período da coleta;* • *Para os parâmetros inorgânicos, não foram identificadas concentrações acima do VI para nenhuma das amostras analisadas em nenhum dos cursos hídricos, e;* • *Foram quantificadas apenas concentrações, porém abaixo do VI para os parâmetros fosfato total e nitrato, compostos que podem indicar alterações por recebimento de esgoto doméstico.*
Avaliação de Risco à Saúde Humana - ARSH (WSP, 2022a)	**Risco para trabalhadores:** A ARSH apresentada no atual documento indicou que para o cenário atual (ingestão acidental de solo, inalação de partículas e contato dérmico com o solo) para os trabalhadores industriais e trabalhadores em obras, o risco para o desenvolvimento de efeitos carcinogênicos e não-carcinogênicos esteve dentro dos níveis considerados aceitáveis e, portanto, são improváveis de causar efeitos à saúde destes grupos de pessoas considerando os cenários atuais e potenciais. Quanto ao cenário hipotético (consumo da água subterrânea por trabalhadores industriais), foram identificados risco carcinogênicos e não carcinogênicos, mas vale destacar que essa via foi considerada de maneira conservadora, uma vez que não há consumo da água subterrânea na área de estudo. • *Área pH9 - Trabalhador Industrial:* **Risco Não carcinogênico (SQis):** – Fluoreto: ingestão da água subterrânea – Manganês: ingestão da água subterrânea a partir da lixiviação do solo – Cobalto: ingestão da água subterrânea a partir da lixiviação do solo • *Corredor 1A - Trabalhador Industrial:* **Risco carcinogênico (SQis)** – Arsênio: ingestão da água subterrânea • *Corredor 2 - Trabalhador Industrial:* **Risco não carcinogênico (SQis)** – Ferro: ingestão da água subterrânea a partir da lixiviação do solo – Manganês: ingestão da água subterrânea a partir da lixiviação do solo **Risco para pescadores e transeuntes** O risco para o desenvolvimento de efeitos carcinogênicos e não-carcinogênicos esteve dentro dos níveis considerados aceitáveis e, portanto, são improváveis de causar efeitos à saúde destes grupos de pessoas considerando os cenários atuais. **Comparação dos resultados com estudos anteriores** A comparação dos atuais da ARSH resultados com os estudos anteriores (Arcadis 2016 e Golder 2020) foi resumida abaixo:

Estudo	Resultados / Conclusões
	• *Arcadis (2016):* **Trabalhador industrial (pH9, Corredor 1A e corredor 2)** - Risco para ingestão direta da água subterrânea e a partir da lixiviação do solo para área do pH9 **Trabalhador em obras (pH9, Corredor 1A e corredor 2)** -Risco para ingestão direta da água subterrânea e a partir da lixiviação do solo para área do pH9 **Transeuntes e trabalhadores áreas verdes - Córrego Retiro Velho** - Não avaliados anteriormente **Pescadores - Rio São Francisco – Trecho 4** - Não avaliados anteriormente • *WSP (2022a):* **Trabalhador industrial (pH9, Corredor 1A e corredor 2)** - Riscos aceitáveis (cenário atual) - Risco para ingestão direta da água subterrânea e a partir da lixiviação do solo (cenário hipotético) **Trabalhador em obras (pH9, Corredor 1A e corredor 2)** -Riscos aceitáveis **Transeuntes e trabalhadores áreas verdes - Córrego Retiro Velho** - Riscos aceitáveis **Pescadores - Rio São Francisco – Trecho 4** - Riscos aceitáveis Destaca-se que o escopo do atual estudo englobou os receptores dos estudos anteriores e ainda acrescentou transeuntes do córrego Retiro velho e Pescadores do rio São Francisco - trecho 4 (extensão de 5 km próximo da área do pH9). Observa-se que para os trabalhadores industriais do pH9 que anteriormente apresentam riscos potenciais permanecem apresentando no atual estudo. No caso dos trabalhadores em obras, o risco não foi mais caracterizado, destaca-se que na planilha da CETESB 2021 o tempo de exposição para esse receptor foi reduzido e passou de 2 anos para 1 ano. Diante dos dados avaliados e dos cálculos de risco elaborados, recomenda-se: • *A manutenção do monitoramento periódico e constante da qualidade da água superficial e sedimento do rio São Francisco, para certificar que os níveis de contaminação não estarão presentes em níveis mais elevados que os apresentados neste relatório e utilizados para os cálculos de exposição;* • *A manutenção do monitoramento periódico da qualidade da água subterrânea; e* • *Restrição do consumo da água subterrânea em toda área de interesse.*
Modelo Matemático (WSP, 2022a)	A construção do modelo numérico, sua calibração de fluxo e transporte e simulações de cenários futuros permitiu a ampliação do conhecimento quanto as questões do fluxo local, sobretudo em meio fraturado, e a relação entre as fontes e as anomalias identificadas na água subterrânea, que suportaram a delineação das plumas dos contaminantes investigados.

Estudo	Resultados / Conclusões
	Para a etapa de calibração do fluxo, o NRMS (Normalized Root Meansquared), utilizado como parâmetro de calibração dos níveis d'água, apresentou um valor de 8,9% para a totalidade dos pontos considerados e estando abaixo do valor de 10% estabelecidos pela USEPA, atestando a acurácia da calibração do modelo numérico em regime permanente. Tendo os seguintes resultados: • *O balanço de massa é cerca de 0,04%, atestando sua precisão, uma vez que se encontra abaixo do preconizado em 1 %;* • *A análise de sensibilidade do nível d'água para o modelo revelou a maior influência dos resultados nas variações impostas principalmente à condutividade hidráulica da rocha fraturada, mas também a anisotropia, horizontal (direções x e y), bem como à recarga geral do modelo e a condutividade hidráulica do solo;* • *A tendência regional do fluxo é no sentido do Rio São Francisco, podendo localmente estar direcionando para seus afluentes, em especial o Córrego Retiro Velho;* • *Verificou-se que o meio possui, em média, baixo potencial para a migração e distribuição horizontal de contaminantes; e* • *De modo geral as plumas das SQIs modeladas (Zn, SO4, Pb, Co e Cd) se movem influenciadas pelas principais direções de fluxo, sendo estas condicionadas à uma migração horizontal em direção ao rio São Francisco e ao córrego Retiro Velho.* Ao comparar os dois cenários simulados, percebe-se que a remoção das fontes atuais se mostra pouco eficiente no controle do avanço das plumas, afinal esta medida atua apenas sobre os sumps e açudes atuais, essas fontes são consideradas de menor impacto. A pluma principal da área de estudo é ainda proveniente do depósito de material contaminante ao longo da década de 1990. Contudo, a decisão quanto a manutenção ou atuação sobre as mesmas deve ser ponderada à luz de questões mais amplas como eventuais apontamentos de risco à saúde humana, aceitação do órgão ambiental, estratégias internas e mesmo questões de uso futuro.

9.1.14.3.1.4 Área do Clube Piraquaras e Proximidades

De acordo com o relatório de Monitoramento Hídrico Integrado, emitido pela Nexa em outubro de 2022, para a área do Clube Piraquara e Proximidades, tem-se as seguintes informações:

- *No ano de 2010, foi aberto o Inquérito Civil de n° 0480.10.000035-9 MPE, para apurar uma eventual contaminação do lençol freático no poço do Clube Piraquaras, localizado na margem esquerda do Rio São Francisco. Em abril do mesmo ano, a Nexa mostrou interesse em participar das investigações para verificar se as contaminações do poço do Clube Piraquaras foram ocasionadas por suas atividades industriais.*

- *Após avaliação da qualidade das águas subterrâneas, realizadas em junho de 2010, foi confirmado a presença de zinco e sulfato nas amostras, que poderiam ser originárias do processo produtivo da Nexa. A partir daí foram realizados uma série de estudos com o objetivo de identificar a origem da contaminação do Clube Piraquaras, através de mapeamento de estruturas que poderiam contribuir para o fluxo de águas subterrâneas da área da Nexa para essa região.*

- *Com base nos resultados apresentados, foi verificada a presença de grandes estruturas que seccionam o maciço rochoso, sendo que algumas dessas estruturas ocorrem nas proximidades da Barragem Velha (Dique de segurança), em particular na região nordeste do dique.*

- *O antigo aterro industrial (Barragem Velha), localizado a jusante da planta industrial, próximo à margem direito do Rio São Francisco, foi ativado com o início da operação da planta, em 1969, para receber todo o rejeito da planta metalúrgica. Em 1983, um dique de segurança foi construído e teve como objetivo evitar que os materiais provenientes do processo de silicatado de zinco fossem lançados nas águas desse rio. Medidas de engenharia foram tomadas para evitar a percolação dos contaminantes no solo, como a implementação de trincheira de drenagem e o sistema de controle de águas subterrâneas Barreira Hidrodinâmica, sistema de controle do fluxo da água subsuperficial para o rio São Francisco, que foi finalizado em 2018 com a implantação dos últimos compartimentos V, VI e VII.*

- *Adicionalmente, frente às vulnerabilidades e a verificação da necessidade de remoção das fontes de contaminação para a solução definitiva do problema, um novo depósito de rejeitos foi construído, denominado Depósito de Rejeitos Murici, inaugurado em junho de 2011. Essa estrutura recebe desde então os rejeitos gerados no processo produtivo, bem como os rejeitos depositados na Barragem Velha e na Barragem Córrego Lavagem, esta que está localizada a cerca de 6km a nordeste do empreendimento.*

- *Diante do histórico ambiental da Nexa e com base nos estudos realizados na região, apontou-se a possibilidade da contaminação do Clube Piraquaras ser originada do dique de segurança, verificada pelos principais caminhos do fluxo subterrâneo que seriam a fonte*

mais provável para que a contaminação dos rejeitos que percolasse no solo e nas águas subterrâneas existentes alcançasse a margem esquerda do rio São Francisco.

- *Desse modo, desde o ano de 2011, monitoramentos periódicos e avaliações de risco a saúde humana são realizados pela Nexa para acompanhamento da evolução do cenário de contaminação da área. Em 19 de Fevereiro de 2014, foi enviado a SUPRAM-Central o Plano de Reabilitação de Áreas Contaminadas (PRAC) sobre a área do Clube Piraquaras e suas proximidades (protocolo nº R0043919/2014).*
- *A Nexa incorporou ao seu plano de automonitoramento os pontos de coleta da área do clube Piraquaras e proximidades, após o envio do Plano de Reabilitação de Áreas Contaminadas (PRAC – Piraquaras), conforme estabelece a condicionante nº 12 da LO 088/2013.*

No ano de 2022, a WSP elaborou o "Relatório Consolidado das Atividades de Gerenciamento e Melhora do Quadro Hidroquímico na Área Clube Piraquaras e arredores em Três Marias/MG".

Neste documento técnico, a WSP (2022b) apresenta uma compilação dos estudos ambientais realizados na região do clube Piraquaras. Tal exposição almeja o detalhamento da qualidade ambiental da água subterrânea na região da margem esquerda do rio São Francisco, em poços tubulares de abastecimento, contemplando todo o registro histórico dos monitoramentos procedidos, assim como as ações de gerenciamento e melhora do quadro ambiental local. Insta registrar que as ações aqui tratadas e evidenciadas foram conduzidas em consonância com o "Plano de Reabilitação de Área Contaminada (PRAC), para a área do Clube Piraquaras e adjacências, localizado na margem esquerda do Rio São Francisco, Município de São Gonçalo do Abaeté (MG)", assim como em atendimento à condicionante número 12, da Licença de Operação 088/2013, emitida em 25 de junho de 2013, a qual originalmente embasou a elaboração do PRAC aqui referenciado. Este documento técnico foi produzido em prol do atendimento aos seguintes objetivos:

- *Contextualizar a área da margem esquerda do rio São Francisco, tida como área de interesse;*
- *Reapresentar os compromissos assumidos no PRAC;*
- *Apresentar os resultados do atendimento de todas as ações compromissadas e demais ações que direta ou indiretamente influenciaram a área de interesse;*
- *Registrar os documentos técnicos já produzidos e protocolados para a área de interesse;*
- *Apresentar discussão técnica quando ao quadro hidroquímico local, modelo conceitual ambiental e previsões futuras; e,*
- *Sustentar novos direcionamentos para a área alvo deste relatório.*

Em especial, a avaliação técnica trazida à luz por este relatório almeja apresentar a evolução do quadro hidroquímico da área de interesse, tida com área Piraquaras, a qual entende-se já esteja

em condições congruentes e favoráveis à atualização de sua classificação, como área reabilitada, mantendo-se, em contrapartida, alguns compromissos salutares às boas práticas na gestão de áreas contaminadas.

De acordo com a WSP (2022b), os principais trabalhos anteriores (utilizados para a elaboração do relatório consolidado), representaram substancial acréscimo de informações necessárias para o conhecimento hidrogeológico e de contaminação da área. Estes estudos foram utilizados como base para um entendimento mais apurado do contexto de evolução do quadro ambiental integrado da Unidade. Na Tabela 9-94 apresenta-se os principais trabalhos utilizados pela WSP (2022b).

Tabela 9-94: Principais trabalhos realizados na região do Clube Piraquaras

Documento	Data	Autor	Tipo de Dado	Informações Principais
Análises geológico-estruturais e geofísicas para determinação da origem da alteração da qualidade da água no poço de abastecimento do Clube dos Piraquaras, localizado em São Gonçalo do Abaeté, MG	2012	IPT	Geofísica	Definição de relação entre as anomalias da margem esquerda e margem direita do São Francisco, associando aos estudos IPT 2005. Determinação do limite das anomalias elétricas da área pesquisada. Definição da estrutura na região do córrego Consciência como principal e mais provável foco da origem da pluma de contaminação que alcança a margem esquerda. Em ambas as margens do rio as anomalias elétricas são bastante intensas, aprofundando-se além 120m. Verificação do forte controle das estruturas subhorizontais no fluxo subterrâneo, como indicado nas perfilagens. Dados de flow-meter e perfilagens ópticas corroborando com a existência de artesianismo associado às descontinuidades
Dique de Contenção (Barragem Velha) Sistema De Controle Da Contaminação - Hidrocortina Resultados da monitoração de 03dez10 a 18jan13	2013	Geoconsultoria - Progeo	Relatório Técnico Trimestral	Este documento, de referência Hidrocortina-Monitoração-20fev13.docx, elaborado consoante parte das exigências da Outorga ratificada pela Portaria nº 597/2009, constitui mais um relatório trimestral de acompanhamento do desempenho da Hidrocortina implantada entre o pé de jusante do Dique de Contenção e a orla direita do Rio São Francisco, com o propósito de impedir o transporte advectivo de metais dissolvidos na direção deste rio.
Plano de Reabilitação de Áreas Contaminadas (PRAC)	2013	Tecnohidro	Relatório com dados de hidroquímica da região da margem esquerda do São Francisco	Plano de recuperação de áreas contaminadas que teve como foco a margem esquerda do São Francisco, avaliando as concentrações da malha de poços de bombeamento vinculados a fazendas e demais residências no local. Define a data de paralização da operação do poço Piraquaras e Mecias como outubro de 2010. Propõe os limites da pluma de contaminação no ano de 2013 na margem esquerda até a calha do Rio São Francisco. Propõe a vinda de fluxos da margem direta para a margem esquerda baseado nas estruturas delimitadas pelos estudos do IPT.
MARGEM ESQUERDA DO RIO SÃO FRANCISCO: Contaminação dos poços de abastecimento PERCOLAÇÃO PROFUNDA: Análise das frentes de avanço da contaminação até 30 jun13.	2013	Geoconsultoria - Progeo	Relatório Técnico	Análise do avanço da contaminação até 30jun13 embasada nos dados da monitoração da qualidade das águas dos 20 poços de abastecimento amostrados na margem esquerda do Rio São Francisco, acrescidos dos 2 poços de controle na margem direita.
Relatório Integrado para os Serviços de Investigação Ambiental Detalhada, em Áreas da Unidade da Nexa	2021	Golder	Relatório Ambiental	O trabalho apresenta, de forma integrada, os resultados de todas as etapas propostas, contemplando mapeamento geológico-estrutural, investigação indireta por métodos geoelétricos, investigação direta direcionada nos domínios granular e fraturado, e modelagens de risco à saúde humana, ecológico e matemática de transporte, aderente

Documento	Data	Autor	Tipo de Dado	Informações Principais
Recursos Minerais localizada em Três Marias/MG Etapas I, II, III, IV, V (RT-012 189-535-2229)				ao Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (VOGBR, 2019) - Documento RL-3TM019-0100CIV0102).
Relatório Técnico de Operação e Desempenho da Hidrocortina e do Bombeamento na área da Barragem Velha (BV) - Trimestral - Atendimento ao art. nº7 da Portaria 597/2009 - Andamento da Manutenção e Operação de 02/04/2015 a 31/07/2021(RT-017_189-535-2229)	2021	Golder	Relatório de operação dos sistemas na BV	A Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda ("Golder") foi contratada pela Nexa Recursos Minerais S.A. ("NEXA") para realizar a compilação e avaliação dos dados operacionais da Barreira Hidrodinâmica implementada na área da Barregam Velha (BV) da localizada na Unidade Industrial (aqui posteriormente denominada apenas de "Unidade") da NEXA, localizada no município de Três Marias, Estado de Minas Gerais, Brasil. Este documento foi elaborado de forma consoante à parte das exigências do Art.º 8 da Portaria n° 00391/2010, o qual resume e apresenta os resultados – projetados até 30/07/2021 – da análise do monitoramento da eficiência e da eficácia do bombeamento e da injeção realizados dentro e da barreira hidrodinâmica instalada na área da Barragem Velha. Cumpre rememorar que este sistema de contenção está em operação desde 02/04/2015.
Relatório Técnico de Operação e Desempenho da Hidrocortina e do Bombeamento na área da Barragem Velha (BV) - Trimestral -Atendimento ao Art. nº7 da Portaria 597/2009 - Andamento da Manutenção e Operação de 02/04/2015 a 30/10/2021 (RT-019_189-535-2229)	2021	Golder	Relatório de operação dos sistemas na BV	A Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda ("Golder") foi contratada pela Nexa Recursos Minerais S.A. ("NEXA") para realizar a compilação e avaliação dos dados operacionais da Barreira Hidrodinâmica e do sistema de bombeamento implementada na área da Barragem Velha (BV) da localizada na Unidade Industrial (aqui posteriormente denominada apenas de "Unidade") da NEXA, localizada no município de Três Marias, Estado de Minas Gerais, Brasil. O objetivo deste relatório técnico é garantir o atendimento continuado de exigências presentes no Atendimento ao art. nº7 da Portaria 597/2009. Em específico, este documento configura a entrega trimestral dos relatórios de referendo ao período que findou em 30/10/2021
Relatório Técnico de Operação e Desempenho da Hidrocortina e do Bombeamento na área da Barragem Velha (BV) - Trimestral - Atendimento ao Art. nº7 da Portaria 597/2009 -	2022	Golder	Relatório de operação dos sistemas na BV	A Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda ("Golder") foi contratada pela Nexa Recursos Minerais S.A. ("NEXA") para realizar a compilação e avaliação dos dados operacionais da Barreira Hidrodinâmica, a qual integra a conjugação das tecnologias de injeção e bombeamento, implementada na área da Barragem Velha (BV) localizada na Unidade Industrial (aqui posteriormente denominada apenas de "Unidade") da NEXA, localizada no município de Três Marias, Estado de Minas Gerais, Brasil. O objetivo deste relatório técnico é garantir o atendimento continuado de exigências presentes no Atendimento ao art. nº7 da Portaria 597/2009, visando o

Documento	Data	Autor	Tipo de Dado	Informações Principais
Andamento da Manutenção e Operação de 02/04/2015 a 28/01/2022(RT-027_189-535-2229)				acompanhamento das medidas de eficiência do Sistema de Barreira Hidrodinâmica instalado à jusante da Barragem Velha, bem como acompanhar e aferir o resultado de sua operação. Em específico, este documento configura a entrega trimestral do relatório referente ao período que findou em 28/01/2022.
Relatório Técnico Trimestral de Operação e Desempenho da Hidrocortina e do Bombeamento na Área da Barragem Velha (BV) - Atendimento ao Art. nº7 da Portaria 597/2009 Andamento da Manutenção e Operação de 02/04/2015 a 20/04/2022 RT-036_189-535-2229_01-J	2022	Golder	Relatório de operação dos sistemas na BV	A Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda ("Golder") foi contratada pela Nexa Recursos Minerais S.A. ("NEXA") para realizar a compilação e avaliação dos dados operacionais da Barreira Hidrodinâmica, a qual integra a conjugação das tecnologias de injeção e bombeamento, implementada na área da Barragem Velha (BV) localizada na Unidade Industrial (aqui posteriormente denominada apenas de "Unidade") da NEXA, localizada no município de Três Marias, Estado de Minas Gerais, Brasil. O objetivo deste relatório técnico é garantir o atendimento continuado de exigências presentes no Atendimento ao art. nº7 da Portaria 597/2009, visando o acompanhamento das medidas de eficiência do Sistema de Barreira Hidrodinâmica instalado à jusante da Barragem Velha, bem como acompanhar e aferir o resultado de sua operação. Em específico, este documento configura a entrega trimestral do relatório referente ao período que findou em 20/04/2022
Relatório Técnico Trimestral de Operação e Desempenho da Hidrocortina e do Bombeamento na Área da Barragem Velha (BV) - Atendimento ao Art. nº7 da Portaria 597/2009 Andamento da Manutenção e Operação de 20/04/2022 a 30/06/2022	2022	Golder	Relatório de operação dos sistemas na BV	A Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda ("Golder") foi contratada pela Nexa Recursos Minerais S.A. ("NEXA") para realizar a compilação e avaliação dos dados operacionais da Barreira Hidrodinâmica, a qual integra a conjugação das tecnologias de injeção e bombeamento, implementada na área da Barragem Velha (BV) localizada na Unidade Industrial (aqui posteriormente denominada apenas de "Unidade") da NEXA, localizada no município de Três Marias, Estado de Minas Gerais, Brasil. O objetivo deste relatório técnico é garantir o atendimento continuado de exigências presentes no Atendimento ao art. nº7 da Portaria 597/2009, visando o acompanhamento das medidas de eficiência do Sistema de Barreira Hidrodinâmica instalado à jusante da Barragem Velha, bem como acompanhar e aferir o resultado de sua operação. Em específico, este documento configura a entrega trimestral do relatório referente ao período que findou em 30/06/2022

Fonte: WSP, 2022b

De acordo com as informações e registros obtidos e apresentados no "Relatório Consolidado das Atividades de Gerenciamento e Melhora do Quadro Hidroquímico na Área Clube Piraquaras e arredores em Três Marias/MG", a WSP (2022b) chegou as seguintes conclusões:

- *A partir da identificação de anomalias nas águas dos poços de produção instalados na margem esquerda do rio São Francisco (área do Piraquaras), a Nexa executou diferentes e robustas etapas de investigação e caracterização destas anomalias;*
- *O desenvolvimento destas etapas iniciais culminou na Elaboração do Plano de Recuperação de Áreas Contaminadas, o qual estabeleceu ações especificas para controle e gestão do tema;*
- *Frente a este cenário, a Nexa adotou ações que possibilitaram não só a proteção aos receptores locais, mas também a estabilização e posterior melhora do quadro hidroquímico local;*
- *A paralização da operação dos poços em troca do fornecimento continuado de águas (via abastecimento público) aos interessados foi ação acertada e se mantém até os dias atuais;*
- *Em paralelo, a definição da área de restrição para o consumo humano perfez ação de controle institucional importante e consonante com a legislação Federal, estadual e boas práticas do mercado;*
- *No âmbito das ações de remediação, um grande esforço foi estabelecido e vem sendo cumprido sendo este referente a remoção dos rejeitos dispostos na Barragem Velha, sendo esta ação orientada à eliminação da fonte dos contaminantes;*
- *Ação complementar se configurou no projeto, implantação e operação de um sistema de contenção, no setor de jusante da Barragem Velha, o qual contribui para a redução da migração de contaminantes em direção ao rio São Francisco assim como propicia redução no abastecimento de contaminantes das megafraturas existentes no local, em especial atenção à região da ombreira norte;*
- *A adoção e execução do plano de monitoramento se mostrou como uma ferramenta eficaz no âmbito do acompanhamento da evolução do quadro ambiental local, principalmente frente a todas as ações procedidas e em andamento;*
- *Os dados históricos e atuais obtidos pelo monitoramento registram que: as águas subterrâneas do aquífero profundo, referentes a área de interesse, já possuíam concentrações anômalas para elementos não aderentes aos rejeitos e atividades da Nexa;*
- *Apesar da confirmação de anomalias para SQIs associadas aos rejeitos, todos os poços evidenciaram tendências de redução para quase todos os analitos previstos no plano de monitoramento;*
- *Quando não observadas tendências de redução, os analitos não chegam a configuras uma tendência dada a variabilidade registrada. Esta condição acaba ocorrendo principalmente*

para o sulfato e em apenas 01 caso para o zinco. Aqui faz-se necessário rememorar que os poços Piraquaras e Sr. Mecias registraram evidências de sulfatação e impregnação nas paredes dos furos;

Somadas, todas ações sustentam o entendimento de que houve uma melhora significativa do quadro hidroquímico local, em especial atenção para as SQIs vinculadas aos processos e rejeitos da NEXA (WSP, 2022b).

Esta melhora foi possibilitada pela eliminação do principal mecanismo que garantia, no passado, a presença destes contaminantes nos poços da margem esquerda. A WSP (2022b) registra que a paralização da operação dos poços de produção possibilitou a retomada da condição natural dos aquíferos locais, ou seja, a descarga no rio São Francisco (receptor regional). Somam-se ainda às ações de eliminação da fonte (remoção de rejeitos na Barragem Velha) que efetivamente garantiram a redução gradativa do fluxo de massa de contaminantes que retroalimentava as mega fraturas com potencial para transporte entre margens.

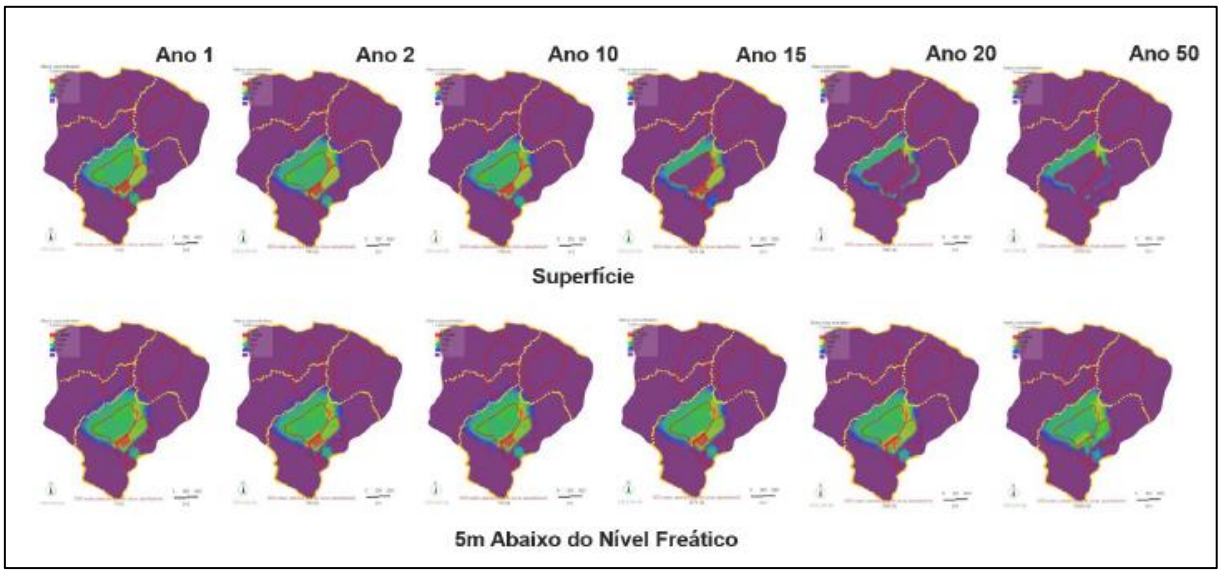
Além das evidências analíticas e estatísticas, no ano de 2020 a WSP, como parte das etapas de Investigação Ambiental Detalhada procedida nas áreas da Barragem Velha, Área Industrial, Córrego Barreiro Grande e Córrego Consciência, procedeu com uma modelagem de fluxo e transporte de contaminantes cujos domínios do modelo incorporaram as áreas da margem esquerda (WSP, 2022b).

Após calibrado o modelo de fluxo e transporte foram procedidas, simulações futuras para os próximos 1, 2, 10, 20 e 50 anos, sendo o cenário final representando o ano de 2070. As simulações aqui citadas se deram para 02 cenários distintos sendo o primeiro referente a paralização e não tomada de nenhuma ação adicional por parte da NEXA e o segundo referente a adoção e atendimento das ações estabelecidas no PRAC, assim como no PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (VOGBR, 2019 - Documento RL-3TM019-0100CIV0102) existente para a Unidade (WSP, 2022b).

Para o segundo cenário simulado, a simulação prevê a remoção dos rejeitos da Barragem Velha (em andamento) e o descomissionamento da área industrial e o não bombeamento dos poços dentro da área de restrição (WSP, 2022b).

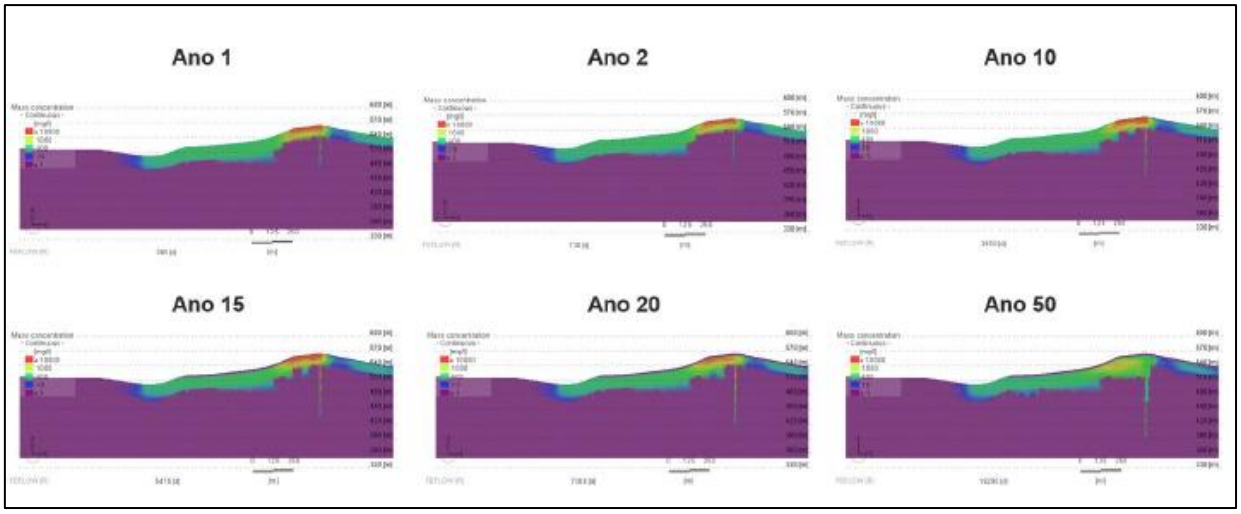
A Figura 9-89 e a Figura 9-90 apresentam os resultados desta simulação.

| Figura 9-89: Simulações de Transporte Área Industrial - Zinco – Cenário 1 a 50 anos com Adoção das Medidas Previstas no PRAD e Manutenção da Área de Restrição na Margem Esquerda do rio São Francisco



Fonte: modificado de WSP, 2022b

| Figura 9-90: Simulações de Transporte Área Industrial - Zinco – Cenário 1 a 50 anos com Adoção das Medidas Previstas no PRAD e Manutenção da Área de Restrição na Margem Esquerda do rio São Francisco. Seções Verticais



Fonte: modificado de WSP, 2022b

Em linhas gerais, a simulação para os próximos 50 anos demonstrou, dentro dos limites do modelo construído, que a pluma de contaminação se encontra atualmente em fase de estabilidade (delineação horizontal), em equilíbrio de massa entre os fatores de ingresso de massa, transporte, retardamento e descarga. Inclusive no que tange às questões da margem esquerda onde não é registrado o incremento de concentrações, mantendo-se a pluma dentro dos limites da Unidade (WSP, 2022b).

Destaca-se que uma simulação complementar se utilizou de um cenário de retomada de bombeamento em poços na margem esquerda. Os resultados demonstraram que apenas neste cenário se registra a retomada da migração e elevação das concentrações, em especial no poço do Sr. Mecias (WSP, 2022b).

Frente ao conjunto de informações, ações implementadas e conclusões apresentadas, a WSP (2022b) entende que a área da margem esquerda do rio São Francisco, denominada Área Piraquaras, já se encontra em estágio maduro, com clara retração de plumas e apta a ser classificada como reabilitada.

9.1.14.3.2 Estudos de *Baseline* na Área do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

De forma a complementar os estudos da região do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, em 2023 e em 2024, a WSP elaborou estudos específicos para área de inserção do Projeto para avaliação e estabelecimento de valores de *background* e de *baseline* para os solos, águas superficiais e subterrâneas, são eles:

- *Relatório Técnico – Estudo de background – Determinação de Valor de Referência de Solo – Planta de Cimentação - Nexa Três Marias/MG – WSP, maio de 2023.*
- *Relatório Técnico – Relatório de Valores de Referência para a Água Superficial – Área da Planta de Cimentação e Futura Pilha de Resíduos Secos (Três Marias/MG) – WSP, abril de 2024.*
- *Relatório Técnico – Relatório de Valores de Referência para a Água Subterrânea – Área da Planta de Cimentação e Futura Pilha de Resíduos Secos (Três Marias/MG) – WSP, maio de 2024.*

9.1.14.3.2.1.1 *Determinação de valor de referência para solo*

Este estudo realizado pela WSP (2023) objetiva apresentar a caracterização ambiental da qualidade do solo, estabelecendo Valores de Referência da Qualidade do Solo (VRQ) com base na metodologia proposta pela Feam (2013).

Para tal, os seguintes objetivos específicos foram determinados:

- *Comparar os valores obtidos com os parâmetros estabelecidos pela DN COPAM nº166/2011 nos níveis de: Valor de Qualidade (vq), Valor de Prevenção (vp) e Valor de Investigação Industrial (vi);*
- *Comparar os valores obtidos com os parâmetros estabelecidos pela DN COPAM nº166/2011 e CONAMA 420/09 nos níveis de: Valor de Prevenção e Valor de Investigação Industrial;*

- *Realizar análises geoestatísticas por meio da elaboração de mapas de interpolação (krigagem) e,*
- *Elaboração do VRQ para os parâmetros de interesse das amostras de solo coletadas, com base na metodologia proposta pela FEAM.*

Para a definição dos valores mencionados anteriormente, foram definidos 120 pontos amostrais, dividida em seis áreas, conforme seu uso no passado e atual, são elas:

- *Área de Empréstimo 0 (AE0): 16 pontos;*
- *Área de Empréstimo 2 (AE2): 22 pontos;*
- *Área de Empréstimo 3 (AE3): 32 pontos;*
- *Área de Empréstimo 4 (AE4): 8 pontos;*
- *Área futuro Módulo 3 (O3): 26 pontos e;*
- *Planta de Cimentação: 16 pontos.*

A Figura 9-91 especializa a localização das áreas e dos pontos de coleta de solos.

476200 476900 477600 478300

7992000 7991300 7990600 7989900

Rio São Francisco

Córrego Martinha

Córrego Retiro Velho

SD AE3 30 SD AE3 28 SD AE3 17 SD AE3 29 SD AE3 23 SD AE3 18 SD AE3 16 SD AE3 22 SD AE3 24 SD AE3 25 SD AE3 11 SD AE3 13 SD AE3 21 SD AE3 6 SD AE3 19 SD AE3 26 SD AE3 1 SD AE3 27 SD AE3 8 SD AE3 20 SD AE3 12 SD AE3 14 SD AE3 7 SD AE3 15 SD AE3 2 SD AE3 9 SD AE3 31 SD AE3 3 SD AE3 32 SD AE3 4 SD AE3 5 SD AE3 10

SD AE2 13 SD AE2 14 SD AE2 17 SD AE2 7 SD AE2 20 SD AE2 10 SD AE2 19 SD AE2 26 SD AE2 22 SD AE2 25 SD AE2 21 SD AE2 9 SD AE2 12 SD AE2 8 SD AE2 16 SD AE2 4 SD AE2 6 SD AE2 3 SD AE2 5 SD AE2 11 SD AE2 2 SD AE2 1

SD O3 8 SD O3 7 SD O3 9 SD O3 3 SD O3 15 SD O3 19 SD O3 12 SD O3 16 SD O3 13 SD O3 17 SD O3 10 SD O3 22 SD O3 14 SD O3 20 SD O3 25 SD O3 18 SD O3 23 SD O3 28 SD O3 21 SD O3 26 SD O3 24 SD O3 29 SD O3 27 SD O3 30 SD O3 32 SD O3 31

SD AE0 1 SD AE0 2 SD AE0 3 SD AE0 4 SD AE0 5 SD AE0 6 SD AE0 7 SD AE0 8 SD AE0 9 SD AE0 10 SD AE0 11 SD AE0 12 SD AE0 13 SD AE0 14 SD AE0 15 SD AE0 16

SD AE4 1 SD AE4 2 SD AE4 3 SD AE4 4 SD AE4 5 SD AE4 6 SD AE4 7 SD AE4 8

SD PC 1 SD PC 2 SD PC 3 SD PC 13 SD PC 17 SD PC 12 SD PC 16 SD PC 4 SD PC 11 SD PC 5 SD PC 14 SD PC 6 SD PC 10 SD PC 7 SD PC 9 SD PC 8

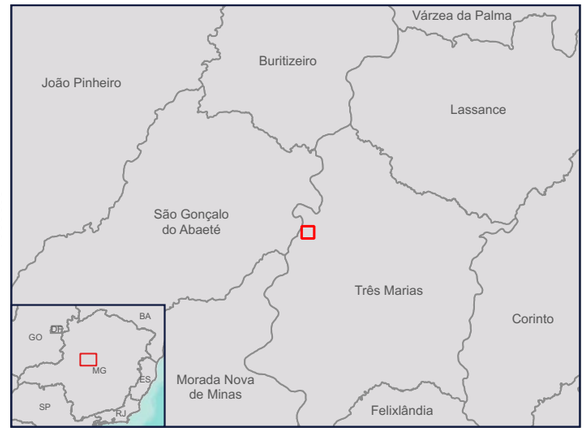
0 0,2 0,4 0,6 km

Legenda

- AE 0
- AE 2
- AE 3
- AE 4
- Oeste 3
- Planta Cimentação
- Hidrografia
- Cursos d'Água Efêmeros
- Rio São Francisco
- Área Diretamente Afetada (ADA)

Áreas de Estudo:

- AE 0
- AE 2
- AE 3
- AE 4
- Oeste 3
- Área de Blendagem



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023); Áreas de Estudo, Pontos (WSP, 2023); Hidrografia, (Trust, 2023); Limites Municipais, Limites Estaduais (IBGE, 2022).

nexa TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO

EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO

Figura 9-91: Localização dos pontos de coleta de solo

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	30/08/2024	NXTM-DRS-EIA-Solos-A3-v00

Os resultados analíticos indicaram que nenhum parâmetro apresentou concentração acima dos valores de investigação industrial (vi) da DN COPAM nº166 e da Resolução CONAMA 420, ou seja, o solo não contém riscos potenciais, diretos ou indiretos de contaminações (WSP, 2023).

Os parâmetros bário (6 casos), cádmio (7 casos), cobalto (2 casos), cromo (1 caso) e níquel (1 caso) apresentaram concentrações acima do valor de prevenção (vp) da DN COPAM nº166 e da Resolução CONAMA 420, indicando presença destes parâmetros acima dos valores estabelecidos pelas normas vigentes para referência de prevenção (WSP, 2023).

De acordo com o relatório da WSP (2023), quando comparados os valores obtidos nos estudos com os valores de referência de qualidade (vq) da DN COPAM n°166, tem-se que os seguintes parâmetros apresentaram concentrações em desacordo com a referida legislação: boro (73 ocorrências), zinco (60 ocorrências), bário (24 ocorrências), chumbo (21 ocorrências), cobalto (21 ocorrências), cádmio (17 ocorrências), níquel (sete ocorrências) e cromo (uma ocorrência). Tais resultados indicam que para alguns casos estes parâmetros apresentaram concentrações em desacordo com o que se espera das condições naturais calculadas para o estado de Minas Gerais.

Entre a subdivisão de áreas que contemplam este estudo, tem-se que a área de empréstimo 2 (AE02) e a área do Oeste 3 (O3) foram as que mais apresentaram parâmetros com concentrações acima do valor de qualidade da DN COPAM n° 166: bário, boro, cádmio, chumbo, cobalto, níquel e zinco. Estas duas áreas já foram alvo da extração de solo de empréstimo e essas características sugerem o comportamento semelhante das duas áreas em relação a quantidade de parâmetros com concentrações acima dos propostos pelo vq da DN COPAM n°166 (WSP, 2023).

Em comparação aos valores de prevenção (vp) a área O3 foi a que apresentou maior quantidade de parâmetros com concentrações superiores à legislação: cádmio, cobalto e níquel. Este resultado já era esperado devido a antropização da área (WSP, 2023).

Apesar das concentrações observadas apresentarem pontualmente valores acima do VP da DN COPAM nº166 e da Resolução CONAMA 420, nenhum dos valores propostos a ser adotado como VRQ (P75, com e sem *outlier*) apresentou valor superior ao VP da DN COPAM nº166 e da CONAMA 420, sugerindo que os VRQ considerando os valores de P75 da área como um todo (Tabela 9-95) estão em consonância com concentrações mais próximas ao natural.

Na Tabela 9-96 são apresentados os valores propostos de VRQ para cada uma das subáreas amostradas.

Tabela 9-95: Valores dos parâmetros de caracterização do solo na área de estudo

Elemento	Referência de Qualidade (COPAM/CERN-MG n°0166-2011)	Área Total	
		P75 – sem *outlier*	Valor de VRQ área total
Alumínio (mg/kg)	-	13.378,0	13.378,0
Antimônio (mg/kg)	-	0,25*	0,25*
Arsênio (mg/kg)	8	1,6	8
Bário (mg/kg)	93	80,8	93
Boro (mg/kg)	12	15,28	15
Cádmio (mg/kg)	<0,4	0,25*	<0,4
Chumbo (mg/kg)	20	17,71	20
Cobalto (mg/kg)	6	4,6	6
Cobre (mg/kg)	49	16,81	49
Cromo (mg/kg)	75	25,11	75
Ferro (mg/kg)	-	37.237,0	37.237,0
Manganês (mg/kg)	-	480	480
Mercúrio (mg/kg)	-	0,025*	0,025*
Molibdênio (mg/kg)	-	0,25*	0,25*
Níquel (mg/kg)	22	10,18	22
Nitrato (mg/kg)	-	7,21	7
Prata (mg/kg)	-	0,25*	0,25*
Selênio (mg/kg)	-	0,25*	0,25*
Sulfato (mg/kg)	-	50*	50*
Sulfeto (mg/kg)	-	50*	50*
Vanádio (mg/kg)	129	25,69	129
Zinco (mg/kg)	47	67,02	67

Valor de referência LQ/2 (resultados analíticos 100% menores que o LQ)

Fonte: modificado de WSP, 2023

Tabela 9-96: Valores dos parâmetros de caracterização do solo na área de estudo

Elemento	Referência de Qualidade (COPAM/CERN-MG n°0166-2011)	Área AE0		Área AE2		Área AE3		Área AE4		Área O3		Área PC	
		P75 – sem *outlier*	Valor de VRQ AE0	P75 – sem *outlier*	Valor de VRQ AE2	P75 – sem *outlier*	Valor de VRQ AE3	P75 – sem *outlier*	Valor de VRQ AE4	P75 – sem *outlier*	Valor de VRQ O3	P75 – sem *outlier*	Valor de VRQ PC
Alumínio (mg/kg)	-	19,724	19,724	14,969	14,969	8,812	8,812	24,166	24,166	10.809	10.809	12.540	12.540
Antimônio (mg/kg)	-	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Arsênio (mg/kg)	8	0,5	8	3,5	8	0,5	0	3,8	8	1,3	8	0,5	8
Bário (mg/kg)	93	44,5	93	76,7	93	53,3	93	84,3	93	145,1	145,1	65,3	93
Boro (mg/kg)	12	14,81	14,81	18,24	18,24	14,72	14,72	14,43	14,43	15,53	15,53	11,73	12
Cádmio (mg/kg)	<0,4	0,25	<0,4	0,25	<0,4	0,25	<0,4	2,35	<0,4	0,61	0,61	0,25	<0,4
Chumbo (mg/kg)	20	14,65	20	23,05	23,5	15,50	20	22,49	22,49	18,75	20	18,96	20
Cobalto (mg/kg)	6	0,5	6	4,1	6	4,4	6	0,5	6	5,4	6	13,9	13,9
Cobre (mg/kg)	49	14,11	49	23,21	49	12,70	49	15,81	49	24,21	49	14,30	49
Cromo (mg/kg)	75	34,6	75	27,97	75	16,12	75	46,82	75	18,23	75	14,57	75
Ferro (mg/kg)	-	27,741	27,741	48,356	48,356	28,806	28,806	44,841	44,841	35,507	35,507	27,355	27,355
Manganês (mg/kg)	-	73	73	384	384	388	388	254	254	707	707	551	551
Mercúrio (mg/kg)	-	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Molibdênio (mg/kg)	-	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Níquel (mg/kg)	22	3,85	22	11,49	22	8,43	22	8,83	22	18,88	22	8,32	22

Elemento	Referência de Qualidade (COPAM/CERN-MG n°0166-2011)	Área AE0		Área AE2		Área AE3		Área AE4		Área O3		Área PC	
		P75 – sem *outlier*	Valor de VRQ AE0	P75 – sem *outlier*	Valor de VRQ AE2	P75 – sem *outlier*	Valor de VRQ AE3	P75 – sem *outlier*	Valor de VRQ AE4	P75 – sem *outlier*	Valor de VRQ O3	P75 – sem *outlier*	Valor de VRQ PC
Nitrato (mg/kg)	-	41,02	41,02	8,47	8,47	1,75	1,75	8,00	8,00	6,58	6,58	33,99	33,99
Prata (mg/kg)	-	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Selênio (mg/kg)	-	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Sulfato (mg/kg)	-	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Sulfeto (mg/kg)	-	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Vanádio (mg/kg)	129	36,59	129	28,44	129	17,59	129	86,95	129	23,06	129	18,46	129
Zinco (mg/kg)	47	69,04	69,04	39,93	47	50,53	50,53	164,70	164,70	82,52	82,52	91,14	91,14

Valor de referência LQ/2 (resultados analíticos 100% menores que o LQ)

Fonte: modificado de WSP, 2023

9.1.14.3.2.1.2 Determinação de valor de referência para água superficial

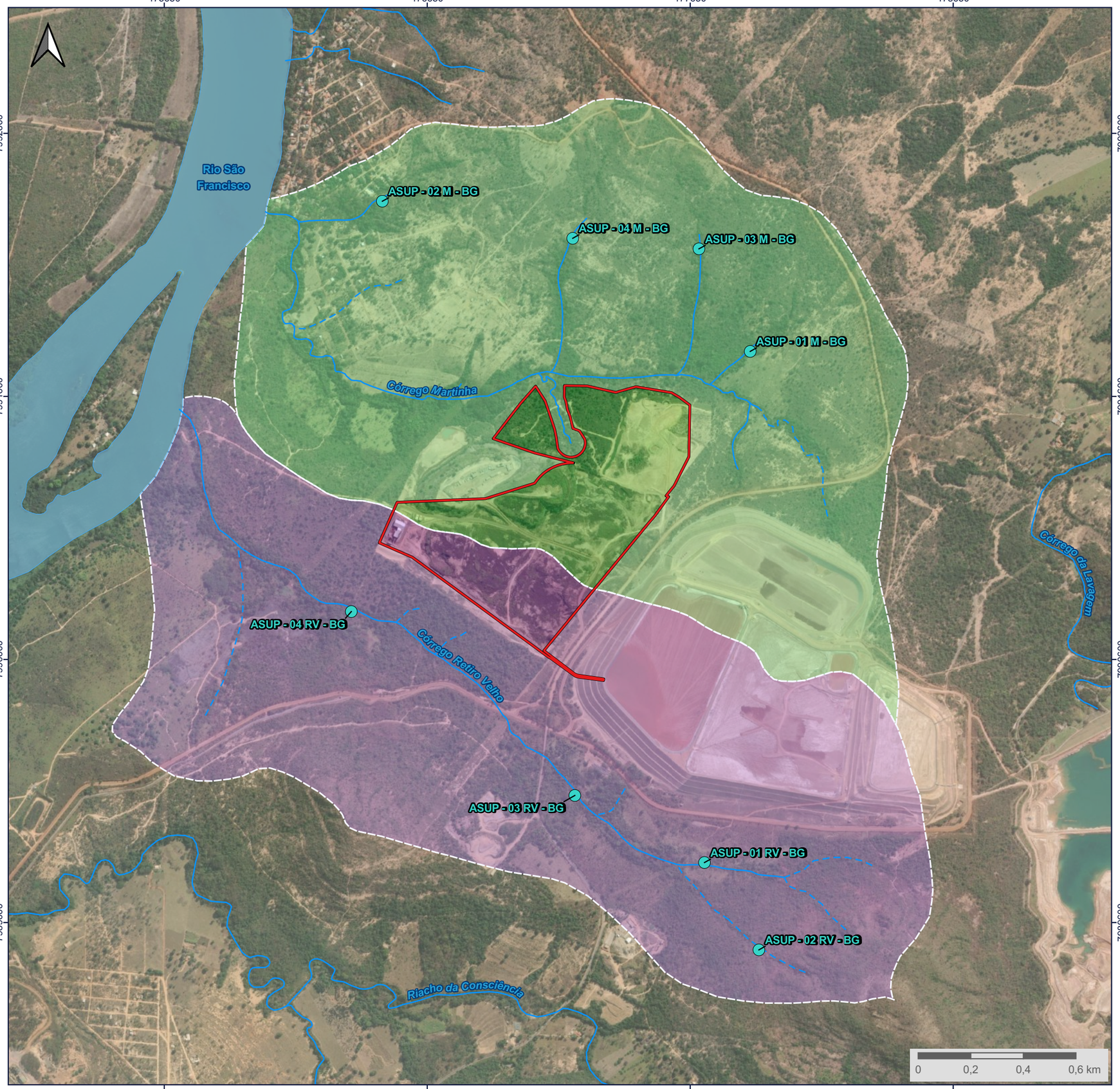
O estudo realizado pela WSP (2024) para obtenção dos valores de referência para água superficial teve como objetivo, apresentar a caracterização ambiental da qualidade de águas superficiais estabelecendo valores de referência para a área do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

Para isso, os valores obtidos para água superficial foram comparados com os parâmetros estabelecidos pela DN COPAM nº 08/2022 e CONAMA 357/2005 para classe 2. Além disso, os valores de referência para águas superficiais foram elaborados a partir da metodologia estatística $UTL_{95\text{-}95}$ (*Upper Tolerance Limit*), nos pontos de coleta de água superficial nos córregos Martinha e Retiro Velho.

Os valores de referência foram definidos a partir de resultados mensais de um ano hidrológico completo, ou seja, doze campanhas entre março/2023 e fevereiro/2024.

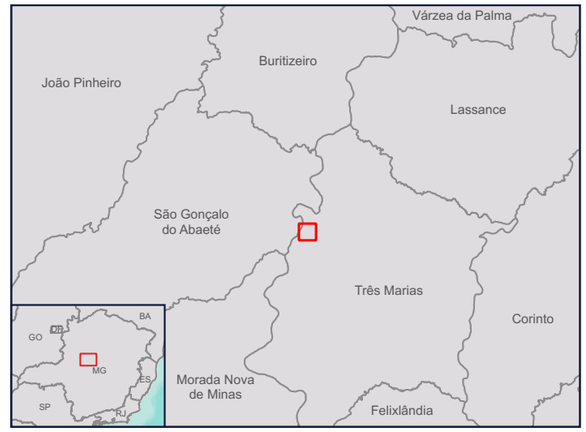
Para a avaliação do VRQ foram considerados dois corpos hídricos: córrego da Martinha e córrego Retiro Velho, sendo o primeiro para o cálculo de VRQ e o segundo para avaliação de *Baseline*. Neste caso, foram selecionados oito pontos para água superficial e sedimentos, sendo quatro pontos em cada corpo hídrico (WSP, 2024).

A Figura 9-92 apresenta a localização dos pontos de água superficial e sedimentos utilizados no trabalho da WSP (2024).



Legenda

- Pontos de Coleta de Água Superficial e Sedimento
- Hidrografia
- Cursos d'Água Efêmeros
- Rio São Francisco
- Bacia do Córrego Martinha
- Bacia do Córrego Retiro Velho
- Área Diretamente Afetada (ADA)



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023); Pontos (WSP, 2023); Hidrografia, Bacias (Trust, 2023); Limites Municipais, Limites Estaduais (IBGE, 2022).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO

EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO

Figura 9-92: Localização dos pontos de coleta de água superficial e sedimentos

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	30/08/2024	NXTM-DRS-EIA-Superficiais-A3-v00

Os resultados dos parâmetros físico-químicos para águas superficiais apresentaram pouca variação entre os pontos: 4,82 mg/L e 5,39 mg/L para oxigênio dissolvido; 5,19 e 7,38 um para pH; 0,054 ms/cm e 0,086 ms/cm para condutividade elétrica. Os valores de Potencial de Oxirredução (ORP) variaram de 63,9mV a 223,6 mV e a turbidez apresentou valor mínimo de 3,33 NTU e máxima de 27,10 NTU (WSP, 2024).

Segundo a WSP (2024) os valores encontrados no monitoramento para os parâmetros físico-químicos estavam estáveis e dentro (ou muito próximos) dos limites legais da DN COPAM 08/2022, que pode ser um indicativo de que os pontos selecionados cumprem a função de representar as condições naturais da região, sem interferência antrópica.

Os elementos inorgânicos, o Carbonato, Fluoreto e Sulfeto total apresentaram 100% dos resultados menores que o limite de quantificação (LQ) do método adotado. Já o Cloreto, Nitrato e Sulfato total apresentaram, respectivamente, 64%, 93% e 79% dos resultados abaixo do LQ (WSP, 2024).

Entre os resultados de metais, os parâmetros Antimônio, Arsênio, Boro, Cobalto, Mercúrio, Molibdênio, Níquel, Prata e Selênio, nas frações totais e dissolvidas, além do Chumbo, Cobre, Cromo e Vanádio na fração dissolvida, apresentaram 100% de resultados menores que o LQ (WSP, 2024).

Quando comparadas as concentrações obtidas nos pontos de monitoramento com os valores máximos permitidos (VMP) da DN COPAM nº01/2022, verificou-se que os seguintes parâmetros apresentaram concentrações em desacordo com a referida legislação: Oxigênio Dissolvido (4 ocorrências), pH (1 ocorrência), Cádmio Total (1 ocorrência), Chumbo Total (1 ocorrência), Ferro Dissolvido (2 ocorrências), Manganês Total (6 ocorrências) e Zinco Total (1 ocorrência) (WSP, 2024).

O ponto com o maior número de violações durante as doze campanhas foi o ASUP-01 M BG, com oito ocorrências. O parâmetro com mais violações no histórico do estudo foi o Manganês total, com seis ocorrências nos pontos ASUP-01 M BG, ASUP-02 M BG e ASUP-04 M BG. De acordo com Bento *et al.* (2019) citado por WSP (2024), os possíveis valores acima do VMP para os parâmetros Alumínio, Manganês e Ferro são justificadas pelas características geológicas da região e pelo uso e ocupação da bacia do rio São Francisco.

A WSP (2024) destaca que a pluviometria da região pode ter forte influência nos resultados observados. Os meses que apresentaram mais violações (abril e maio de 2023 e janeiro de 2024), marcaram o final e o início, respectivamente, do período chuvoso na região. Nos meses de seca, entre junho e dezembro de 2023, não houve coletas pois o córrego estava seco. Percebendo esse padrão, a WSP inferiu que, provavelmente, nos meses de seca há acúmulo de resíduos com concentrações dos metais observados, que são lavados e carreados pelo córrego em episódios de chuvas torrenciais. Esta dinâmica influencia tanto na concentração de metais (em ambas as frações) quanto nos parâmetros físico-químicos das águas superficiais.

Entre os valores de referência para os elementos inorgânicos, o VRQ proposto para Nitrato foi o valor do LQ para os pontos ASUP-02 M BG, ASUP-03 M BG e ASUP-04 M BG, pois todas as amostras se apresentaram abaixo do LQ. Para Sulfato, o valor de LQ foi considerado como VRQ apenas para o ponto ASUP-03 M BG (WSP, 2024).

Os valores de referência propostos para os metais apresentaram-se abaixo do VMP da DN COPAM 01/2022 (Classe 2) para todos os parâmetros no ponto ASUP-03 M BG (WSP, 2024).

Os parâmetros Antimônio, Arsênio, Boro, Cobalto, Mercúrio, Molibdênio, Níquel, Prata e Selênio nas frações totais e dissolvidas, além do Chumbo, Cobre, Cromo e Vanádio na fração dissolvida apresentaram o LQ como VRQ para todos os pontos, assim como o Cádmio em ambas as frações, Chumbo, Cobre e Vanádio na fração total para os pontos ASUP-02 M BG, ASUP-03 M BG e ASUP-04 M BG e o Cromo total nos pontos ASUP-02 M BG e ASUP-03 M BG (WSP, 2024).

A Tabela 9-97 apresenta os valores propostos de *background* para os metais e inorgânicos para os pontos amostrados no córrego Martinha. Destaca-se que no período avaliado pela WSP, o córrego Retiro Velho estava seco em todas as campanhas.

De forma geral, os resultados apresentados estão próximos aos valores de referência calculados em estudos da região, indicando assim, que os valores de referência propostos estão em consonância com as características da região (WSP, 2024).

Tabela 9-97: Valores de referência propostos para os parâmetros inorgânicos e metais por ponto de amostragem

Parâmetro	Unidade	COPAM 08/2022 (Classe 2)	ASUP-01 M-BG	ASUP-02 M-BG	ASUP-03 M-BG	ASUP-04 M-BG
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,0027	0,0463	0,0221	0,0411
Alumínio Total	mg/L	-	3,104	0,981	0,1879	0,2332
Bário Dissolvido	mg/L	-	0,036	0,044	0,196	0,142
Bário Total	mg/L	0,7	0,065	0,052	0,225	0,17
Cádmio Dissolvido	mg/L	-	0,005	<0,001	<0,001	<0,001
Cádmio Total	mg/L	0,001	0,01	<0,001	<0,001	<0,001
Cálcio Total	mg/L	-	9,856	1,881	-	-
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,04	0,005	<0,002	0,005
Cobre Total	mg/L	-	0,016	<0,006	<0,006	<0,006
Cromo Total	mg/L	0,05	0,007	<0,005	<0,005	0,007
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,439	0,787	0,054	0,248
Ferro Total	mg/L	-	5,909	1,443	0,246	1,091
Manganês Dissolvido	mg/L	-	0,701	0,09	0,011	0,237
Manganês Total	mg/L	0,1	0,785	0,107	0,026	0,291
Sódio Dissolvido	mg/L	-	5,65	4,54	-	5,23

Parâmetro	Unidade	COPAM 08/2022 (Classe 2)	ASUP-01 M-BG	ASUP-02 M-BG	ASUP-03 M-BG	ASUP-04 M-BG
Sódio Total	mg/L	-	6,875	21,18	8,811	7,007
Vanádio Total	mg/L	0,1	0,008	<0,005	<0,005	<0,005
Zinco Dissolvido	mg/L	-	0,06	0,039	0,013	0,085
Zinco Total	mg/L	0,18	0,229	0,112	0,127	0,161
Nitrato	mg/L	10	0,24	<0,2	<0,2	<0,2
Sulfato Total	mg/L	250	2	2,1	<2	2,6

Fonte: modificado de WSP, 2024

A Tabela 9-98 apresenta o VRQ geral considerando o cálculo com os quatro pontos de coleta no córrego Martinha, com valores de referência calculados, em comparação com os VMO dispostos na DN COPAM 08/2022. Os parâmetros físico-químicos são apresentados em faixas.

Destaca-se que, apenas as concentrações de zinco, Ferro dissolvido e Manganês total apresentaram valor de *background* superior ao da DN COPAM 08/2022 (WSP, 2024).

Tabela 9-98: Resumo dos valores de *background* para água superficial no córrego Martinha

Parâmetro	Unidade	COPAM 08/2022 (Classe 2)	VRQ
Bicarbonato	mg/L	-	57,880
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	41,75 - 109,75
Oxigênio Dissolvido	mg/L	5	4,75 - 5,38
pH	-	6 a 9	6,31 – 7,18
Potencial de Oxirredução	mV	-	22,12 - 211,13
Turbidez	NTU	100	0 – 39,26
Cloreto	mg/L	250	2,473
Nitrato	mg/L	10	0,2
Sulfato Total	mg/L	250	2
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,05
Alumínio Total	mg/L	-	0,341
Bário Dissolvido	mg/L	-	0,064
Bário total	mg/L	0,7	0,084
Cádmio Dissolvido	mg/L	-	0,001
Cádmio Total	mg/L	0,001	0,001
Cálcio Total	mg/L	-	9,856
Chumbo total	mg/L	0,01	0,007
Cobre Total	mg/L	-	0,006
Cromo total	mg/L	0,05	0,005
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,432

Parâmetro	Unidade	COPAM 08/2022 (Classe 2)	VRQ
Ferro Total	mg/L	-	1,912
Magnésio Total	mg/L	-	3,616
Manganês Dissolvido	mg/L	-	0,281
Manganês total	mg/L	0,1	0,341
Potássio Total	mg/L	-	2,739
Sódio Dissolvido	mg/L	-	5,650
Sódio Total	mg/L	-	13,300
Vanádio total	mg/L	0,1	0,005
Zinco Dissolvido	mg/L	-	0,083
Zinco total	mg/L	0,18	0,243
Carbonato	mg/L	-	1
Fluoreto	mg/L	1,4	0,05
Sulfeto Total	mg/L	-	0,002
Antimônio Dissolvido	mg/L	-	0,005
Antimônio Total	mg/L	0,005	0,005
Arsênio Dissolvido	mg/L	-	0,002
Arsênio Total	mg/L	0,01	0,002
Boro Dissolvido	mg/L	-	0,05
Boro Total	mg/L	0,5	0,05
Chumbo Dissolvido	mg/L	-	0,002
Cobalto Dissolvido	mg/L	-	0,005
Cobalto Total	mg/L	0,05	0,005
Cobre Dissolvido	mg/L	0,009	0,006
Cromo Dissolvido	mg/L	-	0,005
Mercúrio Dissolvido	mg/L	-	0,0002
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	0,0002
Molibdênio Dissolvido	mg/L	-	0,01
Molibdênio Total	mg/L	-	0,01
Níquel Dissolvido	mg/L	-	0,005
Níquel Total	mg/L	0,025	0,005
Prata Dissolvido	mg/L	-	0,01
Prata Total	mg/L	0,01	0,01
Selênio Dissolvido	mg/L	-	0,002
Selênio Total	mg/L	0,01	0,002
Vanádio Dissolvido	mg/L	-	0,005

Fonte: WSP, 2024

9.1.14.3.2.1.3 *Determinação de valor de referência para água subterrânea*

O estudo realizado pela WSP (2024a) para obtenção dos valores de referência para água subterrânea teve como objetivo, apresentar as análises preliminares dos resultados de concentrações das substâncias químicas de interesse (SQI) para as águas subterrâneas na área do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias e região do Depósito de Depósito de Rejeitos Murici - DRM.

De acordo com a WSP (2024a), os resultados preliminares foram comparados com estudos pretéritos já realizados na área, com valores propostos pelo Atlas Geoquímico da Bacia do São Francisco (CPRM, 2008) e com a legislação pertinente (DN COPAM nº166 de 2011 e RESOLUÇÃO CONAMA nº 396 de 2008), com objetivo de aumentar a compreensão das características hidro químicas da água subterrânea.

Para este estudo foram instalados seis poços de monitoramento, os quais estão localizados na porção jusante hidrogeológica do DRM – Módulos Oeste 1, 2 e futuro Oeste 3, em posições consideradas sem impacto antrópico tanto superficialmente (de modo a evitar impactos oriundos da infiltração) quanto sub superficialmente (de modo a evitar impactos oriundos do fluxo subterrâneo). A escolha da posição dos poços em relação ao fluxo subterrâneo se deu por meio de análise da potenciometria (profundidade e direção do fluxo subterrâneo) local (WSP, 2024a).

De modo a complementar a malha amostral, foram coletadas amostras de três poços pré-existentes na área, os quais foram selecionados com base em seus resultados analíticos, que indicaram águas não contaminadas. Estes poços estão posicionados a montante da nova planta de cimentação (WSP, 2024a).

A WSP (2024a) informa que em março de 2023 foi realizado o levantamento de nascentes existentes na área do entorno das futuras instalações do módulo Oeste 3 e Planta de Cimentação. Este levantamento, realizado pela Trust Gestão e Sustentabilidade, identificou nove nascentes ao longo da bacia do córrego Martinha.

Ainda em março de 2023 a WSP foi a campo para identificar e avaliar as condições de efemeridade, perenidade ou intermitência de cinco nascentes levantadas pelo estudo da Trust, de modo a realizar uma dupla checagem com as informações levantadas pela Trust. Destas cinco nascentes, quatro estão localizadas muito próximas ao DRM, em ambiente antropizado, e, portanto, não foram utilizadas no estudo de *background*.

A Figura 9-93 apresenta a localização dos poços de monitoramento e da nascente monitorada.

AWSP (2024a) registra que o longo do monitoramento foi realizado doze visitas à nascente MAR-NA-06 (mar/23 a fev/24), e em apenas abril/23, foi encontrada água em quantidade e com fluxo para a realização da coleta. Em função disso, a determinação dos valores proposto de *background* foram baseados exclusivamente nas análises realizadas com os dados coletados nos poços, não considerando os resultados obtidos na nascente.

476200 476900 477600 478300

7992000 7991300 7990600 7989900

Rio São Francisco

Córrego Martinha

Córrego Retiro Velho

MAR-NA-06

PMI-122

PM-06 BG

PM-04 BG

PM-05 BG

PM-03 BG

PM-01 BG

P15

PM-118

PM-02 BG

0 0,2 0,4 0,6 km

Legenda

- Nascentes
- Poços de Monitoramento - Novo
- Poços de Monitoramento - Existente
- Hidrografia
- Cursos d'Água Efêmeros
- Rio São Francisco
- Área Diretamente Afetada (ADA)

Áreas de Estudo:

- AE 0
- AE 2
- AE 3
- AE 4
- Oeste 3
- Área de Blendagem



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023); Áreas de Estudo; Pontos (WSP, 2023); Hidrografia, Bacias (Trust, 2023); Limites Municipais, Limites Estaduais (IBGE, 2022).

nexa TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO

EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO

Figura 9-93: Localização dos poços de monitoramento

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	30/08/2024	NXTM-DRS-EIA-Subterraneas-A3-v00

Com relação aos valores propostos de *background* ou valor de referência de qualidade (VRQ), a WSP (2024a) apresentou os valores para cada cenário analisado, sendo eles: conjunto amostral de todos os poços (geral), agrupamento em *clusters* (divisão em 3 grupos) e para cada poço monitorado. A WSP realizou essa distinção de valores propostos de *background*, pois entendeu que as condições diferentes para as águas subterrâneas resultam em concentrações que podem ser diferentes, conforme foi demonstrado no relatório elaborado.

De acordo com a WSP (2024a) o agrupamento em *cluster* se assemelha às condições de localização e posição dos poços e foi subdividido da seguinte forma: *cluster* 1: PM-06 BG; *cluster* 2: PMI-122/21, PM-05 BG, PM-118/21, PM-01 BG, PM-03 BG e PM-04 BG e; *cluster* 3: PM-15 e PM-02 BG.

Os parâmetros físico-químicos foram apresentados em uma faixa de valores, pois estes parâmetros podem variar de acordo com a profundidade das fraturas das rochas e, especificamente para estes parâmetros, com a sazonalidade (WSP, 2024a).

Os estudos realizados pela WSP (2024a) indicaram que os valores de pH variaram em torno da neutralidade tanto no período seco quanto no período chuvoso, com médias de 6,51 e 6,32, respectivamente. O Oxigênio Dissolvido apresentou baixa variação, com média de 1,23 mg/L no período seco e 1,24mg/L no período chuvoso (WSP, 2024a).

Os valores de turbidez no período seco apresentaram média de 6,66 NTU, variando entre 2,79 NTU e 10,98 NTU. Para o período chuvoso, a média foi de 2,42 NTU, variando entre 0,81 NTU e 8,07 NTU (WSP, 2024a).

Os valores obtidos para Potencial de Oxirredução em ambos os períodos indicaram um ambiente preferencialmente redutor, tendo em vista que não foram encontrados valores negativos. A média para o período seco foi de 346,14 mV e no período chuvoso foi de 350,97 mV (WSP, 2024a).

Os valores de Condutividade Elétrica (CE) obtidos para o período seco variaram entre 199,00 µS/cm e 687,00 µS/cm. Por sua vez, o período chuvoso apresentou condutividade elétrica variando entre 118,00 µS/cm e 533,00 µS/cm. Os valores de condutividade elétrica são semelhantes em ambos os períodos, embora sejam levemente superiores no período seco, o que pode indicar que há influência da recarga no parâmetro de CE, mas a maior influência é proveniente do fluxo subterrâneo (WSP, 2024a).

Com relação aos parâmetros inorgânicos, verificou-se que o Sulfeto Total apresentou valor de *background* igual ao limite de quantificação laboratorial em todos os cenários avaliados. Analisando-se a divisão por *cluster*, nota-se que no grupo 1, além do Sulfeto total, o Cloreto Total e o Nitrato também apresentaram valor de *background* igual ao limite de quantificação laboratorial. Nos outros dois grupos não ocorreram valores de *background* iguais ao valor do limite de quantificação laboratorial. Considerando cada poço separadamente, os parâmetros Sulfeto Total (todos os poços), Cloreto Total (seis poços), Nitrato (cinco poços), Fluoreto Total (um poço), Sulfato Dissolvido (um poço) e o Sulfato Total (um poço) apresentaram valor de *background* igual ao limite de quantificação laboratorial (WSP, 2024a).

Para os metais, na análise geral, os parâmetros Alumínio Dissolvido, Alumínio Total, Manganês Dissolvido e Manganês Total estavam em desacordo com os limites estabelecidos pela legislação. Os demais metais apresentaram valores propostos de *background* inferiores aos limites propostos pela legislação, indicando que concentrações que podem se assemelhar a condições naturais (WSP, 2024a).

Analisando-se os metais em agrupamentos, verifica-se que o tanto o *cluster 1* quanto o *cluster 3* apresentou o Manganês Dissolvido e Manganês Total com valor de *background* superior aos limites da legislação. Já o *cluster 2* apresentou o Manganês Total e o Alumínio Total com valores de *background* acima dos limites estabelecidos pela legislação.

Considerando-se os valores propostos de *background* para os metais para cada poço, a WSP (2024a) verificou que as concentrações de Alumínio Total, Alumínio Dissolvido, Manganês Total, Manganês Dissolvido, Ferro Total, Zinco Total e Zinco Dissolvido estavam em desacordo com a legislação, comportamento que pode ser associado a formação geológica local, e, portanto, serem ocorrências de condições mais próximas aos naturais.

A Tabela 9-99 apresenta o resumo com os valores *background* para a região do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

Tabela 9-99: Valores dos parâmetros de *background* de águas subterrâneas

Parâmetro	Unidade	COPAM 166/11	CONAMA 396/08	VRQ Geral	VRQ para cada *Cluster*			VRQ para cada poço								
					Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	P15	PM-02 BG	PM-06 BG	PM-01 BG	PM-03 BG	PM-04 BG	PM-05 BG	PM-118/21	PMI-122/21
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	-	835 – 485	307 – 347	83 – 441	0 – 792	182 – 379	374 - 553	307 – 347	0 – 1061	175 - 300	175 – 300	196 - 390	2 – 344	190 – 319
Oxigênio Dissolvido	mg/L	-	-	1,01 – 1,34	1,08 – 1,19	1,05 – 1,34	1 – 1,32	0,98 - 1,34	0,99 – 1,37	1,08 – 1,19	1,03 – 1,46	1,1 – 1,3	0,97 – 1,43	1,08 – 1,309	1,14 – 1,24	1,10 – 1,26
pH	-	-	-	4,72 – 8,14	6,21 – 7,32	4,65 – 8,43	3,89 – 8,30	3,88 - 7,32	6,39 – 6,93	6,21 – 7,32	6,48 – 8,04	5,08 – 7,92	5,95 – 7,86	5,63 – 7,55	5,49 – 6,73	5,54 - 6,68
Potencial de Oxirredução	mV	-	-	66 – 211	75 – 184	70 – 209	36 – 243	63 - 251	43 - 214	75 - 184	69 - 166	51 - 210	77 - 178	81 - 172	85 - 223	134 - 191
Turbidez	NTU	-	-	0 - 14	0 - 16	0 - 13	0 - 10	0 - 10	0 - 18	0 - 16	0 - 11	0 - 8	0 - 13	0 - 13	0 - 18	0 – 16
Cloreto Total	mg/L	-	250	2,8	2	2,4	3,0	3,4	2,8	2	3	2	2	2	2	2
Fluoreto	mg/L	-	1,5	0,1	0,05	0,1	0,1	0,05	0,2	0,05	0,3	0,1	0,05	0,05	0,2	0,05
Nitrato (como N)	mg/L	10	10	1,08	0,2	1,08	0,84	0,565	1,44	0,2	1,15	0,2	1	0,2	0,2	0,2
Sulfato Dissolvido	mg/L	-	250	9,0	3,5	9,0	83,6	108,0	61,3	3,5	2	4,2	9	9,3	3,5	4,8
Sulfato Total	mg/L	-	250	8,8	3,9	9,2	84,8	109,0	63,1	3,9	2	4,4	9,2	8,8	3,5	5,1
Sulfeto Total	mg/L	-	250	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Alumínio Dissolvido	mg/L	3,5	0,2	0,28	0,07	0,13	0,13	0,12	0,18	0,07	1,54	0,06	0,07	0,08	0,05	0,04
Alumínio total	mg/L	3,5	0,2	0,45	0,11	0,42	0,80	0,20	1,12	0,11	0,62	0,16	0,16	0,34	0,71	0,11
Arsênio Dissolvido	mg/L	0,01	0,01	0,005	0,002	0,005	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Arsênio total	mg/L	0,01	0,01	0,009	0,002	0,006	0,0038	0,002	0,005	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Bário Dissolvido	mg/L	0,7	0,7	0,169	0,176	0,110	0,172	0,083	0,190	0,176	0,157	0,060	0,076	0,126	0,050	0,060
Bário Total	mg/L	0,7	0,7	0,170	0,190	0,100	0,169	0,135	0,206	0,190	0,179	0,067	0,077	0,129	0,053	0,093

Parâmetro	Unidade	COPAM 166/11	CONAMA 396/08	VRQ Geral	VRQ para cada *Cluster*			VRQ para cada poço								
					Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	P15	PM-02 BG	PM-06 BG	PM-01 BG	PM-03 BG	PM-04 BG	PM-05 BG	PM-118/21	PMI-122/21
Chumbo Dissolvido	mg/L	0,01	0,01	0,004	0,002	0,004	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,01	0,007	0,002	0,007	0,008	0,002	0,011	0,002	0,002	0,002	0,002	0,009	0,008	0,002
Cobre Dissolvido	mg/L	2	2	0,012	0,006	0,006	0,020	0,006	0,029	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Cobre total	mg/L	2	2	0,021	0,052	0,015	0,033	0,006	0,046	0,0515	0,006	0,006	0,006	0,050	0,006	0,006
Ferro Dissolvido	mg/L	2,45	0,3	0,098	0,05	0,109	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Ferro Total	mg/L	2,45	0,3	0,528	0,182	0,543	0,485	0,284	0,567	0,182	0,300	0,198	0,186	0,673	0,874	0,339
Manganês Dissolvido	mg/L	0,4	0,1	0,642	0,979	0,085	0,162	0,054	0,227	0,979	0,005	0,112	0,065	0,162	0,077	0,075
Manganês Total	mg/L	0,4	0,1	1,066	1,051	0,842	0,271	0,067	0,283	1,051	0,005	0,175	0,123	0,179	0,137	1,655
Selênio Total	mg/L	0,001	0,01	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Vanádio Dissolvido	mg/L	-	0,05	0,005	0,005	0,00536	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Vanádio Total	mg/L	-	0,05	0,006	0,005	0,007	0,005	0,005	0,005	0,005	0,007	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Zinco Dissolvido	mg/L	1,05	5	4,68	7,506	0,261	0,516	0,483	0,295	7,506	0,137	0,058	0,277	0,137	0,307	0,060
Zinco Total	mg/L	1,05	5	5,294	8,723	0,351	0,447	0,567	0,537	8,723	0,259	0,138	1,065	0,317	0,537	0,152
Antimônio Dissolvido	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Antimônio Total	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Boro Dissolvido	mg/L	0,5	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Boro Total	mg/L	0,5	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Parâmetro	Unidade	COPAM 166/11	CONAMA 396/08	VRQ Geral	VRQ para cada *Cluster*			VRQ para cada poço								
					Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	P15	PM-02 BG	PM-06 BG	PM-01 BG	PM-03 BG	PM-04 BG	PM-05 BG	PM-118/21	PMI-122/21
Cádmio Dissolvido	mg/L	0,005	0,005	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,005	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Cobalto Dissolvido	mg/L	0,005	-	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Cobalto Total	mg/L	0,005	-	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Cromo Dissolvido	mg/L	0,05	0,05	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Mercúrio Dissolvido	mg/L	0,001	0,001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Mercúrio Total	mg/L	0,001	0,001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Molibdênio Dissolvido	mg/L	0,07	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Molibdênio Total	mg/L	0,07	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Niquel Dissolvido	mg/L	0,02	0,02	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Níquel Total	mg/L	0,02	0,02	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Prata Dissolvido	mg/L	0,05	0,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Prata Total	mg/L	0,05	0,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Selênio Dissolvido	mg/L	0,01	0,01	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002

Fonte: modificado de WSP, 2024a

9.1.14.4 Síntese Conclusiva

De acordo com o Inventário e Lista de Áreas Contaminadas e Áreas Reabilitadas de Minas Gerais (FEAM, 2022) foram identificadas/inventariadas cinco áreas contaminadas nas áreas de estudos regional e local do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

Além das áreas constantes do cadastro de áreas contaminadas do estado de Minas Gerais (FEAM, 2022), em dezembro/2020 a Nexa realizou cadastro de suspeita de contaminação para área do entorno do Depósito de Rejeitos Murici – DRM e em seguida iniciou as investigações conforme legislação aplicável.

Os estudos realizados na área da Nexa iniciaram em 2005 e de acordo com o cronograma de investigação de áreas contaminadas da Unidade Três Marias, o estudo de investigação preliminar de toda a Unidade foi concluído em 2016. A investigação confirmatória foi realizada entre 2018 e 2019 e a execução da investigação detalhada foi concluída em 2022.

Neste contexto, a Nexa realizou, dentro da Unidade Três Marias, vários estudos subdivididos por áreas, sendo:

- *Área Industrial, Barragem Velha, Córrego Consciência e Córrego Barreiro Grande com estudos de ARSH, ARECO e MOD. MAT. Concluídos e apresentados à Gerência de Qualidade do Solo e Áreas Contaminadas - GERAQ/Feam em março/21.*
- *Áreas do Depósito de Rejeito Murici (DRM) e Bacia do Córrego Lavagem (BCL) também com estudos de ARSH, ARECO e MOD. MAT. Concluídos e apresentados à GERAC/Feam em maio de 2024.*
- *A área do antigo Ph9 tem estudos confirmatório, detalhado e ARSH concluídos e protocolado na Supram em 2016 e, também, detalhamento de informações complementares solicitadas pela Gerência de Qualidade do Solo e Áreas Contaminadas - GERAQ em 2021, que foram protocoladas no início de 2023,*

De forma a complementar os estudos da região do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, em 2023, a WSP elaborou os estudos de *Baseline* para a região, abordando resultados para solos (RT-002_20438011_00-B). Em 2024, a WSP elaborou o relatório de valores de referência para a água superficial (RT_006_20438011_01-J) e água subterrânea (RT_007_20438011_01-J) da área da planta da cimentação e futura pilha de resíduos secos, abordando o ciclo hidrológico completo.

Com relação a ADA do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, verifica-se que ela está nas proximidades do Depósito de Rejeitos Murici – DRM. Quando avaliada a linha de direção de fluxo da água subterrânea, percebe-se que o fluxo apresenta direção SE-NW, seguindo do DRM para a ADA.

De acordo com os resultados analíticos apresentados pela WSP (2022), para as plumas em água subterrânea (aquífero raso), os metais cádmio, cobalto, chumbo, ferro, manganês, níquel, prata e zinco foram detectados de forma pontual no entorno das estruturas do DRM e BCL, sendo o manganês, o metal verificado de modo mais esparso por ser um elemento abundante nas litologias e estruturas geológicas do local.

Analisando-se os mapas das plumas, elaborados pela WSP (2002), para os referidos metais, notou-se que apenas o elemento manganês (dissolvido e total) está presente no aquífero raso da ADA.

Analisando-se todos os estudos realizados até o momento, verificou-se que somente a área denominada de Área Piraquaras, já se encontra em estágio maduro, com clara retração de plumas e apta a ser classificada como reabilitada.

9.2 MEIO BIÓTICO

O diagnóstico do meio biótico contempla a caracterização da flora e da fauna terrestre e aquática da área diretamente afetada e das áreas de estudo do meio biótico do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

A caracterização foi desenvolvida com base em levantamentos de campo e na obtenção de dados secundários disponíveis para a região de inserção do empreendimento. No diagnóstico, foram contemplados os seguintes grupos faunísticos: herpetofauna, avifauna, mastofauna não voadora, quiroterofauna, entomofauna, ictiofauna e comunidades hidrobiológicas.

9.2.1 Flora

9.2.1.1 Introdução

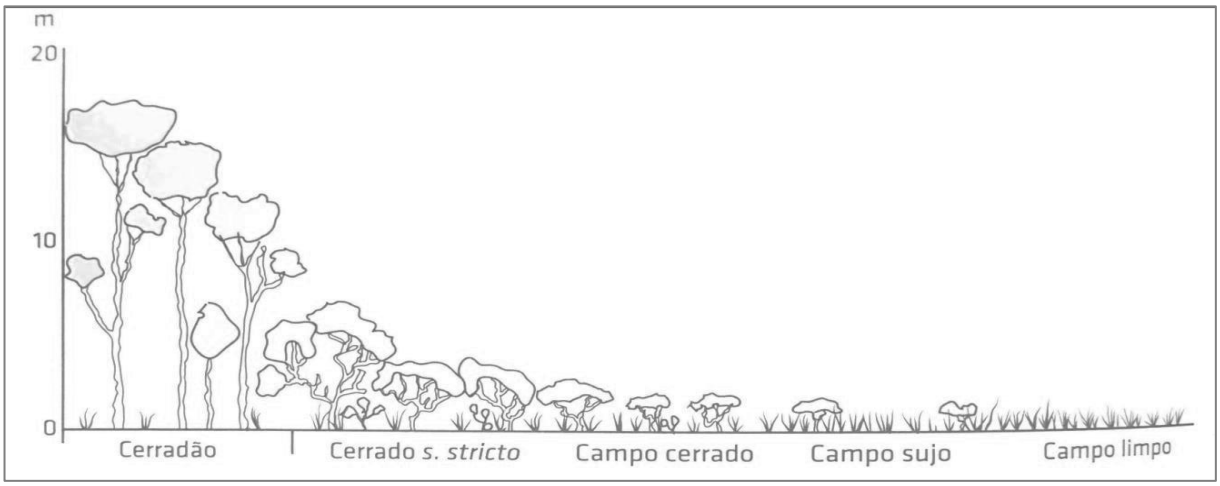
Diferentes formas de relevos, somadas às especificidades de solo e clima, propiciaram ao estado de Minas Gerais paisagens muito variadas, recobertas por vegetações características, adaptadas a cada um dos inúmeros ambientes particulares inseridos no domínio de três biomas brasileiros: o Cerrado, a Mata Atlântica e a Caatinga (MARTINS, 2000).

O Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias encontra-se integralmente inserido no domínio do Cerrado, que ocupa uma área representativa de 23% do território nacional. O Cerrado é considerado um dos "*Hotspots*" para a conservação da biodiversidade mundial (KLINK & MACHADO, 2005) e o segundo maior bioma do Brasil, com área

de 2.036.448 km² (IBGE, 2004). Sua extensão com outros domínios de formação aberta forma uma diagonal de vegetação savânica de significativa diversidade (AB'SABER, 1983).

O Cerrado é formado por um mosaico de comunidades relacionadas ecologicamente. O termo se refere às fitofisionomias que compõem um gradiente de densidade de lenhosas abrangendo desde formações campestres, como os de campos limpos, passando por formações savânicas, como o cerrado ralo e denso, até formações florestais, como os cerradões e as matas de galeria (COUTINHO, 2016) (Figura 9-94). O Cerrado de sentido amplo, ou *lato sensu*, inclui formações de vegetação desde o cerradão até os campos, podendo ou não incluir campo limpo; o cerrado sentido restrito, ou *stricto sensu*, é um tipo fitofisionômico que ocupa mais de 60% da fisionomia Cerrado.

Figura 9-94: Fitofisionomias encontradas no Bioma Cerrado



Fonte: Coutinho, 2016, p. 68

As atividades antrópicas no Cerrado têm potencial para gerar impactos ambientais, tais como: fragmentação de habitats, extinção da biodiversidade, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição de aquíferos, alterações na qualidade da água, degradação de ecossistemas, alterações nos regimes de queimadas, desequilíbrios no ciclo do carbono e possivelmente modificações climáticas regionais (COUTINHO, 2016). Estima-se que 20% das espécies nativas e endêmicas do Cerrado já não ocorram em áreas protegidas. A crescente pressão para a criação de novas áreas de cultivo de gado e grãos para a exportação está esgotando progressivamente os recursos naturais deste bioma, tornando-o o segundo bioma brasileiro que mais sofreu alterações com a ocupação humana.

O diagnóstico aqui apresentado tem por finalidade caracterizar a vegetação das áreas de estudo regional e local do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias. Ademais, objetiva, também, apresentar o inventário florestal desenvolvido para a Área Diretamente Afetada – ADA pelo Projeto, na qual serão cortadas árvores isoladas, nativas e exóticas.

9.2.1.2 Metodologia

9.2.1.2.1 Área de Estudo Regional – AER

9.2.1.2.1.1 Enquadramento Geográfico

De forma a apresentar a situação locacional da área de estudo regional do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias foi realizado enquadramento geográfico da área em relação a diversos recortes espaciais de planejamento e áreas protegidas.

Assim, foi caracterizado o enquadramento da área face a: biomas, unidades de conservação, integridade da fauna e flora, áreas prioritárias para conservação, reservas legais e áreas de preservação permanente.

As bases cartográficas de referência foram obtidas predominantemente nos sítios eletrônicos das instituições que gerenciam determinado tema. Sendo assim, para enquadramento fitogeográfico (biomas) foi utilizado como referência o mapeamento desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2019).

A identificação das Unidades de Conservação (UC), instituídas a nível federal, estadual e municipal, foi realizada para a área de estudo regional, a qual abarca o entorno de 3 km da área diretamente afetada pelo Projeto. Avaliou-se não apenas as Unidades de Conservação, mas, também, as zonas de amortecimento, adotando-se como base os dados vetoriais disponíveis no IDE-Sisema (consulta em agosto de 2023).

O mapeamento de Integridade da Fauna e Flora foi instituído pelo governo do estado de Minas Gerais, por meio do Zoneamento Ecológico-Econômico - ZEE, que tem o objetivo de subsidiar o planejamento e orientar as políticas públicas voltadas para o meio ambiente, viabilizando a gestão territorial. O ZEE teve atribuição legalmente instituída pela Deliberação Normativa COPAM nº 129, de 27 de novembro de 2008. A base cartográfica de referência para a avaliação da Integridade da Fauna e Flora foi obtida no IDE-Sisema (consulta em agosto de 2023).

As Áreas Prioritárias para Conservação foram avaliadas considerando duas fontes distintas: *(i)* uma estabelecida a nível estadual, por meio dos estudos Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação (DRUMOND, *et al.*, 2005), e; *(ii)* outra proposta pelo Ministério do Meio Ambiente do Brasil (Mapa das Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira – 2ª Atualização - Portaria nº 463, de 18 de dezembro de 2018). As bases cartográficas foram obtidas nos sítios eletrônicos das instituições elaboradoras, em agosto de 2023.

As Reservas Legais foram obtidas com base nos dados declarados por proprietários rurais no Cadastro Ambiental Rural – CAR (disponíveis para consulta no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural – SICAR, consulta em agosto de 2023).

As Áreas de Preservação Permanente também foram avaliadas baseando-se nos dados declarados por proprietários rurais no Cadastro Ambiental Rural – CAR (disponíveis para consulta no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural – SICAR, consulta em agosto de 2023). No entanto, especificamente para APPs de cursos d'água e nascentes, considerando que a Trust Gestão e Sustentabilidade Ltda. realizou mapeamento de olhos d'água no ano de 2023 (apresentado no diagnóstico referente aos recursos hídricos superficiais), decidiu-se por fazer novo mapeamento de APPs para recursos hídricos, nas áreas-alvo do cadastramento. Sendo assim, a partir do mapeamento de olhos d'água e dos cursos d'água foram delimitadas as Áreas de Preservação Permanente, seguindo os critérios estabelecidos na Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 e na Lei Estadual nº 20.922, de 16 de outubro de 2013.

9.2.1.2.1.2 Florística Geral

A fim de identificar espécies de potencial ocorrência na área de estudo regional do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, foi realizado um levantamento de dados secundários disponibilizados pelo empreendedor e disponíveis na literatura. Os estudos consultados para apresentação dos dados secundários estão apresentados na Tabela 9-100.

Tabela 9-100: Estudos Ambientais selecionados para a flora na AER

Nome do Estudo	Ano	Empresa / Autor
Levantamento/Inventário de Flora– PAE do Módulo Oeste 1 (El. 598 m)	2022	Trust
CerMG142 – Três Marinas, Cerradão distrófico	2023	NeoTropTree / OLIVEIRA-FILHO, A.T.
CerMG108 – Três Marinas, Floresta Decídua	2023	NeoTropTree OLIVEIRA-FILHO, A.T.
Flora de Três Marias – MG	2023	Species Link
Parecer Único nº 171/2017	2014	Gerdau

Os nomes científicos das espécies das listas de referência foram atualizados de acordo com a Lista de Espécies da Flora do Brasil (Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2021) e agrupados conforme os sistemas de classificação ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP -APG, IV (2016).

A classificação de espécies ameaçadas foi realizada de acordo com as referências, Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da International Union for Conservation of Nature – IUCN (IUCN, 2022), Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção consideradas pelo Centro Nacional de Conservação de Flora (CNCFlora, 2022) e a Portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 148, de 7 de junho de 2022, que apresenta a Lista de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção.

Foram utilizadas as referências Lista de Espécies da Flora do Brasil (Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2021) para a classificação de espécies endêmicas e GIULIETTI *et al.* (2009) para a classificação de espécies raras do Brasil.

Para a classificação das espécies imunes de corte foi consultada a Lei Estadual n° 20.308, 27 de julho de 2012, que altera as Leis nº 10.883, de 2 de outubro de 1992, a Lei nº 9.743, de 15 de dezembro de 1988 e a Portaria Normativa IBAMA Nº 83/1991.

9.2.1.2.2 Área de Estudo Local – AEL e Área Diretamente Afetada – ADA

9.2.1.2.2.1 Cobertura Vegetal e Uso e Ocupação do Solo

Inicialmente foi desenvolvido um mapeamento prévio do uso e ocupação do solo e cobertura vegetal da área de intervenção, realizado em escritório, na escala 1:500, com base na interpretação visual (fotointerpretação) de imagens de satélite de detalhe, considerando os elementos textura, cor, padrão, forma, localização e contextos (sobretudo topográfico e geológico) dos alvos mapeados.

O refinamento do mapeamento e a validação das classes de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal foi realizada ao longo dos trabalhos de campo para execução do inventário. A definição das classes de mapeamento foi realizada pela equipe que atuou no trabalho, adotando nomenclaturas que fossem mais facilmente associadas ao uso ou ocupação do solo representado.

9.2.1.2.2.2 Florística da Área de Estudo Local – AEL

A fim de determinar quais espécies da flora ocorrem na área de estudo local do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias foi desenvolvido levantamento florístico, em junho de 2023, por uma equipe de campo composta por dois biólogos e um auxiliar de campo.

A metodologia considerada para o levantamento qualitativo na área de estudo local se baseou no método de caminhamento (FILGUEIRAS *et al*., 1994), que consiste na realização de caminhamento extensivo na vegetação, com paradas regulares e consecutivas, para identificação botânica.

9.2.1.2.2.3 Inventário Quali-Quantitativo na Área Diretamente Afetada – ADA

Considerando a possibilidade de ocorrer corte de árvores isoladas na Área Diretamente Afetada – ADA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, foi realizado o inventário das árvores existentes neste recorte espacial.

9.2.1.2.2.3.1 Definição do Método de Amostragem Utilizado

A metodologia adotada para a execução do levantamento arbóreo, considerando que a ADA está inserida em área antropizada com árvores isoladas, foi o **Censo ou Inventário 100%.** Por este método são levantadas todas as árvores presentes nas áreas que serão objeto de intervenção. Apesar de ser um método oneroso, que demanda maior tempo de execução, seu emprego foi necessário devido ao tamanho reduzido dos talhões e à intenção de obter dados mais precisos sobre os indivíduos que seriam cortados. Além disso, este método favorece o levantamento de todas as espécies imunes de corte e/ou ameaçadas de extinção.

9.2.1.2.2.3.2 Levantamento de Dados Qualitativos e Quantitativos da Flora

Foram contemplados no levantamento todos os indivíduos arbóreos com valores de Circunferência a Altura do Peito – CAP (medido a 1,30 m do solo) iguais ou superiores a 15,7 cm, que correspondem a valores de Diâmetro a Altura do Peito – DAP (medido a 1,30 m do solo) iguais ou superiores a 5,0 cm, ou indivíduos com altura superior a 2,0 metros, presentes na área diretamente afetada.

Os indivíduos que apresentaram bifurcação abaixo de 1,30 m, principalmente os arbustivos, foram incluídos no levantamento, desde que uma dessas bifurcações obedecesse ao critério de inclusão (CAP ≥ 15,7 cm). Para conversão do CAP (medição por trena em campo) para o DAP, foi utilizada equação presente na Tabela 9-101.

Logo, para cada indivíduo, a coleta de dados procedeu-se conforme descrito a seguir:

- *Medição do CAP por meio de uma fita métrica para posterior conversão em Diâmetro a Altura do Peito – DAP (diâmetro a 1,30 m do solo). No caso de indivíduos bifurcados inclusos no levantamento, todos os i-ésimos fustes foram mensurados;*
- *Estimativa da altura total por meio do método de superposição de ângulos iguais (SCOLFORO & THIERSCH, 2004) – Identificação taxonômica por um técnico especializado, adotando-se o sistema de classificação Angiosperm Phylogeny Group IV (APG, 2016) (Figura 9-95);*
- *Georreferenciamento dos indivíduos levantados (coordenadas UTM 23K | Datum WGS 84).*

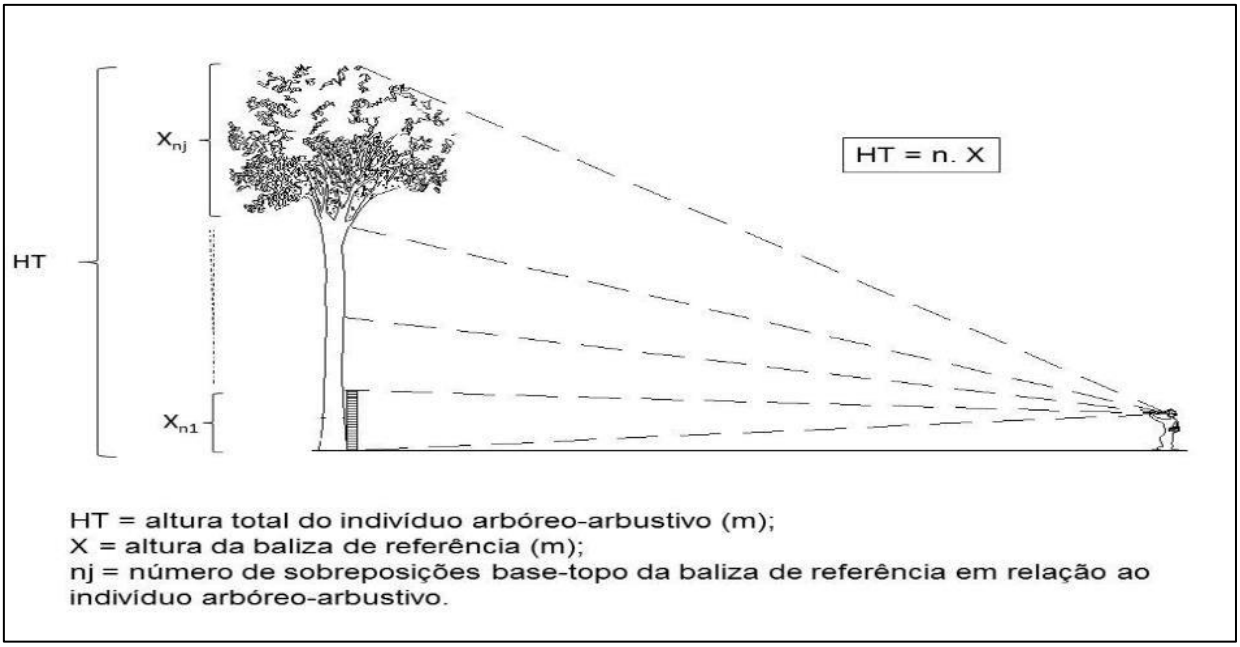
Para tal, foram utilizados os seguintes instrumentos:

- *Fita métrica;*
- *GPS de navegação;*
- *Instrumento para poda (Podão);*
- *Máquina fotográfica;*
- *Mapa da Propriedade;*
- *Ficha de Campo.*

Tabela 9-101: Equação utilizada para Conversão do CAP em DAP

Parâmetro	Descrição das Variáveis
$\mathbf{DAP} = \frac{\mathbf{CAP}}{\boldsymbol{\pi}}$	DAP = Diâmetro a Altura do Peito (diâmetro a 1,30 m do solo) (cm); CAP = Circunferência a Altura do Peito (circunferência a 1,30 m do solo) (cm); π= 3,1415926536.

Figura 9-95: Desenho esquemático do método de superposição de ângulos iguais



As árvores foram plaquetadas e rotuladas. Não foi necessário realizar a coleta de material botânico, haja vista que a taxonomia dos indivíduos não identificados em campo foi baseada em registros fotográficos. Algumas árvores estavam sem folhas ou em rebrota inicial, impedindo a identificação. Para esses casos as árvores foram classificadas como "NI".

A partir do levantamento de dados, elaborou-se uma lista das espécies incluídas na área de intervenção ambiental, verificando-se a ocorrência de espécies endêmicas, raras, ameaçadas de extinção e/ou imunes ao corte, conforme legislações vigentes no âmbito federal e estadual:

- *Portaria Ministério do Meio Ambiente – MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014 – Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção.*
- *Portaria Ministério do Meio Ambiente – MMA nº 142, de 07 de junho de 2022 – Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção.*
- *Decreto Estadual de Minas Gerais nº 46.602, de 19 de setembro de 2014 – Declara de interesse comum, de preservação permanente e imune de corte o Pinheiro Brasileiro.*
- *Decreto Estadual de Minas Gerais n° 43.904, de 26 de outubro de 2004 – Declara imune de corte e exploração no estado de Minas Gerais a leguminosa arbórea conhecida como faveiro de Wilson.*
- *Lei Estadual de Minas Gerais n° 13.635 de 12 julho de 2000 – Declara o Buriti de interesse comum e imune a corte.*

- *Lei Estadual de Minas Gerais nº 9.743, de 15 de dezembro de 1988 – Declara de interesse comum, de preservação permanente e imune de corte o ipê-amarelo e dá outras providências.*
- *Lei Estadual de Minas Gerais nº 10.883, de 02 de outubro de 1992 – Declara de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no estado de Minas Gerais, o pequizeiro (Caryocar brasiliense) e dá outras providências.*
- *Lei Estadual de Minas Gerais nº 20.308, de 27 de julho de 2012 – Altera a Lei nº 10.883, de 2 de outubro de 1992, que declara de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no Estado de Minas Gerais, o pequizeiro (Caryocar brasiliense), e a Lei nº 9.743, de 15 de dezembro de 1988, que declara de interesse comum, de preservação permanente e imune de corte o ipê-amarelo.*
- *Lei Federal nº 6.607, de 07 de dezembro de 1978 – Declara o Pau-Brasil árvore nacional, institui o Dia do Pau-Brasil, e dá outras providências.*
- *Instrução Normativa IBAMA nº 191, de 24 de setembro de 2008 – Proíbe o corte do licuri (Syagrus coronata (Mart.) Becc.) nas áreas de ocorrência natural desta palmeira nos Estados de Alagoas, Bahia, Minas Gerais, Pernambuco e Sergipe até que sejam estabelecidas normas de manejo da espécie por cada Estado.*

9.2.1.2.2.3.3 Período de Levantamento de Dados

O levantamento de campo ocorreu nos dias 30 de agosto e 01 de setembro de 2023 e foi realizado por uma equipe composta um biólogo, especialista botânico, e um auxiliar de campo.

9.2.1.2.2.3.4 Volumetria

Tendo em vista que na área ocorrem espécies típicas do Bioma Cerrado e espécies de formações florestais foram utilizadas as equações de dupla entrada propostas CETEC (2005). Para três espécies identificadas, de maior ocorrência em ambientes florestais, foi aplicada uma equação para determinação da volumetria e, para as demais espécies, típicas do Cerrado, aplicou-se outra equação, conforme apresentado na Tabela 9-102.

Tabela 9-102: Fórmulas utilizadas no cálculo das estimativas volumétricas do inventário florestal

Tipologia	Volume total com casca (VTCC)
Acacia mangium, Leucaena leucocephala, Cecropia pachystachya	Vtcc = 0.000074230 * D^1,707348 * HT^1,16873
Demais espécies	Vtcc= 0.000058*D^2,160042 * HT^0,791208

9.2.1.3 Resultados

9.2.1.3.1 Área de Estudo Regional – AER

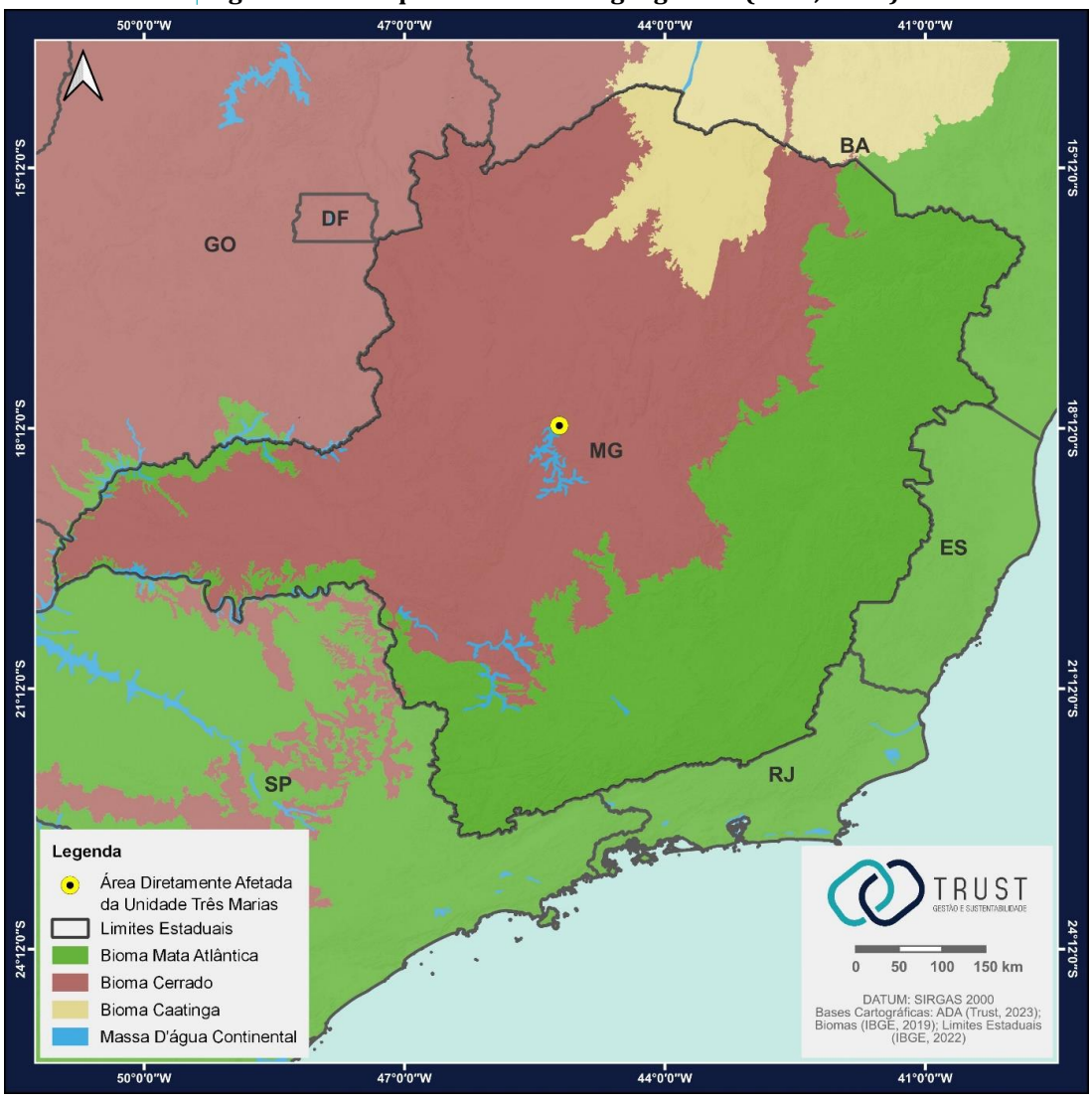
9.2.1.3.1.1 Enquadramento Geográfico

9.2.1.3.1.1.1 Biomas

Diferentes formas de relevos, somadas às especificidades de solo e clima, propiciaram ao estado de Minas Gerais paisagens muito variadas, recobertas por vegetações características, adaptadas a cada um dos inúmeros ambientes particulares inseridos no domínio de três biomas brasileiros: o Cerrado, a Mata Atlântica e a Caatinga (MARTINS, 2000).

O Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias está inserido, como já discutido no item referente à Introdução, no Bioma Cerrado. O enquadramento fitogeográfico pode ser visualizado na Figura 9-96.

Figura 9-96: Enquadramento Fitogeográfico (IBGE, 2019)



9.2.1.3.1.1.2 Unidades de Conservação

A criação de unidades de conservação (UC) é regulada pela Lei Federal nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e pelo Decreto Federal nº 4.340/2002, que regulamenta artigos do SNUC.

As Unidades de Conservação são espaços territoriais, incluindo seus recursos ambientais, com características naturais relevantes, que têm a função de assegurar a representatividade de amostras significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, habitats e ecossistemas do território nacional e das águas jurisdicionais, preservando o patrimônio biológico existente.

Tais áreas asseguram às populações tradicionais o uso sustentável dos recursos naturais de forma racional e, ainda, propiciam às comunidades do entorno o desenvolvimento de atividades econômicas sustentáveis. Estas áreas estão sujeitas a normas e regras especiais e são legalmente criadas pelos governos federal, estaduais e municipais, após a realização de estudos de viabilidade técnica e consulta à população envolvida (MMA, 2010).

Conforme ilustrado na Figura 9-97, no âmbito da Área de Estudo Regional existe apenas a Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN instituída pela Nexa Recursos Minerais S.A. Esta Unidade de Conservação está localizada a 2,5 km lineares da Área Diretamente Afetada pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais e não possui Zona de Amortecimento (em razão da categoria da UC). Neste sentido, a ADA não abrange qualquer Unidade de Conservação.

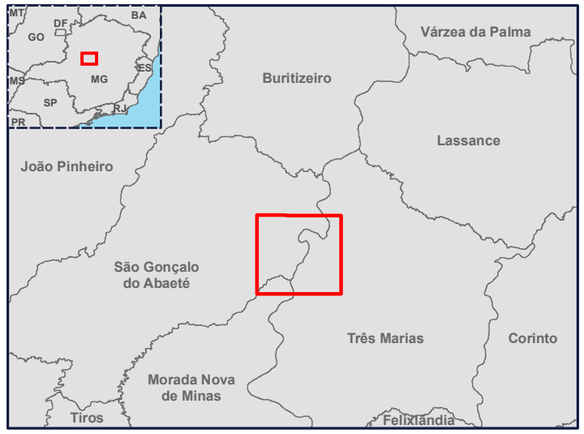


Legenda

- Acesso municipal - Estrada Consciência
- Acesso federal
- Acesso municipal
- Curso d'água
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Biótico
- Área de Estudo Regional (AER) do Meio Biótico
- Limite municipal
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Curso d'água/ Represa

Unidade de Conservação:

- RPPN - Reserva Particular do Patrimônio Natural



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km, respectivamente.

Base Cartográfica: ADA, AEL, AER, hidrografia bifilar e APP (Trust, 2023); unidades de conservação (IEF, 2022); hidrografia (Trust, 2023, adaptada de IGAM); rodovias (IBGE, 2021); limite municipal (FJP, 2022)

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO

EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO

Figura 9-97: Unidades de Conservação em relação Áreas de Estudo Local (AEL) e Regional (AER) do Meio Biótico

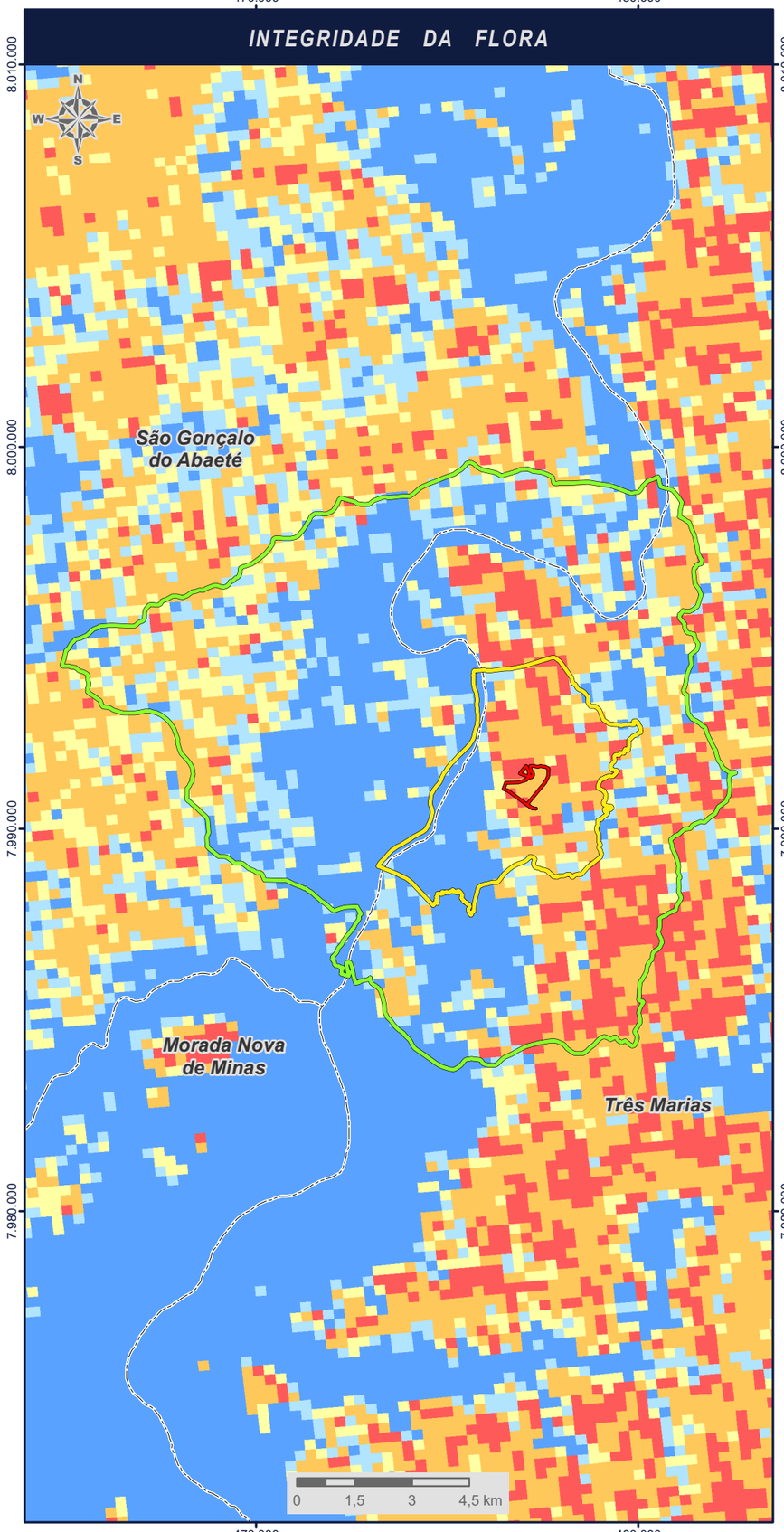
ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Lucas F. de Oliveira	01/11/2023	NXTM-DRS-EIA-UnidConserv-A3-v00

9.2.1.3.1.1.3 Integridade da Fauna e Flora

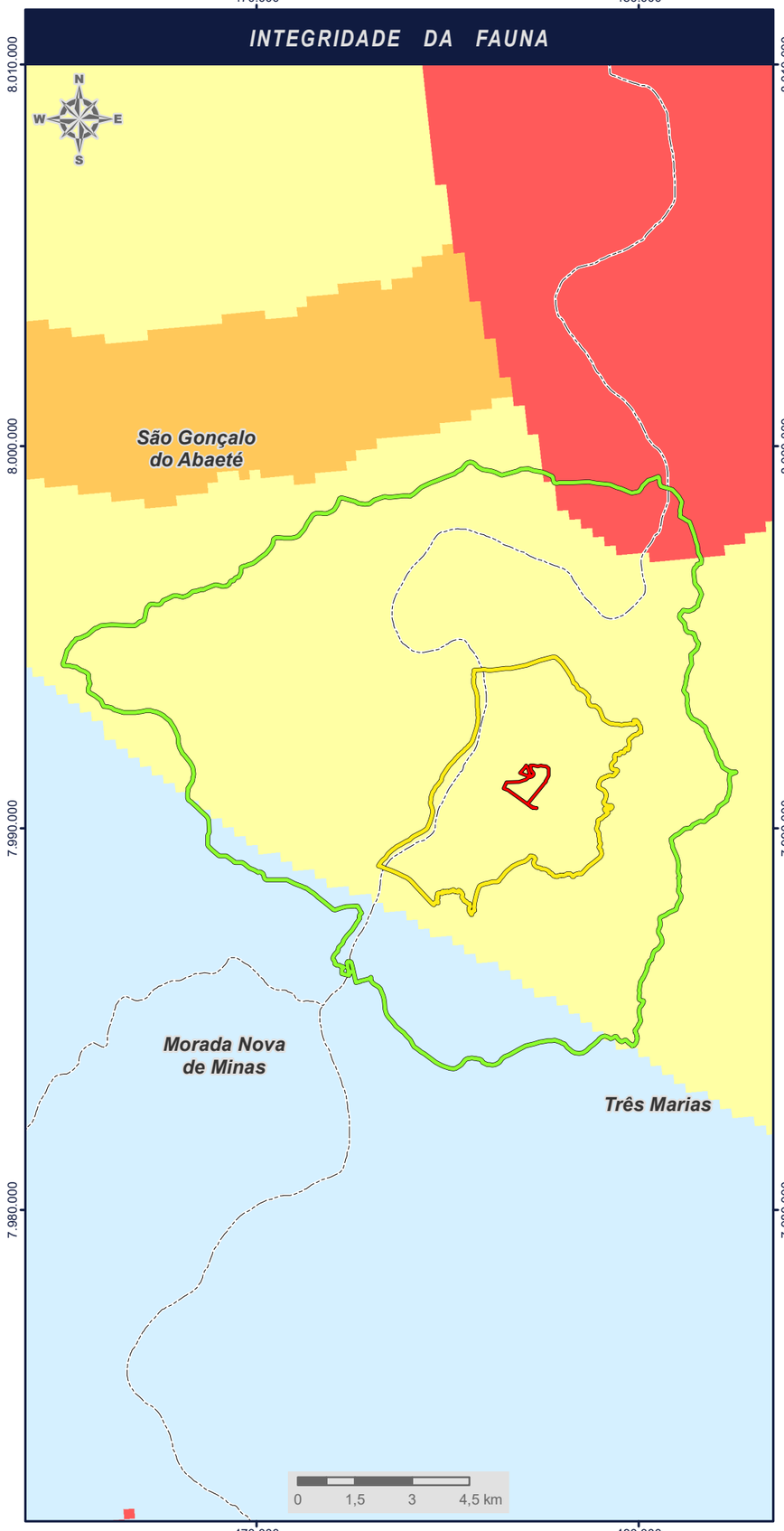
A análise de integridade da fauna e da flora, que compõe o Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais – ZEE/MG, é o resultado da sobreposição dos indicadores de áreas prioritárias para conservação dos diferentes grupos taxonômicos, com base na riqueza estimada, ocorrência de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção, dentre outras variáveis operacionais.

Observa-se, quando considerada a Área de Estudo Regional do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, que a região é bastante heterogênea quanto à integridade da Flora, sendo a maior parte pertencente à categoria “Alta”, inclusive os limites da Área Diretamente Afetada. Já para a fauna, a integridade é considera “Média” (Figura 9-98).

INTEGRIDADE DA FLORA



INTEGRIDADE DA FAUNA



Legenda

- Limite municipal
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Biótico
- Área de Estudo Regional (AER) do Meio Biótico

Categoria da Integridade da Flora e da Fauna:

- Muito alta
- Alta
- Média
- Baixa
- Muito baixa



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km, respectivamente.

Base Cartográfica: ADA, AEL, AER, hidrografia bifilar e APP (Trust, 2023); integridade da flora e da fauna (ZEE -MG) hidrografia (Trust, 2023, adaptada de IGAM); rodovias (IBGE, 2021); limite municipal (FJP, 2022)

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 09-98: Integridade da Fauna/Flora do ZEE de Minas Gerais (ZEE-MG) em relação às Áreas de Estudo Regional, Local e Área Diretamente Afetada

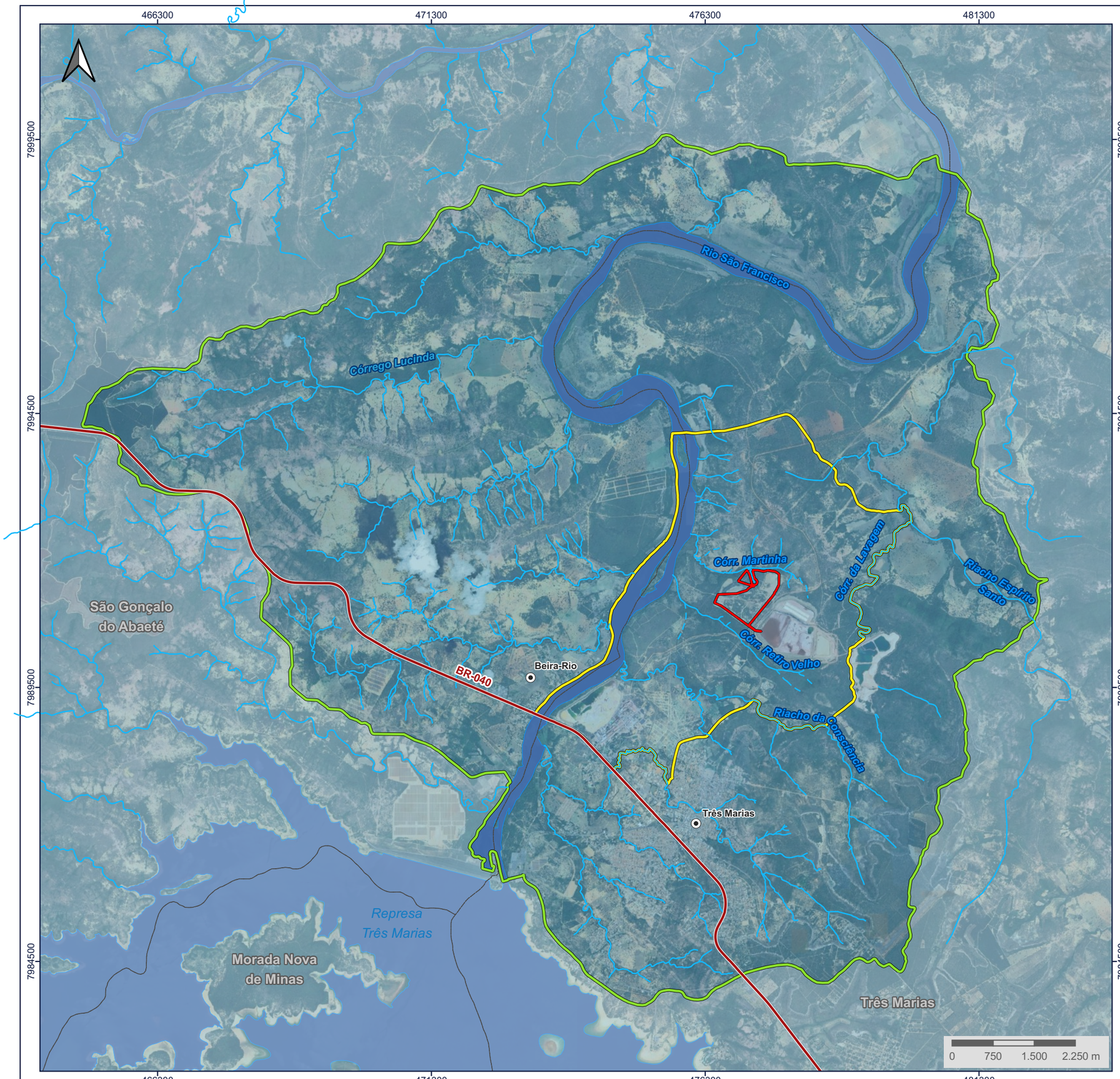
ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Lucas F. de Oliveira	01/11/2023	NXTM-DRS-EIA-IntegridadeFloraFaunaZEE-A3-v01

9.2.1.3.1.1.4 Área Prioritárias para a Conservação

Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade se justificam devido à pequena disponibilidade de recursos, humanos e financeiros, frente à grande demanda para a conservação. Além disso, é necessário se trabalhar com métodos confiáveis e transparentes para a indicação de áreas e ações prioritárias para a conservação (DRUMMOND *et al.*, 2005).

Considerando o mapa de áreas prioritárias para conservação em Minas Gerais, elaborado a partir da sobreposição dos mapas de vulnerabilidade natural, qualidade ambiental e intensidade das atividades humanas (SEMAD/ UFLA, 2020), as áreas de estudo do empreendimento (AER, AEL e ADA) são classificadas como “Muito Baixa” em relação à prioridade para conservação da flora (Figura 9-99).

Ao considerar, por sua vez, a Portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 463 de 18 de dezembro de 2018 , a qual corresponde à segunda atualização das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade nos biomas Cerrado e Pantanal, observa-se que a maior parte das áreas de estudo do empreendimento (AER, AEL e ADA) é categorizada como “Alta” para conservação (Figura 9-100), sendo a recuperação de Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal as principais ações apontadas para a região.

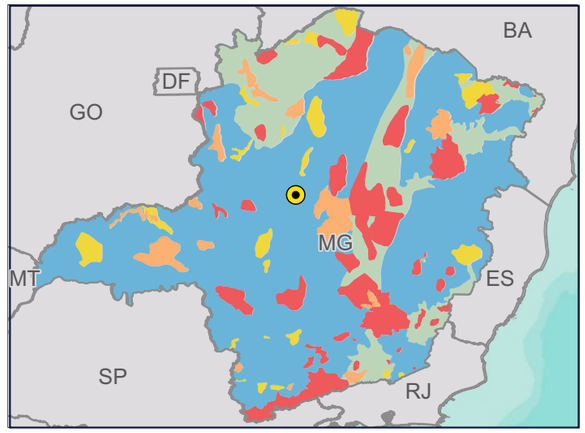


Legenda

- Localidades
- Rodovias Federais
- Curso d'água efêmero
- Cursos d'água intermitentes e sem classificação
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Biótico
- Área de Estudo Regional (AER) do Meio Biótico

Prioridade para Conservação da Flora

- Muito baixa
- Baixa
- Média
- Alta
- Muito alta



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

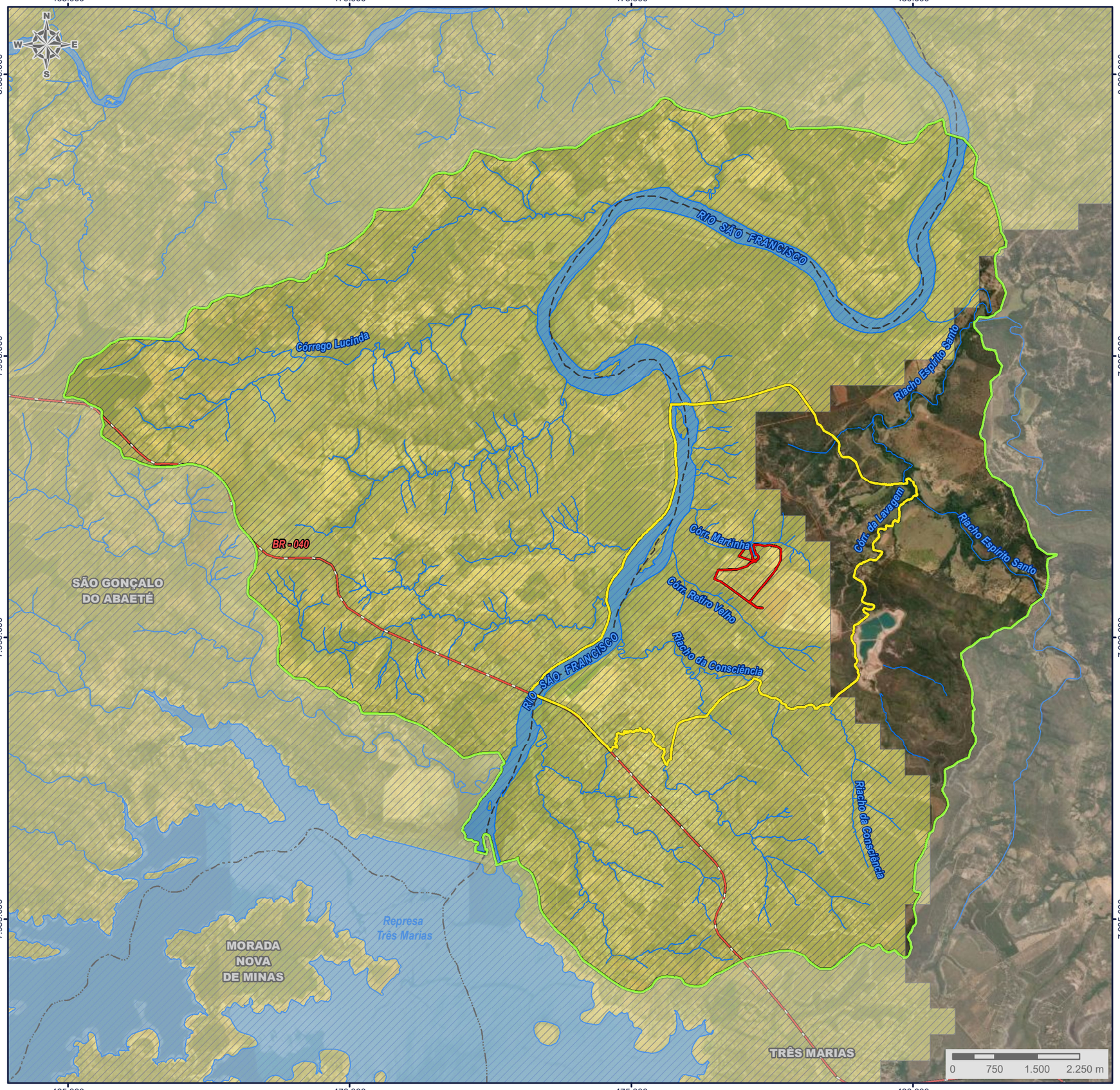
Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023), AEL, AER, Hidrografia, Hidrografia Bifilar (Trust, 2023); Áreas Prioritárias (SEMAD/UFLA,2018); Rodovias Estaduais, Rodovias Federais (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-99: Áreas Prioritárias para a Conservação da Flora (SEMAD/ UFLA, 2020) à Áreas de Estudo Regional, Local e Área Diretamente Afetada

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	30/08/2024	NXTM-DRS-EIA-AreasPrioritariasSemadUfla-A3-v00



Legenda

- Acesso federal
- Curso d'água
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Biótico
- Área de Estudo Regional (AER) do Meio Biótico
- Limite municipal
- Curso d'água/ Represa

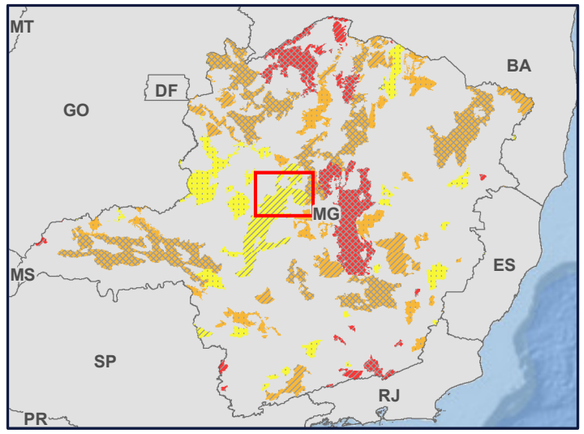
Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade:

Prioridade de ação:

- Extremamente alta
- Muito alta
- Alta

Importância Biológica:

- Extremamente alta
- Muito alta
- Alta



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km, respectivamente.

Base Cartográfica: ADA, AEL, AER, hidrografia bifilar (Trust, 2023); áreas prioritárias (MMA, 2018); unida des de conservação (IEF, 2022); hidrografia (Trust, 2023, adaptada de IGAM); rodovias (IBGE, 2021); limite municipal (FJP, 2022)

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-100: Áreas Prioritárias para a Biodiversidade (MMA) às Áreas de Estudo Regional, Local e Área Diretamente Afetada

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Lucas F. de Oliveira	01/11/2023	NXTM-DRS-EIA-AreasPrioritariasMMA-A3-v00

9.2.1.3.1.1.5 Reservas Legais

O Capítulo IV do Novo Código Florestal dispõe sobre a delimitação e o regime de proteção das áreas de Reservas Legais – RLs. Essas áreas correspondem a uma porcentagem da área total de uma propriedade ou posse, em zona rural, baseada na região do país na qual ela se encontra, não prejudicando a aplicação das normas sobre as APPs. Conforme Códigos Florestais Federal e Estadual (Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e Lei Estadual nº 20.922, de 16 de outubro de 2013), o objetivo das Reservas Legais é assegurar o uso econômico sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, bem como a conservação da biodiversidade, fornecer abrigo e proteção à fauna silvestre, e auxiliar na reabilitação dos processos ecológicos.

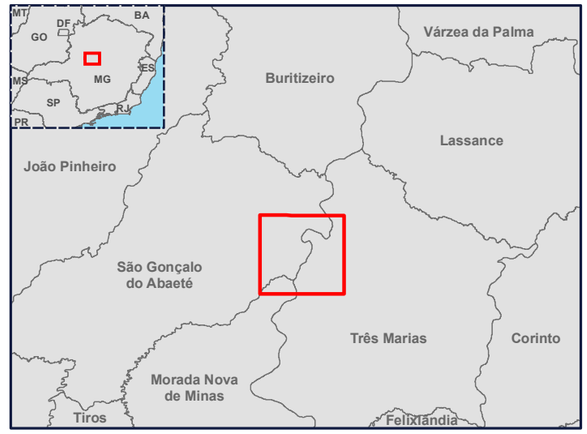
Historicamente, as Reservas Legais eram registradas nas matrículas dos imóveis e, após o novo código florestal, passou a ser uma das informações que devem constar no Cadastro Ambiental Rural – CAR das propriedades, dispensando novas averbações junto às matrículas dos imóveis. Diante disso, o CAR passou a ser o centralizador das informações concernentes às RLs e seus dados podem ser consultados no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR).

A Figura 9-101 apresenta as Reservas Legais em relação às áreas de estudo do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias. Nota-se que existem diversas reservas legais averbadas e propostas dentro da AER e AEL (inclusive em imóveis da Nexa Recursos Minerais S.A.), todavia, não sendo nenhuma interceptada pela Área Diretamente Afetada – ADA pelo Projeto.



Legenda

- Curso d'água
- Acesso federal
- Limite municipal
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Biótico
- Área de Estudo Regional (AER) do Meio Biótico
- Propriedade NEXA
- Reserva Legal
- Curso d'água/ Represa



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km, respectivamente.

Base Cartográfica: ADA, AEL, AER, hidrografia bifilar e APP (Trust, 2023); reserva legal (SICAR, 2021); hidrografia (Trust, 2023, adaptada de IGAM); rodovias (IBGE, 2021); limite municipal (FJP, 2022)

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO

EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO

Figura 9-101- Reservas Legais em relação às Áreas de Estudo Regional, Local e Área Diretamente Afetada

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Lucas F. de Oliveira	01/11/2023	NXTM-DRS-EIA-ReservaLegal-A3-v00

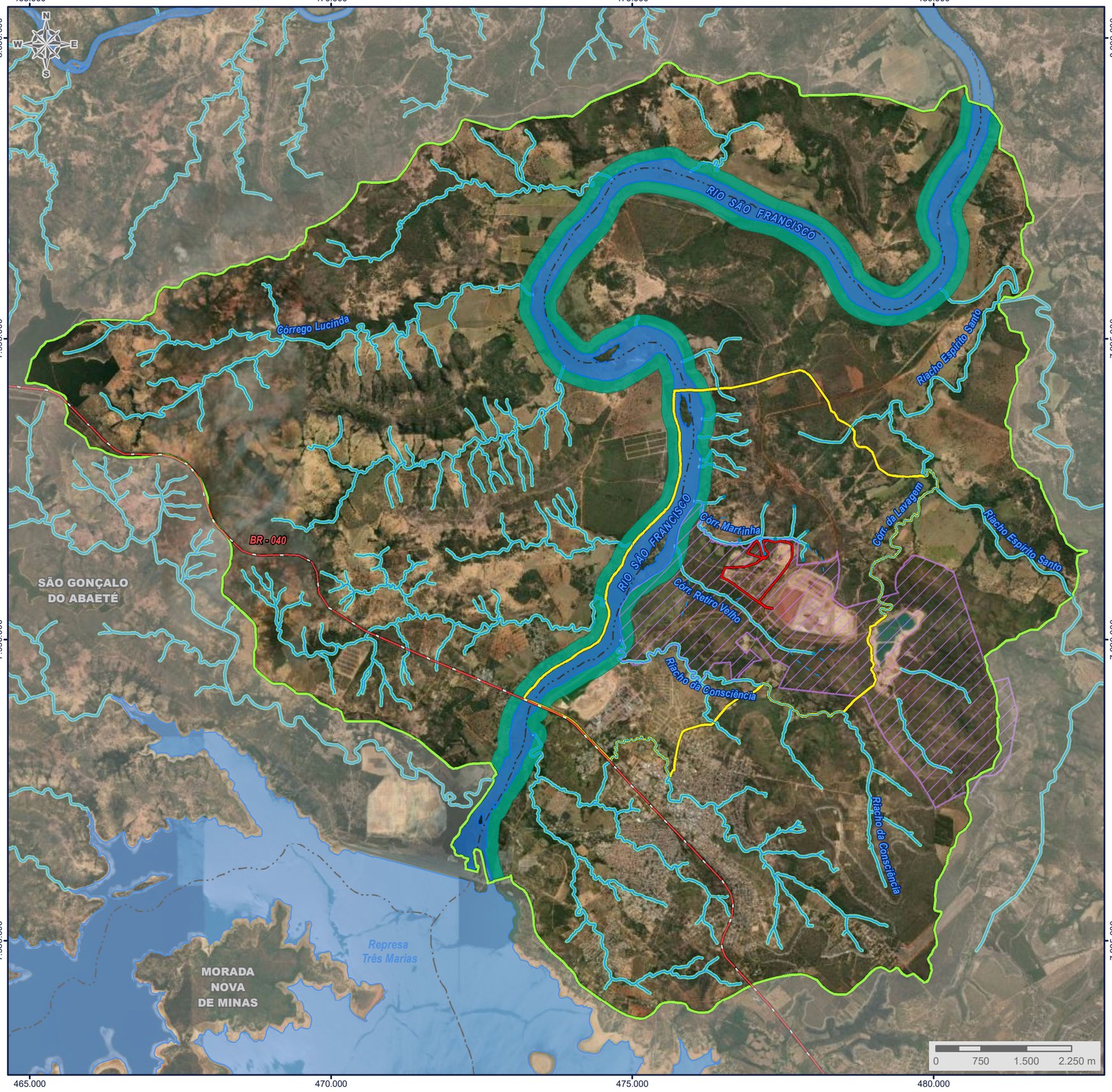
9.2.1.3.1.1.6 Áreas de Preservação Permanente

De acordo com a Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal Federal), uma Área de Preservação Permanente – APP é uma área: "*protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas*". Este mesmo conceito é atribuído às APPs pelo Código Florestal Estadual de Minas Gerais (Lei Estadual nº 20.922, de 16 de outubro de 2013).

As APPs são estabelecidas nas faixas marginais de cursos d'água perenes e intermitentes (com tamanhos diferentes a depender da largura do curso d'água), no entorno de nascentes e olhos d'água perenes, no entorno de lagos e lagoas naturais, no entorno de reservatórios artificiais que resultem do barramento de cursos d'água naturais, em encostas com declividade superior a 45°, nas bordas de tabuleiros e chapadas, no topo de morros com altura mínima de 100 m e inclinação maior que 25°, nas áreas em altitude maior de 1.800 m e nas faixas marginais de veredas.

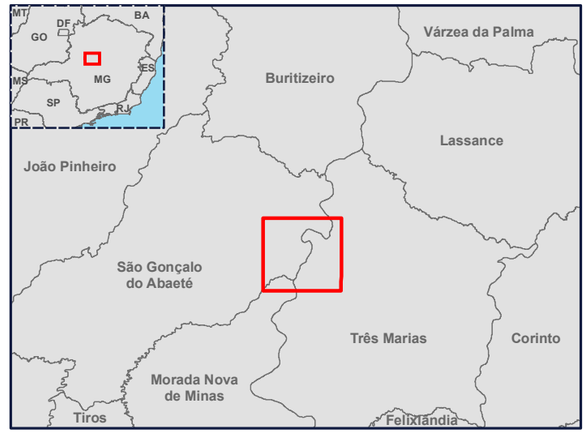
As Áreas de Preservação Permanente na região de inserção nas áreas de estudo do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias foram identificadas com base nos dados disponibilizados no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural – SICAR.

Além disso, foi realizado mapeamento de APPs considerando cadastramento de nascentes realizado em 2023 pela Trust Gestão e Sustentabilidade Ltda. O mapeamento está apresentado na Figura 9-102 e indica a existência de APPs de cursos d'água e olhos d'água tanto na era, quanto na AEL. Já em relação a ADA não existe interceptação de nenhuma Área de Preservação Permanente. Além das APPs relacionadas às nascentes e aos cursos d'água, não existem outras tipologias mapeadas nas áreas de estudo.



Legenda

- Nascentes Mapeadas
- Cursos d'Água
- Cursos d'Água Efêmeros
- Acesso federal
- Limite municipal
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Biótico
- Área de Estudo Regional (AER) do Meio Biótico
- Propriedade NEXA
- APP de cursos d'água com menos de 10 m de largura (30m)
- APP de cursos d'água com largura de 200 a 600 m (200m)
- Curso d'água/ Represa



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km, respectivamente.

Base Cartográfica: ADA (Nexa/ 2023); AEL, AER, hidrografia bifilar e APPs (Trust/ 2023); hidrografia (Trust/ 2023, adaptada de IGAM); rodovias (IBGE, 2021); limite municipal (FJP, 2022)

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-102: Áreas de Preservação Permanente em relação às Áreas de Estudo Regional, Local e Área Diretamente Afetada

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Lucas F. de Oliveira	01/11/2023	NXTM-DRS-EIA-APP-A3-v01

9.2.1.3.1.2 Florística Geral (Espécies de Potencial Ocorrência)

O levantamento realizado para estabelecimento de espécies da flora de potencial ocorrência na Área de Estudo Regional do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Maria mostrou o registrado de 543 morfoespécies, distribuídas em 94 famílias, das quais 541 foram identificadas a nível específico e duas a nível de gênero (Tabela 9-103).

Tabela 9-103: Espécies registradas para a Área de Estudo Regional

Fonte	Nome Científico	Família
Gerdau, 2014	*Byrsonima coccolobifolia*	Malpighiaceae
Gerdau, 2014	*Bowdichia virgilioides*	Fabaceae
Gerdau, 2014	*Byrsonima crassifolia*	Malpighiaceae
Gerdau, 2014	*Byrsonima verbacifolia*	Malpighiaceae
Gerdau, 2014	*Caryocar brasiliense*	Caryocaraceae
Gerdau, 2014	*Clusia uvitana*	Clusiaceae
Gerdau, 2014	*Copaifera langsdorffii*	Fabaceae
Gerdau, 2014	*Curatella americana*	Dilleniaceae
Gerdau, 2014	*Dalbergia miscolobium*	Fabaceae
Gerdau, 2014	*Dimorphandra mollis*	Fabaceae
Gerdau, 2014	*Eugenia dysenterica*	Myrtaceae
Gerdau, 2014	*Eugenia* sp.	Myrtaceae
Gerdau, 2014	*Handroanthus ochraceus*	Bignoniaceae
Gerdau, 2014	*Hymenaea stigonocarpa*	Fabaceae
Gerdau, 2014	*Kielmeyera coriacea*	Calophyllaceae
Gerdau, 2014	*Koelreuteria paniculata*	Sapindaceae
Gerdau, 2014	*Machaerium opacum*	Fabaceae
Gerdau, 2014	*Maclura tinctoria*	Moraceae
Gerdau, 2014	*Psidium arboreum*	Myrtaceae
Gerdau, 2014	*Psidium* sp.	Myrtaceae
Gerdau, 2014	*Qualea grandiflora*	Vochysiaceae
Gerdau, 2014	*Qualea parviflora*	Vochysiaceae
Gerdau, 2014	*Salvertia convallariaeodora*	Vochysiaceae
Gerdau, 2014	*Solanum lycocarpum*	Solanaceae
Gerdau, 2014	*Stryphnodendron adstringens*	Fabaceae
Gerdau, 2014	*Tapirira guianensis*	Anacardiaceae
Gerdau, 2014	*Terminalia argentea*	Combretaceae
Gerdau, 2014	*Tibouchina granulosa*	Melastomataceae
Gerdau, 2014	*Vatairea macroparpa*	Fabaceae
Gerdau, 2014	*Vochysia cinnamomea*	Vochysiaceae
Gerdau, 2014	*Xylopia aromatica*	Annonaceae
Gerdau, 2014	*Zeyheria montana*	Bignoniaceae
PAE Nexa	*Acacia mangium*	Fabaceae
PAE Nexa	*Acrocomia aculeata*	Arecaceae
PAE Nexa	*Actinocladum verticillatum*	Poaceae
PAE Nexa	*Aegiphila integrifolia*	Lamiaceae
PAE Nexa	*Agonandra brasiliensis*	Opiliaceae
PAE Nexa	*Albizia polycephala*	Fabaceae
PAE Nexa	*Anacardium occidentale*	Anacardiaceae
PAE Nexa	*Anadenanthera colubrina*	Fabaceae

Fonte	Nome Científico	Família
PAE Nexa	*Anadenanthera peregrina*	Fabaceae
PAE Nexa	*Andira vermifuga*	Fabaceae
PAE Nexa	*Annona muricata*	Annonaceae
PAE Nexa	*Annona squamosa*	Annonaceae
PAE Nexa	*Annona sylvatica*	Annonaceae
PAE Nexa	*Antonia ovata*	Loganiaceae
PAE Nexa	*Aspidosperma macrocarpon*	Apocynaceae
PAE Nexa	*Aspidosperma pyrifolium*	Apocynaceae
PAE Nexa	*Astronium fraxinifolium*	Anacardiaceae
PAE Nexa	*Astronium graveolens*	Anacardiaceae
PAE Nexa	*Astronium urundeuva*	Anacardiaceae
PAE Nexa	*Averrhoa carambola*	Oxalidaceae
PAE Nexa	*Bauhinia forficata*	Fabaceae
PAE Nexa	*Bauhinia rufa*	Fabaceae
PAE Nexa	*Bixa orellana*	Bixaceae
PAE Nexa	*Bowdichia virgilioides*	Fabaceae
PAE Nexa	*Brosimum gaudichaudii*	Moraceae
PAE Nexa	*Byrsonima coccolobifolia*	Malpighiaceae
PAE Nexa	*Byrsonima pachyphylla*	Malpighiaceae
PAE Nexa	*Libidibia ferrea*	Fabaceae
PAE Nexa	*Casearia sylvestris*	Salicaceae
PAE Nexa	*Cecropia pachystachya*	Urticaceae
PAE Nexa	*Cedrela fissilis*	Meliaceae
PAE Nexa	*Ceiba speciosa*	Malvaceae
PAE Nexa	*Celtis iguanaea*	Cannabaceae
PAE Nexa	*Centrolobium tomentosum*	Fabaceae
PAE Nexa	*Citrus limonia*	Rutaceae
PAE Nexa	*Clitoria fairchildiana*	Fabaceae
PAE Nexa	*Coccoloba mollis*	Polygonaceae
PAE Nexa	*Cocos nucifera*	Arecaceae
PAE Nexa	*Copaifera langsdorffii*	Fabaceae
PAE Nexa	*Cordia trichotoma*	Boraginaceae
PAE Nexa	*Cordiera macrophylla*	Rubiaceae
PAE Nexa	*Croton urucurana*	Euphorbiaceae
PAE Nexa	*Curatella americana*	Dilleniaceae
PAE Nexa	*Cybistax antisyphilitica*	Bignoniaceae
PAE Nexa	*Delonix regia*	Fabaceae
PAE Nexa	*Dilodendron bipinnatum*	Sapindaceae
PAE Nexa	*Dimorphandra mollis*	Fabaceae
PAE Nexa	*Echinolaena inflexa*	Poaceae
PAE Nexa	*Enterolobium contortisiliquum*	Fabaceae
PAE Nexa	*Enterolobium gummiferum*	Fabaceae
PAE Nexa	*Eriobotrya japonica*	Rosaceae
PAE Nexa	*Eriotheca pubescens*	Malvaceae
PAE Nexa	*Erythroxylum suberosum*	Erythroxylaceae
PAE Nexa	*Eugenia dysenterica*	Myrtaceae
PAE Nexa	*Eugenia uniflora*	Myrtaceae
PAE Nexa	*Ficus adhatodifolia*	Moraceae
PAE Nexa	*Genipa americana*	Rubiaceae

Fonte	Nome Científico	Família
PAE Nexa	*Myrcia fenzliana*	Myrtaceae
PAE Nexa	*Guapira noxia*	Nyctaginaceae
PAE Nexa	*Guapira opposita*	Nyctaginaceae
PAE Nexa	*Guazuma ulmifolia*	Malvaceae
PAE Nexa	*Handroanthus impetiginosus*	Bignoniaceae
PAE Nexa	*Handroanthus ochraceus*	Bignoniaceae
PAE Nexa	*Handroanthus serratifolius*	Bignoniaceae
PAE Nexa	*Heteropterys byrsonimifolia*	Malpighiaceae
PAE Nexa	*Hymenaea stigonocarpa*	Fabaceae
PAE Nexa	*Hymenolobium janeirense*	Fabaceae
PAE Nexa	*Inga laurina*	Fabaceae
PAE Nexa	*Inga vera*	Fabaceae
PAE Nexa	*Lafoensia pacari*	Lythraceae
PAE Nexa	*Leptolobium dasycarpum*	Fabaceae
PAE Nexa	*Leucaena leucocephala*	Fabaceae
PAE Nexa	*Muellera campestris*	Fabaceae
PAE Nexa	*Luehea divaricata*	Malvaceae
PAE Nexa	*Luehea grandiflora*	Malvaceae
PAE Nexa	*Machaerium hirtum*	Fabaceae
PAE Nexa	*Machaerium nyctitans*	Fabaceae
PAE Nexa	*Machaerium opacum*	Fabaceae
PAE Nexa	*Machaerium stipitatum*	Fabaceae
PAE Nexa	*Machaerium villosum*	Fabaceae
PAE Nexa	*Maclura tinctoria*	Moraceae
PAE Nexa	*Magonia pubescens*	Sapindaceae
PAE Nexa	*Malpighia emarginata*	Malpighiaceae
PAE Nexa	*Mangifera indica*	Anacardiaceae
PAE Nexa	*Maprounea guianensis*	Euphorbiaceae
PAE Nexa	*Melia azedarach*	Meliaceae
PAE Nexa	*Melinis minutiflora*	Poaceae
PAE Nexa	*Mimosa caesalpiniifolia*	Fabaceae
PAE Nexa	*Monteverdia ilicifolia*	Celastraceae
PAE Nexa	*Morus nigra*	Moraceae
PAE Nexa	*Myrcia splendens*	Myrtaceae
PAE Nexa	*Myrcia splendens*	Myrtaceae
PAE Nexa	*Myrcia tomentosa*	Myrtaceae
PAE Nexa	*Neea theifera*	Nyctaginaceae
PAE Nexa	*Ouratea castaneifolia*	Ochnaceae
PAE Nexa	*Ouratea hexasperma*	Ochnaceae
PAE Nexa	*Paspalum virgatum*	Poaceae
PAE Nexa	*Peltophorum dubium*	Fabaceae
PAE Nexa	*Pera glabrata*	Peraceae
PAE Nexa	*Persea americana*	Lauraceae
PAE Nexa	*Piptocarpha rotundifolia*	Asteraceae
PAE Nexa	*Plathymenia reticulata*	Fabaceae
PAE Nexa	*Platypodium elegans*	Fabaceae
PAE Nexa	*Plinia cauliflora*	Myrtaceae
PAE Nexa	*Pouteria ramiflora*	Sapotaceae
PAE Nexa	*Pseudobombax tomentosum*	Malvaceae

Fonte	Nome Científico	Família
PAE Nexa	*Psidium guajava*	Myrtaceae
PAE Nexa	*Pteridium esculentum*	Dennstaedtiaceae
PAE Nexa	*Pterodon pubescens*	Fabaceae
PAE Nexa	*Pterygota brasiliensis*	Malvaceae
PAE Nexa	*Qualea dichotoma*	Vochysiaceae
PAE Nexa	*Qualea grandiflora*	Vochysiaceae
PAE Nexa	*Qualea multiflora*	Vochysiaceae
PAE Nexa	*Qualea parviflora*	Vochysiaceae
PAE Nexa	*Roupala montana*	Proteaceae
PAE Nexa	*Rudgea viburnoides*	Rubiaceae
PAE Nexa	*Senegalia polyphylla*	Fabaceae
PAE Nexa	*Senna spectabilis*	Fabaceae
PAE Nexa	*Simarouba versicolor*	Simaroubaceae
PAE Nexa	*Siparuna guianensis*	Siparunaceae
PAE Nexa	*Solanum lycocarpum*	Solanaceae
PAE Nexa	*Solanum sisymbriifolium*	Solanaceae
PAE Nexa	*Sorghastrum minarum*	Poaceae
PAE Nexa	*Spondias purpurea*	Anacardiaceae
PAE Nexa	*Styrax camporum*	Styracaceae
PAE Nexa	*Syagrus romanzoffiana*	Arecaceae
PAE Nexa	*Syzygium cumini*	Myrtaceae
PAE Nexa	*Syzygium jambos*	Myrtaceae
PAE Nexa	*Tabebuia aurea*	Bignoniaceae
PAE Nexa	*Tabernaemontana hystrix*	Apocynaceae
PAE Nexa	*Tachigali aurea*	Fabaceae
PAE Nexa	*Tamarindus indica*	Fabaceae
PAE Nexa	*Tapirira guianensis*	Anacardiaceae
PAE Nexa	*Terminalia argentea*	Combretaceae
PAE Nexa	*Terminalia glabrescens*	Combretaceae
PAE Nexa	*Pleroma granulosum*	Melastomataceae
PAE Nexa	*Tocoyena formosa*	Rubiaceae
PAE Nexa	*Urochloa decumbens*	Poaceae
PAE Nexa	*Varronia curassavica*	Boraginaceae
PAE Nexa	*Vatairea macrocarpa*	Fabaceae
PAE Nexa	*Vernonia polysphaera*	Asteraceae
PAE Nexa	*Virola sebifera*	Myristicaceae
PAE Nexa	*Vitex polygama*	Lamiaceae
PAE Nexa	*Vochysia elliptica*	Vochysiaceae
PAE Nexa	*Xylopia aromatica*	Annonaceae
PAE Nexa	*Xylopia emarginata*	Annonaceae
PAE Nexa	*Zanthoxylum rhoifolium*	Rutaceae
PAE Nexa	*Zeyheria montana*	Bignoniaceae
SpeciesLink	*Acanthospermum australe*	Asteraceae
SpeciesLink	*Actinocephalus bongardii*	Eriocaulaceae
SpeciesLink	*Adenocalymma pedunculatum*	Bignoniaceae
SpeciesLink	*Adiantopsis radiata*	Pteridaceae
SpeciesLink	*Adiantum deflectens*	Pteridaceae
SpeciesLink	*Adiantum sinuosum*	Pteridaceae
SpeciesLink	*Aegiphila verticillata*	Lamiaceae

Fonte	Nome Científico	Família
SpeciesLink	*Aeschynomene falcata*	Fabaceae
SpeciesLink	*Aeschynomene fluminensis*	Fabaceae
SpeciesLink	*Aeschynomene paucifolia*	Fabaceae
SpeciesLink	*Albizia blanchetii*	Fabaceae
SpeciesLink	*Albizia niopoides*	Fabaceae
SpeciesLink	*Alibertia edulis*	Rubiaceae
SpeciesLink	*Aloysia virgata*	Verbenaceae
SpeciesLink	*Amauropelta rivularioides*	Thelypteridaceae
SpeciesLink	*Amburana cearensis*	Fabaceae
SpeciesLink	*Anacardium nanum*	Anacardiaceae
SpeciesLink	*Anadenanthera colubrina*	Fabaceae
SpeciesLink	*Ancistrotropis firmula*	Fabaceae
SpeciesLink	*Anemia tomentosa*	Anemiaceae
SpeciesLink	*Anemopaegma acutifolium*	Bignoniaceae
SpeciesLink	*Anemopaegma arvense*	Bignoniaceae
SpeciesLink	*Annona crassiflora*	Annonaceae
SpeciesLink	*Anthaenantia lanata*	Poaceae
SpeciesLink	*Arachis hypogaea*	Fabaceae
SpeciesLink	*Aristida ekmaniana*	Poaceae
SpeciesLink	*Aristida setifolia*	Poaceae
SpeciesLink	*Aristolochia galeata*	Aristolochiaceae
SpeciesLink	*Aspidosperma cylindrocarpon*	Apocynaceae
SpeciesLink	*Aspidosperma pyrifolium*	Apocynaceae
SpeciesLink	*Aspidosperma ramiflorum*	Apocynaceae
SpeciesLink	*Aspidosperma subincanum*	Apocynaceae
SpeciesLink	*Aspilia erosa*	Asteraceae
SpeciesLink	*Asplenium formosum*	Aspleniaceae
SpeciesLink	*Asplenium otites*	Aspleniaceae
SpeciesLink	*Axonopus aureus*	Poaceae
SpeciesLink	*Axonopus derbyanus*	Poaceae
SpeciesLink	*Axonopus siccus*	Poaceae
SpeciesLink	*Ayapana amygdalina*	Asteraceae
SpeciesLink	*Banisteriopsis campestris*	Malpighiaceae
SpeciesLink	*Banisteriopsis gardneriana*	Malpighiaceae
SpeciesLink	*Banisteriopsis megaphylla*	Malpighiaceae
SpeciesLink	*Bastardia bivalvis*	Malvaceae
SpeciesLink	*Bauhinia brevipes*	Fabaceae
SpeciesLink	*Bauhinia forficata*	Fabaceae
SpeciesLink	*Bauhinia outimouta*	Fabaceae
SpeciesLink	*Bidens gardneri*	Asteraceae
SpeciesLink	*Bidens pilosa*	Asteraceae
SpeciesLink	*Bixa orellana*	Bixaceae
SpeciesLink	*Blechnum asplenioides*	Blechnaceae
SpeciesLink	*Borreria hyssopifolia*	Rubiaceae
SpeciesLink	*Brosimum gaudichaudii*	Moraceae
SpeciesLink	*Buchnera lavandulacea*	Orobanchaceae
SpeciesLink	*Bulbostylis junciformis*	Cyperaceae
SpeciesLink	*Byrsonima cf. sericea*	Malpighiaceae
SpeciesLink	*Byrsonima cf. verbascifolia*	Malpighiaceae

Fonte	Nome Científico	Família
SpeciesLink	*Byrsonima coccolobifolia*	Malpighiaceae
SpeciesLink	*Byrsonima coriacea*	Malpighiaceae
SpeciesLink	*Byrsonima crassa*	Malpighiaceae
SpeciesLink	*Byrsonima cydoniifolia*	Malpighiaceae
SpeciesLink	*Byrsonima guilleminiana*	Malpighiaceae
SpeciesLink	*Byrsonima intermedia*	Malpighiaceae
SpeciesLink	*Byrsonima lancifolia*	Malpighiaceae
SpeciesLink	*Byrsonima variabilis*	Malpighiaceae
SpeciesLink	*Callisthene fasciculata*	Vochysiaceae
SpeciesLink	*Callisthene major*	Vochysiaceae
SpeciesLink	*Calolisianthus speciosus*	Gentianaceae
SpeciesLink	*Calycorectes acutatus*	Myrtaceae
SpeciesLink	*Camarea affinis*	Malpighiaceae
SpeciesLink	*Camarea ericoides*	Malpighiaceae
SpeciesLink	*Cambessedesia espora*	Melastomataceae
SpeciesLink	*Cambessedesia hilariana*	Melastomataceae
SpeciesLink	*Campomanesia velutina*	Myrtaceae
SpeciesLink	*Casearia commersoniana*	Salicaceae
SpeciesLink	*Casearia rupestris*	Salicaceae
SpeciesLink	*Casearia sylvestris*	Salicaceae
SpeciesLink	*Celtis brasiliensis*	Cannabaceae
SpeciesLink	*Cenchrus polystachios*	Poaceae
SpeciesLink	*Chaetogastra herbacea*	Melastomataceae
SpeciesLink	*Chaetogastra hieracioides*	Melastomataceae
SpeciesLink	*Chaetogastra sebastianopolitana*	Melastomataceae
SpeciesLink	*Chaetostoma cupressinum*	Melastomataceae
SpeciesLink	*Chamaecrista cathartica*	Fabaceae
SpeciesLink	*Chamaecrista ciliolata*	Fabaceae
SpeciesLink	*Chamaecrista desvauxii*	Fabaceae
SpeciesLink	*Chamaecrista flexuosa*	Fabaceae
SpeciesLink	*Chamaecrista ramosa*	Fabaceae
SpeciesLink	*Chamaecrista rotundifolia*	Fabaceae
SpeciesLink	*Chiococca alba*	Rubiaceae
SpeciesLink	*Chloroleucon tenuiflorum*	Fabaceae
SpeciesLink	*Chomelia pohliana*	Rubiaceae
SpeciesLink	*Chresta plantaginifolia*	Asteraceae
SpeciesLink	*Chromolaena horminoides*	Asteraceae
SpeciesLink	*Chrysophyllum marginatum*	Sapotaceae
SpeciesLink	*Cissampelos ovalifolia*	Menispermaceae
SpeciesLink	*Cleistes angeliana*	Orchidaceae
SpeciesLink	*Cleistes tenuis*	Orchidaceae
SpeciesLink	*Clidemia capitellata*	Melastomataceae
SpeciesLink	*Clusia criuva*	Clusiaceae
SpeciesLink	*Cordia trichotoma*	Boraginaceae
SpeciesLink	*Cordiera sessilis*	Rubiaceae
SpeciesLink	*Coussarea hydrangeifolia*	Rubiaceae
SpeciesLink	*Crotalaria flavicoma*	Fabaceae
SpeciesLink	*Croton antisyphiliticus*	Euphorbiaceae
SpeciesLink	*Croton glandulosus*	Euphorbiaceae

Fonte	Nome Científico	Família
SpeciesLink	*Croton intercedens*	Euphorbiaceae
SpeciesLink	*Ctenodon falcatus*	Fabaceae
SpeciesLink	*Cuphea ignea*	Lythraceae
SpeciesLink	*Cuphea lutescens*	Lythraceae
SpeciesLink	*Curatella americana*	Dilleniaceae
SpeciesLink	*Cyanocephalus*	Lamiaceae
SpeciesLink	*Cyanocephalus peduncularis*	Lamiaceae
SpeciesLink	*Cyathea delgadii*	Cyatheaceae
SpeciesLink	*Cybianthus*	Primulaceae
SpeciesLink	*Cyperus surinamensis*	Cyperaceae
SpeciesLink	*Cyrtopodium paludicola*	Orchidaceae
SpeciesLink	*Declieuxia fruticosa*	Rubiaceae
SpeciesLink	*Declieuxia origanoides*	Rubiaceae
SpeciesLink	*Deianira nervosa*	Gentianaceae
SpeciesLink	*Deianira pallescens*	Gentianaceae
SpeciesLink	*Dendrophthora tepuiana*	Santalaceae
SpeciesLink	*Dendrophthora warmingii*	Santalaceae
SpeciesLink	*Desmodium axillare*	Fabaceae
SpeciesLink	*Desmodium barbatum*	Fabaceae
SpeciesLink	*Desmodium incanum*	Fabaceae
SpeciesLink	*Desmodium platycarpum*	Fabaceae
SpeciesLink	*Desmoscelis villosa*	Melastomataceae
SpeciesLink	*Digitaria ciliaris*	Poaceae
SpeciesLink	*Diospyros sericea*	Ebenaceae
SpeciesLink	*Dipteryx alata*	Fabaceae
SpeciesLink	*Distimake aturensis*	Convolvulaceae
SpeciesLink	*Disynaphia spathulata*	Asteraceae
SpeciesLink	*Drosera montana*	Droseraceae
SpeciesLink	*Duguetia furfuracea*	Annonaceae
SpeciesLink	*Echinocoryne stricta*	Asteraceae
SpeciesLink	*Eleocharis interstincta*	Cyperaceae
SpeciesLink	*Eleusine indica*	Poaceae
SpeciesLink	*Emmotum nitens*	Metteniusaceae
SpeciesLink	*Endlicheria glomerata*	Lauraceae
SpeciesLink	*Enterolobium ellipticum*	Fabaceae
SpeciesLink	*Epistephium laxiflorum*	Orchidaceae
SpeciesLink	*Eragrostis articulata*	Poaceae
SpeciesLink	*Eremanthus glomerulatus*	Asteraceae
SpeciesLink	*Eriotheca candolleana*	Malvaceae
SpeciesLink	*Eriotheca pubescens*	Malvaceae
SpeciesLink	*Erythroxylum campestre*	Erythroxylaceae
SpeciesLink	*Erythroxylum deciduum*	Erythroxylaceae
SpeciesLink	*Erythroxylum pelleterianum*	Erythroxylaceae
SpeciesLink	*Erythroxylum pulchrum*	Erythroxylaceae
SpeciesLink	*Erythroxylum suberosum*	Erythroxylaceae
SpeciesLink	*Eugenia aurata*	Myrtaceae
SpeciesLink	*Eugenia dysenterica*	Myrtaceae
SpeciesLink	*Eugenia punicifolia*	Myrtaceae
SpeciesLink	*Eupatorium horminoides*	Asteraceae

Fonte	Nome Científico	Família
SpeciesLink	*Euphorbia caecorum*	Euphorbiaceae
SpeciesLink	*Euplassa inaequalis*	Proteaceae
SpeciesLink	*Euploca filiformis*	Boraginaceae
SpeciesLink	*Euploca salicoides*	Boraginaceae
SpeciesLink	*Evolvulus altissimus*	Convolvulaceae
SpeciesLink	*Ficus organensis*	Moraceae
SpeciesLink	*Ficus pertusa*	Moraceae
SpeciesLink	*Ficus trigona*	Moraceae
SpeciesLink	*Fimbristylis dichotoma*	Cyperaceae
SpeciesLink	*Genipa americana*	Rubiaceae
SpeciesLink	*Gomphrena celosioides*	Amaranthaceae
SpeciesLink	*Gomphrena globosa*	Amaranthaceae
SpeciesLink	*Guapira noxia*	Nyctaginaceae
SpeciesLink	*Guapira venosa*	Nyctaginaceae
SpeciesLink	*Guettarda sericea*	Rubiaceae
SpeciesLink	*Habenaria bractescens*	Orchidaceae
SpeciesLink	*Habenaria omissa*	Orchidaceae
SpeciesLink	*Habenaria secundiflora*	Orchidaceae
SpeciesLink	*Helicteres pentandra*	Malvaceae
SpeciesLink	*Heteropterys escalloniifolia*	Malpighiaceae
SpeciesLink	*Heteropterys tomentosa*	Malpighiaceae
SpeciesLink	*Hirtella glandulosa*	Chrysobalanaceae
SpeciesLink	*Hirtella gracilipes*	Chrysobalanaceae
SpeciesLink	*Hymenaea martiana*	Fabaceae
SpeciesLink	*Hymenaea stigonocarpa*	Fabaceae
SpeciesLink	*Ichthyothere elliptica*	Asteraceae
SpeciesLink	*Inga flagelliformis*	Fabaceae
SpeciesLink	*Inga laurina*	Fabaceae
SpeciesLink	*Inga vera*	Fabaceae
SpeciesLink	*Ipomoea aprica*	Convolvulaceae
SpeciesLink	*Jacaranda brasiliana*	Bignoniaceae
SpeciesLink	*Jacaranda paucifoliolata*	Bignoniaceae
SpeciesLink	*Justicia lanstyakii*	Acanthaceae
SpeciesLink	*Kielmeyera*	Calophyllaceae
SpeciesLink	*Kielmeyera coriacea*	Calophyllaceae
SpeciesLink	*Kielmeyera neriifolia*	Calophyllaceae
SpeciesLink	*Lafoensia pacari*	Lythraceae
SpeciesLink	*Lantana camara*	Verbenaceae
SpeciesLink	*Lavoisiera bergii*	Melastomataceae
SpeciesLink	*Lavoisiera imbricata*	Melastomataceae
SpeciesLink	*Leonotis nepetifolia*	Lamiaceae
SpeciesLink	*Lepidaploa aurea*	Asteraceae
SpeciesLink	*Lepidaploa barbata*	Asteraceae
SpeciesLink	*Leptolobium dasycarpum*	Fabaceae
SpeciesLink	*Lessingianthus argyrophyllus*	Asteraceae
SpeciesLink	*Lessingianthus compactiflorus*	Asteraceae
SpeciesLink	*Leucaena leucocephala*	Fabaceae
SpeciesLink	*Lindsaea stricta*	Lindsaeaceae
SpeciesLink	*Lippia alba*	Verbenaceae

Fonte	Nome Científico	Família
SpeciesLink	*Lippia lasiocalycina*	Verbenaceae
SpeciesLink	*Lycopodiella camporum*	Lycopodiaceae
SpeciesLink	*Lygodium venustum*	Lygodiaceae
SpeciesLink	*Machaerium*	Fabaceae
SpeciesLink	*Machaerium amplum*	Fabaceae
SpeciesLink	*Machaerium hirtum*	Fabaceae
SpeciesLink	*Machaerium opacum*	Fabaceae
SpeciesLink	*Machaerium robsonnianum*	Fabaceae
SpeciesLink	*Machaerium villosum*	Fabaceae
SpeciesLink	*Macroptilium erythroloma*	Fabaceae
SpeciesLink	*Macrosiphonia martii*	Apocynaceae
SpeciesLink	*Magonia pubescens*	Sapindaceae
SpeciesLink	*Mandevilla hirsuta*	Apocynaceae
SpeciesLink	*Mandevilla illustris*	Apocynaceae
SpeciesLink	*Manihot tenella*	Euphorbiaceae
SpeciesLink	*Margaritaria nobilis*	Phyllanthaceae
SpeciesLink	*Maytenus robusta*	Celastraceae
SpeciesLink	*Melothria pendula*	Cucurbitaceae
SpeciesLink	*Memora nodosa*	Bignoniaceae
SpeciesLink	*Merremia aturensis*	Convolvulaceae
SpeciesLink	*Merremia tomentosa*	Convolvulaceae
SpeciesLink	*Mesosetum ferrugineum*	Poaceae
SpeciesLink	*Mesosetum loliiforme*	Poaceae
SpeciesLink	*Miconia albicans*	Melastomataceae
SpeciesLink	*Miconia chamissois*	Melastomataceae
SpeciesLink	*Miconia cinnamomifolia*	Melastomataceae
SpeciesLink	*Miconia elegans*	Melastomataceae
SpeciesLink	*Miconia ibaguensis*	Melastomataceae
SpeciesLink	*Miconia macrothyrsa*	Melastomataceae
SpeciesLink	*Miconia pepericarpa*	Melastomataceae
SpeciesLink	*Microlicia tomentella*	Melastomataceae
SpeciesLink	*Mikania psilostachya*	Asteraceae
SpeciesLink	*Mimosa decorticans*	Fabaceae
SpeciesLink	*Mimosa dolens var. rigida*	Fabaceae
SpeciesLink	*Mimosa gracilis var. gracilis*	Fabaceae
SpeciesLink	*Mimosa laticifera*	Fabaceae
SpeciesLink	*Mimosa pigra*	Fabaceae
SpeciesLink	*Mimosa skinneri*	Fabaceae
SpeciesLink	*Myracrodruon urundeuva*	Anacardiaceae
SpeciesLink	*Myrcia guianensis*	Myrtaceae
SpeciesLink	*Myrcia retorta*	Myrtaceae
SpeciesLink	*Myrcia splendens*	Myrtaceae
SpeciesLink	*Myrcia tomentosa*	Myrtaceae
SpeciesLink	*Myrcia variabilis*	Myrtaceae
SpeciesLink	*Myrciaria floribunda*	Myrtaceae
SpeciesLink	*Myrosma cannifolia*	Marantaceae
SpeciesLink	*Myrsine gardneriana*	Primulaceae
SpeciesLink	*Myrsine guianensis*	Primulaceae
SpeciesLink	*Neea macrophylla*	Nyctaginaceae

Fonte	Nome Científico	Família
SpeciesLink	*Ocotea velloziana*	Lauraceae
SpeciesLink	*Ouratea hexasperma*	Ochnaceae
SpeciesLink	*Ouratea nervosa*	Ochnaceae
SpeciesLink	*Paepalanthus chiquitensis*	Eriocaulaceae
SpeciesLink	*Paspalum geminiflorum*	Poaceae
SpeciesLink	*Paspalum lenticulare*	Poaceae
SpeciesLink	*Paspalum melanospermum*	Poaceae
SpeciesLink	*Paspalum notatum*	Poaceae
SpeciesLink	*Paspalum plenum*	Poaceae
SpeciesLink	*Paspalum stellatum*	Poaceae
SpeciesLink	*Peltaea polymorpha*	Malvaceae
SpeciesLink	*Peltophorum dubium*	Fabaceae
SpeciesLink	*Piper fuligineum*	Piperaceae
SpeciesLink	*Piptocarpha rotundifolia*	Asteraceae
SpeciesLink	*Pityrogramma calomelanos*	Pteridaceae
SpeciesLink	*Plathymenia reticulata*	Fabaceae
SpeciesLink	*Pluchea sagittalis*	Asteraceae
SpeciesLink	*Podocarpus sellowii*	Podocarpaceae
SpeciesLink	*Polygala celosioides*	Polygalaceae
SpeciesLink	*Polygala hebeclada*	Polygalaceae
SpeciesLink	*Polygala timoutou*	Polygalaceae
SpeciesLink	*Porophyllum lanceolatum*	Asteraceae
SpeciesLink	*Pouteria gardner*	Sapotaceae
SpeciesLink	*Pouteria gardneri*	Sapotaceae
SpeciesLink	*Pouteria ramiflora*	Sapotaceae
SpeciesLink	*Pouteria torta*	Sapotaceae
SpeciesLink	*Prestonia lindmanii*	Apocynaceae
SpeciesLink	*Pseudolycopodiella carnosa*	Lycopodiaceae
SpeciesLink	*Psidium guajava*	Myrtaceae
SpeciesLink	*Psidium guineense*	Myrtaceae
SpeciesLink	*Psychotria capitata*	Rubiaceae
SpeciesLink	*Pterandra pyroidea*	Malpighiaceae
SpeciesLink	*Pterodon emarginatus*	Fabaceae
SpeciesLink	*Qualea dichotoma*	Vochysiaceae
SpeciesLink	*Qualea dichotoma var. elongata*	Vochysiaceae
SpeciesLink	*Qualea dichotoma var. elongata*	Vochysiaceae
SpeciesLink	*Qualea grandiflora*	Vochysiaceae
SpeciesLink	*Qualea multiflora*	Vochysiaceae
SpeciesLink	*Qualea parviflora*	Vochysiaceae
SpeciesLink	*Randia armata*	Rubiaceae
SpeciesLink	*Reimarochloa acuta*	Poaceae
SpeciesLink	*Rhynchanthera*	Melastomataceae
SpeciesLink	*Rhynchanthera ursina*	Melastomataceae
SpeciesLink	*Rhynchospora*	Cyperaceae
SpeciesLink	*Rhynchospora globosa*	Cyperaceae
SpeciesLink	*Richeria grandis*	Phyllanthaceae
SpeciesLink	*Riencourtia oblongifolia*	Asteraceae
SpeciesLink	*Salacia elliptica*	Celastraceae
SpeciesLink	*Sauvagesia linearifolia*	Ochnaceae

Fonte	Nome Científico	Família
SpeciesLink	*Schwenckia americana*	Solanaceae
SpeciesLink	*Sclerolobium paniculatum*	Fabaceae
SpeciesLink	*Sebastiana ramosissima*	Euphorbiaceae
SpeciesLink	*Sebastiania ramosissima*	Euphorbiaceae
SpeciesLink	*Selaginella erythropus*	Selaginellaceae
SpeciesLink	*Senna macranthera*	Fabaceae
SpeciesLink	*Senna multijuga*	Fabaceae
SpeciesLink	*Senna occidentalis*	Fabaceae
SpeciesLink	*Senna reticulata*	Fabaceae
SpeciesLink	*Senna rugosa*	Fabaceae
SpeciesLink	*Senna silvestris*	Fabaceae
SpeciesLink	*Serjania lethalis*	Sapindaceae
SpeciesLink	*Sida glaziovii*	Malvaceae
SpeciesLink	*Sida linifolia*	Malvaceae
SpeciesLink	*Simarouba versicolor*	Simaroubaceae
SpeciesLink	*Simira corumbensis*	Rubiaceae
SpeciesLink	*Siphoneugena densiflora*	Myrtaceae
SpeciesLink	*Solanum paniculatum*	Solanaceae
SpeciesLink	*Sporobolus*	Poaceae
SpeciesLink	*Stachytarpheta cayennensis*	Verbenaceae
SpeciesLink	*Steinchisma laxum*	Poaceae
SpeciesLink	*Sticherus gracilis*	Gleicheniaceae
SpeciesLink	*Strychnos brasiliensis*	Loganiaceae
SpeciesLink	*Stryphnodendron adstringens*	Fabaceae
SpeciesLink	*Stylosanthes acuminata*	Fabaceae
SpeciesLink	*Stylosanthes guianensis*	Fabaceae
SpeciesLink	*Stylosanthes linearifolia*	Fabaceae
SpeciesLink	*Stylosanthes montevidensis*	Fabaceae
SpeciesLink	*Stylosanthes scabra*	Fabaceae
SpeciesLink	*Sweetia fruticosa*	Fabaceae
SpeciesLink	*Syagrus flexuosa*	Arecaceae
SpeciesLink	*Syngonanthus helminthorrhizus*	Eriocaulaceae
SpeciesLink	*Syngonanthus nitens*	Eriocaulaceae
SpeciesLink	*Tabebuia aurea*	Bignoniaceae
SpeciesLink	*Tabebuia caraiba*	Bignoniaceae
SpeciesLink	*Tachigali aurea*	Fabaceae
SpeciesLink	*Tachigali rubiginosa*	Fabaceae
SpeciesLink	*Talisia esculenta*	Sapindaceae
SpeciesLink	*Telmatoblechnum serrulatum*	Blechnaceae
SpeciesLink	*Tephrosia rufescens*	Fabaceae
SpeciesLink	*Terminalia argentea*	Combretaceae
SpeciesLink	*Terminalia phaeocarpa*	Combretaceae
SpeciesLink	*Tocoyena formosa*	Rubiaceae
SpeciesLink	*Trichilia elegans*	Meliaceae
SpeciesLink	*Trichomanes pinnatum*	Hymenophyllaceae
SpeciesLink	*Trimezia juncifolia*	Iridaceae
SpeciesLink	*Triplaris gardneriana*	Polygonaceae
SpeciesLink	*Turnera lanceolata*	Turneraceae
SpeciesLink	*Utricularia gibba*	Lentibulariaceae

Fonte	Nome Científico	Família
SpeciesLink	*Vatairea macrocarpa*	Fabaceae
SpeciesLink	*Vernonanthura ferruginea*	Asteraceae
SpeciesLink	*Vernonia minasa*	Asteraceae
SpeciesLink	*Vernonia obtusata*	Asteraceae
SpeciesLink	*Vernonia rubriramea*	Asteraceae
SpeciesLink	*Vitex sellowiana*	Lamiaceae
SpeciesLink	*Vochysia elliptica*	Vochysiaceae
SpeciesLink	*Vochysia pruinosa*	Vochysiaceae
SpeciesLink	*Vochysia rufa*	Vochysiaceae
SpeciesLink	*Wedelia puberula*	Asteraceae
SpeciesLink	*Wissadula amplissima*	Malvaceae
SpeciesLink	*Xylopia aromatica*	Annonaceae
SpeciesLink	*Xylopia cf. aromatica*	Annonaceae
SpeciesLink	*Xyris pirapamae*	Xyridaceae
SpeciesLink	*Zeyheria montana*	Bignoniaceae
SpeciesLink	*Zollernia ilicifolia*	Fabaceae
NeoTropTree	*Terminalia argentea*	Combretaceae
NeoTropTree	*Albizia polycephala*	Fabaceae
NeoTropTree	*Machaerium scleroxylon*	Fabaceae
NeoTropTree	*Mimosa arenosa*	Fabaceae
NeoTropTree	*Cenostigma pluviosum*	Fabaceae
NeoTropTree	*Senegalia polyphylla*	Fabaceae
NeoTropTree	*Aloysia virgata*	Verbenaceae
NeoTropTree	*Combretum mellifluum*	Combretaceae
NeoTropTree	*Albizia niopoides*	Fabaceae
NeoTropTree	*Amburana cearensis*	Fabaceae
NeoTropTree	*Anadenanthera colubrina*	Fabaceae
NeoTropTree	*Annona leptopetala*	Annonaceae
NeoTropTree	*Aspidosperma cuspa*	Apocynaceae
NeoTropTree	*Aspidosperma cylindrocarpon*	Apocynaceae
NeoTropTree	*Aspidosperma pyrifolium*	Apocynaceae
NeoTropTree	*Aspidosperma subincanum*	Apocynaceae
NeoTropTree	*Astronium fraxinifolium*	Anacardiaceae
NeoTropTree	*Attalea compta*	Arecaceae
NeoTropTree	*Bauhinia acuruana*	Fabaceae
NeoTropTree	*Blanchetiodendron blanchetii*	Fabaceae
NeoTropTree	*Callisthene fasciculata*	Vochysiaceae
NeoTropTree	*Campomanesia velutina*	Myrtaceae
NeoTropTree	*Casearia gossypiosperma*	Salicaceae
NeoTropTree	*Casearia rupestris*	Salicaceae
NeoTropTree	*Casearia sylvestris*	Salicaceae
NeoTropTree	*Celtis brasiliensis*	Cannabaceae
NeoTropTree	*Chloroleucon tenuiflorum*	Fabaceae
NeoTropTree	*Chomelia obtusa*	Rubiaceae
NeoTropTree	*Chrysophyllum marginatum*	Sapotaceae
NeoTropTree	*Copaifera langsdorffii*	Fabaceae
NeoTropTree	*Cordia trichotoma*	Boraginaceae
NeoTropTree	*Cordiera sessilis*	Rubiaceae
NeoTropTree	*Coussarea hydrangeifolia*	Rubiaceae

Fonte	Nome Científico	Família
NeoTropTree	*Dilodendron bipinnatum*	Sapindaceae
NeoTropTree	*Diospyros lasiocalyx*	Ebenaceae
NeoTropTree	*Dipteryx alata*	Fabaceae
NeoTropTree	*Enterolobium contortisiliquum*	Fabaceae
NeoTropTree	*Erythroxylum cuneifolium*	Erythroxylaceae
NeoTropTree	*Erythroxylum deciduum*	Erythroxylaceae
NeoTropTree	*Eugenia dysenterica*	Myrtaceae
NeoTropTree	*Eugenia prasina*	Myrtaceae
NeoTropTree	*Ficus calyptroceras*	Moraceae
NeoTropTree	*Ficus obtusiuscula*	Moraceae
NeoTropTree	*Ficus crocata*	Moraceae
NeoTropTree	*Genipa americana*	Rubiaceae
NeoTropTree	*Guapira graciliflora*	Nyctaginaceae
NeoTropTree	*Guazuma ulmifolia*	Malvaceae
NeoTropTree	*Guettarda viburnoides*	Rubiaceae
NeoTropTree	*Handroanthus impetiginosus*	Bignoniaceae
NeoTropTree	*Handroanthus ochraceus*	Bignoniaceae
NeoTropTree	*Helicteres brevispira*	Malvaceae
NeoTropTree	*Helicteres lhotzkyana*	Malvaceae
NeoTropTree	*Heteropterys byrsonimifolia*	Malpighiaceae
NeoTropTree	*Hymenaea martiana*	Fabaceae
NeoTropTree	*Jacaranda brasiliana*	Bignoniaceae
NeoTropTree	*Leptolobium dasycarpum*	Fabaceae
NeoTropTree	*Luehea paniculata*	Malvaceae
NeoTropTree	*Machaerium opacum*	Fabaceae
NeoTropTree	*Machaerium brasiliense*	Fabaceae
NeoTropTree	*Maclura tinctoria*	Moraceae
NeoTropTree	*Magonia pubescens*	Sapindaceae
NeoTropTree	*Monteverdia floribunda*	Celastraceae
NeoTropTree	*Astronium urundeuva*	Anacardiaceae
NeoTropTree	*Myrcia splendens*	Myrtaceae
NeoTropTree	*Myrcia tomentosa*	Myrtaceae
NeoTropTree	*Myrciaria floribunda*	Myrtaceae
NeoTropTree	*Phyllanthus acuminatus*	Phyllanthaceae
NeoTropTree	*Piptadenia gonoacantha*	Fabaceae
NeoTropTree	*Plathymenia reticulata*	Fabaceae
NeoTropTree	*Platypodium elegans*	Fabaceae
NeoTropTree	*Pouteria gardneri*	Sapotaceae
NeoTropTree	*Pouteria torta*	Sapotaceae
NeoTropTree	*Pseudobombax tomentosum*	Malvaceae
NeoTropTree	*Psidium guineense*	Myrtaceae
NeoTropTree	*Ptilochaeta bahiensis*	Malpighiaceae
NeoTropTree	*Qualea dichotoma*	Vochysiaceae
NeoTropTree	*Qualea multiflora*	Vochysiaceae
NeoTropTree	*Salacia elliptica*	Celastraceae
NeoTropTree	*Schinopsis brasiliensis*	Anacardiaceae
NeoTropTree	*Sebastiania brasiliensis*	Euphorbiaceae
NeoTropTree	*Senna multijuga*	Fabaceae
NeoTropTree	*Senna spectabilis*	Fabaceae

Fonte	Nome Científico	Família
NeoTropTree	*Simira hexandra*	Rubiaceae
NeoTropTree	*Sterculia striata*	Malvaceae
NeoTropTree	*Sweetia fruticosa*	Fabaceae
NeoTropTree	*Syagrus oleracea*	Arecaceae
NeoTropTree	*Tabebuia roseoalba*	Bignoniaceae
NeoTropTree	*Talisia esculenta*	Sapindaceae
NeoTropTree	*Terminalia glabrescens*	Combretaceae
NeoTropTree	*Terminalia phaeocarpa*	Combretaceae
NeoTropTree	*Tocoyena formosa*	Rubiaceae
NeoTropTree	*Trichilia catigua*	Meliaceae
NeoTropTree	*Trichilia elegans*	Meliaceae
NeoTropTree	*Trichilia hirta*	Meliaceae
NeoTropTree	*Trichilia pallida*	Meliaceae
NeoTropTree	*Triplaris gardneriana*	Polygonaceae
NeoTropTree	*Vatairea macrocarpa*	Fabaceae
NeoTropTree	*Zanthoxylum rhoifolium*	Rutaceae
NeoTropTree	*Zollernia ilicifolia*	Fabaceae
NeoTropTree	*Casearia mariquitensis*	Salicaceae
NeoTropTree	*Coccoloba mollis*	Polygonaceae
NeoTropTree	*Eugenia aurata*	Myrtaceae
NeoTropTree	*Pilosocereus aurisetus*	Cactaceae
NeoTropTree	*Sapium glandulosum*	Euphorbiaceae
NeoTropTree	*Bauhinia pulchella*	Fabaceae
NeoTropTree	*Machaerium acutifolium*	Fabaceae
NeoTropTree	*Machaerium hirtum*	Fabaceae
NeoTropTree	*Peltophorum dubium*	Fabaceae
NeoTropTree	*Senna macranthera*	Fabaceae
NeoTropTree	*Senna silvestris*	Fabaceae
NeoTropTree	*Senna velutina*	Fabaceae
NeoTropTree	*Brosimum gaudichaudii*	Moraceae
NeoTropTree	*Ficus pertusa*	Moraceae
NeoTropTree	*Eugenia punicifolia*	Myrtaceae
NeoTropTree	*Chomelia pohliana*	Rubiaceae
NeoTropTree	*Randia armata*	Rubiaceae
NeoTropTree	*Casearia commersoniana*	Salicaceae
NeoTropTree	*Cestrum pedicellatum*	Solanaceae
NeoTropTree	*Jacaranda caroba*	Bignoniaceae
NeoTropTree	*Hirtella gracilipes*	Chrysobalanaceae
NeoTropTree	*Diospyros sericea*	Ebenaceae
NeoTropTree	*Andira vermifuga*	Fabaceae
NeoTropTree	*Senna rugosa*	Fabaceae
NeoTropTree	*Senna spectabilis*	Fabaceae
NeoTropTree	*Senna velutina*	Fabaceae
NeoTropTree	*Byrsonima crassifolia*	Malpighiaceae
NeoTropTree	*Byrsonima intermedia*	Malpighiaceae
NeoTropTree	*Miconia macrothyrsa*	Melastomataceae
NeoTropTree	*Eugenia aurata*	Myrtaceae
NeoTropTree	*Eugenia punicifolia*	Myrtaceae
NeoTropTree	*Myrcia retorta*	Myrtaceae

Fonte	Nome Científico	Família
NeoTropTree	*Myrcia splendens*	Myrtaceae
NeoTropTree	*Myrcia variabilis*	Myrtaceae
NeoTropTree	*Siphoneugena densiflora*	Myrtaceae
NeoTropTree	*Alibertia edulis*	Rubiaceae
NeoTropTree	*Coussarea hydrangeifolia*	Rubiaceae
NeoTropTree	*Qualea dichotoma*	Vochysiaceae
NeoTropTree	*Vochysia tucanorum*	Vochysiaceae
NeoTropTree	*Aspidosperma pyrifolium*	Apocynaceae
NeoTropTree	*Bauhinia rufa*	Fabaceae
NeoTropTree	*Callisthene fasciculata*	Vochysiaceae
NeoTropTree	*Coccoloba mollis*	Polygonaceae
NeoTropTree	*Combretum leprosum*	Combretaceae
NeoTropTree	*Dilodendron bipinnatum*	Sapindaceae
NeoTropTree	*Eugenia florida*	Myrtaceae
NeoTropTree	*Ouratea castaneifolia*	Ochnaceae
NeoTropTree	*Lithraea molleoides*	Anacardiaceae
NeoTropTree	*Rhamnidium elaeocarpum*	Rhamnaceae
NeoTropTree	*Tabebuia roseoalba*	Bignoniaceae
NeoTropTree	*Vochysia cinnamomea*	Vochysiaceae
NeoTropTree	*Vitex polygama*	Lamiaceae
NeoTropTree	*Zanthoxylum riedelianum*	Rutaceae
NeoTropTree	*Agonandra brasiliensis*	Opiliaceae
NeoTropTree	*Annona coriacea*	Annonaceae
NeoTropTree	*Annona crassiflora*	Annonaceae
NeoTropTree	*Aspidosperma macrocarpon*	Apocynaceae
NeoTropTree	*Aspidosperma tomentosum*	Apocynaceae
NeoTropTree	*Astronium fraxinifolium*	Anacardiaceae
NeoTropTree	*Blepharocalyx salicifolius*	Myrtaceae
NeoTropTree	*Bowdichia virgilioides*	Fabaceae
NeoTropTree	*Brosimum gaudichaudii*	Moraceae
NeoTropTree	*Byrsonima coccolobifolia*	Malpighiaceae
NeoTropTree	*Byrsonima pachyphylla*	Malpighiaceae
NeoTropTree	*Byrsonima verbascifolia*	Malpighiaceae
NeoTropTree	*Campomanesia sessiliflora*	Myrtaceae
NeoTropTree	*Caryocar brasiliense*	Caryocaraceae
NeoTropTree	*Casearia sylvestris*	Salicaceae
NeoTropTree	*Connarus suberosus*	Connaraceae
NeoTropTree	*Copaifera langsdorffii*	Fabaceae
NeoTropTree	*Cordiera sessilis*	Rubiaceae
NeoTropTree	*Couepia grandiflora*	Chrysobalanaceae
NeoTropTree	*Curatella americana*	Dilleniaceae
NeoTropTree	*Cybistax antisyphilitica*	Bignoniaceae
NeoTropTree	*Dalbergia miscolobium*	Fabaceae
NeoTropTree	*Dimorphandra mollis*	Fabaceae
NeoTropTree	*Diospyros lasiocalyx*	Ebenaceae
NeoTropTree	*Dipteryx alata*	Fabaceae
NeoTropTree	*Emmotum nitens*	Metteniusaceae
NeoTropTree	*Enterolobium gummiferum*	Fabaceae
NeoTropTree	*Eremanthus glomerulatus*	Asteraceae

Fonte	Nome Científico	Família
NeoTropTree	*Eriotheca pubescens*	Malvaceae
NeoTropTree	*Erythroxylum deciduum*	Erythroxylaceae
NeoTropTree	*Erythroxylum suberosum*	Erythroxylaceae
NeoTropTree	*Erythroxylum tortuosum*	Erythroxylaceae
NeoTropTree	*Eugenia dysenterica*	Myrtaceae
NeoTropTree	*Guapira noxia*	Nyctaginaceae
NeoTropTree	*Guapira graciliflora*	Nyctaginaceae
NeoTropTree	*Guazuma ulmifolia*	Malvaceae
NeoTropTree	*Guettarda viburnoides*	Rubiaceae
NeoTropTree	*Hancornia speciosa*	Apocynaceae
NeoTropTree	*Handroanthus ochraceus*	Bignoniaceae
NeoTropTree	*Heteropterys byrsonimifolia*	Malpighiaceae
NeoTropTree	*Himatanthus obovatus*	Apocynaceae
NeoTropTree	*Hirtella glandulosa*	Chrysobalanaceae
NeoTropTree	*Hymenaea stigonocarpa*	Fabaceae
NeoTropTree	*Hyptidendron canum*	Lamiaceae
NeoTropTree	*Kielmeyera coriacea*	Calophyllaceae
NeoTropTree	*Kielmeyera speciosa*	Calophyllaceae
NeoTropTree	*Lafoensia pacari*	Lythraceae
NeoTropTree	*Leptolobium dasycarpum*	Fabaceae
NeoTropTree	*Leptolobium elegans*	Fabaceae
NeoTropTree	*Leptobalanus humilis*	Chrysobalanaceae
NeoTropTree	*Luehea grandiflora*	Malvaceae
NeoTropTree	*Luehea paniculata*	Malvaceae
NeoTropTree	*Machaerium acutifolium*	Fabaceae
NeoTropTree	*Machaerium opacum*	Fabaceae
NeoTropTree	*Magonia pubescens*	Sapindaceae
NeoTropTree	*Miconia albicans*	Melastomataceae
NeoTropTree	*Mimosa laticifera*	Fabaceae
NeoTropTree	*Myrcia guianensis*	Myrtaceae
NeoTropTree	*Myrcia tomentosa*	Myrtaceae
NeoTropTree	*Myrsine coriacea*	Primulaceae
NeoTropTree	*Myrsine guianensis*	Primulaceae
NeoTropTree	*Neea theifera*	Nyctaginaceae
NeoTropTree	*Ouratea hexasperma*	Ochnaceae
NeoTropTree	*Palicourea rigida*	Rubiaceae
NeoTropTree	*Pera glabrata*	Peraceae
NeoTropTree	*Piptocarpha rotundifolia*	Asteraceae
NeoTropTree	*Plathymenia reticulata*	Fabaceae
NeoTropTree	*Platypodium elegans*	Fabaceae
NeoTropTree	*Plenckia populnea*	Celastraceae
NeoTropTree	*Pouteria ramiflora*	Sapotaceae
NeoTropTree	*Pouteria torta*	Sapotaceae
NeoTropTree	*Protium heptaphyllum*	Burseraceae
NeoTropTree	*Pseudobombax longiflorum*	Malvaceae
NeoTropTree	*Pterodon pubescens*	Fabaceae
NeoTropTree	*Qualea grandiflora*	Vochysiaceae
NeoTropTree	*Qualea multiflora*	Vochysiaceae
NeoTropTree	*Qualea parviflora*	Vochysiaceae

Fonte	Nome Científico	Família
NeoTropTree	*Roupala montana*	Proteaceae
NeoTropTree	*Rudgea viburnoides*	Rubiaceae
NeoTropTree	*Salacia crassifolia*	Celastraceae
NeoTropTree	*Salvertia convallariodora*	Vochysiaceae
NeoTropTree	*Didymopanax macrocarpus*	Araliaceae
NeoTropTree	*Schinus terebinthifolia*	Anacardiaceae
NeoTropTree	*Simarouba versicolor*	Simaroubaceae
NeoTropTree	*Siparuna guianensis*	Siparunaceae
NeoTropTree	*Solanum lycocarpum*	Solanaceae
NeoTropTree	*Strychnos pseudoquina*	Loganiaceae
NeoTropTree	*Stryphnodendron adstringens*	Fabaceae
NeoTropTree	*Styrax camporum*	Styracaceae
NeoTropTree	*Styrax ferrugineus*	Styracaceae
NeoTropTree	*Syagrus flexuosa*	Arecaceae
NeoTropTree	*Tabebuia aurea*	Bignoniaceae
NeoTropTree	*Tachigali aurea*	Fabaceae
NeoTropTree	*Tachigali subvelutina*	Fabaceae
NeoTropTree	*Talisia esculenta*	Sapindaceae
NeoTropTree	*Terminalia argentea*	Combretaceae
NeoTropTree	*Tocoyena formosa*	Rubiaceae
NeoTropTree	*Vatairea macrocarpa*	Fabaceae
NeoTropTree	*Vochysia elliptica*	Vochysiaceae
NeoTropTree	*Vochysia rufa*	Vochysiaceae
NeoTropTree	*Xylopia aromatica*	Annonaceae
NeoTropTree	*Zanthoxylum rhoifolium*	Rutaceae
NeoTropTree	*Zeyheria montana*	Bignoniaceae
NeoTropTree	*Aegiphila verticillata*	Lamiaceae

As nove famílias mais representativas acumularam 51,93% das espécies totais passíveis de ocorrência na região estudada, sendo: Fabaceae (106 spp.); Myrtaceae (26 spp.); Poaceae (26 spp.); Malpighiaceae (25 spp.); Asteraceae (24 spp.); Melastomataceae (21 spp.); Rubiaceae (20 spp.); Malvaceae (19 spp.); Bignoniaceae (15 spp.). Quanto aos gêneros, os 13 gêneros mais frequentes para o município foram: *Byrsonima* (14 spp.); *Macherium* (10 spp.); *Mimosa* e *Senna* (oito spp.); *Aspidosperma*, *Erythroxylum*, *Eugenia*, *Ficus*, *Miconia* e *Paspalum* (sete spp.); *Annona*, *Chamaecrista* e *Myrcia* (seis spp.).

9.2.1.3.1.2.1 Espécies Ameaçadas de Extinção

Minas Gerais apresenta a maior quantidade de espécies em todas as três categorias de risco de extinção em comparação aos demais estados. A maior parte das espécies classificadas como ameaçadas apresentam distribuição restrita e declínio populacional, em função da degradação e perda de habitat (CNCFlora, 2013).

Segundo a listagem da CNCFlora, cinco espécies que possuem potencial ocorrência na área de estudo regional se enquadram em algum nível de ameaça de extinção, sendo classificadas como "Vulnerável" (VU), "Em perigo" (HÁ) ou "Criticamente em Perigo" (CR) que é a categoria com

maior risco atribuído. Em relação à listagem da IUCN, sete espécies estão classificadas nas categorias citadas. E em relação à listagem oficial das espécies ameaçadas de extinção, Portaria MMA nº 148/2022, cinco espécies estão enquadradas nestas classificações (Tabela 9-104).

Tabela 9-104: Espécies ameaçadas de extinção de acordo com as listagens oficiais

Nome científico	CNCFlora	IUCN, 2022	MMA, 2022
Amburana cearensis	NT	HÁ	-
Anemopaegma arvense	HÁ		HÁ
Cedrela fissilis	VU	VU	VU
Dipteryx alata	LC	VU	-
Eugenia prasina	LC	VU	-
Ficus calyptroceras	LC	VU	-
Handroanthus serratifolius	-	HÁ	-
Ichthyothere elliptica	HÁ	-	HÁ
Machaerium villosum	LC	VU	-
Mimosa decorticans	LC	-	HÁ
Pouteria gardneri	VU	LC	-
Pouteria gardneri	VU	LC	-
Simira hexandra	-	-	HÁ

Legenda: LC = *Least Concern* (menos preocupante); NT = *Near Threatened* (quase ameaçada); VU = *Vulnerable* (Vulnerável); HÁ = *Endangered* (em perigo)

9.2.1.3.1.2.2 Espécies Raras

O estudo de GIULIETTI *et al.*, (2009), definiu espécies raras como aquelas que possuem distribuição menor do que 10000 km². Foram reconhecidas como raras cerca de 4 a 6% de todas as espécies de plantas do Brasil, muitas das quais se encontram à beira da extinção.

Para a área de estudo regional duas espécies são consideradas raras: *Axonopus aureus* e *Vitex polygama*.

9.2.1.3.1.2.3 Espécies Endêmicas

De acordo com os dados compilados 14 espécies foram consideradas endêmicas. Nove espécies são consideradas endêmicas do Cerrado: *Calolisianthus speciosus*, *Dalbergia miscolobium*, *Epistephium laxiflorum*, *Eremanthus glomerulatus*, *Erythroxylum tortuosum*, *Guapira noxia*, *Miconia pepericarpa*, *Pterandra pyroidea* e *Terminalia phaeocarpa*. Três espécies consideradas endêmicas da Floresta Estacional: *Eugenia acutata*, *Hymenolobium janeirense* e *Miconia cinnamomifolia*. E por fim, uma endêmica de Minas Gerais: *Pilosocereus aurisetus*.

9.2.1.3.1.2.4 Espécies Exóticas e Invasoras

Plantas invasoras podem produzir alterações em propriedades ecológicas essenciais como no ciclo hidrológico, na ciclagem de nutrientes, na intensificação do regime de incêndios naturais em ambientes de Cerrado, no aumento da frequência de incêndios devido ao acúmulo de matéria orgânica, como no caso de pinheiros, capim-melado e capim-colonião (FATMA, 2016).

Para a área de estudo regional há potencial ocorrência de seis espécies cultivadas e outras quinze naturalizadas, das quais destacam-se: *Bidens pilosa*, *Melinis minutiflora*, *Urochloa decumbens*, *Mangifera indica*, *Acacia mangium*, *Tamarindus indica*.

9.2.1.3.1.2.5 Outras Espécies Protegidas

Para a área de estudo regional há potencial presença de *Handroanthus ochraceus*, *Handroanthus serratifolius* e *Handroanthus impetiginosus*, espécies que são protegidas pela Lei Estadual nº 9.743, de 15 de dezembro de 1988, que declara de interesse comum, de preservação permanente e imune de corte, o ipê-amarelo.

Há registro, também, da espécie *Caryocar brasiliense*, protegida pela Lei Estadual n° 20.308, 27 de julho de 2012, que altera a altera a Lei nº 10.883, de 2 de outubro de 1992, que declara de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no estado de Minas Gerais, o pequizeiro.

Foi verificada a presença da espécie *Astronium urundeuva*, *Astronium fraxinifolium* e *Schinopsis brasiliensis*, elencadas na Portaria Normativa IBAMA nº 83, de 26 de setembro de 1991, que proíbe o corte e exploração da espécie em florestas primárias.

9.2.1.3.2 Área de Estudo Local – AEL e Área Diretamente Afetada – ADA

9.2.1.3.2.1 Cobertura Vegetal e Uso e Ocupação do Solo

A cobertura vegetal e uso do solo na área de estudo local possui uma área total de 2340,4597 ha. Constitui-se de um mosaico na paisagem de ambientes nativos permeados por ambientes antrópicos. Na área de estudo local foi identificado os seguintes ambientes naturais; formação campestre, formação florestal e curso d'água que somam 42% da área de estudo. Os ambientes antrópicos somam 58% da AEL e são constituídos de acessos, áreas antropizadas com e sem presença de árvores isoladas, área edificada, cultivo, pastagem e pastagem/campo antropizado. As classes de uso do solo e cobertura da vegetação e os quantitativos de área são apresentados na Tabela 9-105 e Figura 9-103. Destaca-se que, conforme apresentado na Figura 9-103, na área diretamente afetada do empreendimento não ocorre Áreas de Preservação Permanente (APP).

A definição de árvores isoladas teve como base o artigo 2º, inciso IV do Decreto Estadual 47.749/2019.

Tabela 9-105: Uso e ocupação do solo na área do empreendimento

Uso do Solo e Cobertura Vegetal (Tipologia)	Área (ha)
Acesso	31,6127
Área Antropizada	206,2528
Área Antropizada com árvores isoladas	72,5643
Área edificada	191,8477

Uso do Solo e Cobertura Vegetal (Tipologia)	Área (ha)
Cultivo	26,7451
Curso d'água	197,6059
Formação campestre	573,2573
Formação florestal	222,1424
Pastagem/Campo Antropizado	818,4316
Total	**2340,4597**

Cabe mencionar que a porção norte da área de intervenção já possui autorização para supressão vegetal por meio do Documento de Autorização para Intervenção Ambiental – DAIA nº 0038855-D, Processo nº 02030000379/20, emitido pelo Núcleo de Apoio Regional de Curvelo, em 13/07/2020, para um quantitativo total de 21,720 ha. A autorização foi revalidada em 2023, mediante processo SEI nº 2100.01.0011532/2020-21. O local foi explorado para construção da Elevação 598,0 m do Módulo Oeste 1 do Depósito de Rejeitos Muruci (estrutura da Unidade Três Marias) e ainda apresenta, parcialmente, vegetação nativa. Porém, considerando a existência do DAIA e a necessidade de exploração da área de empréstimo pela Nexa Recursos Minerais S.A. em 2024/2025, esta porção foi enquadrada na tipologia de Área Antropizada, a fim de que não fosse incluída nos cálculos do inventário florestal.

473.250 475.500 477.750 480.000

7.992.750 7.990.500 7.988.250

TRÊS MARIAS

SÃO GONÇALO DO ABAETÉ

RIO SÃO FRANCISCO

Córrego Martinha

Córrego Retiro Velho

Riacho da Consciência

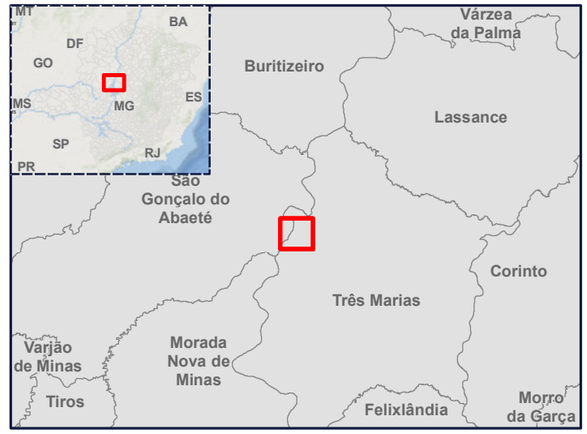
0 300 600 900 m

Legenda

- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Biótico
- Hidrografia
- Cursos d'Água Efêmeros
- Limite municipal

Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal

- Acesso
- Cultivo
- Curso d'água
- Formação campestre
- Formação florestal
- Pastagem/Campo Antropizado
- Área antropizada
- Área antropizada com árvores isoladas
- Área edificada



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km, respectivamente.

Base Cartográfica: ADA, hidrografia bifilar, uso e ocupação do solo e cobertura vegetal (Trust, 2023); hidrografia (Trust, 2023, adapt. de IGAM); limite municipal (FJP, 2022).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-103: Uso e Ocupação do solo em relação às Áreas de Estudo Regional, Local e Área Diretamente Afetada

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Lucas F. de Oliveira	01/11/2023	NXTM-DRS-EIA-UOSCV-AEL-A3-v02

9.2.1.3.2.1.1 Acessos

As áreas descritas como acessos representam 1% da área de estudo local. São representadas por estradas vicinais, sendo a maioria delas não pavimentadas (Foto 9-91 e Foto 9-92).

Foto 9-91: Registro de acessos na AEL



Foto 9-92: Registro de acessos na AEL



9.2.1.3.2.1.2 Área Antropizada

As áreas definidas como antrópicas são aquelas desprovidas de cobertura vegetal nativa, que se encontram completamente descaracterizadas, não possui um número expressivo de indivíduos arbóreos e ocorre a presença de espécies exóticas. Nessas áreas é onde atualmente existe algum tipo de uso relacionado a atividades humanas com grande ocorrência de solo exposto. As áreas descritas como área antropizada representam 9% da área de estudo local (Foto 9-93 e Foto 9-94).

Foto 9-93: Registro de Área Antropizada na AEL



Foto 9-94: Registro de Área Antropizada na AEL



9.2.1.3.2.1.3 Área Antropizada com Árvores Isoladas

As áreas descritas como área antropizada com árvores isoladas representam 3% da área de estudo local. Essa classificação é definida como uma área antropizada desprovida de cobertura vegetal, porém, nessa classe observa-se a presença de árvores isoladas exóticas ou nativas. A denominação de árvores isoladas se dá ao fato dessas árvores estarem alocadas sem formação de maciço florestal ou dossel (Foto 9-95 e Foto 9-96).

| Foto 9-95: Área Antropizada com Árvores isoladas na AEL



| Foto 9-96: Área Antropizada com Árvores isoladas na AEL



9.2.1.3.2.1.4 Área Edificada

As áreas edificadas representam 8% da área de estudo local e correspondem as estruturas utilizadas para o funcionamento da indústria metalúrgica (Foto 9-97).

| Foto 9-97: Área Edificada na AEL



9.2.1.3.2.1.5 Cultivo

Essa classificação ocorre em 1% da área de estudo local. São definidas por áreas que são utilizadas para plantio de cultura.

9.2.1.3.2.1.6 Curso d'água

Os cursos d'água representam 8% da AEL e são definidos como qualquer corpo d'água fluente.

9.2.1.3.2.1.7 Formação Campestre

Uso e ocupação relacionados às áreas abertas desprovidas de árvores, cobertas ou não de vegetação herbácea invasoras (Foto 9-98 e Foto 9-99). Os cursos d'água representam 24% da AEL.

| Foto 9-98: Formação Campestre na AEL



| Foto 9-99: Formação Campestre na AEL



9.2.1.3.2.1.8 Formação Florestal

Encobrindo 9% da AEL, a formação florestal está representada por fragmentos remanescentes de cerradão. Na área é possível observar a presença de pequenas árvores espaçadas, arbustos, subarbustos e gramíneas (Foto 9-100).

| **Foto 9-100: Formação florestal na AEL**



9.2.1.3.2.1.9 Pastagem/Campo Antropizado

Na AEL ocorrem áreas de pastagem, localizadas próximas às formações de cerrado (35%). A presença de gramíneas invasoras exóticas aumenta a competição por recursos com as espécies nativas, que dificulta o estabelecimento dessas espécies, configurando importante fator de degradação ambiental (Foto 9-101).

| **Foto 9-101: Pastagem/Campo antropizado na AEL**



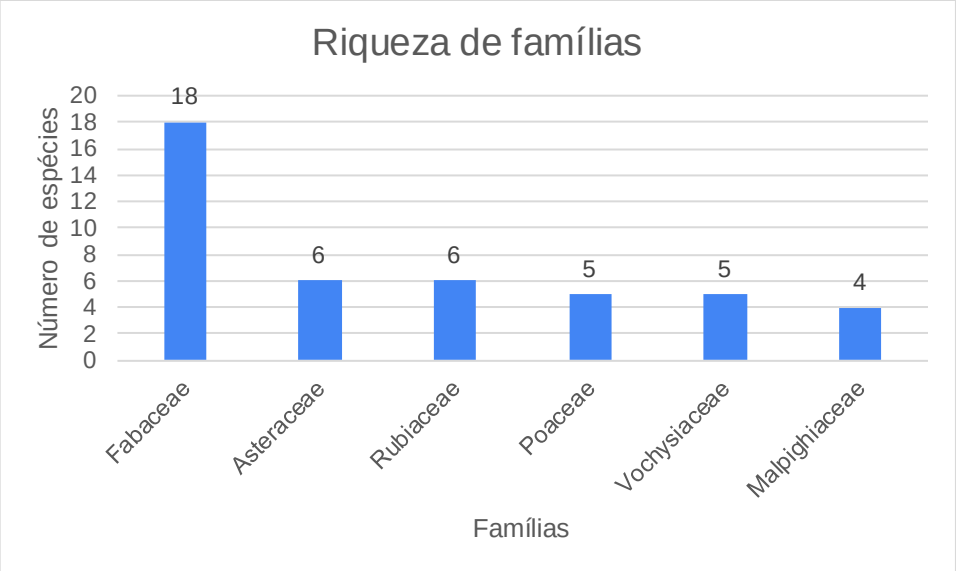
9.2.1.3.2.2 Florística da Área de Estudo Local

A caracterização da vegetação local foi realizada com base nos dados de campo, obtidos em campanha realizada em junho de 2023, na área do empreendimento. O processamento e análise dos dados seguiu a mesma metodologia utilizada para a caracterização regional da vegetação.

Durante os levantamentos realizados na área do empreendimento, foram amostradas 88 morfoespécies, pertencentes a 37 famílias botânicas e 78 gêneros. Dentre estas, 78 foram identificadas a nível específico e dez foram identificadas a nível de gênero.

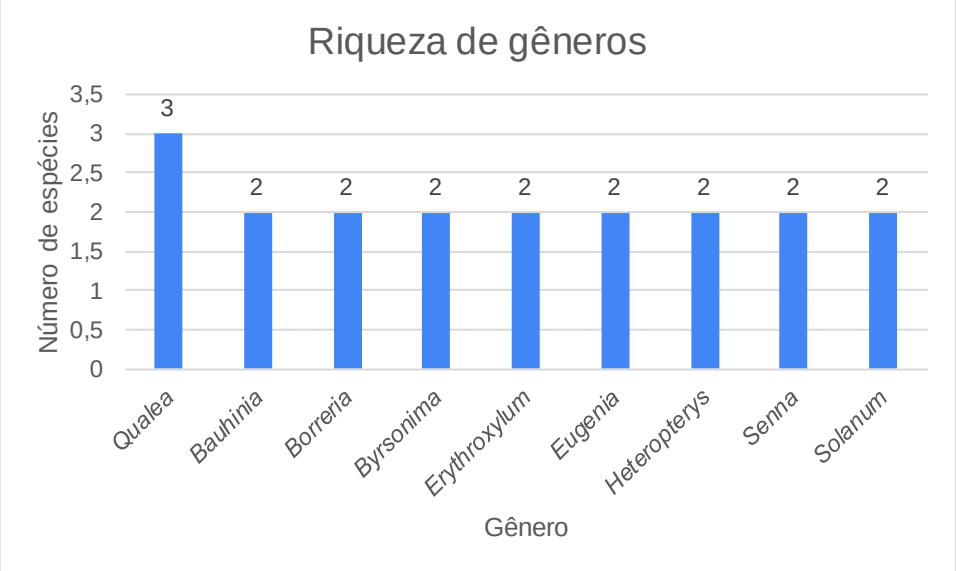
Quanto à riqueza, seis famílias abrangem 50% das espécies identificadas, sendo: Fabaceae (18 spp.), Asteraceae e Rubiaceae (seis spp.), Poaceae e Vochysiaceae (5 spp.) e Malpighiaceae (4 spp.). As demais famílias contêm três ou menos espécies (Gráfico 9-163).

Gráfico 9-163: Riqueza por famílias na área de estudo (ADA)



Em relação aos gêneros, destacaram-se *Qualea* (3 spp.), *Bauhinia*, *Borreria*, *Byrsonima*, *Erythroxylum*, *Eugenia*, *Heteropterys*, *Senna* e *Solanum* (2spp.). Os demais gêneros amostrados abrangem apenas uma espécie cada (Gráfico 9-164).

Gráfico 9-164: Riqueza de gêneros na área de estudo (ADA)



A riqueza encontrada nas diferentes fitofisionomias presentes na ADA será descrita separadamente a seguir:

9.2.1.3.2.2.1 Formações Campestres e Florestais

Nas formações campestres e florestais foram identificadas 84 espécies, pertencentes a 34 famílias botânicas, das quais seis foram identificadas a nível de gênero e 78 foram identificadas a nível específico (Tabela 9-106).

Dentre as 35 famílias botânicas, destacam-se em termos de riqueza: Fabaceae (17 spp.), Vochysiaceae (6 spp.), Malpighiaceae (7 spp.), Bignoniaceae, Dilleniaceae, Erythoxylaceae, Myrtaceae, Lamiaceae, Rubiaceae (3 spp.), Apocynaceae e Asteraceae (2 spp.).

Tabela 9-106: Espécies Encontradas no Cerrado *stricto sensu*

Família	Espécies
Metteniusaceae	*Emmotum nitens* (Benth.) Miers
Fabaceae	*Hymenaea martiana* Hayne
Fabaceae	*Machaerium villosum* Vogel
Simaroubaceae	*Simarouba versicolor* A.St.-Hil.
Malpighiaceae	*Heteropterys byrsonimifolia* A.Juss.
Sapotaceae	*Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk.
Malpighiaceae	*Heteropterys tomentosa* A. Juss.
Annonaceae	*Xylopia sericea* A.St.-Hil.
Salicaceae	*Casearia sylvestris* Sw.
Myrtaceae	*Eugenia dysenterica* (Mart.) DC.
Caryocaraceae	*Caryocar brasiliense* Cambess.
Erythoxylaceae	*Erythroxylum suberosum* A.St.-Hil.
Moraceae	*Brosimum gaudichaudii* Trécul
Fabaceae	*Pterodon emarginatus* Vogel.
Fabaceae	*Bowdichia virgilioides* Kunth
Anacardiaceae	*Astronium fraxinifolium* Schott ex Spreng.
Apocynaceae	*Aspidosperma tomentosum* Mart.
Bignoniaceae	*Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos
Fabaceae	*Bauhinia brevipes* Vogel
Urticaceae	*Cecropia pachystachya* Trécul
Fabaceae	*Leptolobium dasycarpum* Vogel
Fabaceae	*Albizia* sp.
Malpighiaceae	*Byrsonima verbascifolia* (L.) DC.
Vochysiaceae	*Salvertia convallariodora* A.St.-Hil.
Vochysiaceae	*Qualea multiflora* Mart.
Siparunaceae	*Siparuna guianensis* Aubl.
Erythoxylaceae	*Erythroxylum deciduum* A.St.-Hil.
Lamiaceae	*Hyptidendron asperrimum* (Spreng.) Harley
Proteaceae	*Roupala brasiliensis* Klotzsch
Asteraceae	*Piptocarpha rotundifolia* (Less.) Baker

Família	Espécies
Malvaceae	*Eriotheca pubescens* (Mart.) Schott & Endl.
Vochysiaceae	*Qualea grandiflora* Mart.
Fabaceae	*Bauhinia rufa* (Bong.) Steud.
Sapindaceae	*Magonia pubescens* A.St.-Hil.
Rubiaceae	*Alibertia edulis* (Rich.) A.Rich.
Rubiaceae	*Tocoyena formosa* (Cham. & Schltdl.) K.Schum.
Asteraceae	*Dasyphyllum* sp.
Bignoniaceae	*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore
Connaraceae	*Rourea induta* Planch.
Campanulaceae	*Siphocampylus* sp.
Calophyllaceae	*Kielmeyera onçalo* Mart. & Zucc.
Dilleniaceae	*Curatella americana* L.
Malpighiaceae	*Byrsonima intermedia* A.Juss.
Lamiaceae	*Aegiphila sellowiana* Cham.
Myrtaceae	*Eugenia bimarginata* DC.
Apocynaceae	*Himatanthus obovatus* (Müll. Arg.) Woodson
Vochysiaceae	*Qualea parviflora* Mart.
Vochysiaceae	*Vochysia rufa* Mart.
Araliaceae	*Didymopanax morototoni* (Aubl.) Decne. & Planch.
Fabaceae	*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville.
Fabaceae	*Tachigali rubiginosa* (Mart. Ex Tul.) Oliveira-Filho
Fabaceae	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit
Solanaceae	*Solanum lycocarpum* A.St.-Hil.
Styracaceae	*Styrax camporum* Pohl
Myrtaceae	*Myrcia guianensis* (Aubl.) DC.
Gentianaceae	*Calolisianthus speciosus* (Cham. & Schltdl.) Gilg
Annonaceae	*Annona crassiflora* Mart.
Rutaceae	*Zanthoxylum rhoifolium* Lam.
Ebenaceae	*Diospyros lasiocalyx* (Mart.) B.Walln.
Dilleniaceae	*Davilla elliptica* A.St.-Hil.
Melastomataceae	*Pleroma* sp.
Fabaceae	*Crotalaria* sp.
Rubiaceae	*Sabicea brasiliensis* Wernham
Vochysiaceae	*Vochysia cf. gardneri* Warm.
Fabaceae	*Hymenaea martiana* Hayne
Fabaceae	*Machaerium villosum* Vogel
Simaroubaceae	*Simarouba versicolor* A.St.-Hil.
Malpighiaceae	*Heteropterys byrsonimifolia* A.Juss.
Malpighiaceae	*Heteropterys tomentosa* A. Juss.
Annonaceae	*Xylopia sericea* A.St.-Hil.

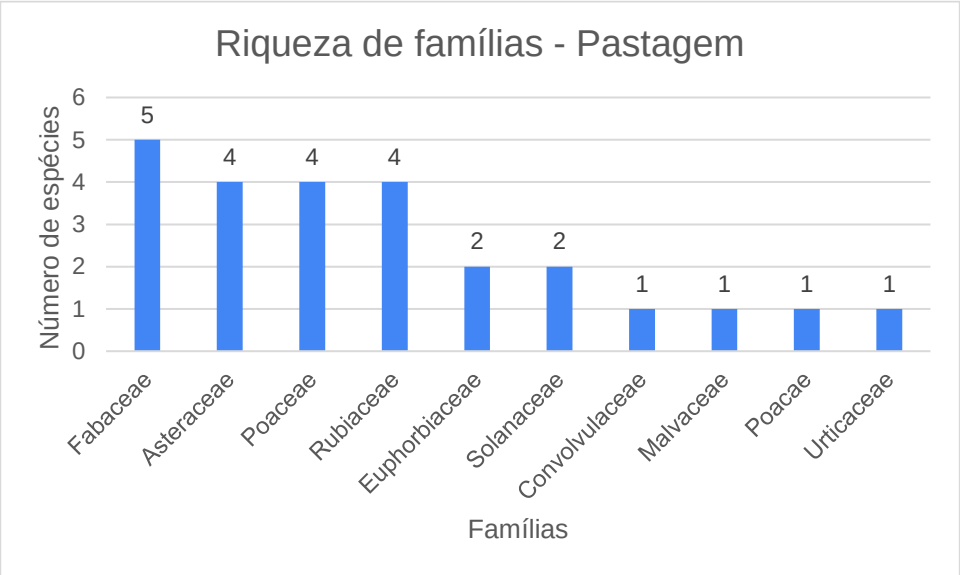
Família	Espécies
Salicaceae	*Casearia sylvestris* Sw.
Caryocaraceae	*Caryocar brasiliense* Cambess.
Erythoxylaceae	*Erythroxylum suberosum* A.St.-Hil.
Moraceae	*Brosimum gaudichaudii* Trécul
Bignoniaceae	*Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos
Proteaceae	*Roupala brasiliensis* Klotzsch
Dilleniaceae	*Curatella americana* L.
Malpighiaceae	*Byrsonima intermedia* A.Juss.
Lamiaceae	*Aegiphila sellowiana* Cham.
Araliaceae	*Didymopanax morototoni* (Aubl.) Decne. & Planch.
Fabaceae	*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville.
Fabaceae	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit
Solanaceae	*Solanum lycocarpum* A.St.-Hil.
Fabaceae	*Crotalaria* sp.

9.2.1.3.2.2.2 Área Antropizada

Na área recoberta por pastagem, foram identificadas 25 morfoespécies, pertencentes a 10 famílias botânicas. Dentre as morfoespécies, quatro foram identificadas a nível de gênero e 21 foram identificadas a nível específico (Tabela 9-107).

Em termos de riqueza, destacaram-se Fabaceae (5 spp.), Asteraceae, Poaceae e Rubiaceae (4 spp.), Euphorbiaceae e Solanaceae (2 spp.). As demais quatro famílias apresentaram apenas um indivíduo cada (Gráfico 9-165).

Gráfico 9-165: Riqueza de famílias ocorrentes na área de Pastagem



| **Tabela 9-107: Espécies Encontradas na Pastagem**

Família	Espécies
Fabaceae	*Senna macranthera* (DC. Ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby
Fabaceae	*Arachis pintoi* Krapov. & W.C. Gregory
Fabaceae	*Leucaena leucocephala* Lam. De Wit
Urticaceae	*Cecropia pachystachya* Trécul
Poacae	*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster
Solanaceae	*Solanum lycocarpum* A.St.-Hil.
Euphorbiaceae	*Ricinus communis* L.
Poaceae	*Melinis minutiflora* P.Beauv.
Poaceae	*Digitaria insularis* (L.) Fedde
Fabaceae	*Crotalaria spectabilis* Röth
Rubiaceae	*Hexasepalum teres* (Walter) J.H.Kirkbr.
Rubiaceae	*Borreria verticillata* (L.) G.Mey.
Malvaceae	*Sida cordifolia* L.
Poaceae	*Echinolaena inflexa* (Poir.) Chase
Euphorbiaceae	*Croton* sp.
Asteraceae	*Bidens pilosa* L.
Poaceae	*Setaria* sp.
Fabaceae	*Mimosa* sp.
Rubiaceae	*Borreria capitata* (Ruiz & Pav.) DC.
Rubiaceae	*Richardia grandiflora* (Cham. & Schltdl.) Steud.
Asteraceae	*Chromolaena laevigata* (Lam.) R.M.King & H.Rob.
Solanaceae	*Solanum viarum* Dunal
Convolvulaceae	*Ipomoea cairica* (L.) Sweet
Asteraceae	*Mikania* sp.
Asteraceae	*Emilia fosbergii* Nicolson

9.2.1.3.2.2.3 Área Antropizada com árvores isoladas

Na fitofisionomia de pastagem com remanescentes florestais, foram identificadas 19 morfoespécies, pertencentes a 12 famílias botânicas. Dentes estas morfoespécies, três foram identificadas a nível de gênero e 16 foram identificadas a nível específico. Em relação à riqueza, destacaram-se Fabaceae (6 spp.), Poaceae e Solanaceae (2 spp.). As demais nove famílias apresentaram apenas uma espécie cada (Tabela 9-108 e Gráfico 9-166).

Gráfico 9-166: Riqueza de famílias ocorrentes na área de Pastagem com remanescentes

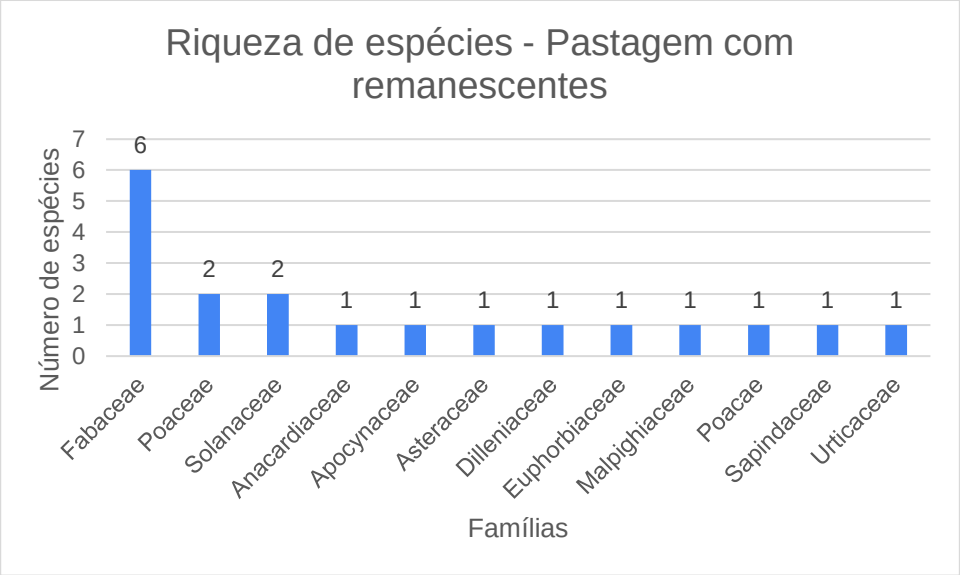


Tabela 9-108: Espécies Encontradas na Pastagem com árvores remanescentes

Família	Espécies
Fabaceae	*Senna macranthera* (DC. Ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby
Fabaceae	*Leucaena leucocephala* Lam. De Wit
Urticaceae	*Cecropia pachystachya* Trécul
Poacae	*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster
Solanaceae	*Solanum lycocarpum* A.St.-Hil.
Euphorbiaceae	*Ricinus communis* L.
Poaceae	*Melinis minutiflora* P.Beauv.
Poaceae	*Digitaria insularis* (L.) Fedde
Fabaceae	*Crotalaria spectabilis* Röth
Fabaceae	*Mimosa* sp.
Fabaceae	*Senna alata* (L.) Roxb.
Sapindaceae	*Cupania* sp.
Malpighiaceae	*Byrsonima intermedia* A.Juss.
Fabaceae	*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.
Apocynaceae	*Calotropis procera* (Aiton) W.T.Aiton
Solanaceae	*Solanum viarum* Dunal
Dilleniaceae	*Curatella americana* L.
Asteraceae	*Mikania* sp.
Anacardiaceae	*Astronium fraxinifolium* Schott

9.2.1.3.2.2.4 Espécies de Interesse Conservacionista

9.2.1.3.2.2.4.1 Espécies Ameaçadas de Extinção

As listagens oficiais trazem o enquadramento das espécies em diferentes níveis de ameaça de extinção, sendo que para o presente estudo foram consideradas aquelas classificadas como "Vulnerável" (VU), "Em perigo" (HÁ) ou "Criticamente em Perigo" (CR), categoria com maior risco atribuído.

Em relação à listagem da CNCFlora, não foram identificadas espécies enquadradas nestas categorias. Pela IUCN, uma espécie (*Machaerium villosum*) está classificada na categoria Vulnerável. Em relação à listagem oficial das espécies ameaçadas de extinção, Portaria MMA 148/2022, não foram identificadas espécies ameaçadas de extinção.

9.2.1.3.2.2.4.2 Espécies Raras

Para a área estudada, não foram identificadas espécies enquadradas como raras.

9.2.1.3.2.2.4.3 Espécies Endêmicas

De acordo com os dados compilados, uma espécie é considerada endêmica do Cerrado (*Calolisianthus speciosus*).

9.2.1.3.2.2.4.4 Espécies Exóticas e Invasoras

Para a ADA foram encontradas oito espécies naturalizadas, sendo: *Bidens pilosa, Calotropis procera, Crotalaria spectabilis, Digitaria insularis, Leucaena leucocephala, Melinis minutiflora, Ricinus communis* e *Urochloa decumbens.*

9.2.1.3.2.2.4.5 Espécies Imunes de Corte

No levantamento florístico foi registrada a presença de *Handroanthus ochraceus* (ipê-amarelo) espécie que é protegida conforme Lei Nº 9.743, de 15 de dezembro de 1988, que declara de interesse comum, de preservação permanente e imune de corte.

Foi registrada, também, a espécie *Caryocar brasiliense* (pequizeiro), protegida pela Lei Estadual Nº 20.308, 27 de julho de 2012, que altera a altera a Lei Nº 10.883, de 2 de outubro de 1992, que declara preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no estado de Minas Gerais.

Foi verificada a presença da espécie *Astronium fraxinifolium* elencada na Portaria Normativa IBAMA Nº 83/1991 que proíbe o corte e exploração da espécie em florestas primárias.

9.2.1.3.2.3 Inventário Quali-Quantitativo na Área Diretamente Afetada – ADA

9.2.1.3.2.3.1 Florística do Inventário

A florística do inventário revela a ocorrência de 42 espécies distribuídas em 22 famílias (Tabela 9-109). Dessas espécies 2 são exóticas à flora nacional, a saber *Acacia mangium* e *Leucaena leucocephala.* As espécies mais abundantes foram *Cecropia pachystachya* com 55 indivíduos seguido de *Leucaena leucocephala* com 25 registros. Das 258 árvores aferidas, 47 exemplares são exóticas e os 211 indivíduos restantes são nativas.

As famílias mais ricas foram Fabaceae com 13 espécies e Vochysiaceae com cinco espécies respectivamente.

Dos indivíduos inventariados, apenas um possui grau de proteção, sendo ele o *Caryocar brasiliense* (pequizeiro), espécie considerada imune de corte pela Lei Estadual nº 10.883, de 2 de outubro de 1992 (alterada pela Lei Estadual nº 20.308, 27 de julho de 2012), a qual o pequi como espécie de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no estado de Minas Gerais.

No Gráfico 9-167 são representadas as riquezas das famílias botânicas registradas no inventário florestal. Na Figura 9-104 apresenta-se a localização de cada árvore inventariada pelo censo em relação à Área Diretamente Afetada.

Conforme explicitado anteriormente, a porção norte da Área Diretamente Afetada já possui autorização para supressão vegetal por meio do Documento de Autorização para Intervenção Ambiental – DAIA nº 0038855-D, Processo nº 02030000379/20, emitido pelo Núcleo de Apoio Regional de Curvelo, em 13/07/2020, para um quantitativo total de 21,720 ha. A autorização foi revalidada em 2023, mediante processo SEI nº 2100.01.0011532/2020-21. O local foi explorado para construção da Elevação 598,0 m do Módulo Oeste 1 do Depósito de Rejeitos Muruci (estrutura da Unidade Três Marias) e ainda apresenta, parcialmente, vegetação nativa. Porém, considerando a existência do DAIA e a necessidade de exploração da área de empréstimo pela Nexa Recursos Minerais S.A. em 2024/2025, esta porção foi enquadrada na tipologia de Área Antropizada, a fim de que não fosse incluída nos cálculos do inventário florestal. Nos itens a seguir, serão descritas cada uma das classes mapeadas na área de intervenção.

Gráfico 9-167: Riqueza de espécies por famílias botânicas

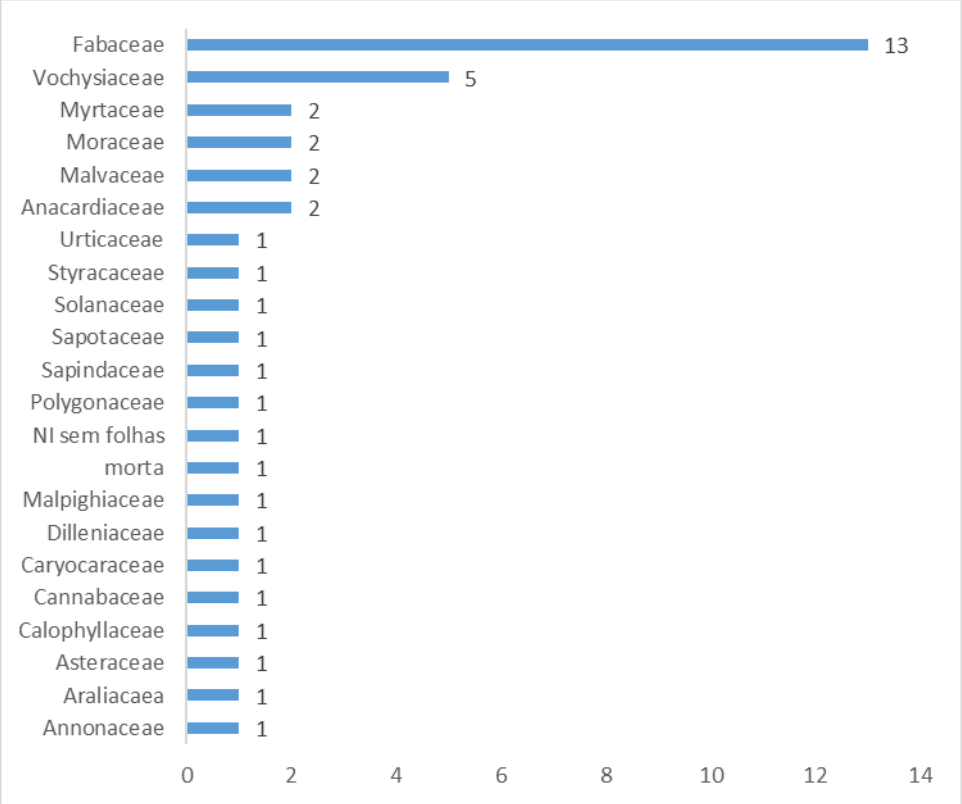


Tabela 9-109: Florística das árvores isoladas na Área Diretamente Afetada

Família	*Nome Científico*	Nome Comum	N	%	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida?	Grau de vulnerabilidade	Grupo Ecológico
Anacardiaceae	*Astronium fraxinifolium*	Gonçalo alves	18	7	não		P (Si)
Anacardiaceae	*Myracrodruon urundeuva*	aroeira	1	0	não		P
Annonaceae	*Xylopia aromatica*	pimenta de macaco	9	3	não		P (Si)
Araliacaea	*Schefflera macrocarpa*	mandiocão	1	0	não		P (Si)
Asteraceae	*Piptocarpha rotundifolia*	Coração de negro	2	1	não		P
Calophyllaceae	*Kielmeyera coriacea*	pau santo	1	0	não		P (Si)
Cannabaceae	*Trema micranthum*	pau pólvora	4	2	não		P
Caryocaraceae	*Caryocar brasiliense*	pequizeiro	1	0	sim	**imune ao corte (Lei Estadual nº 20.308/ 2012)**	NP]
Dilleniaceae	*Curatella americana*	lixeira	5	2	não		P (Si)
Fabaceae	*Bowdichia virgilioides*	supira preta	10	4	não		P (Si); NP
Fabaceae	*Dipteryx alata*	baru	1	0	não		P (Si); NP
Fabaceae	*Hymenaea stigonocarpa*	jatobá	1	0	não		NP
Fabaceae	*Machaerium opacum*	jacarandá	4	2	não		P (Si)
Fabaceae	*Andira vermifuga*	mata barata	14	5	não		P (Si)
Fabaceae	*Plathymenia reticulata*	vinhático	2	1	não		P (Si)
Fabaceae	*Acacia mangium*	acácia	22	9	não		P
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	leucena	25	10	não		P
Fabaceae	*Inga laurina*	ingá branco	2	1	não		P (Si)
Fabaceae	*Anadenanthera colubrina*	angico branco	1	0	não		P (Si)
Fabaceae	*Peltophorum dubium*	canafístula	15	6	não		P (Si)
Fabaceae	*Vatairea macrocarpa*	amargosa	1	0	não		P (Si)
Fabaceae	*Dimorphandra mollis*	faveiro	3	1	não		P (Si)
Malpighiaceae	*Byrsonima pachyphylla*	murici	2	1	não		P (Si)
Malvaceae	*Eriotheca pubescens*	paina	11	4	não		P (Si)
Malvaceae	*Luehea grandiflora*	Açoita-cavalo	1	0	não		P (Si)

Família	*Nome Científico*	Nome Comum	N	%	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida?	Grau de vulnerabilidade	Grupo Ecológico
Moraceae	*Brossimum gaudichaudii*	mama cadela	3	1	não		NP
Moraceae	*Ficus* sp	gameleira	2	1	não		P (Si)
morta	morta	morta	5	2	não		morta
Myrtaceae	*Eugenia dysenterica*	cagaiteira	6	2	não		NP
Myrtaceae	*Blepharocalyx salicifolius*	guruçuca	1	0	não		NP
NI sem folhas	NI sem folhas	NI sem folhas	1	0	não		NI sem folhas
Polygonaceae	*Triplaris gardneriana*	Pajeú	2	1	não		P (Si)
Sapindaceae	*Magonia pubescens*	tingui	1	0	não		P (Si)
Sapotaceae	*Pouteria ramiflora*	gão de galo	11	4	não		NP
Solanaceae	*Solanum lycocarpum*	lobeira	3	1	não		P
Styracaceae	*Styrax ferrugineus*	laranjinha do cerrado	1	0	não		P (Si)
Urticaceae	*Cecropia pachystachya*	embauba	55	21	não		P
Vochysiaceae	*Qualea multiflora*	pau terrinha	4	2	não		P
Vochysiaceae	*Vochysia rufa*	pau doce	2	1	não		P
Vochysiaceae	*Salvertia convallariodora*	bate caixa	1	0	não		P (Si)
Vochysiaceae	*Vochysia tucanorum*	pau de tucano	2	1	não		P
Vochysiaceae	*Qualea grandiflora*	pau terra	1	0	não		P

Legenda: N – número de indivíduos amostrados;P = pioneira; NP = não pioneira; Si = secundária inicial (adaptado de MARTINS, S.V., Recuperação de Matas Ciliares. Viçosa-MG. Aprenda Fácil Editora. 2001.)

476150 476750 477350 477950

7992050 7991450 7990850 7990250

Córrego Martinha

Córrego Córrego Retiro Velho

0 150 300 450 m

Legenda

- Árvores Isoladas
- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes, perenes e sem classificação
- Área de Intervenção
- DAIA nº 0038855-D (Autoriza supressão nesta área)

João Pinheiro · Buritizeiro · Lassance · São Gonçalo do Abaeté · Três Marias · Morada Nova de Minas · Corinto

BA GO DF MG ES SP RJ

Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: Área de Intervenção (Nexa, 2023), Árvores Isoladas, Hidrografia, DAIA (Trust, 2023); Limites Municipais, Limites Estaduais (IBGE, 2022).

nexa TRUST

PROJETO

EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO

Figura 9-104: Localização das árvores isoladas em relação à ADA

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	30/08/2024	NXTM-DRS-EIA-ArvIsol-A3-v00

9.2.1.3.2.3.2 Estruturas Diamétricas e Volumetria por Espécie

Como pode ser observado na Tabela 9-110, as espécies que mais contribuíram para o volume total aferido foram *Cecropia pachystachya, Acacia mangium* e *Peltophorum dubium.* A altura média das árvores foi de 3,5 metros e o DAP médio foi de 10,43.

Tabela 9-110: Volumetria por espécie

Nome Científico	N	Média HT	Max HT	Min HT	Média DAP	Max DAP	Min DAP	Volume (m^3)
Acacia mangium	22	4,75	7,00	2,00	15,69	29,92	6,05	1,48
Anadenanthera colubrina	1	5,00	5,00	5,00	8,91	8,91	8,91	0,02
Andira vermifuga	14	3,14	4,00	2,00	11,14	18,59	5,09	0,44
Astronium fraxinifolium	18	3,78	6,00	2,00	10,59	23,08	5,41	0,65
Blepharocalyx salicifolius	1	2,00	2,00	2,00	7,71	7,71	7,71	0,01
Bowdichia virgilioides	10	2,95	4,50	2,00	6,98	13,82	4,77	0,13
Brossimum gaudichaudii	3	3,67	4,50	3,00	6,67	8,56	5,73	0,03
Byrsonima pachyphylla	2	5,00	8,00	2,00	10,13	11,91	8,36	0,07
Caryocar brasiliense	1	3,00	3,00	3,00	9,76	9,76	9,76	0,02
Cecropia pachystachya	55	4,76	9,00	3,00	12,02	28,01	4,77	2,37
Curatella americana	5	3,50	4,00	2,50	12,62	20,11	6,37	0,22
Dimorphandra mollis	3	2,83	3,00	2,50	8,89	12,33	6,68	0,04
Dipteryx alata	1	2,00	2,00	2,00	6,37	6,37	6,37	0,01
Eriotheca pubescens	11	4,36	6,00	3,00	12,09	21,65	5,41	0,55
Eugenia dysenterica	6	3,67	6,00	2,00	11,11	21,65	5,09	0,36
Ficus sp	2	3,25	3,50	3,00	15,56	15,85	15,28	0,10
Hymenaea stigonocarpa	1	4,00	4,00	4,00	16,59	16,59	16,59	0,07
Inga laurina	2	7,00	8,00	6,00	20,71	30,60	10,82	0,48
Kielmeyera coriacea	1	2,50	2,50	2,50	5,09	5,09	5,09	0,00
Leucaena leucocephala	25	5,06	6,50	3,50	12,46	26,42	5,09	1,07
Luehea grandiflora	1	2,00	2,00	2,00	7,64	7,64	7,64	0,01
Machaerium opacum	4	3,62	6,00	2,50	10,65	17,83	8,10	0,16
Magonia pubescens	1	5,50	5,50	5,50	15,76	15,76	15,76	0,08
morta	5	2,60	3,50	2,00	7,26	9,87	6,05	0,05
Myracrodruon urundeuva	1	2,00	2,00	2,00	5,73	5,73	5,73	0,00
NI sem folhas	1	2,00	2,00	2,00	6,37	6,37	6,37	0,01
Peltophorum dubium	15	4,40	6,50	3,00	19,04	39,08	7,64	2,09
Piptocarpha rotundifolia	2	2,75	3,00	2,50	8,06	8,80	7,32	0,02
Plathymenia reticulata	2	5,00	5,50	4,50	11,43	14,89	7,96	0,09
Pouteria ramiflora	11	3,18	5,00	2,50	9,21	12,81	5,73	0,20
Qualea grandiflora	1	2,00	2,00	2,00	11,00	11,00	11,00	0,02
Qualea multiflora	4	3,12	4,00	2,00	14,66	19,46	7,00	0,20
Salvertia convallariodora	1	3,00	3,00	3,00	8,28	8,28	8,28	0,01
Schefflera macrocarpa	1	2,00	2,00	2,00	6,68	6,68	6,68	0,01

Nome Científico	N	Média HT	Max HT	Min HT	Média DAP	Max DAP	Min DAP	Volume (m^3)
Solanum lycocarpum	3	2,83	3,50	2,00	12,29	16,55	10,13	0,10
Styrax ferrugineus	1	3,00	3,00	3,00	4,77	4,77	4,77	0,00
Trema micranthum	4	3,25	4,50	2,00	10,68	15,92	5,73	0,13
Triplaris gardneriana	2	5,75	7,00	4,50	16,38	21,82	10,93	0,22
Vatairea macrocarpa	1	3,00	3,00	3,00	8,28	8,28	8,28	0,01
Vochysia rufa	2	3,00	3,50	2,50	7,64	7,96	7,32	0,02
Vochysia tucanorum	2	3,75	4,00	3,50	8,12	8,28	7,96	0,03
Xylopia aromatica	9	3,06	3,50	2,00	6,96	8,78	4,77	0,09
TOTAL / Média	**258**	**3,50**	**4,35**	**2,79**	**10,43**	**14,61**	**7,63**	**11,68**

Legenda: N – número total de indivíduos; Volume: volume total por espécie; DAP: diâmetro na altura do peito; HT: altura total.

9.2.1.3.2.3.2.1 Volumetria de Árvores Nativas

O rendimento volumétrico referente às árvores nativas é apresentado na Tabela 9-111.

Tabela 9-111: Rendimento de árvores nativas

Produto	Classe	Volume (m^3)	St (1,5x)
Lenha	0 |- 20	6,828	10,241
Madeira	>= 20	2,299	3,449
***** Total**		9,127	13,690

Legenda: ST: estéreo

9.2.1.3.2.3.2.2 Volumetria de Árvores Exóticas

O rendimento volumétrico referente às árvores exóticas é apresentado na Tabela 9-112.

Tabela 9-112: Rendimento de árvores exóticas

Produto	Classe	Volume (m^3)	St (1,5x)
Lenha	0 |- 20	1,787	2,680
Madeira	>= 20	0,766	1,149
***** Total**		2,553	3,829

Legenda: ST: estéreo

9.2.1.4 Síntese Conclusiva

A área do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias encontra-se integralmente inserida no domínio do bioma Cerrado. A ADA do projeto não intercepta nenhuma unidade de conservação, corredor ecológico, área de preservação permanente, reservas legais ou outras áreas protegidas.

O mapeamento da cobertura vegetal e uso do solo classificou na área de estudo local onze categorias, sendo elas: acessos, área antropizada, área antropizada com árvores isoladas, área edificada, cultivo, curso d'água, formação campestre, formação florestal, pastagem/campo antropizado. A área diretamente afetada (ADA), por sua vez, está integralmente inserida em área antropizada e em área antropizada com árvores isoladas.

Para levantamento das árvores isoladas presentes na ADA, procedeu-se o levantamento por meio de censo, no 100% das árvores incluídas na área de intervenção são inventariadas. Foram levantadas 258 árvores, sendo 47 exemplares correspondentes a espécies exóticas e 211 indivíduos correspondentes a espécies nativas. As famílias mais ricas foram Fabaceae ,com 13 espécies, e Vochysiaceae, com cinco espécies.

Dentre as árvores inventariadas, foi registrado um indivíduo da espécie *Caryocar brasiliense* (pequizeiro), protegida pela Lei Estadual Nº 20.308, 27 de julho de 2012, que altera a altera a Lei Nº 10.883, de 2 de outubro de 1992, que declara o pequi como de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no estado de Minas Gerais.

Não foram registradas espécies classificadas como ameaçadas de extinção, protegidas pela Portaria MMA nº 148/2022.

O inventário indicou volumetria total para as árvores nativas de 9,127 m^3 (sendo 6,828 m^3 de lenha e 2,299 m^3 de madeira) e volumetria total para as árvores exóticas de 2,553 m^3 (sendo 1,787 m^3 de lenha e 0,766 m^3 de madeira).

Importante ressaltar que parte da Área Diretamente Afetada possui autorização para supressão vegetal por meio do Documento de Autorização para Intervenção Ambiental – DAIA nº 0038855-D, Processo nº 02030000379/20, emitido pelo Núcleo de Apoio Regional de Curvelo, em 13/07/2020, para um quantitativo total de 21,720 ha. A autorização foi revalidada em 2023, mediante processo SEI nº 2100.01.0011532/2020-21. O local foi explorado para construção da Elevação 598,0 m do Módulo Oeste 1 do Depósito de Rejeitos Muruci (estrutura da Unidade Três Marias) e ainda apresenta, parcialmente, vegetação nativa. Porém, considerando a existência do DAIA e a necessidade de exploração da área de empréstimo pela Nexa Recursos Minerais S.A. em 2024/2025, esta porção foi enquadrada na tipologia de Área Antropizada, a fim de que não fosse incluída nos cálculos do inventário florestal.

9.2.2 Fauna Terrestre e Aquática

9.2.2.1 Herpetofauna

9.2.2.1.1 Introdução

No Brasil são conhecidas 1136 espécies de anfíbios e 773 de répteis (COSTA & BÉRNILS, 2015; SEGALLA *et al.,* 2019), enquanto Minas Gerais abriga 208 espécies de anfíbios (23,7% da riqueza deste grupo no Brasil) e 196 de répteis (26,7% das espécies ocorrentes no país) (FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2007). Apesar de toda a diversidade potencial da herpetofauna do Estado, o conhecimento sobre a composição de espécies como um todo é ainda insatisfatório (DRUMMOND *et al.,* 2005).

A área de estudo, inserida no bioma Cerrado, está localizada na região central de Minas Gerais, especificamente no Alto São Francisco (ICMbio, 2013). Este é o segundo maior bioma brasileiro e a mais rica savana do mundo (SILVA & BATES, 2002) constituindo um dos componentes de vegetação terrestres mais importantes do continente sul-americano (RATTER *et al.,* 1997). O Cerrado é também um dos biomas brasileiros mais ameaçados (SILVA & BATES, 2002) e faz parte da lista mundial dos ecossistemas com maior diversidade e perda de hábitat, os *hotspots* (MYERS *et al.,* 2000).

Anfíbios são especialmente suscetíveis a alterações ambientais devido às características biológicas desses animais, que podem incluir exigência por ambientes de alta qualidade e de recursos e condições específicas para a reprodução, e devem, portanto, receber atenção especial em iniciativas de conservação. Esses animais constituem excelentes indicadores ecológicos da qualidade do ambiente, principalmente por características de sua biologia (STEBBINS & COHEN, 1995).

Os répteis apresentam o corpo protegido por escamas e/ou placas ósseas, o que os torna menos suscetíveis à desidratação e contaminação por produtos químicos (POUGH *et al.,* 1993; ZUG *et al.,* 2001). Contudo, alguns estudos já registraram declínios populacionais (WEBB *et al.,* 2002, WILSON & MCCRANIE, 2004) e acredita-se que estejam relacionados principalmente à degradação ambiental (ZUG *et al.,* 2001; RODRIGUES, 2005a; 2005b).

Como os anfíbios e répteis apresentam menor capacidade de migração em comparação aos outros vertebrados e são muito suscetíveis às variações ambientais, são bastante adequados para uso como bioindicadores, podendo ser utilizados como modelos para atividades de manejo e monitoramento (SZARO, 1988).

9.2.2.1.2 Metodologia

9.2.2.1.2.1 Área de Estudo Regional – AER

As informações, assim como a lista de espécies e dados secundários utilizados para a caracterização da herpetofauna de potencial ocorrência na AER do Projeto têm como subsídios tanto a literatura técnica, quanto a científica. Esses dados constam de pesquisas, projetos e de estudos ambientais desenvolvidos na região de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté. Desta forma, os dados secundários analisados e consultados referentes às publicações científicas e aos estudos ambientais do grupo encontram-se na Tabela 9-113.

Tabela 9-113: Estudos Ambientais selecionados para diagnóstico da herpetofauna na AER

Nome do Estudo	Ano	Empresa / Autor	Sazonalidade	Métodos de Amostragem
Monitoramento da Fauna Terrestre	2015 a 2020	Arbore Consultoria Ambiental	Seca e Chuva	Busca Ativa; Procura Aleatória Limitada por Tempo; Encontros Ocasionais
Relatório da 01ª Campanha de monitoramento de Fauna Terrestre 2022	2021	Arbore Consultoria Ambiental	Chuva	Busca Ativa; Procura Aleatória Limitada por Tempo; Encontros Ocasionais.
Relatório da 02ª Campanha de monitoramento de Fauna Terrestre 2022	2022	Arbore Consultoria Ambiental	Seca	Busca Ativa; Procura Aleatória Limitada por Tempo; Encontros Ocasionais

9.2.2.1.2.2 Área de Estudo Local – AEL e Área Diretamente Afetada - ADA

9.2.2.1.2.2.1 Período de Amostragem

O presente estudo representa as amostragens das campanhas efetuadas no período chuvoso e de seca. As campanhas foram realizadas de forma a abranger os distintos períodos sazonais e propiciar o levantamento da herpetofauna nas áreas de estudo do empreendimento. O primeiro período de amostragem se estendeu entre os dias 26 e 29 de março, enquanto o segundo, se estendeu entre 07 e 12 de junho, ambos no ano 2023, conforme Tabela 9-114.

Tabela 9-114: Períodos de amostragem da herpetofauna nas áreas de estudo (AEL e ADA)

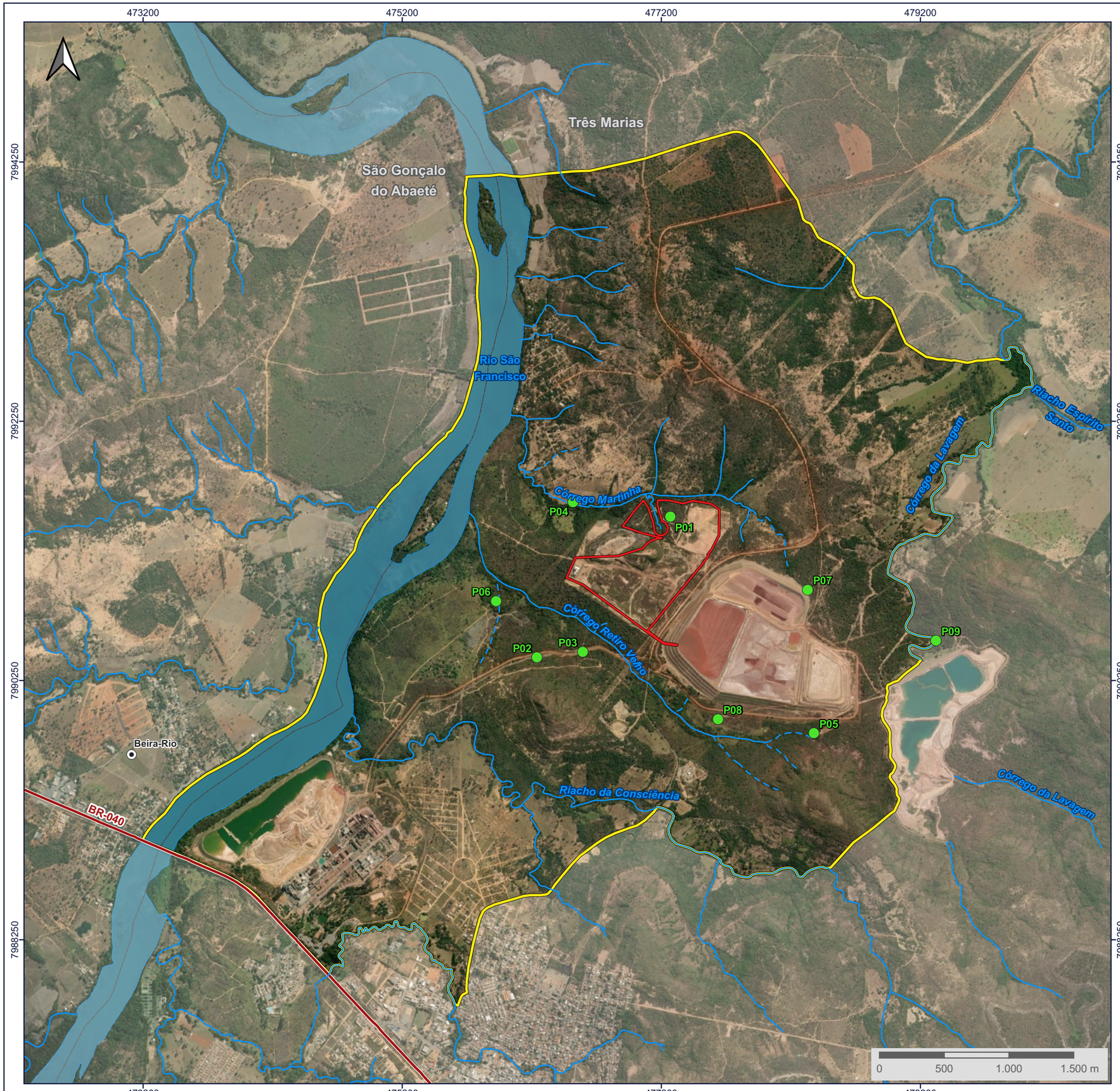
Campanha	Data	Pontos de Amostragem	Sazonalidade
1ª	De 22 a 26 de março de 2023	P01, P02, P03, P04, P05, P06, P07, P08 e P09	Chuvosa
2ª	De 07 a 12 de junho de 2023	P01, P02, P03, P04, P05, P06, P07, P08 e P09	Seca

9.2.2.1.2.2.2 Descrição dos Pontos de Amostragem

A Tabela 9-115 indica os pontos utilizados para a amostragem de busca ativa e zoofonia da herpetofauna realizados na área de estudo local. A metodologia de *pitfall traps* foi empregada em nos pontos amostrais P01, P04 e P06. Na Figura 9-105 é apresentado a localização dos pontos amostrais. Em seguida, da Foto 9-102 a Foto 9-110 pode-se observar uma visão parcial dos pontos utilizados para amostragem da herpetofauna em campo.

Tabela 9-115: Localização geográfica e fisionomia vegetal predominante dos pontos amostrais realizados nas áreas de estudo (AEL e ADA)

Ponto/Área	Coordenadas UTM (Zona 23S | Datum SIRGAS2000)		Fitofisionomia predominante
	mE	mN	
P01	477.366	7.991.560	Pastagem / campo antropizado
P02	475.975	7.990.295	Pastagem / campo antropizado com acessos
P03	476.734	7.990.589	Pastagem / campo antropizado com acessos
P04	478.436	7.989.858	Formação florestal
P05	478.436	7.989.858	Pastagem / campo antropizado
P06	475.933	7.990.862	Formação florestal
P07	478.329	7.991.116	Área antropizada
P08	477.671	7.989.975	Pastagem / campo antropizado
P09	479.283	7.990.574	Pastagem / campo antropizado



Legenda

- Localidades
- Pontos de Amostragem
- Rodovias Federais
- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes e sem classificação
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Biótico



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023), AEL, AER, Pontos de Amostragem, Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023); Rodovias Federais (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-105: Localização dos pontos amostrais da herpetofauna nas Áreas de estudo (AEL e ADA)

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	30/08/2024	NXTM-DRS-EIA-Herpetofauna-A3-v00

| Foto 9-102: Vista parcial do ponto amostral P01



| Foto 9-103: Vista parcial do ponto amostral P02



| Foto 9-104: Vista parcial do ponto amostral P03



| Foto 9-105: Vista parcial do ponto amostral P04



| Foto 9-106: Vista parcial do ponto amostral P05



| Foto 9-107: Vista parcial do ponto amostral P06



| Foto 9-108: Vista parcial do ponto amostral P07



| Foto 9-109: Vista parcial do ponto amostral P08



| Foto 9-110: Vista parcial do ponto amostral P09



9.2.2.1.2.2.3 Coleta de Dados Primários

Para o levantamento da herpetofauna nas áreas de estudo do empreendimento foram utilizadas metodologias relacionadas comumente ao registro de anfíbios e répteis, tais como Busca ativa e *pitfall trap*. Tais metodologias visam registrar as espécies que possuem hábitos de vida variados nas diversas fisionomias ocorrentes.

9.2.2.1.2.2.3.1 Busca Ativa

A busca ativa (Foto 9-111 e Foto 9-112) é uma metodologia aplicada em períodos diurnos e noturnos por meio do deslocamento a pé, lentamente, à procura de indivíduos da herpetofauna em todos os microhabitats disponíveis (serrapilheira, debaixo de troncos caídos e pedras, entre raízes, buracos no chão e em árvores, debaixo de todos os estratos de vegetação, cupinzeiros, ambientes aquáticos, bromélias, etc.). Usada para determinar a riqueza e abundância de anfíbios e répteis, essa é a metodologia de maior sucesso para obtenção destes parâmetros (HEYER *et al.,* 1994; MENIN *et al.,* 2008).

| **Foto 9-111: Busca Ativa Diurna**



| **Foto 9-112: Busca Ativa Noturna**



9.2.2.1.2.2.3.2 Zoofonia

O registro por zoofonia compreende a identificação das espécies de anuros por meio de suas vocalizações, permitindo localizar os machos emissores destas vocalizações. Essa forma de registro é obtida principalmente nos ambientes de reprodução dos anfíbios (lagos, poças, riachos, rios, brejos, poças temporárias, nascentes, etc.). Uma vez que cada espécie apresenta um canto distinto e específico (HEYER *et al.,* 1994). Essa é uma forma de registro indispensável e de extrema importância na identificação das espécies.

Para o registro dos indivíduos por zoofonia, foram realizadas amostragens principalmente no período noturno. O esforço total com busca ativa, durante as referidas campanhas, foi de aproximadamente 60 horas-homem.

9.2.2.1.2.2.3.3 Registros Ocasionais

Os registros realizados ocasionalmente (RO) correspondem a espécimes encontrados fora do período de aplicação das metodologias padronizadas, como o deslocamento na área de estudo, sem a aplicação de qualquer das metodologias descritas. Esse é um recurso importante para o conhecimento da fauna de uma determinada localidade, notadamente para répteis (MARTINS & OLIVEIRA, 1998; BERNARDE & ABE, 2006; ZANELLA & CECHIN, 2006; ARAÚJO *et al.,* 2009). Por não resultarem da aplicação de metodologias padronizadas, estes registros não são utilizados em análises estatísticas e, portanto, compuseram somente as listas de espécies.

9.2.2.1.2.2.3.4 Pitfall Traps

As armadilhas de interceptação e queda (*pitfall traps*) (Foto 9-113 e Foto 9-114) consistem na utilização de baldes enterrados, interligados por cercas de lona plástica, mantidas de pé por estacas fincadas no solo (BERNARDE, 2012). Essa metodologia, permite a captura de espécies de difícil detecção no ambiente, proporcionando assim maiores possibilidades de registros. As armadilhas eram compostas por baldes de 60 litros dispostos em Y, com quatro baldes em cada

área de interceptação e queda (AIQ). Um total de cinco AIQs foram montadas na área de estudo, com um esforço de 20 baldes abertos/noite, totalizando um esforço de 100 baldes/campanha. As armadilhas ficaram abertas durante cinco noites consecutivas e eram vistoriadas diariamente no período da manhã.

Foto 9-113: *Pitfall* instalado



Foto 9-114: Vistoria de *Pitfall*



9.2.2.1.2.2.4 Identificação de Dados Primários

O arranjo taxonômico e nomes científicos utilizados neste estudo seguem as listas da Sociedade Brasileira de Herpetologia, SEGALA *et al.,* (2019) para anfíbios e COSTA & BERNILS (2018) para répteis. A ocorrência de espécies oficialmente ameaçadas de extinção foi verificada de acordo com as listas global (IUCN, 2023), nacional (MMA, 2022) e estadual (COPAM, 2010).

Para a verificação do endemismo das espécies de répteis e anfíbios do cerrado foram utilizados os trabalhos desenvolvidos por VALDUJO (2012), NOGUEIRA (2011), SILVA (2014), MELLO (2014) e DINIZ-FILHO (2004). As identificações de anuros e de suas vocalizações foram realizadas com auxílio do site AMPHIBIAWEB (2020), do livro Anfíbios: Alvorada de Minas, Conceição do Mato Dentro e Dom Joaquim (PIMENTA *et al.,* 2014), Anfíbios da Mata Atlântica (HADDAD *et al.*, 2008) e do site Anfíbios Anuros do Quadrilátero Ferrífero (LEITE *et al.,* 2019). Para a identificação de répteis foram utilizados diversos trabalhos acadêmicos e o site THE REPTILE DATABASE (UETZ, 2019).

9.2.2.1.2.2.5 Análise dos Dados

9.2.2.1.2.2.5.1 Riqueza de Espécies

Para descrever e acompanhar parâmetros de comunidade e populações foram primeiramente quantificadas a riqueza e a abundância (total e em classes de abundância). A riqueza foi considerada como o número total de espécies registrado em todo o período de estudo, seja por campanha ou por grupo (anfíbios e répteis).

9.2.2.1.2.2.5.2 Abundância

A abundância representa o número de indivíduos registrados para cada espécie, ou seja, o número total de espécimes visualizados e/ou encontrados em atividade de vocalização. Essa metodologia é qualitativa e consiste em transformar os dados de estimativa em categorias hierárquicas, ou seja, em dados categóricos.

9.2.2.1.2.2.5.3 Diversidade

Para a diversidade, foi calculado o índice de Shannon (H'), representado pela equação:

$$\mathbf{H' = - \Sigma [(ni / N) . \ln (ni / N)]}$$

Onde:

ni = número de espécimes da espécie i contido nas amostragens de um dado local;

N = número total de espécimes capturados nas amostragens de um dado local;

ln = logaritmo natural.

A equitabilidade refere-se ao padrão de distribuição de indivíduos entre as espécies, sendo proporcional à diversidade, exceto se houver dominância de alguma espécie. A medida de Equitabilidade compara a diversidade de Shannon com a distribuição das espécies observadas. Quanto mais próximas às abundâncias entre as espécies de uma comunidade, maior a equitabilidade e menor a dominância. O índice de equitabilidade de Pielou (J') varia de 0 a 1. Para valores próximos de zero, a dominância entre as espécies pode ser considerada alta, enquanto para valores próximos de um, a dominância é considerada baixa (MAGURRAN, 2004). Os cálculos de equitabilidade seguem a mesma premissa dos cálculos do índice de diversidade, ou seja, só podem ser utilizados para as amostragens quantitativas.

Este índice foi calculado pela seguinte fórmula:

$$\mathbf{J' = H'/Hmáx}$$

Onde:

J'= equitabilidade;

Hmáx = diversidade máxima medida por ln (S), onde ln (S) é o logaritmo neperiano do número de espécies.

9.2.2.1.2.2.5.4 Similaridade

Para averiguação do grau de similaridade entre as campanhas, foi construída uma matriz de similaridade no programa PAST (HAMMER, 2001). Os pontos de amostragem foram comparados

em relação à composição de espécies, utilizando-se o Índice de Dissimilaridade de Bray-Curtis, considerada uma medida robusta da distância ecológica entre diferentes sítios (87).

9.2.2.1.2.2.5.5 Suficiência Amostral

A curva de acumulação de espécies foi utilizada para avaliar se o esforço amostral empregado reflete a riqueza local. Essa análise foi feita para répteis e anfíbios. O gráfico foi elaborado com os dados observados em campo (dados primários) por meio da construção de uma matriz de presença/ausência de espécies em cada unidade amostral. Para a metodologia de busca ativa, à unidade amostral utilizada foi o número de indivíduos registrados em cada ponto amostral. A curva de acumulação de espécies e de estimativas de riqueza foram obtidas utilizando-se o programa *EstimateS* 9.1b1 (COLWELL, 2013) e o programa Microsoft Office Excel. Os cálculos para a elaboração da curva foram realizados com base em 100 randomizações a partir da matriz de dados primários.

O gráfico resultante contém duas curvas, uma para a riqueza observada em campo e outra para a riqueza estimada pelo cálculo do *Jackknife* de primeira ordem (ou *Jackknife* 1), segundo a equação (KREBS, 1999):

Onde:

Sjack1 = riqueza estimada de espécies;

Sobs = número observado de espécies em todas as amostras;

Q1 = número de espécies registradas em uma única unidade amostral;

m = número de unidades amostrais (= listas numéricas);

9.2.2.1.3 Resultados

9.2.2.1.3.1 Área de Estudo Regional – AER

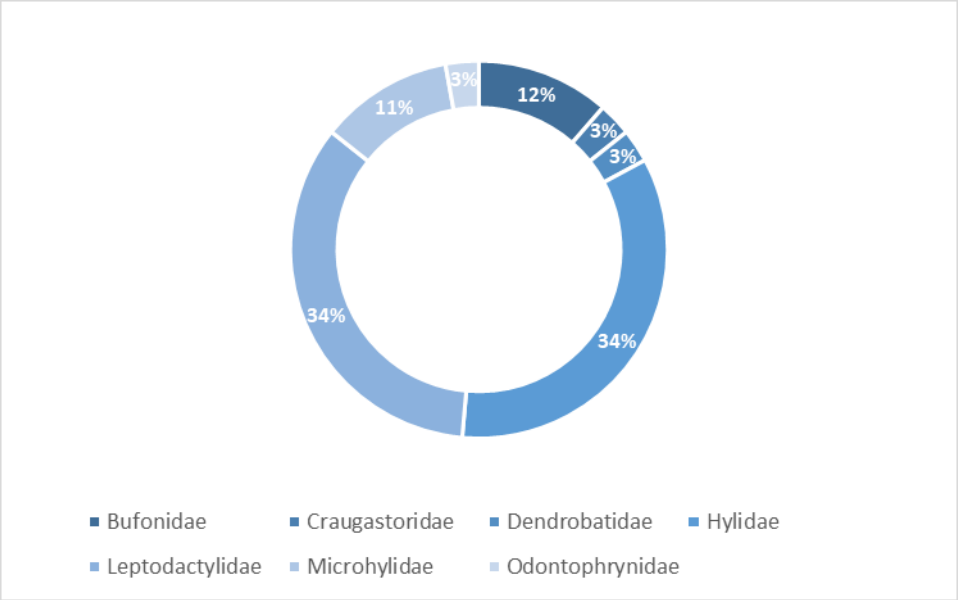
9.2.2.1.3.1.1 Anfíbios

De acordo com os dados secundários, obtidos através dos relatórios do Programa de Monitoramento da Herpetofauna da Unidade Três Marias, a AER do empreendimento exibe 35 espécies de anfíbios, divididas em 13 gêneros e sete famílias (Gráfico 9-168). A riqueza total exibida corresponde a aproximadamente 23,33% das 150 espécies típicas do Cerrado (VALDUJO, 2012).

Entre os anfíbios, as famílias Craugastoridae, Dendrobatidae e Odontophrynidae foram representadas por uma única espécie, ou 3%. As famílias Bufonidae e Microhylidae apresentaram ambas quatro espécies (12%). Por outro lado, as famílias Hylidae e Leptodactylidae foram representadas por 12 espécies cada (34%) (Gráfico 9-168). Este padrão de distribuição das

espécies onde as famílias Hylidae e Leptodactylidae dominam a comunidade de anfíbios é comum em estudos realizados em áreas inseridas no bioma Cerrado (ARAÚJO & COLLI, 1997; BASTOS *et al.*, 2003).

Gráfico 9-168: Representatividade das famílias de anfíbios registradas na AER



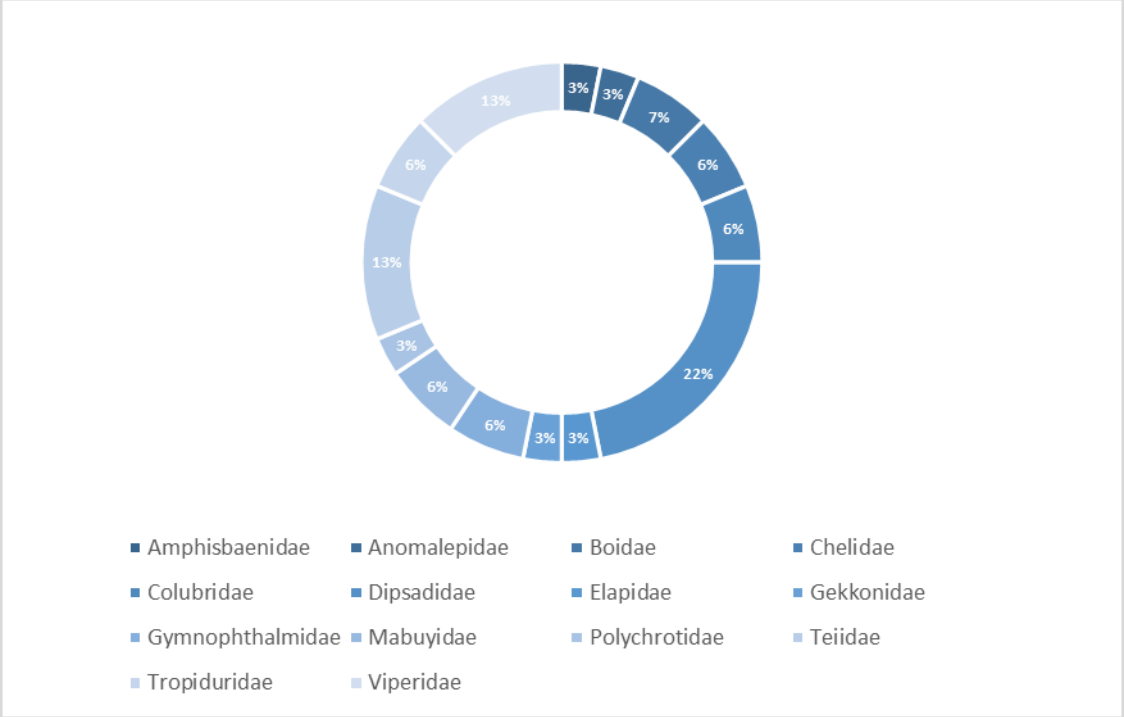
Algumas das espécies pertencentes as famílias descritas anteriormente, apesar de não estarem incluídas nas listas vermelhas de espécies ameaçadas de extinção global (IUCN, 2020), nacional (MMA, 2018), ou estadual (COPAM, 2010), são consideradas endêmicas do bioma Cerrado. Entre essas estão: *Barycholos ternetzi* (sapinho-do-folhiço), *Ameerega flavopicta* (sapinho-flecha), *Dendropsophus rubicundulus* (pererequinha-do-brejo), *Physalaemus centralis* (rã), *Physalaemus marmoratus* (rã), *Physalaemus nattereri* (rã), *Chyasmocleis albopuntata* (rãnzinha) e *Odontophrynus cultripes* (sapo-escavador) (VALDUJO, 2012 e COLLI *et al.* 2002).

9.2.2.1.3.1.2 Répteis

Com relação aos répteis e de acordo com os dados secundários compilados, foram registradas na AER do empreendimento 32 espécies divididas em 29 gêneros e 14 famílias (Tabela 9-116). Entre elas, 29 espécies da ordem Squamata e duas da ordem Testudines (cágados, jabutis e tartarugas). Com exceção de Acanthochelys cf. radiolata (cágado-amarelo), classificada como próximo a ameaçada (IUCN, 2020), nenhuma das outras espécies consta nas listas vermelhas de espécies ameaçadas de extinção global (IUCN, 2020), nacional (MMA, 2018), ou estadual (COPAM, 2010).

De acordo com o Gráfico 9-169, as famílias Amphisbaenidae, Anomalepidae, Elapidae, Gekkonidae e Polychrotidae exibiram uma única espécie, perfazendo 3% do total. As famílias Boidae, Colubridae, Gymnophthalmidae, Mabuyidae, Tropiduridae e Chelidae foram ambas representadas por duas espécies, ou 6%. Teiidae e Viperidae apresentaram quatro cada (13%). Com maior número, a família Dipsadidae exibiu sete espécies e totalizou 22% dos registros.

Gráfico 9-169: Representatividade das famílias de répteis registradas na AER



É importante destacar a presença das serpentes *Epicrates cenchria crassus* (jiboia-arco-íris), *Chironius flavolineatus* (cobra-cipó) e *Bothrops neuwiedi* (jararaca) e do lagarto *Micrablepharus atticolus* (calango-de-causa-azul), todos endêmicos do Cerrado (SILVA, 2014; MELLO, 2014).

Das espécies compiladas, merece destaque *Acanthochelys cf. radiolata* (cágado-amarelo). Apesar de apresentar ampla distribuição geográfica e poder ser registrada no sudeste do Brasil e em alguns estados do nordeste (RODRIGUES, 2006), esse cágado foi classificado como quase ameaçada pela IUCN (2020). Contudo, de acordo com a lista vermelha das espécies ameaçadas do Brasil (MMA, 2018) a espécie recebe a classificação Least Concern (pouco preocupante).

Com relação as espécies de interesse médico e epidemiológico, é possível levantar as seguintes serpentes: *Micrurus frontalis* (coral-verdadeira), *Bothrops jararaca* (jararaca), *Bothrops cf. neuwiedi* (jararaca) e *Crotalus durissus* (cascavel). O gênero *Bothrops* é responsável por 85% dos acidentes ofídicos ocorridos no Brasil (ZIERER *et al.*, 2008). *Crotalus durissus* (cascavel) é responsável por cerca de 10% dos acidentes por serpentes peçonhentas no Brasil, com letalidade de 3,3% (JORGE & RIBEIRO, 1992).

Tabela 9-116: Lista de espécies da herpetofauna registrada por meio de levantamento de dados secundários para a AER

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	Status de Conservação			Referência Bibliográfica
			COPAM	MMA	IUCN	
ORDEM ANURA						
Família Bufonidae						
Rhinella diptycha	sapo-cururu	-	-	-	-	Arbore (2020, 2021, 2022)

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	Status de Conservação			Referência Bibliográfica
			COPAM	MMA	IUCN	
Rhinella granulosa	sapinho-granuloso	-	-	-	-	Arbore (2020, 2021, 2022)
Rhinella icterica	sapo-cururu	-	-	-	-	Arbore (2020)
Rhinella sp.	sapo-cururu	-	-	-	-	Arbore (2020)
Família Craugastoridae						
Barycholos ternetzi	sapinho-de-folhiço	CE	-	-	-	Arbore (2020)
Família Dendrobatidae						
Ameerega flavopicta	sapinho-flecha	CE	-	-	-	Arbore (2020)
Família Hylidae						
Boana albopunctata	perereca-cabrinha	-	-	-	-	Arbore (2020)
Boana crepitans	perereca	-	-	-	-	Arbore (2020)
Boana faber	perereca-martelo	-	-	-	-	Arbore (2020)
Boana lundii	perereca	-	-	-	-	Arbore (2020)
Boana raniceps	perereca	-	-	-	-	Arbore (2020)
Dendropsophus minutus	pererequinha-do-brejo	-	-	-	-	Arbore (2020)
Dendropsophus nanus	pererequinha-do-brejo	-	-	-	-	Arbore (2020)
Dendropsophus rubicundulus	pererequinha-do-brejo	CE	-	-	-	Arbore (2020)
Dendropsophus soaresi	perereca	-	-	-	-	Arbore (2020)
Scinax cf. ruber	perereca-de-banheiro	-	-	-		Arbore (2020)
Scinax fuscomarginatus	perereca	-	-	-	-	Arbore (2020)
Scinax fuscovarius	perereca-de-banheiro	-	-	-	-	Arbore (2020)
Família Leptodactylidae						
Leptodactylus fuscus	rã-assobiadora	-	-	-	-	Arbore (2020)
Leptodactylus labyrinthicus	rã-pimenta	_	-	-	-	Arbore (2020)
Leptodactylus latrans	rã-manteiga	-	-	-	-	Arbore (2020)
Leptodactylus mystaceus	rã	-	-	-	-	Arbore (2020)
Leptodactylus mystacinus	rã	-	-	-	-	Arbore (2020)
Leptodactylus syphax	rã	-	-	-	-	Arbore (2020)
Leptodactylus troglodytes	rã-perdiz	-	-	-	-	Arbore (2020)
Physalaemus centralis	rã	CE	-	-	-	Arbore (2020)
Physalaemus cuvieri	rã-cachorro	-	-	-	-	Arbore (2020)
Physalaemus marmoratus	rã	CE	-	-	-	Arbore (2020)
Physalaemus nattereri	rã-quatro-olhos	CE	-	-	-	Arbore (2020)
Pseudopaludicola fa-ipes	perereca-grilo	-	-	-	-	Arbore (2020)

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	Status de Conservação			Referência Bibliográfica
			COPAM	MMA	IUCN	
Família Microhylidae						
Chyasmocleis albopunctata	rãzinha	CE	-	-	-	Arbore (2020)
Dermatonotus muelleri	rã-trem	-	-	-	-	Arbore (2020)
Elachistocleis ovalis	sapinho-guarda	-	-	-	-	Arbore (2020)
Elachistocleis cf. cesarii	sapinho-guarda	-	-	-	-	Arbore (2020)
Família Odontophrynidae						
Odontophrynus cultripes	sapo-escavador	CE	-	-	-	Arbore (2020)
ORDEM SQUAMATA						
Família Amphisbaenidae						
Amphisbaena alba	cobra-de-duas-cabeças	-	-	-	-	Arbore (2020)
Família Anomalepidae						
Typhlophis sp.	serpente-fossorial	-	-	-	-	Arbore (2020)
Família Boidae						
Boa constrictor	jiboia	-	-	-	-	Arbore (2020)
Epicrates cenchria crassus	jiboia-arco-íris	CE	-	-	-	Arbore (2020)
Família Colubridae						
Chironius flavolineatus	cobra-cipó	CE	-	-	-	Arbore (2020)
Tantilla melanocephala	serpente	-	-	-	-	Arbore (2020)
Família Dipsadidae						
Atractus cf. zebrinus	serpente	-	-	-	-	Arbore (2020)
Erythrolamprus poecilogyrus	serpente	-	-	-	-	Arbore (2020)
Oxyrhopus trigeminus	falsa-coral	-	-	-	-	Arbore (2020)
Phimophis guerini	serpente	-	-	-	-	Arbore (2020)
Philodryas olfersii	cobra-verde	-	-	-	-	Arbore (2020)
Sibynomorphus mikanii		-	-	-	-	Arbore (2020)
Xenodon merremi	serpente	-	-	-	-	Arbore (2020)
Família Elapidae						
Micrurus frontalis	coral-verdadeira	-	-	-	-	Arbore (2020)
Família Gekkonidae						
Hemidactylus mabouia	lagartixa	-	-	-	-	Arbore (2020)
Família Gymnophthalmidae						
Colobosaura modesta	lagarto-do-folhiço	-	-	-	-	Arbore (2020)
Micrablepharus atticolus	calango-de-cauda-azul	CE	-	-	-	Arbore (2020)
Família Mabuyidae						
Copeoglossum nigropunctatum	calango-listrado	-	-	-	-	Arbore (2020)

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	Status de Conservação			Referência Bibliográfica
			COPAM	MMA	IUCN	
Notomabuya frenata	calango-listrado	-	-	-	-	Arbore (2020)
Família Polychrotidae						
Polychrus acutirostris	papa-vento	-	-	-	-	Arbore (2020)
Família Teiidae						
Ameiva ameiva	calango-verde	-	-	-	-	Arbore (2020)
Ameivula ocelifera	calango	-	-	-	-	Arbore (2020)
Cnemidophorus sp.	calango	-	-	-	-	Arbore (2020)
Salvator merianae	teiú	-	-	-	-	Arbore (2020)
Família Tropiduridae						
Tropidurus torquatus	calango	-	-	-	-	Arbore (2020)
Tropidurus sp.	calango	-	-	-	-	Arbore (2020)
Família Viperidae						
Bothrops jararaca	jararaca	-	-	-	-	Arbore (2020)
Bothrops gr. neuwiedi	jararaca	CE	-	-	-	Arbore (2020)
Bothrops sp.	jararaca	-	-	-	-	Arbore (2020)
Crotalus durissus	cascavel	-	-	-	-	Arbore (2020)
ORDEM TESTUDINES						
Família Chelidae						
Acanthochelys cf. radiolata	cágado-amarelo	-	-	-	NT	Arbore (2020)
Mesoclemmys tuberculata	cágado-do-nordeste	-	-	-	-	Arbore (2020)

Legenda - Endemismo: Mata Atlântica (MA); Cerrado (CE). **Status de Conservação:** Deficiente em Dados (DD), Quase ameaçada (NT), Vulnerável (VU), Em perigo (EN), Criticamente em Perigo (CR), Dados Deficientes (DD).

9.2.2.1.3.2 Área de Estudo Local – AEL e Área Diretamente Afetada – ADA

9.2.2.1.3.2.1 Riqueza de Espécies

As referidas campanhas de levantamento da herpetofauna na área de estudo local do empreendimento, possibilitaram o registro de duas ordens (Anura e Squamata), sete famílias (cinco para os anfíbios e duas para os répteis) e 16 espécies representantes da herpetofauna local (Tabela 9-117; Gráfico 9-170). Dessas espécies, 14 são de anfíbios, correspondendo a 87% dos registros. No entanto, para os répteis, foram levantadas duas espécies (*Boa constrictor* e *Bothrops moojeni*) que corresponde a 13% do total de espécies levantadas.

As Foto 9-115 a Foto 9-122 apresentam os registros da Herpetofauna encontrada na área de estudo.

Tabela 9-117: Lista de espécies da herpetofauna registrada por meio de levantamento de dados primários para a AEL e ADA

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	Ponto de Amostragem	Forma de Registro	Habitat do Registro	Status de Conservação			Cinegética
						COPAM	MMA	IUCN	
ORDEM ANURA									
Família Craugastoridae									
Barycholos ternetzi	sapinho-de-folhiço	CE	P02; P03; P06; P08	BA	CD	-	-	-	-
Família Dendrobatidae									
Ameerega flavopicta	Sapo-flecha	CE	P01	BA	CE	-	-	LC	
Família Hylidae									
Scinax aff. perereca	Pererequinha	-	P01; P03; P08	BA					
Dendropsophus minutus	pererequinha-do-brejo	-	P01; P09	BA	CD	-	-	-	-
Scinax sp.	Perereca	-	P06	BA					
Scinax fuscovarius	perereca-de-banheiro	CE; MA	P01; P03; P06; P07; P08; P09	BA	TFC, CD	-	-	-	-
Família Leptodactylidae									
Leptodactylus labyrinthicus	rã-pimenta	CE	P01	BA	TFC, CD	-	-	-	-
Leptodactylus chaquensis	rã	-	P01; P09	BA					
Leptodactylus fuscus	rã	CE; MA	P03; P05; P06	BA					
Leptodactylus mystaceus	rã	CE; MA	P06	BA					
Physalaemus centralis	rã	-	P01	BA					
Physalaemus cuvieri	Rã-cachorro	CE; MA	P06	BA					
Família Microhylidae									

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	Ponto de Amostragem	Forma de Registro	Habitat do Registro	Status de Conservação			Cinegética
						COPAM	MMA	IUCN	
Elachistocleis cesarii	rã-manteiga	-	P06	RO	EA	-	-	-	-
Família Odontophrynidae									
Odontophrynus cultripes	sapo-escavador	CE	P01	BA	FL, CD	-	-	-	-
ORDEM SQUAMATA									
Família Boidae									
Boa constrictor	Jiboia	CE; MA	P02	BA	CE	-	-	LC	
Família Viperidae									
Bothrops moojeni	Caissaca	CE; MA	P03	BA	CE	-	-	LC	

Legenda - Endemismo: Mata Atlântica (MA); Cerrado (CE). Status de Conservação: Deficiente em Dados (DD), Quase ameaçada (NT), Vulnerável (VU), Em perigo (EN), Criticamente em Perigo (CR); Forma de Registro: Busca Ativa (BA), Registro Ocasional (RO). Habitat de Registro: Cerrado (CE), Florestal (FL), Transição Florestal/Cerrado (TFC), Corpo d'água (CD), Estrada Acesso (EA).

| Foto 9-115: Registro de *Ameerega flavopicta*



| Foto 9-116: Registro de *Physalaemus centralis*



| Foto 9-117: Registro de *Odontophrynus cultripes*



| Foto 9-118: Registro de *Barycholos ternetzi*



| Foto 9-119: Registro de *Scinax aff. perereca*



| Foto 9-120: *Scinax fuscovarius*



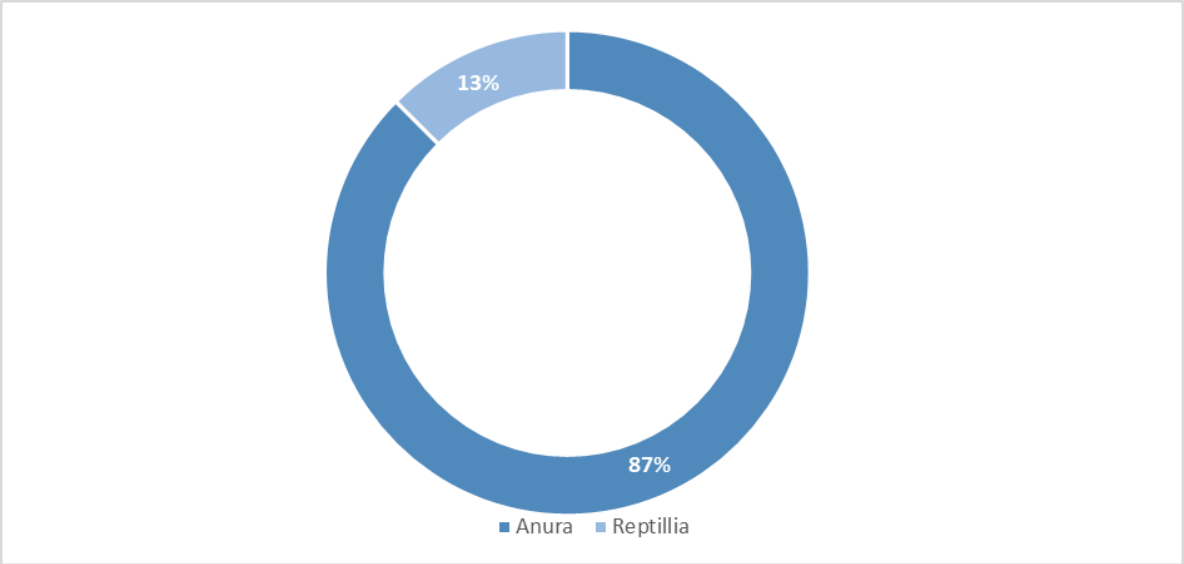
| **Foto 9-121: Registro de *Boa constrictor***



| **Foto 9-122: *Scinax fuscovarius***

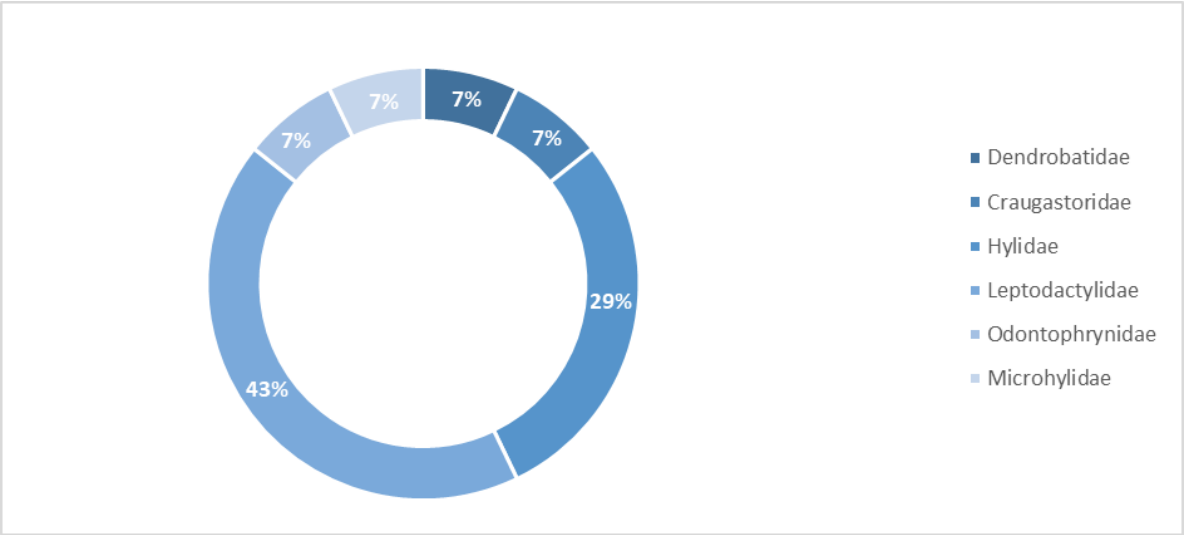


| **Gráfico 9-170: Ordens da herpetofauna encontradas registradas na AER**



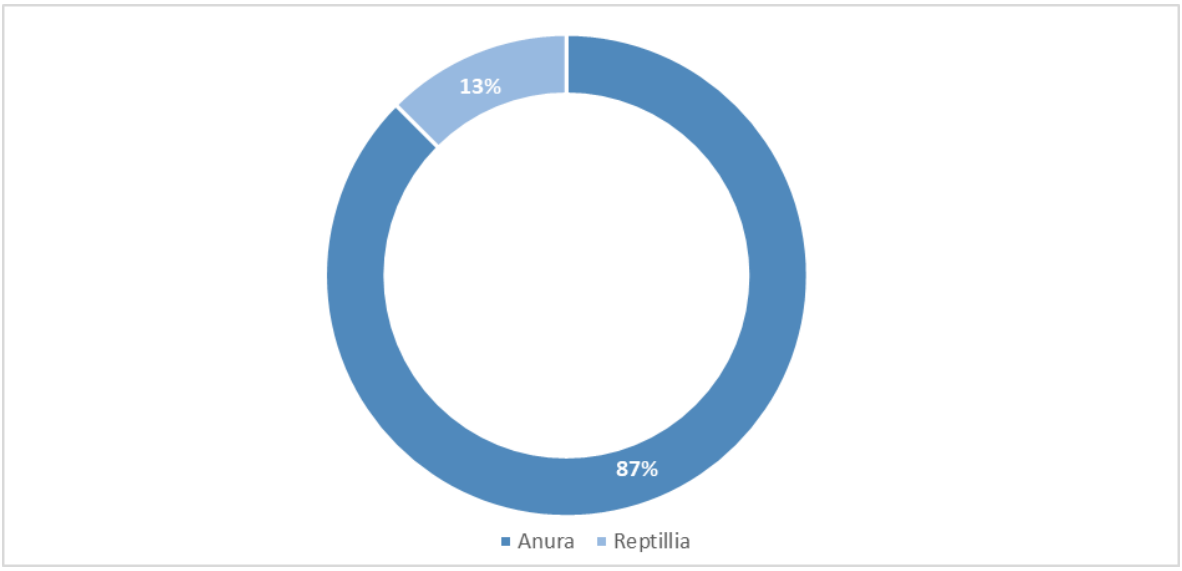
As famílias de anfíbios mais representativas foram a Leptodactylidae com 43% (6 spp.) dos registros, seguido da Hylidae com 29% (4 spp.) das espécies (Gráfico 9-171). Esse quantitativo é comumente observado em levantamentos de espécies em regiões de Cerrado, sendo essas famílias consideradas de ampla distribuição e pouco exigentes quanto ao uso dos habitats de modo geral (HADDAD *et al.,* 2008). As demais famílias registradas, representaram 7% do quantitativo cada.

Gráfico 9-171: Representatividade das famílias de anfíbios registradas nas Área de Estudo (AEL e ADA)



Quanto às famílias de répteis registradas (Gráfico 9-172), foram levantadas apenas duas (Boidae e Viperidae), o que é esperado para estudos dessa natureza, uma vez que o registro de espécies de répteis (serpentes) não é comum em inventários de curto prazo.

Gráfico 9-172: Representatividade das famílias de répteis registradas nas Área de Estudo (AEL e ADA)



A anurofauna da área de estudo é composta por espécies de ampla distribuição geográfica dentro do bioma do Cerrado (PIMENTA *et al.*, 2014). São encontradas ocupando áreas abertas com presença de corpos d'água, tais como, Dendropsophus minutus (pererequinha-do-brejo), Scinax fuscovarius (perereca-de-banheiro), Odontophrynus cultripes (sapo-escavador; Foto 9-117) e Ameerega flavopicta (HADDAD *et al.*, 2008; PIMENTA *et al.*, 2014; CRUZ *et al.*, 2009; CARAMASCHI & CRUZ, 2006).

As espécies de ambientes abertos são menos exigentes do ponto de vista ecológico, em relação às variáveis que compõe o seu habitat, sendo mais tolerantes a distúrbios ambientais (HADDAD *et al.,* 2008). Algumas destas espécies podem ser consideradas generalistas, assumindo o nicho ecológico deixado por espécies especialistas que são mais sensíveis a perturbações ecológicas (VAN ROOY & STUMPEL, 1995).

A variação sazonal parece ser fator determinante no sucesso de registros, variante diretamente relacionada ao padrão reprodutivo de muitas espécies de ambientes sazonais, como o Cerrado brasileiro, onde, salvo no período reprodutivo indivíduos, são de difícil acesso estando muitas vezes entocados ou pouco ativos (DUELLMAN, 1998).

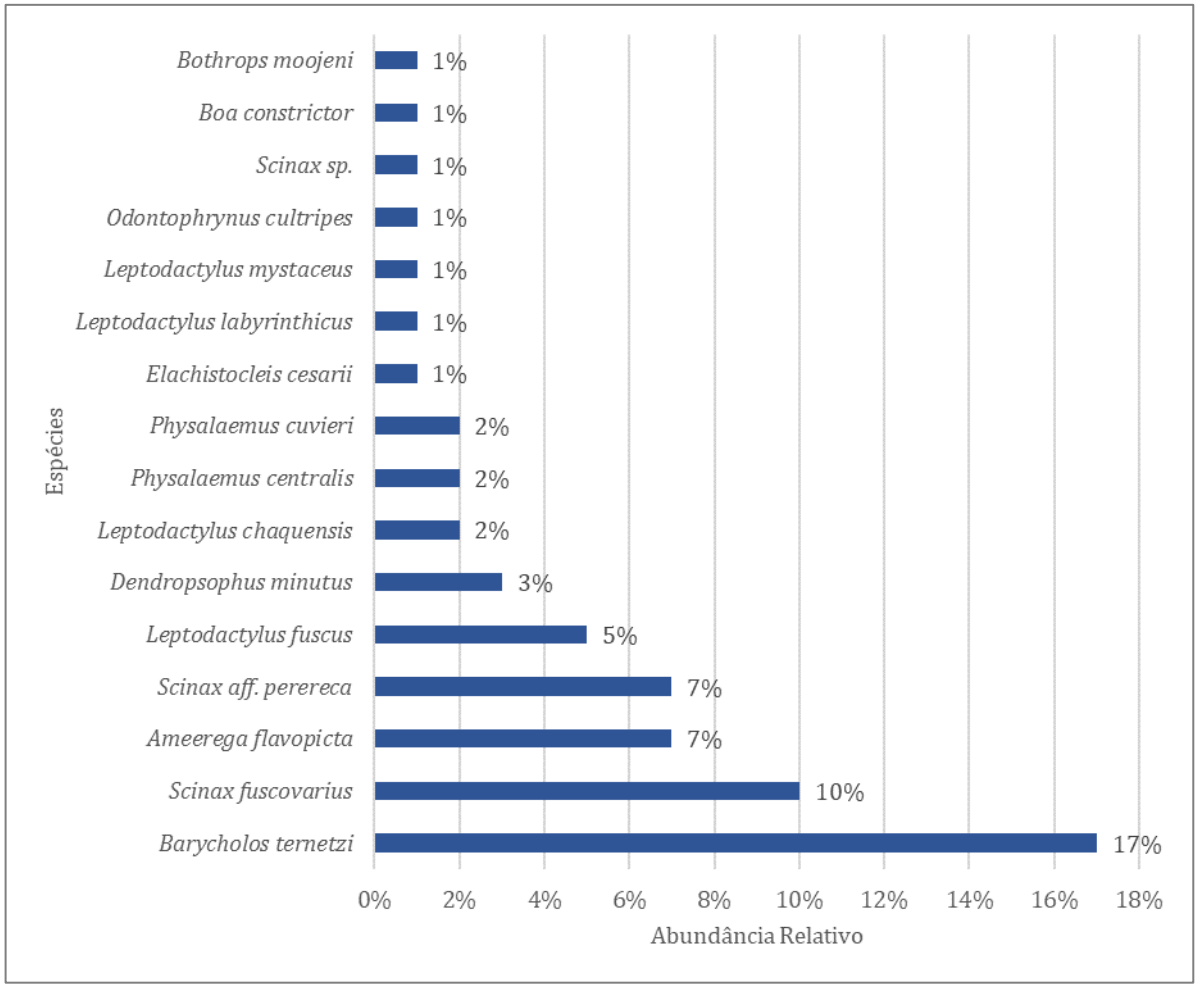
Anfíbios apresentam padrão de distribuição mais restrito em relação a outros vertebrados terrestres, por serem mais limitados pelas condições ambientais e por apresentarem baixa capacidade de dispersão (SMITH & GREEN, 2005). Indivíduos pertencentes a esse grupo, possuem um número de características fisiológicas, ecológicas e de história de vida que os tornam bastante susceptíveis a mudanças no ambiente (WELLS, 2007). Esta dependência do clima explica o padrão geográfico e sazonal de variação na riqueza específica de anfíbios (DUELLMAN, 1999; WELLS, 2007).

Os répteis, em especial as serpentes, são de difícil visualização de modo geral, o que está diretamente relacionado ao baixo número de registros. No entanto, as espécies levantadas para este estudo, são consideradas importantes observações para área foco deste estudo. Uma vez que a presença delas indicam um ambiente com capacidade suporte para a sobrevivências dos indivíduos.

9.2.2.1.3.2.2 Abundância

As espécies mais abundantes registradas, foram *Barycholos ternetzi* (18%) seguido por *Scinax fuscovarius* (10%) (Gráfico 9-173). Tais espécies são consideradas comuns em áreas de Cerrado, sendo pouco exigentes quanto ao uso de habitats, principalmente em relação a *S. fuscovarius*, espécie considerada de alta capacidade adaptativa a ambientes alterados. Ademais, as espécies foram registradas em ambos os períodos sazonais amostrados (*i.e.* Chuva e Seca), demostrando estarem bem adaptadas ao ambiente.

Gráfico 9-173: Abundância relativa das espécies da herpetofauna registradas nas Área de Estudo (AEL e ADA)



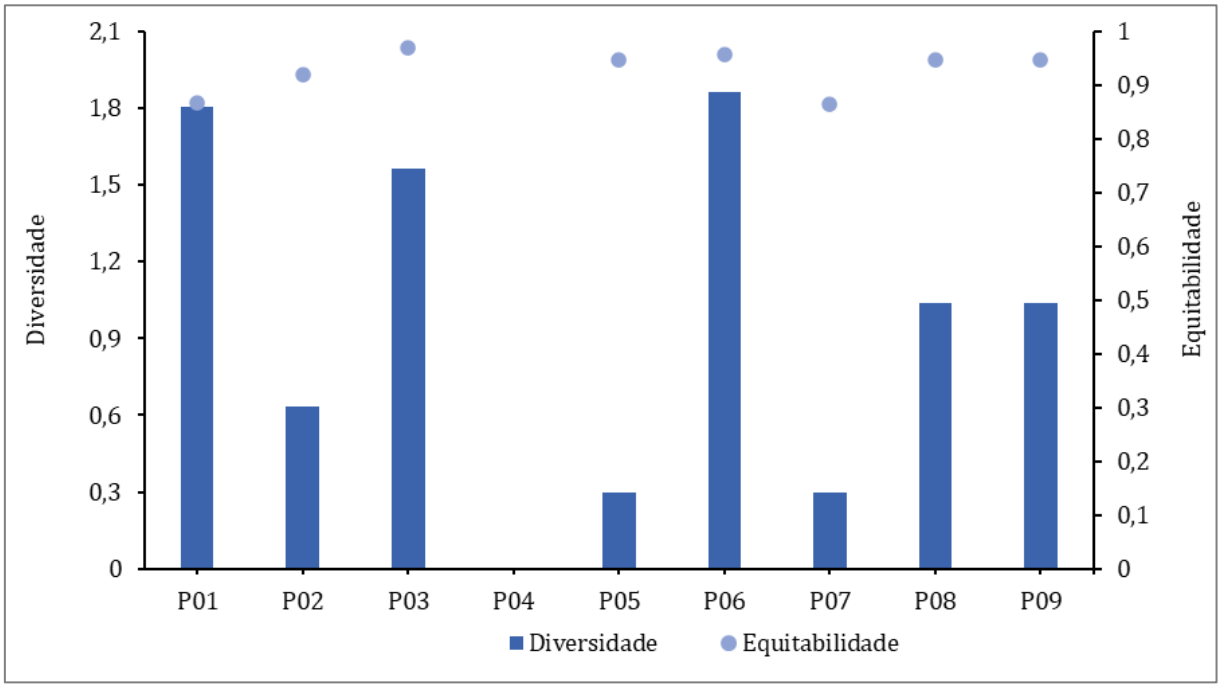
9.2.2.1.3.2.3 Diversidade

O índice de diversidade de Shannon assume valores entre 0 e 5, sendo que quanto menor o valor do índice, a diversidade da amostra é considerada baixa (SHANNON & WEAVER, 1949). Segundo MAGURRAN (1988), os valores desse índice dificilmente chegam a cinco, variando entre 1.5 e 3.5 para regiões Neotropicais.

A equitabilidade se refere ao padrão de distribuição de indivíduos entre as espécies, sendo proporcional à diversidade, exceto se houver codominância entre espécies (MARTINS & SANTOS, 1999). A medida de equitabilidade compara a diversidade de Shannon com a distribuição das abundâncias das populações das espécies observadas, o que maximiza a diversidade. Quanto mais próximas as abundâncias dentro de uma comunidade, maior a equitabilidade ou menor a dominância. Portanto, equitabilidade de Pielou (J') pode variar de 0 a 1, sendo valores próximos de zero, a dominância entre as espécies pode ser considerada alta, enquanto para valores próximos de um, a dominância é considerada baixa (MAGURRAN, 2004).

Os ambientes com maior diversidade para este estudo, foram P06 e P01 (H'= 1.86 e 1.80 respectivamente), estes pontos são relacionados a ambientes aquáticos, mais propícios à presença de anfíbios, principalmente. Os ambientes florestais e de transição entre floresta e cerrado (P02, P03, P05, P07, P08 e P09) exibiram média de H'=0.81. De acordo com o Gráfico 9-174, é possível observar que, no geral, os ambientes amostrais apresentaram baixa diversidade e baixa dominância entre as espécies. A equitabilidade próxima ou igual a 1.0 indica uma comunidade atípica, com abundâncias similares entre as populações da maioria das espécies, destacando-se, portanto, os pontos P03 (J'= 0.96) e P06 (J'= 0.95).

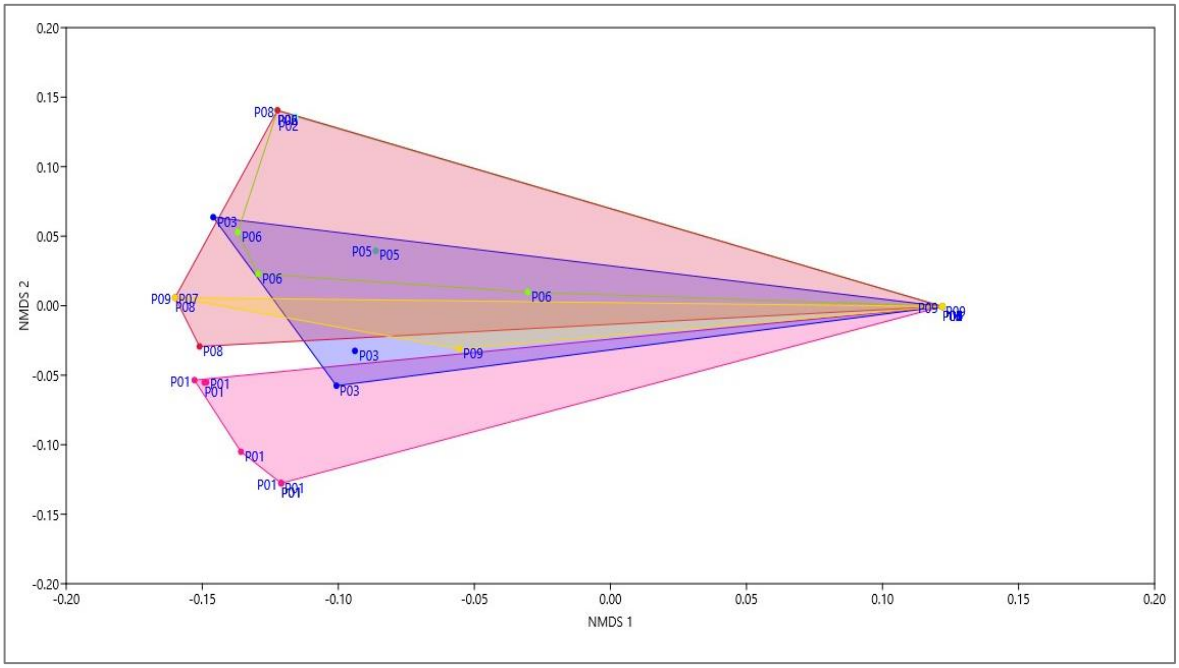
Gráfico 9-174: Diversidade e equitabilidade da herpetofauna registradas nas Área de Estudo (AEL e ADA)



9.2.2.1.3.2.4 Similaridade

A análise de agrupamento com base nos dados obtidos neste estudo, encontram-se discriminadas conforme o Gráfico 9-175. A partir disso, é possível observar um agrupamento formado pelos pontos P01 e P06, que apresentaram cerca de 31% de similaridade. Tal resultado é consequência da riqueza compartilhada por ambos os pontos, quando comparados aos demais. Contudo, apesar da pouca similaridade entre as áreas, tais resultados demostram uma composição exclusiva de cada ponto amostral, que foram selecionados de modo a abranger uma heterogeneidade dos ambientes.

Gráfico 9-175: Análise de ordenação NMDS da assembleia de anfíbios e repteis registradas nas Área de Estudo (AEL e ADA)



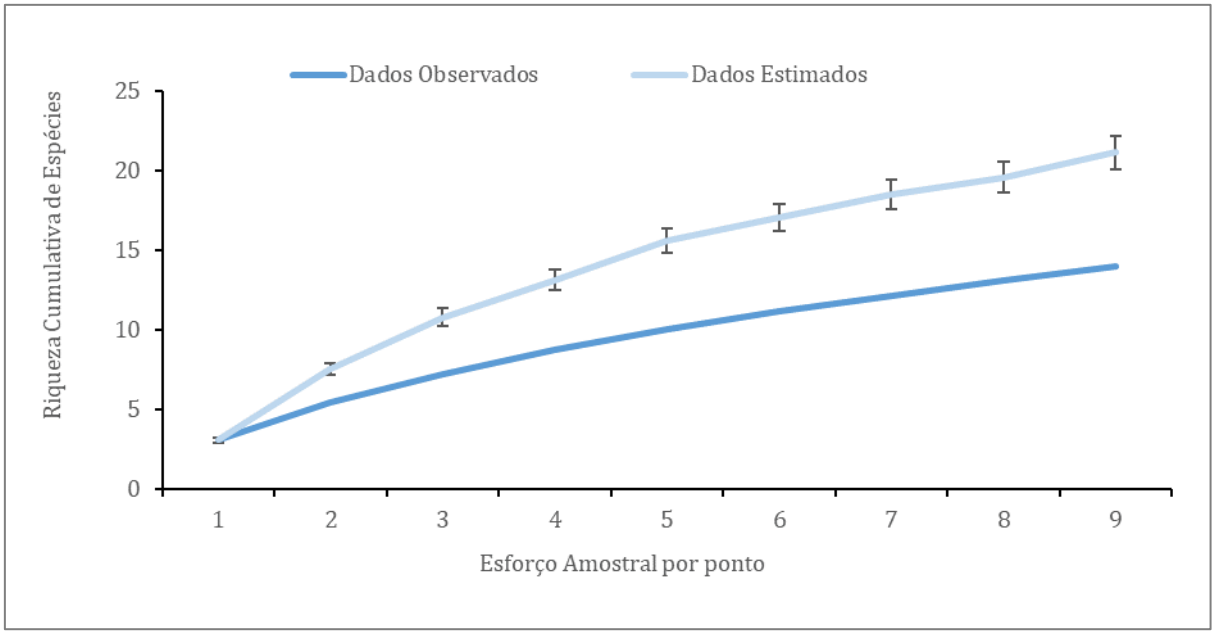
A hipótese da heterogeneidade ambiental assume que ambientes estruturalmente complexos apresentam um maior número de espécies, uma vez que proporcionam maior variedade de micro-habitats, diferentes formas de exploração dos recursos, uma gama mais ampla de microclimas, mais locais para abrigo, dentre outros fatores (TEWS *et al.,* 2004). Estes fatores operam em diferentes escalas espaciais e sua importância varia dependendo da sensibilidade de cada umas das espécies e das características do ambiente (MAZEROLLE *et al.,* 2005; GAGNÉ & FAHRIG, 2007).

Os resultados refletem o baixo número de espécies registradas durante as campanhas. Fatores como a capacidade de dispersão, características fisiológicas, ecológicas e de história de vida tornam os anfíbios bastante susceptíveis a mudanças no ambiente (WELLS, 2007). Esta dependência do clima pode explicar o padrão geográfico e sazonal de variação na da distribuição e riqueza específica de anfíbios (DUELLMAN, 1999; WELLS, 2007).

9.2.2.1.3.2.5 Suficiência Amostral

Para a análise estatística referente à curva do coletor, foram utilizados como parâmetro as informações referentes à riqueza das espécies encontradas e número de pontos amostrais. Desta forma, a curva do coletor elaborada com os registros de répteis e anfíbios observados através do método de busca ativa e *pitfall* apontam que a riqueza estimada para a área é de aproximadamente 21,1 espécies, sendo observadas para esse estudo 16 espécies através dos referido métodos (76.1% do valor estimado) (Gráfico 9-176). A curva não apresenta tendência à estabilização e não atinge a assíntota. No entanto, a curva indica que, com o incremento do esforço amostral, outras espécies são passíveis de registro. Esses resultados refletem o esperado, uma vez que para inventários de curto prazo, espécies raras e/ou de difícil detecção não são registradas de modo geral.

Gráfico 9-176: Curva do coletor da comunidade de herpetofauna registradas nas Área de Estudo (AEL e ADA)



9.2.2.1.3.2.6 Espécies Endêmicas e Raras

Durante as campanhas efetuadas na área de estudo local do empreendimento registrou-se a presença das seguintes espécies consideradas endêmicas do bioma cerrado de acordo com VALDUJO, 2012 e COLLI *et al.,* 2002: *Barycholos ternetzi* (sapinho-do-folhiço) e *Ameerega flavopicta* (rá-flecha). Essas espécies são amplamente distribuídas no domínio brasileiro do Cerrado, porém em baixas densidades, podem ser encontradas nos estados de Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, São Paulo, Tocantins, Maranhão e Distrito Federal (CARAMASCHI & POMBAL Jr. 2001; FROST, 2007). A espécie de anuro *B. ternetzi* é um pequeno sapo da família Craugastoridae, que ocorre associado a florestas ribeirinhas e córregos permanentes de leitos rochosos em florestas sazonais e aluviais semidecíduas (FRANCO *et al.,* 2007).

A espécie *A. flavopicta* é o único representante da família Dendrobatidae encontrado no bioma do cerrado, cujo representantes são comumente encontrados no bioma Amazônico. É uma espécie pouco estudada, de maneira geral, por isso sua história natural é pouco conhecida. Entretanto, sabe-se que é amplamente distribuída no Cerrado e em alta densidade (PIMENTA *et al.,* 2014).

Ademais, outra espécie que apesar de não constar na lista de anfíbios endêmicos do Cerrado nos trabalhos de COLLI *et al.* (2002), o sapo-escavador (*Odontophrnus cultripes*) aparece com essa classificação no trabalho de VALDUJO (2012). Essa espécie apresenta distribuição geográfica nos estados de Minas Gerais, Goiás e São Paulo, Distrito Federal, Sudoeste do Rio de Janeiro associado a formações de Cerrado e florestas estacionais semideciduais de Mata Atlântica (PIMENTA *et al.,* 2014). Essa espécie se caracteriza como terrícola, semifossorial e noturna. Tem como habitat áreas abertas próximas a poças e lagoas rasas. O período reprodutivo compreende os meses de

outubro a março (estação chuvosa), embora existam registros de atividade reprodutiva durante todo o ano (PIMENTA *et al.,* 2014).

9.2.2.1.3.2.7 Espécies Ameaçadas de Extinção e de Interesse para Conservação

Nenhuma das espécies de répteis ou anfíbios registradas durante o referido estudo encontra-se incluída nas listas vermelhas de espécies ameaçadas de extinção global (IUCN, 2023), nacional (MMA, 2022) ou estadual (COPAM, 2010).

9.2.2.1.3.2.8 Espécies Cinegéticas

Durante as amostragens em campo na área de estudo do empreendimento não foram registradas espécies cinegéticas da herpetofauna.

9.2.2.1.3.2.9 Espécies Exóticas e/ou Invasoras

Não foram registradas espécies exóticas e/ou invasoras para a herpetofauna local.

9.2.2.1.3.2.10 Espécies de Importância Médica

A espécie de serpente *Bothrops moojeni* (Caissaca) é uma espécie de jararaca, pertencente à família Viperidae. Encontrada na Argentina, Paraguai, Bolívia e no Brasil, onde é amplamente distribuída pelo bioma do Cerrado. É uma espécie que se caracteriza como de importância médica, uma vez que é responsável por números significativos de acidentes ofídicos, nas regiões onde ocorrem.

9.2.2.1.3.2.11 Espécies Bioindicadoras

O anuro *Scinax fuscovarius* (Perereca-de-banheiro) se caracteriza como uma espécie de ampla distribuição no Brasil, possuindo baixas exigências quanto as características de habitats. Por isso, se adapta bem a ambientes urbanos que apresentem alguma fonte de umidade (PIMENTA *et al.,* 2014). Sua presença é comumente observada em ambientes antropizados com algum grau de alteração, portanto é tida como bioindicadora de baixa qualidade do ambiente.

9.2.2.1.3.2.12 Formas de Uso de Habitats das Espécies

Anfíbios e répteis são agrupados dentro de um mesmo grupo (Herpetofauna), por compartilharem características em comum, e dentre elas, o uso dos habitats. As espécies da herpetofauna, de maneira geral, são costumeiramente encontradas próximas a ambientes com presença de fontes de água, seja pela exigência alimentar, reprodutiva ou fisiológicas. Desse modo, esses ambientes são considerando de maior relevância para a conservação e manutenção das espécies *in situ* (KLOH *et al.,* 2019).

9.2.2.1.3.2.13 Hábitos Alimentares e Reprodutivo as Espécies

Anfíbios anuros adultos são considerados carnívoros, se alimentando principalmente de pequenos invertebrados, como os insetos. Por isso, são considerados controladores de pragas, sendo animais fundamentais em processos que envolvam teias alimentares. Na fase larval, os anuros que possuem esse estágio de vida, se alimentam de algas, protozoários e até mesmo grãos de pólen, sendo fundamentais na ciclagem de nutrientes no ambiente aquático dulcícola (KLOH *et al.,* 2019).

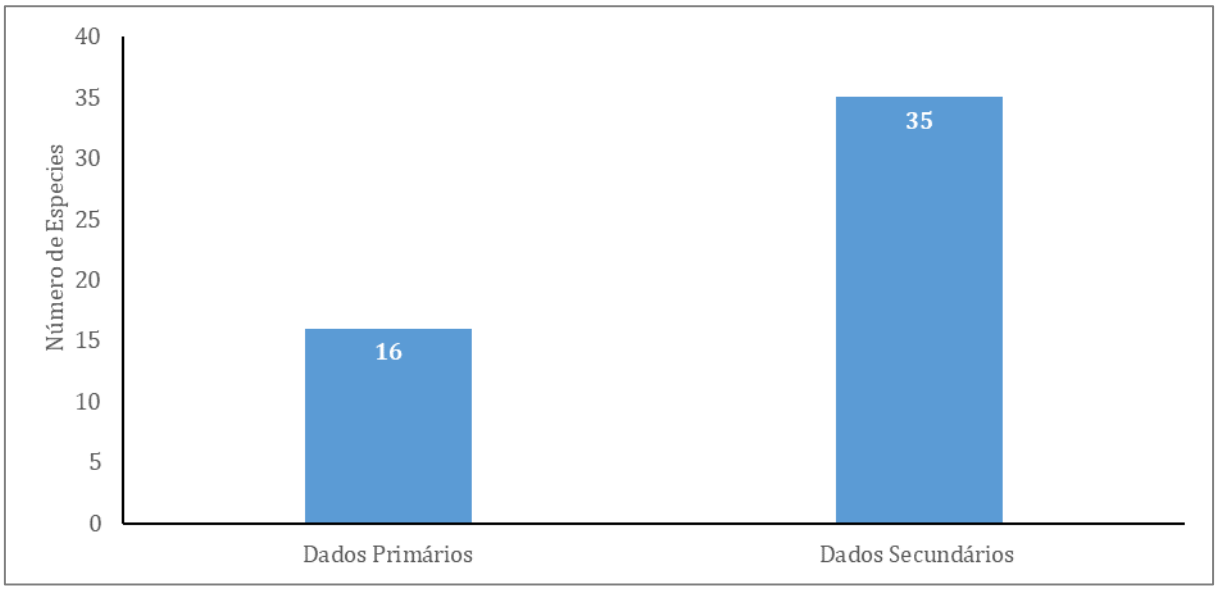
Os répteis também são considerados importantes componentes dentro das teias alimentares, uma vez que são apontados de modo geral, como predadores eficientes. Se alimentado de diversos grupos, como, anfíbios, aves, mamíferos e artrópodes, sendo responsáveis muitas vezes pelo controle populacional desses grupos.

9.2.2.1.3.3 Comparativo de Resultados entre AER e AEL/ADA

De acordo com os dados obtidos nos trabalhos de monitoramento efetuados por ARBORE (2020), foram registradas 35 espécies representantes da herpetofauna área de estudo regional (Gráfico 9-177). Com relação aos dados primários da área de estudo local do empreendimento, foram registradas 14 espécies de anuros, divididas em oito gêneros e seis famílias. Já para o grupo dos répteis foram registradas duas espécies de duas famílias e dois gêneros.

A diferença encontrada entre os referidos estudos pode ser explicada por diversos fatores. Entre eles: o tamanho da malha amostral, temporalidade, esforço amostral e a utilização de metodologias complementares (transectos limitados por tempo, armadilhas de interceptação e queda (*pitfalls*), busca ativa, registros ocasionais etc.).

Gráfico 9-177: Comparativo entre número de espécies da herpetofauna registradas nas Área de Estudo (AEL e ADA)



9.2.2.1.4 Síntese Conclusiva

Foram registradas 16 espécies representantes da herpetofauna local, sendo 14 espécies de anuros e duas de répteis. De acordo com DRUMMOND *et al.,* (2005), a lista de espécies de anfíbios descrita para o estado de Minas Gerais é de aproximadamente 200 espécies, entre anuros (rãs, pererecas e sapos) e cobras-cegas (cecílias), sendo registrado neste estudo cerca de 8% do total de anfíbios descritos para Minas Gerais.

O resultado do presente estudo está abaixo da estimativa de riqueza de 21 a 43 espécies em localidades bem amostradas no Cerrado (BRASILEIRO *et al.,* 2005; ODA *et al.,* 2009; BERNARDE & KOKUBUM 1999; TOLEDO *et al.,* 2003; BASTOS *et al.,* 2003; VASCONCELOS & ROSSA-FERES 2005; RIBEIRO-JÚNIOR & BERTOLUCI, 2009). Fato que pode ser explicado, entre outros motivos, pelo grau de preservação dos ambientes naturais encontrados na área e pelo período final da estação chuvosa que coincide com o fim da atividade reprodutiva da maioria das espécies levantadas através dos dados secundários.

A maioria dos anuros registrados segue um padrão sazonal de atividade, cuja grande parte das espécies apresenta comportamento reprodutivo nos meses mais quentes e úmidos do ano e a chuva parece ser o principal fator de regulação das atividades reprodutivas dos anuros (DUELLMAN, 1995), não só pela vulnerabilidade desses animais a dissecação, mas também porque a esta é fator determinante na viabilidade e duração dos sítios reprodutivos (GOTTSBERGER & GRUBER, 2004).

As áreas de estudo do empreendimento encontram-se claramente alterada, sendo possível observar a fragmentação do habitat. A alteração dos ecossistemas naturais, especialmente em virtude de ações antrópicas, implica na alteração ou mesmo eliminação completa dos microhabitats específicos explorados pelos anuros, sendo considerado o principal fator responsável pelos declínios populacionais de diversas espécies de anfíbios em escala global (YOUNG *et al.,* 2001).

A fragmentação e isolamento de habitats naturais constituem ameaças à biodiversidade regional, podendo causar impactos significativos à fauna, podendo influenciar diretamente na composição da herpetofauna, causando alteração nas comunidades.

De maneira geral, conclui-se que a herpetofauna registrada na área de estudo é composta, em sua maioria, por espécies com alta plasticidade ecológica e alta capacidade de tolerância a ambientes alterados, condizentes com a fisionomia registrada no local do empreendimento, sendo que a paisagem que compõe o cenário da região apresenta histórico de alto grau de degradação.

9.2.2.2 Avifauna

9.2.2.2.1 Introdução

As aves são excelentes bioindicadores para estudos ambientais, sendo o grupo de vertebrados terrestres mais rico em espécies no planeta, habitando uma ampla gama de ambientes (BRANDES, 2008). Sua importância é enorme, uma vez que permitem variadas interações benéficas ao ecossistema e ao homem, como controle de pestes, polinização, dispersão de sementes, limpeza de carniças, reciclagem de nutrientes, além de modificações no ambiente que beneficiam outras espécies (WHELAN *et al.*, 2015). Também apresentam muitos endemismos, especializações de hábitat e sensibilidade em resposta às alterações ambientais (STOTZ *et al.*, 1996).

A avifauna brasileira é composta por 1.971 espécies segundo o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (PACHECO *et al.*, 2021). Cerca de 15% dessas espécies são endêmicas do Brasil, sendo que a maioria desses endemismos está presente na Amazônia (20%), Mata Atlântica, (18%) (MITTERMEIER *et al.*, 2004; VALE *et al.*, 2018) e Cerrado (4,3%) (SILVA, 1995; CAVALCANTI, 1999).

O Cerrado, bioma onde está inserido o empreendimento, é o terceiro domínio mais rico em espécies de aves do Brasil, com mais de 830 espécies registradas ao longo de sua distribuição (SILVA, 1995; STOTZ *et al.*, 1996). Sua avifauna é a segunda mais ameaçada do país com diversas espécies na lista vermelha global e na lista nacional do ICMBio (MARINI & GARCIA, 2005; MMA, 2022).

O estudo da avifauna em empreendimentos presentes em Minas Gerais são imprescindíveis e podem trazer informações importantes sobre todo o ecossistema. As aves são consideradas ótimos indicadores biológicos, por ocuparem diferentes níveis da cadeia alimentar e tipos de habitats, frequentemente apresentando especificidade e rápidas respostas a impactos humano, além de serem um grupo bem conhecido e de fácil identificação em campo (QUINN *et al.*, 2011).

Neste sentido, ressalta-se a importância das informações fornecidas neste diagnóstico, realizado com base em dados coletados *in situ* com fins de caracterizar a avifauna, subsidiando uma avaliação mais precisa dos potenciais impactos, ao identificar as espécies de ocorrência mais significativa e que serão potencialmente afetadas pelas alterações ambientais esperadas.

9.2.2.2.2 Metodologia

9.2.2.2.2.1 Área de Estudo Regional – AER

As informações, assim como a lista de espécies e dados secundários utilizados para a caracterização da avifauna de potencial ocorrência na AER do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias têm como subsídios tanto a literatura técnica quanto a científica. Esses dados constam de pesquisas, projetos e de estudos ambientais desenvolvidos na região de Três Marias, São Gonçalo do Abaeté, Morada Nova de Minas e Buritizeiro, além dos

nomes das unidades de conservação próximas (Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Lavagem, Estação Ecológica de Pirapitinga e Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Barrão). Além disso, foram utilizados registros do principal banco de dados de ciência cidadã do Brasil (WikiAves - A Enciclopédia das Aves do Brasil - http://www.wikiaves.com). Desta forma, os dados secundários analisados e consultados referentes às publicações científicas e aos estudos ambientais do grupo encontram-se na Tabela 9-118, a qual apresenta dados como, por exemplo, a empresa executora, o ano de amostragem, a sazonalidade e os métodos de amostragem adotados.

Tabela 9-118: Estudos Ambientais selecionados para diagnóstico da avifauna na AER

Nome do Estudo	Ano	Empresa / Autor	Sazonalidade	Métodos de Amostragem
Plano de Manejo da Estação Ecológica de Pirapitinga	2013	ICMBio	Seca e Chuva	Dados Secundários
Range and conservation of the regionally Critically Endangered Black-collared Swallow, *Pygochelidon melanoleuca* (Wied, 1820) (Aves, Hirundinidae), in Minas Gerais, Brazil	2017	SILVA e colaboradores	Seca e Chuva	Registros ocasionais
Range and Natural History of Seven Poorly-Known Neotropical Rails	2012	LOPES e colaboradores	Seca e Chuva	Registros ocasionais
Setor Mineiro do Vale do Rio São Francisco	2011	VASCONCELOS e colaboradores	Seca e Chuva	Dados Secundários
Relatório da 01ª Campanha de Monitoramento de Fauna Terrestre 2020	2020	ARBORE	Seca e Chuva	Ponto de escuta e Lista de Machinnon
Relatório da 01ª Campanha de monitoramento de Fauna Terrestre 2022	2021	ARBORE	Chuva	Ponto de escuta e Lista de Machinnon
Relatório da 02ª Campanha de monitoramento de Fauna Terrestre 2022	2022	ARBORE	Seca	Ponto de escuta e Lista de Machinnon
WikiAves, a Enciclopédia das Aves do Brasil	-	Vários Autores	Seca e Chuva	Não Padronizado

9.2.2.2.2.2 Área de Estudo Local – AEL e Área Diretamente Afetada – ADA

9.2.2.2.2.2.1 Período de Amostragem

Para o diagnóstico e caracterização da comunidade de aves presentes na área de estudo foram realizadas duas campanhas, sendo uma no período de seca e uma no período chuvoso Tabela 9-119.

Tabela 9-119: Períodos de amostragem da avifauna nas áreas de estudo (AEL e ADA)

Campanha	Data	Pontos de Amostragem	Sazonalidade
1ª	20/03 a 28/03/2023	AVI01; AVI02; AVI03; AVI04; AVI05; AVI06; AVI07; AVI08; AVI09; AVI10; AVI11; AVI12; AVI13; AVI14; AVI15; AVI16; AVI17; AVI18; AVI19; AVI20; Rede01; Rede02; Rede03.	Chuvosa
2ª	14/06 a 18/06/2023	AVI01; AVI02; AVI03; AVI04; AVI05; AVI06; AVI07; AVI08; AVI09; AVI10; AVI11; AVI12; AVI13; AVI14; AVI15; AVI16; AVI17; AVI18; AVI19; AVI20; Rede01; Rede02; Rede03.	Seca

9.2.2.2.2.2.2 Descrição dos Pontos de amostragem

Foram selecionados 20 pontos amostrais para execução do levantamento da avifauna por meio de pontos de escuta e três pontos para realização de capturas por meio de redes de neblina. De forma geral, os locais de amostragem são caracterizados por formações florestais e savânicas perturbadas devido à exploração de madeira e pisoteio pelo gado. Mesmo as formações vegetais nativas já sofreram algum tipo de intervenção, estando em seus estágios secundários ou com diferentes graus de alteração.

A Tabela 9-120 apresenta a listagem dos pontos amostrais e breve descrição da fisionomia registrada. A Figura 9-106 ilustra a localização dos pontos de amostragem da avifauna. Em seguida, da Foto 9-123 a Foto 9-142, são apresentadas as principais características presente nos pontos.

Tabela 9-120: Localização geográfica e fisionomia vegetal predominante dos pontos amostrais realizados nas áreas de estudo (AEL e ADA)

Ponto/Área	Coordenadas UTM (Zona 23S | Datum SIRGAS2000)		Fitofisionomia predominante
	mE	mN	
AVI01	478.946	7.990.173	Pastagem / campo antropizado
AVI02	478.906	7.990.370	Pastagem / campo antropizado com acesso
AVI03	479.038	7.990.521	Pastagem / campo antropizado com acesso
AVI04	479.278	7.990.551	Pastagem / campo antropizado
AVI05	477.193	7.991.575	Formação florestal
AVI06	477.014	7.991.445	Pastagem / campo antropizado
AVI07	477.089	7.991.689	Formação florestal
AVI08	477.379	7.991.503	Área antropizada com acesso
AVI09	475.995	7.990.947	Formação florestal
AVI10	475.851	7.990.772	Pastagem / campo antropizado com acesso

Ponto/Área	Coordenadas UTM (Zona 23S | Datum SIRGAS2000)		Fitofisionomia predominante
	mE	mN	
AVI11	475.786	7.990.490	Pastagem / campo antropizado com acesso
AVI12	475.746	7.990.257	Pastagem / campo antropizado com acesso
AVI13	478.224	7.991.028	Área antropizada
AVI14	478.272	7.991.234	Pastagem / campo antropizado
AVI15	478.454	7.991.355	Pastagem / campo antropizado
AVI16	478.441	7.991.093	Pastagem / campo antropizado
AVI17	478.329	7.989.930	Área antropizada
AVI18	478.434	7.989.782	Pastagem / campo antropizado
AVI19	478.471	7.989.642	Pastagem / campo antropizado
AVI20	478.396	7.989.477	Pastagem / campo antropizado
Rede01	477204	7991552	Formação Florestal
Rede02	475927	7990848	Formação Florestal
Rede03	478327	7990931	Área Antropizada

473200 475200 477200 479200

7994250 7992250 7990250 7988250

São Gonçalo do Abaeté

Três Marias

Rio São Francisco

Córrego Martinha

Córrego Retiro Velho

Riacho da Consciência

Riacho Espírito Santo

Córrego da Lavagem

AVI01 AVI02 AVI03 AVI04 AVI05 AVI06 AVI07 AVI08 AVI09 AVI10 AVI11 AVI12 AVI13 AVI14 AVI15 AVI16 AVI17 AVI18 AVI19 AVI20

Rede01 Rede02 Rede03

Beira-Rio

BR-040

0 500 1.000 1.500 m

Legenda

- Pontos de Amostragem (Pontos de Escuta)
- Pontos de Amostragem (Rede de Neblina)
- Aglomerados Rurais
- Rodovias Federais
- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes e sem classificação
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Biótico



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023), AEL, AER, Pontos de Amostragem, Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023); Rodovias Federais (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-106: Localização dos pontos amostrais da avifauna nas Áreas de estudo (AEL e ADA)

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	30/08/2024	NXTM-DRS-EIA-Avifauna-A3-v00

| Foto 9-123: Vista parcial do ponto amostral AVI01



| Foto 9-124: Vista parcial do ponto amostral AVI02



| Foto 9-125: Vista parcial do ponto amostral AVI03



| Foto 9-126: Vista parcial do ponto amostral AVI04



| Foto 9-127: Vista parcial do ponto amostral AVI05



| Foto 9-128: Vista parcial do ponto amostral AVI06



| Foto 9-129: Vista parcial do ponto amostral AVI07



| Foto 9-130: Vista parcial do ponto amostral AVI08



| Foto 9-131: Vista parcial do ponto amostral AVI09



| Foto 9-132: Vista parcial do ponto amostral AVI10



| Foto 9-133: Vista parcial do ponto amostral AVI11



| Foto 9-134: Vista parcial do ponto amostral AVI12



| Foto 9-135: Vista parcial do ponto amostral AVI13



| Foto 9-136: Vista parcial do ponto amostral AVI14



| Foto 9-137: Vista parcial do ponto amostral AVI15



| Foto 9-138: Vista parcial do ponto amostral AVI16



| Foto 9-139: Vista parcial do ponto amostral AVI17



| Foto 9-140: Vista parcial do ponto amostral AVI18



| Foto 9-141: Vista parcial do ponto amostral AVI19



| Foto 9-142: Vista parcial do ponto amostral AVI20



Para a amostragem das aves por meio do método de redes de neblina, foram selecionados três pontos em posições distintas (Tabela 9-121). Duas linhas de rede foram alocadas em área de cerrado típico e uma em área de vegetação florestal. O intuito foi englobar as principais fitofisionomias, a fim de registrar a maior parte possível das espécies de aves.

| Tabela 9-121: Localização geográfica e fisionomia vegetal predominante dos pontos amostrais realizados nas áreas de estudo (AEL e ADA)

Ponto/Área	Coordenadas UTM (Zona 23S | Datum SIRGAS2000)		Fitofisionomia predominante
	mE	mN	
Rede01	477.204	7.991.552	Formação Campestre
Rede02	475.927	7.990.848	Formação florestal
Rede03	478.327	7.990.931	Formação Campestre

9.2.2.2.2.3 Coleta de Dados Primários

9.2.2.2.2.3.1 Pontos de Escuta

O método de ponto de escuta consiste no registro das espécies ao longo de um raio pré-definido durante 10 minutos (VIELLIARD *et al.*, 2010). Durante esse tempo foram registradas todas as espécies de aves observadas e/ou ouvidas e o número de indivíduos de cada uma delas (Foto 9-143 a Foto 9-144). Com o intuito de garantir a independência dos dados, os pontos foram estabelecidos distantes no mínimo 200 metros entre si (BIBBY *et al.*, 1993).

A amostragem foi realizada durante as primeiras horas do dia coincidindo com o período de maior atividade das aves. A identificação das espécies contou com o auxílio de binóculo. Sempre que possível, foi obtido registro fotográfico e sonoro, por meio de um gravador digital e microfone unidirecional.

Eventualmente, para confirmação de vocalizações não prontamente reconhecidas durante a execução do ponto ou para a atração e, consequente, visualização de indivíduos, foi utilizada a técnica de *playback* (LIMA & ROPER, 2009), utilizando-se aparelho reprodutor de áudio e caixa amplificadora. Esta técnica consiste na reprodução da vocalização de uma determinada espécie para sua atração e, consequente, visualização.

| Foto 9-143: Realização de ponto de escuta com auxílio de binóculo



| Foto 9-144: Registro de dados durante realização de ponto de escuta



9.2.2.2.2.3.2 Rede de Neblina

O uso de redes-de-neblina constitui em um método utilizado para a captura de aves que ocorrem no sub-bosque florestal, especialmente, de passeriformes (LOISELLE, 1998). Como vantagens deste método, pode-se citar o pequeno risco de identificação errônea das espécies, a maior chance de amostrar aves que raramente vocalizam, a possibilidade de marcação e aquisição de inúmeras informações impossíveis de serem adquiridas por outros métodos de amostragem, tais como medidas biométricas, dados biológicos como muda e placa de incubação, dentre outros (DEVELEY, 2003).

Ao longo de cada campanha, cada um dos pontos/áreas selecionados foi amostrado por uma manhã, sendo as capturas realizadas por meio de uma linha de 10 redes-de-neblina (10 x 3 m), instaladas em transectos (Foto 9-145 e Foto 9-146).

| Foto 9-145: Rede de neblina instalada



| Foto 9-146: Aves capturada em rede de neblina



As redes permaneceram abertas entre 06h00min e 12h00min e vistoriadas a cada 30 minutos, obtendo-se o esforço total de captura de E = 10.800 m^2.h (STRAUBE & BIANCONI, 2002; ROOS, 2010). Este valor é obtido por meio da fórmula:

E = área da rede x h x n

onde:

E = esforço de captura

Área da rede = a altura da rede multiplicada pelo comprimento;

h = o tempo de exposição (número de horas multiplicado pelo número de dias)

n = o número de redes.

Após a captura, as seguintes medidas biométricas (em mm) e dados biológicos foram tomadas: comprimento total, cabeça, bico, asa, cauda, tarso, peso, gordura, placa, muda de penas, parasita, sexo e classe etária (Foto 9-147 a Foto 9-148). Após a realização desse procedimento e registro fotográfico, as aves foram libertadas próximo ao local de captura.

| **Foto 9-147: Biometria de ave**



| **Foto 9-148: Avaliação da ave**



9.2.2.2.2.3.3 Identificação de Dados Primários

A nomenclatura adotada e a ordem taxonômica seguem a lista do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (PACHECO *et al.*, 2021). As aves migratórias foram classificadas de acordo com seu padrão de deslocamento com base em PARKER *et al.*, (1996), SICK (1997), SOMENZARI *et al.*, (2018) e BILLERMAN *et al.*, (2020) e nos mapas gerados pelos registros depositados na plataforma WikiAves (http://www.wikiaves.com.br), permitindo a identificação de espécies endêmicas ou restritas a um determinado Domínio Biogeográfico. As aves migratórias foram classificadas de acordo com seu padrão de deslocamento com base em PARKER *et al.*, (1996), SICK (1997), SOMENZARI *et al.*, (2018) e BILLERMAN *et al.*, (2020). A identificação de espécies dependentes, semi-dependentes ou independentes de formações florestais e/ou de áreas úmidas foi realizada de acordo com PARKER *et al.*, (1996), SICK (1997), ACCORDI (2010) e BILLERMAN *et al.*, (2020).

As categorias conservacionistas atribuídas às espécies registradas foram baseadas nas listas vigentes no âmbito global (IUCN 2023), nacional (MMA 2022) e estadual (COPAM 2010).

Atributos ecológicos e outras informações relevantes fornecidas para cada uma das espécies de interesse conservacionista registradas foram baseados em SICK (1997), MACHADO *et al.*, (1998) e BILLERMAN *et al.* (2020).

9.2.2.2.2.4 Análise dos Dados

9.2.2.2.2.4.1 Riqueza de Espécie

A estimativa do número de espécies presentes na área de estudo local foi obtida por meio de reamostragem pelo método *Jackknife* de 1ª ordem (MAGURRAN, 2011), que estima a riqueza com base na quantidade de unidades amostrais utilizadas no esforço empregado por cada método (DEVELEY, 2003). Foi gerada uma curva de rarefação de espécies (“curva do coletor”) com base

na riqueza observada e na riqueza estimada por *Jackknife*, utilizando o software *EstimateS* (COLWELL, 2013).

9.2.2.2.2.4.2 Abundância

Para a obtenção de indicativo de abundância e frequência relativa de cada espécie na comunidade foi calculado o Índice Pontual de Abundância (IPA = número de registros/número de pontos de escuta), com os dados de pontos de escuta. O IPA é considerado a melhor estimativa da representatividade de uma espécie na comunidade, pois relaciona o número médio de contatos dessa espécie por amostras, sendo possível, por meio dele, estimar a proporção de cada espécie na comunidade (VIELLIARD & SILVA, 1990).

9.2.2.2.2.4.3 Diversidade

Para avaliar a diversidade de aves entre as áreas foram calculados os índices de diversidade de Shannon (H') e de Equitabilidade (J'), utilizando os softwares Past (HAMMER *et al.*, 2001) e *EstimateS* 9.1.0 (COLWELL, 2013). Para o cálculo dos índices foram utilizados os números absolutos de registros para cada espécie obtidos durante a amostragem quantitativa.

9.2.2.2.2.4.4 Similaridade

Para melhor entender a distribuição das espécies ao longo da área, os agrupamentos de pontos foram considerados como conjuntos de uma mesma área. Assim, todos os pontos próximos foram agrupados. Para verificar se esses grupos apresentam um mesmo padrão que representa a estruturação da comunidade foi realizada uma análise de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS), segundo MANLY (2008). Para testar se existe diferença significativa entre os agrupamentos apresentados pelo resultado do NMDS foi realizada uma análise de similaridade (ANOSIM), baseada no Coeficiente de Bray-Curtis.

9.2.2.2.3 Resultados

9.2.2.2.3.1 Área de Estudo Regional – AER

Foram encontradas 306 espécies de aves potencialmente ocorrentes para a AER (Tabela 9-122). As espécies distribuíram-se em 26 ordens (Gráfico 9-178) e 63 famílias (Gráfico 9-179), sendo os grupos com maior riqueza: a ordem Passeriforme com 163 espécies, e as famílias Tyrannidae com 46 espécies e Thraupidae com 39 espécies. Estes resultados já eram esperados, visto que estes táxons são os mais ricos para a avifauna brasileira (PIACENTINI *et al.*, 2015). Ressalta-se, entretanto, que, embora muitas espécies ocorram nas áreas do entorno, algumas delas podem não ocorrer na área de estudo local, devido à descaracterização dos ambientes. Espécies características de campos naturais ou de áreas úmidas preservadas, por exemplo, dificilmente teriam condições suficientes para sobreviver na área de estudo local.

Gráfico 9-178: Representatividade das ordens de aves registradas através de dados secundários com potencial ocorrência para a AER

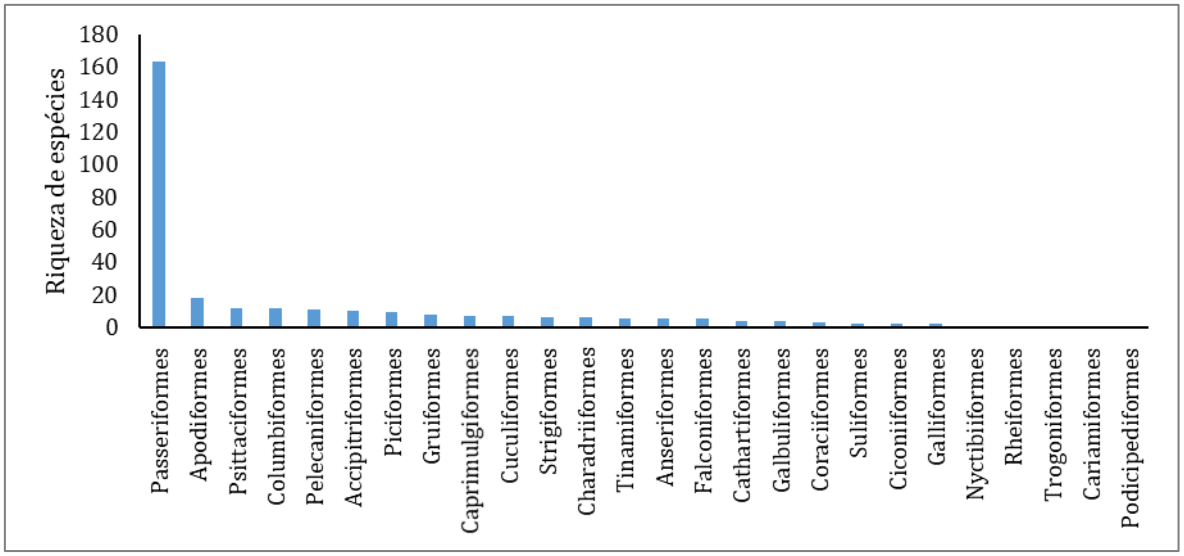


Gráfico 9-179: Representatividade das famílias da avifauna registradas através de dados secundários com potencial ocorrência para a AER

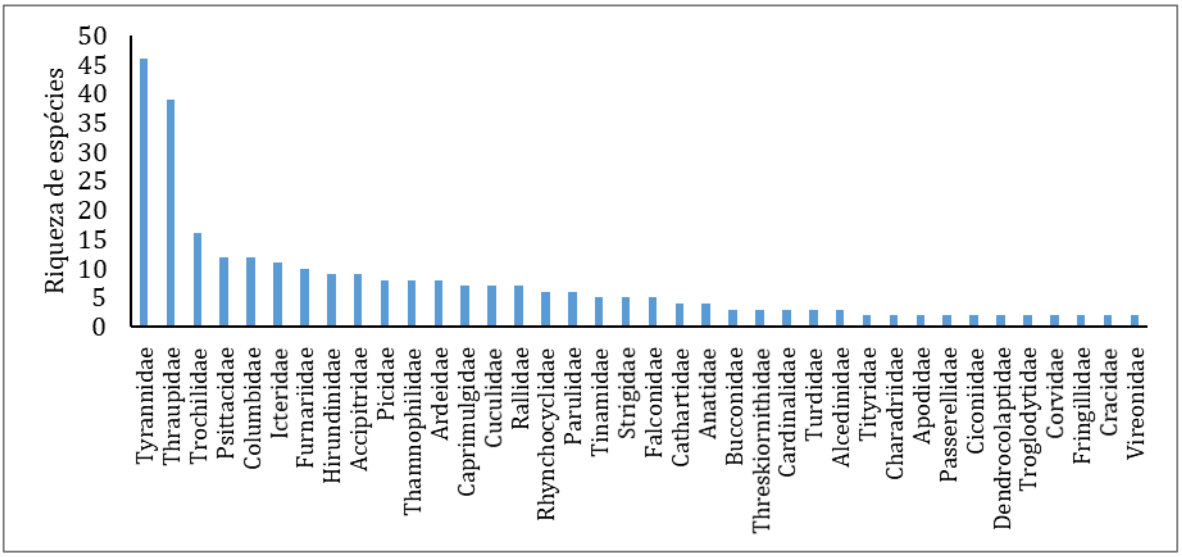


Tabela 9-122: Lista de espécies da avifauna registrada por meio de levantamento de dados secundários para a AER

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	*Status* de Conservação			Referência Bibliográfica
			COPAM	MMA	IUCN	
Ordem Rheiformes						
Família Rheidae						
Rhea americana	ema	-	-	-	NT	A F
Ordem Tinamiformes						
Família Tinamidae						
Crypturellus undulatus	jaó	-	-	-	-	F
Crypturellus parvirostris	inambu-chororó	-	-	-	-	A B F
Crypturellus tataupa	inambu-chintã	-	-	-	-	F
Rhynchotus rufescens	perdiz	-	-	-	-	A B F

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	*Status* de Conservação			Referência Bibliográfica
			COPAM	MMA	IUCN	
Nothura maculosa	codorna-amarela	-	-	-	-	F
Ordem Anseriformes						
Família Anhimidae						
Anhima cornuta	anhuma	-	-	-	-	F
Família Anatidae						
Dendrocygna viduata	irerê	-	-	-	-	A B F
Dendrocygna autumnalis	marreca-cabocla	-	-	-	-	A B F
Cairina moschata	pato-do-mato	-	-	-	-	A B F
Amazonetta brasiliensis	ananaí	-	-	-	-	A B F
Ordem Galliformes						
Família Cracidae						
Penelope superciliaris	jacupemba	-	-	-	-	A B F
Crax fasciolata	mutum-de-penacho	-	EN	-	VU	A F
Ordem Podicipediformes						
Família Podicipedidae						
Tachybaptus dominicus	mergulhão-pequeno	-	-	-	-	A F
Ordem Ciconiiformes						
Família Ciconiidae						
Jabiru mycteria	tuiuiú	-	EN	-	-	F
Mycteria americana	cabeça-seca	-	VU	-	-	A B F
Ordem Suliformes						
Família Phalacrocoracidae						
Nannopterum brasilianus	biguá	-	-	-	-	A B F
Família Anhingidae						
Anhinga anhinga	biguatinga	-	-	-	-	A F
Ordem Pelecaniformes						
Família Ardeidae						
Tigrisoma lineatum	socó-boi	-	-	-	-	F
Nycticorax nycticorax	socó-dorminhoco	-	-	-	-	A F
Butorides striata	socozinho	-	-	-	-	A B F
Bubuus ibis	garça-vaqueira	-	-	-	-	A B F
Ardea cocoi	garça-moura	-	-	-	-	A B F
Ardea alba	garça-branca	-	-	-	-	A B F
Syrigma sibilatrix	maria-faceira	-	-	-	-	A B F
Egretta thula	garça-branca-pequena	-	-	-	-	A B F
Família Threskiornithidae						
Mesembrinibis cayennensis	coró-coró	-	-	-	-	F
Theristicus caudatus	curicaca	-	-	-	-	A B F
Platalea ajaja	colhereiro	-	VU	-	-	A B F
Ordem Cathartiformes						
Família Cathartidae						
Cathartes aura	urubu-de-cabeça-vermelha	-	-	-	-	A B F
Cathartes burrovianus	urubu-de-cabeça-amarela	-	-	-	-	A F
Coragyps atratus	urubu	-	-	-	-	A B F
Sarcoramphus papa	urubu-rei	-	-	NT	-	A B F
Ordem Accipitriformes						
Família Pandionidae						
Pandion haliaetus	águia-pescadora	-	-	-	-	A B E F
Família Accipitridae						
Leptodon cayanensis	gavião-gato	-	-	-	-	A F

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	*Status* de Conservação			Referência Bibliográfica
			COPAM	MMA	IUCN	
Ictinia plumbea	sovi	-	-	-	-	A B F
Busarellus nigricollis	gavião-belo	-	-	-	-	F
Rostrhamus sociabilis	gavião-caramujeiro	-	-	-	-	A
Geranospiza caerulescens	gavião-pernilongo	-	-	-	-	A F
Heterospizias meridionalis	gavião-caboclo	-	-	-	-	A B F
Urubitinga urubitinga	gavião-preto	-	-	-	-	A F
Rupornis magnirostris	gavião-carijó	-	-	-	-	A B F
Geranoaetus albicaudatus	gavião-de-rabo-branco	-	-	-	-	A F
Ordem Gruiformes						
Família Aramidae						
Aramus guarauna	carão	-	-	-	-	A B F
Família Rallidae						
Micropygia schomburgkii	maxalalagá	-	EN	NT	-	A
Aramides cajaneus	saracura-três-potes	-	-	-	-	A B F
Mustelirallus albicollis	sanã-carijó	-	-	-	-	F
Pardirallus maculatus	saracura-carijó	-	-	-	-	D
Pardirallus nigricans	saracura-sanã	-	-	-	-	F
Gallinula galeata	galinha-d'água	-	-	-	-	A F
Porphyrio martinicus	frango-d'água-azul	-	-	-	-	A
Ordem Charadriiformes						
Família Charadriidae						
Vanellus chilensis	quero-quero	-	-	-	-	A B F
Charadrius collaris	batuíra-de-coleira	-	-	-	-	A B
Família Recurvirostridae						
Himantopus melanurus	pernilongo-de-costas-brancas	-	-	-	-	A B
Família Scolopacidae						
Actitis macularius	maçarico-pintado	-	-	-	-	A E
Família Jacanidae						
Jacana jacana	jaçanã	-	-	-	-	A B F
Família Sternidae						
Phaetusa simplex	trinta-réis-grande	-	-	-	-	A B F
Ordem Columbiformes						
Família Columbidae						
Columbina talpacoti	rolinha	-	-	-	-	A B F
Columbina squammata	fogo-apagou	-	-	-	-	A B F
Columbina picui	rolinha-picuí	-	-	-	-	A F
Claravis pretiosa	pararu-azul	-	-	-	-	F
Uropelia campestris	rolinha-vaqueira	-	-	-	-	A F
Columba livia	pombo-doméstico	-	-	NA	-	A F
Patagioenas picazuro	asa-branca	-	-	-	-	A B F
Patagioenas cayennensis	pomba-galega	-	-	-	-	A B F
Patagioenas plumbea	pomba-amargosa	-	-	-	-	F
Zenaida auriculata	avoante	-	-	-	-	A F
Leptotila verreauxi	juriti-pupu	-	-	-	-	A B F
Leptotila rufaxilla	juriti-de-testa-branca	-	-	-	-	F
Ordem Cuculiformes						
Família Cuculidae						
Piaya cayana	alma-de-gato	-	-	-	-	A B F
Coccyzus melacoryphus	papa-lagarta	-	-	-	-	A
Coccyzus euleri	papa-lagarta-de-euler	-	-	-	-	A
Crotophaga major	anu-coroca	-	-	-	-	F

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	*Status* de Conservação			Referência Bibliográfica
			COPAM	MMA	IUCN	
Crotophaga ani	anu-preto	-	-	-	-	A B F
Guira guira	anu-branco	-	-	-	-	A B F
Tapera naevia	saci	-	-	-	-	F
Ordem Strigiformes						
Família Tytonidae						
Tyto furcata	suindara	-	-	-	-	F
Família Strigidae						
Megascops choliba	corujinha-do-mato	-	-	-	-	A B F
Bubo virginianus	jacurutu	-	-	-	-	F
Glaucidium brasilianum	caburé	-	-	-	-	A B F
Athene cunicularia	coruja-buraqueira	-	-	-	-	A B F
Aegolius harrisii	caburé-acanelado	-	-	-	-	A
Ordem Nyctibiiformes						
Família Nyctibiidae						
Nyctibius griseus	urutau	-	-	-	-	A B F
Ordem Caprimulgiformes						
Família Caprimulgidae						
Antrostomus rufus	joão-corta-pau	-	-	-	-	A B F
Nyctidromus albicollis	bacurau	-	-	-	-	A B F
Hydropsalis parvula	bacurau-chintã	-	-	-	-	A B F
Hydropsalis maculicaudus	bacurau-de-rabo-maculado	-	-	-	-	A
Hydropsalis torquata	bacurau-tesoura	-	-	-	-	A F
Nannochordeiles pusillus	bacurauzinho	-	-	-	-	A B F
Chordeiles minor	bacurau-norte-americano	-	-	-	-	A
Ordem Apodiformes						
Família Apodidae						
Streptoprocne zonaris	taperuçu-de-coleira-branca	-	-	-	-	A B F
Tachornis squamata	andorinhão-do-buriti	-	-	-	-	A B F
Família Trochilidae						
Phaethornis pretrei	rabo-branco-acanelado	-	-	-	-	A B F
Campylopterus largipennis	asa-de-sabre-cinza	-	-	-	-	F
Eupetomena macroura	beija-flor-tesoura	-	-	-	-	A B F
Florisuga fusca	beija-flor-preto	-	-	-	-	F
Colibri serrirostris	beija-flor-de-orelha-violeta	-	-	-	-	A B F
Anthracothorax nigricollis	beija-flor-de-veste-preta	-	-	-	-	A
Chlorostilbon lucidus	besourinho-de-bico-vermelho	-	-	-	-	A B F
Thalurania furcata	beija-flor-tesoura-verde	-	-	-	-	A F
Hylocharis chrysura	beija-flor-dourado	-	-	-	-	F
Amazilia versicolor	beija-flor-de-banda-branca	-	-	-	-	F
Amazilia fimbriata	beija-flor-de-garganta-verde	-	-	-	-	A F
Amazilia lactea	beija-flor-de-peito-azul	-	-	-	-	F
Heliothryx auritus	beija-flor-de-bochecha-azul	-	-	-	-	F

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	*Status* de Conservação			Referência Bibliográfica
			COPAM	MMA	IUCN	
Heliactin bilophus	chifre-de-ouro	-	-	-	-	A B F
Heliomaster squamosus	bico-reto-de-banda-branca	-	-	-	-	A F
Calliphlox amethystina	estrelinha-ametista	-	-	-	-	A
Ordem Trogoniformes						
Família Trogonidae						
Trogon surrucura	surucuá-variado	-	-	-	-	A F
Ordem Coraciiformes						
Família Aedinidae						
Megaceryle torquata	martim-pescador-grande	-	-	-	-	A B F
Chloroceryle amazona	martim-pescador-verde	-	-	-	-	A B F
Chloroceryle americana	martim-pescador-pequeno	-	-	-	-	A F
Ordem Galbuliformes						
Família Galbulidae						
Galbula ruficauda	ariramba	-	-	-	-	A F
Família Bucconidae						
Nystalus chacuru	joão-bobo	-	-	-	-	A B F
Nystalus maculatus	rapazinho-dos-velhos	-	-	-	-	A F
Nonnula rubecula	macuru	-	-	-	-	A F
Ordem Piciformes						
Família Ramphastidae						
Ramphastos toco	tucanuçu	-	-	-	-	A B F
Família Picidae						
Picumnus albosquamatus	picapauzinho-escamoso	-	-	-	-	A F
Melanerpes candidus	pica-pau-branco	-	-	-	-	A B F
Veniliornis passerinus	pica-pau-pequeno	-	-	-	-	A B F
Veniliornis mixtus	pica-pau-chorão	-	-	-	-	A F
Colaptes melanochloros	pica-pau-verde-barrado	-	-	-	-	A B F
Colaptes campestris	pica-pau-do-campo	-	-	-	-	A B F
Dryocopus lineatus	pica-pau-de-banda-branca	-	-	-	-	A B F
Campephilus melanoleucos	pica-pau-de-topete-vermelho	-	-	-	-	A B F
Ordem Cariamiformes						
Família Cariamidae						
Cariama cristata	seriema	-	-	-	-	A B F
Ordem Falconiformes						
Família Falconidae						
Caracara plancus	carcará	-	-	-	-	A B F
Milvago chimachima	carrapateiro	-	-	-	-	A B F
Herpetotheres cachinnans	acauã	-	-	-	-	A F
Falco sparverius	quiriquiri	-	-	-	-	A B F
Falco femoralis	falcão-de-coleira	-	-	-	-	A B F
Ordem Psittaciformes						
Família Psittacidae						
Ara ararauna	arara-canindé	-	VU	-	-	A B F
Orthopsittaca manilatus	maracanã-do-buriti	-	-	-	-	A B F

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	*Status* de Conservação			Referência Bibliográfica
			COPAM	MMA	IUCN	
Diopsittaca nobilis	maracanã-pequena	-	-	-	-	A B F
Psittacara leucophthalmus	periquitão	-	-	-	-	A B F
Eupsittula aurea	periquito-rei	-	-	-	-	A B F
Eupsittula cactorum	periquito-da-caatinga	-	-	-	-	A B F
Pyrrhura frontalis	tiriba	MA	-	-	-	A
Forpus xanthopterygius	tuim	-	-	-	-	A B F
Brotogeris chiriri	periquito-de-encontro-amarelo	-	-	-	-	A B F
Alipiopsitta xanthops	papagaio-galego	-	-	NT	NT	A F
Pionus maximiliani	maitaca	-	-	-	-	F
Amazona aestiva	papagaio	-	-	NT	-	A B F
Ordem Passeriformes						
Família Thamnophilidae						
Formicivora rufa	papa-formiga-vermelho	-	-	-	-	A F
Herpsilochmus atricapillus	chorozinho-de-chapéu-preto	-	-	-	-	F
Herpsilochmus longirostris	chorozinho-de-bico-comprido	CE	-	-	-	F
Thamnophilus doliatus	choca-barrada	-	-	-	-	F
Thamnophilus torquatus	choca-de-asa-vermelha	-	-	-	-	A B F
Thamnophilus pelzelni	choca-do-planalto	-	-	-	-	F
Thamnophilus caerulescens	choca-da-mata	-	-	-	-	A B F
Taraba major	choró-boi	-	-	-	-	A F
Família Melanopareiidae						
Melanopareia torquata	tapaculo-de-colarinho	CE	-	-	-	A F
Família Scleruridae						
Geositta poeciloptera	andarilho	CE	EN	EN	VU	A
Família Dendrocolaptidae						
Campylorhamphus trochilirostris	arapaçu-beija-flor	-	-	-	-	F
Lepidocolaptes angustirostris	arapaçu-de-cerrado	-	-	-	-	A B F
Família Furnariidae						
Furnarius figulus	casaca-de-couro-da-lama	-	-	-	-	A F
Furnarius leucopus	casaca-de-couro-amarelo	-	-	-	-	F
Furnarius rufus	joão-de-barro	-	-	-	-	A B F
Clibanornis rectirostris	cisqueiro-do-rio	CE	-	-	-	A F
Phacellodomus rufifrons	joão-de-pau	-	-	-	-	A B F
Phacellodomus ruber	graveteiro	-	-	-	-	A F
Certhiaxis cinnamomeus	curutié	-	-	-	-	A B F
Synallaxis frontalis	petrim	-	-	-	-	A B F
Synallaxis albescens	uí-pi	-	-	-	-	F
Synallaxis spixi	joão-teneném	-	-	-	-	F
Família Pipridae						
Antilophia galeata	soldadinho	CE	-	-	-	A F
Família Tityridae						
Pachyramphus polychopterus	caneleiro-preto	-	-	-	-	A B F
Pachyramphus validus	caneleiro-de-chapéu-preto	-	-	-	-	F
Família Rhynchocyclidae						
Corythopis delalandi	estalador	-	-	-	-	F

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	*Status* de Conservação			Referência Bibliográfica
			COPAM	MMA	IUCN	
Phylloscartes roquettei	cara-dourada	-	EN	EN	EN	A
Tolmomyias sulphurescens	bico-chato-de-orelha-preta	-	-	-	-	A F
Tolmomyias flaviventris	bico-chato-amarelo	-	-	-	-	F
Todirostrum cinereum	ferreirinho-relógio	-	-	-	-	A F
Hemitriccus margaritaceiventer	sebinho-de-olho-de-ouro	-	-	-	-	A B F
Família Tyrannidae						
Hirundinea ferruginea	gibão-de-couro	-	-	-	-	A B F
Camptostoma obsoletum	risadinha	-	-	-	-	A B F
Elaenia flavogaster	guaracava-de-barriga-amarela	-	-	-	-	A B F
Elaenia spectabilis	guaracava-grande	-	-	-	-	A
Elaenia cristata	guaracava-de-topete-uniforme	-	-	-	-	F
Elaenia chiriquensis	chibum	-	-	-	-	A F
Elaenia obscura	tucão	-	-	-	-	A F
Suiriri suiriri	suiriri-cinzento	-	-	-	-	A F
Suiriri affinis	suiriri-da-chapada	-	-	DD	NT	A B
Myiopagis viridicata	guaracava-de-crista-alaranjada	-	-	-	-	F
Capsiempis flaveola	marianinha-amarela	-	-	-	-	F
Phaeomyias murina	bagageiro	-	-	-	-	A B F
Phyllomyias fasciatus	piolhinho	-	-	-	-	F
Culicivora caudacuta	papa-moscas-do-campo	-	VU	-	VU	A
Serpophaga subcristata	alegrinho	-	-	-	-	A B F
Legatus leucophaius	bem-te-vi-pirata	-	-	-	-	F
Myiarchus swainsoni	irré	-	-	-	-	A F
Myiarchus ferox	maria-cavaleira	-	-	-	-	A B F
Myiarchus tyrannulus	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado	-	-	-	-	A B F
Sirystes sibilator	gritador	-	-	-	-	F
Casiornis rufus	maria-ferrugem	-	-	-	-	F
Pitangus sulphuratus	bem-te-vi	-	-	-	-	A B F
Machetornis rixosa	suiriri-cavaleiro	-	-	-	-	A F
Myiodynastes maculatus	bem-te-vi-rajado	-	-	-	-	A F
Megarynchus pitangua	neinei	-	-	-	-	A B F
Myiozetetes cayanensis	bentevizinho-de-asa-ferrugínea	-	-	-	-	F
Myiozetetes similis	bentevizinho-de-penacho-vermelho	-	-	-	-	A B F
Tyrannus albogularis	suiriri-de-garganta-branca	-	-	-	-	A B F
Tyrannus melancholicus	suiriri	-	-	-	-	A B F
Tyrannus savana	tesourinha	-	-	-	-	A B F
Griseotyrannus aurantioatrocristatus	peitica-de-chapéu-preto	-	-	-	-	A
Empidonomus varius	peitica	-	-	-	-	A B
Colonia colonus	viuvinha	-	-	-	-	A F
Myiophobus fasciatus	filipe	-	-	-	-	A F
Sublegatus modestus	guaracava-modesta	-	-	-	-	A F

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	*Status* de Conservação			Referência Bibliográfica
			COPAM	MMA	IUCN	
Pyrocephalus rubinus	príncipe	-	-	-	-	A F
Fluvicola nengeta	lavadeira-mascarada	-	-	-	-	A B F
Arundinicola leucocephala	freirinha	-	-	-	-	F G H
Gubernetes yetapa	tesoura-do-brejo	-	-	-	-	F
Cnemotriccus fuscatus	guaracavuçu	-	-	-	-	F
Lathrotriccus euleri	enferrujado	-	-	-	-	F
Knipolegus lophotes	maria-preta-de-penacho	-	-	-	-	A F
Satrapa icterophrys	suiriri-pequeno	-	-	-	-	A
Xolmis cinereus	primavera	-	-	-	-	A B F G H
Xolmis velatus	noivinha-branca	-	-	-	-	A B F
Xolmis irupero	noivinha	-	-	-	-	F
Família Vireonidae						
Cyclarhis gujanensis	pitiguari	-	-	-	-	A B F
Hylophilus amaurocephalus	vite-vite-de-olho-cinza	-	-	-	-	F
Família Corvidae						
Cyanocorax cristatellus	gralha-do-campo	CE	-	-	-	A B F
Cyanocorax cyanopogon	gralha-cancã	-	-	-	-	A B F
Família Hirundinidae						
Pygochelidon cyanoleuca	andorinha-pequena-de-casa	-	-	-	-	A B F
Pygochelidon melanoleuca	andorinha-de-coleira	-	-	NT	-	C
Alopochelidon fucata	andorinha-morena	-	-	-	-	A
Stelgidopteryx ruficollis	andorinha-serradora	-	-	-	-	A B F
Progne tapera	andorinha-do-campo	-	-	-	-	A B F
Progne chalybea	andorinha-grande	-	-	-	-	F G H
Tachycineta albiventer	andorinha-do-rio	-	-	-	-	A B F
Tachycineta leucorrhoa	andorinha-de-sobre-branco	-	-	-	-	A B F
Hirundo rustica	andorinha-de-bando	-	-	-	-	F
Família Troglodytidae						
Troglodytes musculus	corruíra	-	-	-	-	A B F
Cantorchilus leucotis	garrinchão-de-barriga-vermelha	-	-	-	-	A B F
Família Donacobiidae						
Donacobius atricapilla	japacanim	-	-	-	-	A F
Família Polioptilidae						
Polioptila dumicola	balança-rabo-de-máscara	-	-	-	-	A F
Família Turdidae						
Turdus leucomelas	sabiá-branco	-	-	-	-	A B F
Turdus rufiventris	sabiá-laranjeira	-	-	-	-	A B F
Turdus amaurochalinus	sabiá-poca	-	-	-	-	A B F
Família Mimidae						
Mimus saturninus	sabiá-do-campo	-	-	-	-	A B F
Família Motacillidae						
Anthus lutescens	caminheiro-zumbidor	-	-	-	-	A B F
Família Passerellidae						
Zonotrichia capensis	tico-tico	-	-	-	-	A F
Ammodramus humeralis	tico-tico-do-campo	-	-	-	-	A B F
Família Parulidae						
Setophaga pitiayumi	mariquita	-	-	-	-	A

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	*Status* de Conservação			Referência Bibliográfica
			COPAM	MMA	IUCN	
Geothlypis aequinoctialis	pia-cobra	-	-	-	-	F
Basileuterus culicivorus	pula-pula	-	-	-	-	A B F
Myiothlypis flaveola	canário-do-mato	-	-	-	-	A B F
Myiothlypis leucoblephara	pula-pula-assobiador	-	-	-	-	F
Myiothlypis leucophrys	pula-pula-de-sobrancelha	CE	-	-	-	A
Família Icteridae						
Psarocolius decumanus	japu	-	-	-	-	A B F
Cacicus haemorrhous	guaxe	-	-	-	-	F
Icterus pyrrhopterus	encontro	-	-	-	-	A F
Icterus jamacaii	corrupião	-	-	-	-	A B F
Gnorimopsar chopi	pássaro-preto	-	-	-	-	A B F
Chrysomus ruficapillus	garibaldi	-	-	-	-	A F
Pseudoleistes guirahuro	chopim-do-brejo	-	-	-	-	F G H
Molothrus rufoaxillaris	chupim-azeviche	-	-	-	-	F G H
Molothrus oryzivorus	iraúna-grande	-	-	-	-	A F
Molothrus bonariensis	chupim	-	-	-	-	A F G H
Sturnella superciliaris	polícia-inglesa-do-sul	-	-	-	-	A F G H
Família Thraupidae						
Porphyrospiza caerulescens	campainha-azul	CE	-	-	NT	A F
Neothraupis fasciata	cigarra-do-campo	-	-	-	NT	A B F
Cissopis leverianus	tietinga	-	-	-	-	F
Schistochlamys melanopis	sanhaço-de-coleira	-	-	-	-	A F
Schistochlamys ruficapillus	bico-de-veludo	-	-	-	-	A
Paroaria dominicana	cardeal-do-nordeste	-	-	-	-	A
Tangara sayaca	sanhaço-cinzento	-	-	-	-	A B F
Tangara palmarum	sanhaço-do-coqueiro	-	-	-	-	A B F
Tangara cayana	saíra-amarela	-	-	-	-	A B F
Nemosia pileata	saíra-de-chapéu-preto	-	-	-	-	A B F
Compsothraupis loricata	tiê-caburé	-	-	-	-	A
Conirostrum speciosum	figuinha-de-rabo-castanho	-	-	-	-	F
Sicalis citrina	canário-rasteiro	-	-	-	-	A F
Sicalis flaveola	canário-da-terra	-	-	-	-	A F
Sicalis columbiana	canário-do-amazonas	-	-	-	-	A F
Hemithraupis guira	saíra-de-papo-preto	-	-	-	-	F
Volatinia jacarina	tiziu	-	-	-	-	A B F
Coryphospingus pileatus	tico-tico-rei-cinza	-	-	-	-	A B F
Coryphospingus cucullatus	tico-tico-rei	-	-	-	-	F G H
Tachyphonus rufus	pipira-preta	-	-	-	-	A F
Tachyphonus coronatus	tiê-preto	MA	-	-	-	A B F
Ramphocelus carbo	pipira-vermelha	-	-	-	-	A B F
Charitospiza eucosma	mineirinho	CE	-	-	NT	A F
Tersina viridis	saí-andorinha	-	-	-	-	A B F
Dacnis cayana	saí-azul	-	-	-	-	A B F
Coereba flaveola	cambacica	-	-	-	-	A F
Sporophila lineola	bigodinho	-	-	-	-	A B F
Sporophila plumbea	patativa	-	-	-	-	A F
Sporophila nigricollis	baiano	-	-	-	-	A B F
Sporophila ardesiaca	papa-capim-de-costas-cinzas	-	-	-	-	A
Sporophila caerulescens	coleirinho	-	-	-	-	A B F G H

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	*Status* de Conservação			Referência Bibliográfica
			COPAM	MMA	IUCN	
Sporophila bouvreuil	caboclinho	-	-	-	-	A
Sporophila angolensis	curió	-	CR	-	-	F G H
Coryphaspiza melanotis	tico-tico-de-máscara-negra	-	EN	EN	VU	A
Emberizoides herbicola	canário-do-campo	-	-	-	-	A F G H
Saltatricula atricollis	batuqueiro	CE	-	-	-	A B F G H
Saltator similis	trinca-ferro	-	-	-	-	A B F G H
Thlypopsis sordida	saí-canário	-	-	-	-	F G H
Cypsnagra hirundinacea	bandoleta	-	-	-	-	A F G H
Família Cardinalidae						
Piranga flava	sanhaço-de-fogo	-	-	-	-	A F G H
Amaurospiza moesta	negrinho-do-mato	-	VU	-	-	A F G H
Cyanoloxia brissonii	azulão	-	-	-	-	F G H
Família Fringillidae						
Spinus magellanicus	pintassilgo	-	-	-	-	F G H
Euphonia chlorotica	fim-fim	-	-	-	-	A B F G H
Família Passeridae						
Passer domesticus	pardal	-	-	NA	-	A F G H

Legenda - Endemismo: Mata Atlântica (MA); Cerrado (CE). **Status de Conservação:** Deficiente em Dados (DD), Quase ameaçada (NT), Vulnerável (VU), Em perigo (EN), Criticamente em Perigo (CR), Dados Deficientes (DD). **Referências Bibliográficas:** [A] WikiAves; [B] ICMBio, (2013); [C] Silva *et al.*, (2017); [D] Lopes *et al.*, (2012); [E] Vasconcelos *et al.*, (2011); [F] Arbore, (2020); [G] Arbore, (2021); H Arbore, (2022).

Vinte e uma espécies de aves registradas na região de inserção do empreendimento merecem maior atenção em relação à sua conservação pois se encontram deficientes em dados, quase ameaçadas ou em alguma categoria de ameaça nas listas estadual, nacional e/ou mundial (COPAM, 2010; ICMBIO, 2018; IUCN, 2020). *Mycteria americana* (cabeça-seca) e *Jabiru mycteria* (tuiuiú) são grandes ciconídeos que vivem a beira dos rios e banhados a procura de peixes. Uma vez que a área de estudo se encontra às margens do rio São Francisco, considera-se que estas espécies têm grande potencial de ocorrerem na área de estudo.

Platalea ajaja (colhereiro), assim como as duas espécies anteriores, vive às margens dos cursos d'água da região. Vulnerável em Minas Gerias, foi registrada em vários lugares da região, incluindo às margens do rio São Francisco (ARBORE, 2020).

Sarcoramphus papa (urubu-rei), espécie de ocorrência pontual, ao longo de sua área de distribuição vive em áreas abertas, campestres as vezes montanhosas. Vive solitário ou em casal, geralmente não se juntando as outras espécies de urubus. Na região do estudo foi encontrada em diversas localidades (ICMBio, 2013; SILVA *et al.*, 2017).

Ara ararauna (arara-canindé) é um inconfundível psitacídeo brasileiro, habitat diversas regiões savânicas, em especial o Cerrado. Na área de estudo, a espécie foi registrada em diversas localidades, sendo considerada relativamente comum.

Pygochelidon melanoleuca (andorinha-de-coleira). Espécie de andorinha próxima a ameaça de extinção no Brasil, vive em trechos de rios encachoeirados, onde captura invertebrados em voo. Na região, foi encontrada em diversas localidades (SILVA *et al.*, 2017). Embora o trecho do rio ao

qual o empreendimento está próximo não seja de corredeira ou encachoeirados, não se pode descartar a potencial ocorrência da ave no local.

Amazona aestiva (papagaio) é uma espécie de papagaio muita apreciada como animal de estimação e é comum na região (ICMBio, 2013, ARBORE, 2020). Sua ocorrência na área é esperada, visto que ainda são encontrados fragmentos de cerrado e floresta.

Além destas, foram encontradas 10 espécies endêmicas do Cerrado (SILVA, 1995) e duas espécies de aves endêmicas da Mata Atlântica (VALE *et al.*, 2018). Estas espécies, de um modo geral, são comuns e amplamente distribuídas por todo o bioma e não são foco de esforços para conservação. Destacam-se *Porphyrospiza caerulescens* e *Charitospiza eucosma*, quase ameaçadas em nível global e *Geositta poeciloptera*, ameaçada em Minas Gerais, no Brasil e vulnerável no mundo. Estas três espécies, endêmicas do cerrado, habitam áreas de cerrado preservado, especialmente campos naturais. Uma vez que ainda restam fragmentos de cerrado típico em alguns pontos da região, não se pode descartar a possibilidade dessas espécies habitarem as áreas de estudo do Projeto.

A comunidade registrada também abriga 71 espécies de interesse econômico, sendo 55 de xerimbabos e 16 cinegéticas e de valor alimentar. Ressalta-se que a classificação das espécies nestas categorias levou em consideração o contexto regional e não apenas informações gerais.

Como xerimbabos, as aves mais buscadas são as chamadas aves de gaiola ou aves canoras e os psitacídeos. Foram registradas 12 espécies de Psittacidae e 29 de Thraupidae. As espécies de Psittacidae são comumente procuradas como animal de estimação devido à habilidade de imitar a voz humana, combinada com a inteligência, beleza e docilidade (SICK, 2001). Estas aves são as mais procuradas por comerciantes ilegais (RENCTAS, 2001).

Além disso, foram registradas seis espécies migratórias e 33 espécies parcialmente migratórias conforme SOMENZARI (2018). O estado de Minas Gerais apresenta apenas algumas áreas de concentração de espécies migratórias, onde geralmente repousam brevemente durante o processo migratório, ficando as áreas reprodutivas concentradas, principalmente, na região amazônica, litorânea, no Pantanal e no sul do país.

Por outro lado, também foram encontradas espécies problema, destacando-se duas exóticas no Brasil, o pardal (*Passer domesticus*) e o pombo (*Columba livia*). Trata-se de espécies típicas de centros urbanos e que dificilmente frequentam áreas naturais.

9.2.2.2.3.2 Área de Estudo Local – AEL e Área Diretamente Afetada – ADA

9.2.2.2.3.2.1 Riqueza de Espécies

A amostragem na área de estudo local resultou em um total de 627 registros, ao longo da 1ª e 2ª campanha de levantamento da avifauna. Os registros consolidados das duas campanhas resultaram em 124 espécies detectadas, pertencentes a 20 Ordens e 39 Famílias (Tabela 9-123). Destas, 111 espécies foram registradas por meio de pontos de escuta, 18 foram capturadas em rede de neblina e 11 foram provenientes de registros ocasionais.

Tabela 9-123: Lista de espécies da avifauna registradas por meio de levantamento de dados primários nas áreas de estudo (AEL e ADA)

Táxon	Nome popular	Campanha	Método	Endemismo	Migração	Guilda	*Status* de Conservação			SENSIBILIDADE (Stotz 1996)
							COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2023)	
ORDEM TINAMIFORMES										
Família Tinamidae										
Crypturellus parvirostris (Wagler, 1827)	inhambu-chororó	1	PE	-	-	GRA	-	-	-	L
Nothura maculosa (Temminck, 1815)	codorna-amarela	1	OC	-	-	ONI	-	-	-	L
ORDEM ANSERIFORMES										
Família Anatidae										
Dendrocygna viduata (Linnaeus, 1766)	irerê	1	PE	-	-	GRA	-	-	-	L
Amazonetta brasiliensis (Gmelin, 1789)	marreca-ananaí	1	PE	-	-	ONI	-	-	-	L
ORDEM GALLIFORMES										
Família Cracidae										
Penelope superciliaris (Temminck, 1815)	jacupemba	1	PE	-	-	FRU	-	-	NT	M
ORDEM COLUMBIFORMES										
Família Columbidae										
Patagioenas picazuro (Temminck, 1813)	pomba-asa-branca	1 e 2	PE	-	-	GRA	-	-	-	M
Leptotila verreauxi (Bonaparte, 1855)	juriti-pupu	1 e 2	PE e RN	-	-	GRA	-	-	-	L
Zenaida auriculata (Des Murs, 1847)	avoante	1	PE	-	-	GRA	-	-	-	L
Columbina talpacoti (Temminck, 1811)	rolinha-roxa	1	PE	-	-	GRA	-	-	-	L
Columbina squammata (Lesson, 1831)	rolinha-fogo-apagou	1 e 2	PE	-	-	GRA	-	-	-	L

Táxon	Nome popular	Campanha	Método	Endemismo	Migração	Guilda	*Status* de Conservação			SENSIBILIDADE (Stotz 1996)
							COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2023)	
Columbina picui (Temminck, 1813)	rolinha-picuí	1	PE	-	-	GRA	-	-	-	L
ORDEM CUCULIFORMES										
Família Cuculidae										
Guira guira (Gmelin, 1788)	anu-branco	1	PE	-	-	CAR	-	-	-	L
Crotophaga ani (Linnaeus, 1758)	anu-preto	1 e 2	PE e RN	-	-	ONI	-	-	-	L
Piaya cayana (Linnaeus, 1766)	alma-de-gato	1	PE	-	-	INV	-	-	-	L
ORDEM CAPRIMULGIFORMES										
Família Caprimulgidae										
Nyctidromus albicollis (Gmelin, 1789)	bacurau	1	PE	-	-	INV	-	-	-	L
ORDEM APODIFORMES										
Família Trochilidae										
Florisuga fusca (Vieillot, 1817)	beija-flor-preto	2	OC	-	MPR	NEC	-	-	-	M
Phaethornis pretrei (Lesson & Delattre, 1839)	rabo-branco-acanelado	1	PE	-	-	NEC	-	-	-	L
Colibri serrirostris (Vieillot, 1816)	beija-flor-de-orelha-violeta	1 e 2	PE	-	-	NEC	-	-	-	L
Anthracothorax nigricollis (Vieillot, 1817)	beija-flor-de-veste-preta	2	PE e RN	-	MPR	FRU	-	-	-	L
Chlorostilbon lucidus (Shaw, 1812)	besourinho-de-bico-vermelho	1 e 2	PE	-	-	NEC	-	-	-	L
Thalurania furcata (Gmelin, 1788)	beija-flor-tesoura-verde	1	PE	-	-	NEC	-	-	-	M
Eupetomena macroura (Gmelin, 1788)	beija-flor-tesoura	1 e 2	PE e RN	-	-	FRU	-	-	-	L
Chionomesa fimbriata (Gmelin, 1788)	beija-flor-de-garganta-verde	1 e 2	PE e RN	-	-	NEC	-	-	-	L
ORDEM GRUIFORMES										
Família Rallidae										

Táxon	Nome popular	Campanha	Método	Endemismo	Migração	Guilda	*Status* de Conservação			SENSIBILIDADE (Stotz 1996)
							COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2023)	
Aramides cajaneus (Statius Muller, 1776)	saracura-três-potes	1	PE	-	-	ONI	-	-	-	
ORDEM CHARADRIIFORMES										
Família Charadriidae										
Vanellus chilensis (Molina, 1782)	quero-quero	1 e 2	PE	-	-	INV	-	-	-	L
ORDEM SULIFORMES										
Família Phalacrocoracidae										
Nannopterum brasilianum (Gmelin, 1789)	biguá	1	OC	-	-	CAR	-	-	-	L
ORDEM PELECANIFORMES										
Família Ardeidae										
Nycticorax nycticorax (Linnaeus, 1758)	socó-dorminhoco	1	OC	-	-	CAR	-	-	-	L
Ardea alba (Linnaeus, 1758)	garça-branca-grande	1	OC	-	-	CAR	-	-	-	L
Família Threskiornithidae										
Phimosus infuscatus (Lichtenstein, 1823)	tapicuru	1	OC	-	-	INV	-	-	-	M
Theristicus caudatus (Boddaert, 1783)	curicaca	1	PE	-	-	INV	-	-	-	L
ORDEM CATHARTIFORMES										
Família Cathartidae										
Coragyps atratus (Bechstein, 1793)	urubu-preto	1	PE	-	-	CAR	-	-	-	L
Cathartes aura (Linnaeus, 1758)	urubu-de-cabeça-vermelha	1	PE	-	-	CAR	-	-	-	L
ORDEM ACCIPITRIFORMES										
Família Accipitridae										
Rupornis magnirostris (Gmelin, 1788)	gavião-carijó	1 e 2	PE	-	-	CAR	-	-	-	L
ORDEM STRIGIFORMES										

Táxon	Nome popular	Campanha	Método	Endemismo	Migração	Guilda	*Status* de Conservação			SENSIBILIDADE (Stotz 1996)
							COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2023)	
Família Strigidae										
Megascops choliba (Vieillot, 1817)	corujinha-do-mato	1	OC	-	-	INV	-	-	-	L
ORDEM GALBULIFORMES										
Família Galbulidae										
Galbula ruficauda (Cuvier, 1816)	ariramba-de-cauda-ruiva	1	PE	-	-	INV	-	-	-	L
Família Bucconidae										
Nystalus chacuru (Vieillot, 1816)	joão-bobo	1 e 2	PE	-	-	INV	-	-	-	M
ORDEM PICIFORMES										
Família Ramphastidae										
Ramphastos toco Statius Muller, 1776	tucanuçu	1 e 2	PE	-	-	FRU	-	-	-	M
Família Picidae										
Melanerpes candidus (Otto, 1796)	pica-pau-branco	1 e 2	OC	-	-	FRU	-	-	-	L
Veniliornis passerinus (Linnaeus, 1766)	pica-pau-pequeno	1	PE	-	-	INV	-	-	-	L
Dryocopus lineatus (Linnaeus, 1766)	pica-pau-de-banda-branca	1	PE	-	-	INV	-	-	NR	L
Colaptes campestris (Vieillot, 1818)	pica-pau-do-campo	1 e 2	PE	-	-	INV	-	-	-	L
ORDEM CARIAMIFORMES										
Família Cariamidae										
Cariama cristata (Linnaeus, 1766)	seriema	2	PE	-	-	INV	-	-	-	M
ORDEM FALCONIFORMES										
Família Falconidae										
Herpetotheres cachinnans (Linnaeus, 1758)	acauã	1	OC	-	-	CAR	-	-	-	L
Caracara plancus (Miller, 1777)	carcará	1 e 2	PE	-	-	CAR	-	-	-	L
Milvago chimachima (Vieillot, 1816)	carrapateiro	1	PE	-	-	CAR	-	-	-	L

Táxon	Nome popular	Campanha	Método	Endemismo	Migração	Guilda	*Status* de Conservação			SENSIBILIDADE (Stotz 1996)
							COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2023)	
ORDEM PSITTACIFORMES										
Família Psittacidae										
Brotogeris chiriri (Vieillot, 1818)	periquito-de-encontro-amarelo	1 e 2	PE	-	-	FRU	-	-	-	M
Alipiopsitta xanthops (Spix, 1824)	papagaio-galego	2	PE	CE	-	ONI	-	-	NT	M
Amazona aestiva (Linnaeus, 1758)	papagaio-verdadeiro	2	OC	-	-	ONI	-	-	NT	M
Forpus xanthopterygius (Spix, 1824)	tuim	1 e 2	PE	-	-	ONI	-	-	-	
Eupsittula aurea (Gmelin, 1788)	periquito-rei	1 e 2	PE	-	-	GRA	-	-	-	
Eupsittula cactorum (Kuhl, 1820)	periquito-da-caatinga	1 e 2	PE	-	-	GRA	-	-	-	
Orthopsittaca manilatus (Boddaert, 1783)	maracanã-do-buriti	1	PE	-	-	FRU	-	-	-	
Ara ararauna (Linnaeus, 1758)	arara-canindé	1 e 2	PE	-	-	GRA	VU	-	-	M
Diopsittaca nobilis (Linnaeus, 1758)	maracanã-pequena	1 e 2	PE	-	-	ONI	-	-	-	
Psittacara leucophthalmus (Statius Muller, 1776)	periquitão	1 e 2	PE	-	-	GRA	-	-	-	L
ORDEM PASSERIFORMES										
Família Thamnophilidae										
Formicivora rufa (Wied, 1831)	papa-formiga-vermelho	2	OC	-	-	INV	-	-	-	L
Herpsilochmus atricapillus Pelzeln, 1868	chorozinho-de-chapéu-preto	1	PE	-	-	INV	-	-	-	M
Thamnophilus caerulescens Vieillot, 1816	choca-da-mata	1 e 2	PE	-	-	INV	-	-	-	L
Taraba major (Vieillot, 1816)	choró-boi	1 e 2	PE	-	-	INV	-	-	-	L
Família Dendrocolaptidae										

Táxon	Nome popular	Campanha	Método	Endemismo	Migração	Guilda	*Status* de Conservação			SENSIBILIDADE (Stotz 1996)
							COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2023)	
Lepidocolaptes angustirostris (Vieillot, 1818)	arapaçu-de-cerrado	1 e 2	PE e RN	-	-	INV	-	-	-	M
Família Furnariidae										
Furnarius figulus (Lichtenstein, 1823)	casaca-de-couro-da-lama	1	PE	-	-	INV	-	-	-	L
Furnarius leucopus Swainson, 1838	casaca-de-couro-amarelo	1	PE e RN	-	-	INV	-	-	-	L
Furnarius rufus (Gmelin, 1788)	joão-de-barro	1	PE	-	-	INV	-	-	-	L
Clibanornis rectirostris (Wied, 1831)	cisqueiro-do-rio	1	PE	CE	-	INV	-	-	-	
Phacellodomus rufifrons (Wied, 1821)	joão-de-pau	1	PE	-	-	INV	-	-	-	M
Synallaxis frontalis Pelzeln, 1859	petrim	1 e 2	PE e RN	-	-	INV	-	-	-	L
Família Rhynchocyclidae										
Tolmomyias flaviventris (Wied, 1831)	bico-chato-amarelo	1 e 2	PE	-	-	-	-	-	-	L
Todirostrum cinereum (Linnaeus, 1766)	ferreirinho-relógio	1	PE	-	-	-	-	-	-	L
Hemitriccus margaritaceiventer (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	sebinho-de-olho-de-ouro	1 e 2	PE	-	-	-	-	-	-	M
Família Tyrannidae										
Hirundinea ferruginea (Gmelin, 1788)	gibão-de-couro	1	PE	-	-	-	-	-	-	L
Camptostoma obsoletum (Temminck, 1824)	risadinha	1 e 2	PE	-	-	-	-	-	-	L
Elaenia flavogaster (Thunberg, 1822)	guaracava-de-barriga-amarela	1 e 2	PE	-	-	-	-	-	-	L
Elaenia cristata Pelzeln, 1868	guaracava-de-topete-uniforme	1 e 2	PE e RN	-	-	-	-	-	-	M
Suiriri suiriri (Vieillot, 1818)	suiriri-cinzento	1 e 2	PE	-	-	-	-	-	-	M
Myiopagis viridicata (Vieillot, 1817)	guaracava-de-crista-alaranjada	1	PE e RN	-	MPR	INV	-	-	-	M

Táxon	Nome popular	Campanha	Método	Endemismo	Migração	Guilda	*Status* de Conservação			SENSIBILIDADE (Stotz 1996)
							COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2023)	
*Myiarchus ferox (*Gmelin, 1789*)*	maria-cavaleira	1 e 2	PE	-	-	ONI	-	-	-	L
*Myiarchus tyrannulus (*Statius Muller, 1776)	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado	1 e 2	PE e RN	-	-	INV	-	-	-	L
*Casiornis rufus (*Vieillot, 1816*)*	maria-ferrugem	1	RN			INV	-	-	-	
Pitangus sulphuratus (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi	1 e 2	PE	-	MPR	ONI	-	-	-	L
*Megarynchus pitangua (*Linnaeus, 1766)	neinei	1 e 2	PE	-	-	INV	-	-	-	L
Myiozetetes similis (Spix, 1825*)*	bentevizinho-de-penacho-vermelho	2	PE	-	-	ONI	-	-	-	L
Tyrannus melancholicus Vieillot, 1819	suiriri	1	PE	-	MPR	INV	-	-	-	L
*Empidonomus varius (*Vieillot, 1818)	peitica	1	PE	-	MPR	INV	-	-	-	L
*Myiophobus fasciatus (*Statius Muller, 1776)	filipe	2	PE	-	MPR	INV	-	-	-	L
*Xolmis velatus (*Lichtenstein, 1823)	noivinha-branca	1	PE	-	-	INV	-	-	-	
Família Vireonidae										
*Cyclarhis gujanensis (*Gmelin, 1789)	pitiguari	2	PE	-	-	INV	-	-	-	L
Família Corvidae										
*Cyanocorax cristatellus (*Temminck, 1823*)*	gralha-do-campo	1 e 2	PE	CE	-	ONI	-	-	-	M
*Cyanocorax cyanopogon (*Wied, 1821)	gralha-cancã	1 e 2	PE	-	-	ONI	-	-	-	M
Família Hirundinidae										
*Pygochelidon cyanoleuca (*Vieillot, 1817*)*	andorinha-pequena-de-casa	1	PE	-	-	INV	-	-	-	

Táxon	Nome popular	Campanha	Método	Endemismo	Migração	Guilda	*Status* de Conservação			SENSIBILIDADE (Stotz 1996)
							COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2023)	
Stelgidopteryx ruficollis (Vieillot, 1817)	andorinha-serradora	1 e 2	PE	-	MPR	INV	-	-	-	L
Progne tapera (Linnaeus, 1766)	andorinha-do-campo	1	PE	-	MPR	INV	-	-	-	L
Progne chalybea (Gmelin, 1789)	andorinha-grande	2	PE	-	MPR	INV	-	-	-	L
Família Troglodytidae										
Troglodytes musculus Naumann, 1823	corruíra	1	PE	-	-	INV	-	-	-	
Cantorchilus leucotis (Lafresnaye, 1845)	garrinchão-de-barriga-vermelha	1 e 2	PE	-	-	INV	-	-	-	
Família Polioptilidae										
Polioptila dumicola (Vieillot, 1817)	balança-rabo-de-máscara	1 e 2	PE	-	-	INV	-	-	-	M
Família Turdidae										
Turdus leucomelas Vieillot, 1818	sabiá-barranco	1 e 2	PE	-	-	INV	-	-	-	L
Família Mimidae										
Mimus saturninus (Lichtenstein, 1823)	sabiá-do-campo	1 e 2	PE e RN	-	-	INV	-	-	-	L
Família Fringillidae										
Euphonia chlorotica (Linnaeus, 1766)	fim-fim	1 e 2	PE	-	-	FRU	-	-	-	L
Família Passerellidae										
Zonotrichia capensis (Statius Muller, 1776)	tico-tico	1 e 2	PE	-	-	GRA	-	-	-	L
Família Icteridae										
Psarocolius decumanus (Pallas, 1769)	japu	1	PE	-	-	FRU	-	-	-	M
Icterus pyrrhopterus (Vieillot, 1819)	encontro	1	PE	-	-	ONI	-	-	-	M

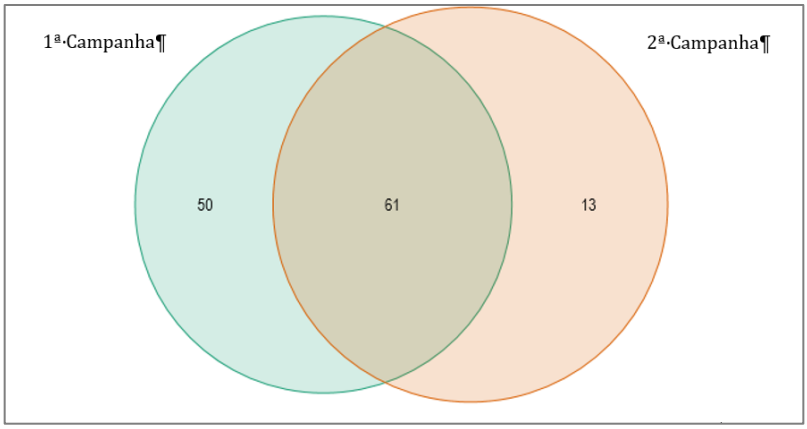
Táxon	Nome popular	Campanha	Método	Endemismo	Migração	Guilda	*Status* de Conservação			SENSIBILIDADE (Stotz 1996)
							COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2023)	
Molothrus bonariensis (Gmelin, 1789)	chupim	1	PE	-	-	INV	-	-	-	L
Gnorimopsar chopi (Vieillot, 1819)	pássaro-preto	1 e 2	PE	-	-	ONI	-	-	-	L
Família Parulidae										
Setophaga pitiayumi (Vieillot, 1817)	mariquita	1 e 2	PE	-	-	INV	-	-	-	
Myiothlypis flaveola Baird, 1865	canário-do-mato	1 e 2	PE e RN	-	-	INV	-	-	-	M
Basileuterus culicivorus (Deppe, 1830)	pula-pula	1 e 2	PE	-	-	INV	-	-	-	M
Família Thraupidae										
Charitospiza eucosma Oberholser, 1905	mineirinho	2	RN	CE	-	ONI	-	-	NT	H
Nemosia pileata (Boddaert, 1783)	saíra-de-chapéu-preto	1 e 2	PE	-	-	INV	-	-	-	L
Compsothraupis loricata (Lichtenstein, 1819)	tiê-caburé	1	PE	-	-	INV	-	-	-	H
Tersina viridis (Illiger, 1811)	saí-andorinha	2	PE	-	MPR	FRU	-	-	-	L
Dacnis cayana (Linnaeus, 1766)	saí-azul	1 e 2	PE	-	-	ONI	-	-	-	L
Saltatricula atricollis (Vieillot, 1817)	batuqueiro	1 e 2	PE	CE	-	ONI	-	-	-	
Saltator similis d'Orbigny & Lafresnaye, 1837	trinca-ferro	1 e 2	PE e RN	-	-	INV	-	-	-	L
Coereba flaveola (Linnaeus, 1758)	cambacica	1 e 2	PE	-	-	NEC	-	-	-	L
Volatinia jacarina (Linnaeus, 1766)	tiziu	1 e 2	PE	-	-	ONI	-	-	-	L
Coryphospingus pileatus (Wied, 1821)	tico-tico-rei-cinza	1 e 2	PE e RN	-	-	ONI	-	-	-	L
Tachyphonus rufus (Boddaert, 1783)	pipira-preta	1 e 2	PE	-	-	INV	-	-	-	L
Sporophila plumbea (Wied, 1830)	patativa	1 e 2	PE	-	-	GRA	-	-	-	M

Táxon	Nome popular	Campanha	Método	Endemismo	Migração	Guilda	*Status* de Conservação			SENSIBILIDADE (Stotz 1996)
							COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2023)	
Sporophila nigricollis (Vieillot, 1823)	baiano	1	PE	-	-	GRA	-	-	-	L
Sporophila caerulescens (Vieillot, 1823)	coleirinho	2	PE	-	MPR	GRA	-	-	-	L
Sicalis flaveola (Linnaeus, 1766)	canário-da-terra	1 e 2	PE			GRA	-	-	-	L
Thraupis sayaca (Linnaeus, 1766)	sanhaço-cinzento	1 e 2	PE	-	-	ONI	-	-	-	L
Thraupis palmarum (Wied, 1821)	sanhaço-do-coqueiro	1	PE	-	-	FRU	-	-	-	L
Stilpnia cayana (Linnaeus, 1766)	saíra-amarela	1 e 2	PE e RN	-	-	FRU	-	-	-	M

Legenda - Forma de Registro: Rede de Neblina (RN), Ponto de escuta (PE); Endemismo: Cerrado (CE); Migração: Parcialmente migratória (MPR); Guilda: Carnívora (CA), Frugívora (FRU), Granívora (GRA), Invertebrados (INV), Nectarívora (NEC), Onívora (ONI); Status de Conservação: Quase ameaçada (NT), Vulnerável (VU); sensibilidade: Baixa (L), Média (M), Alta (H).

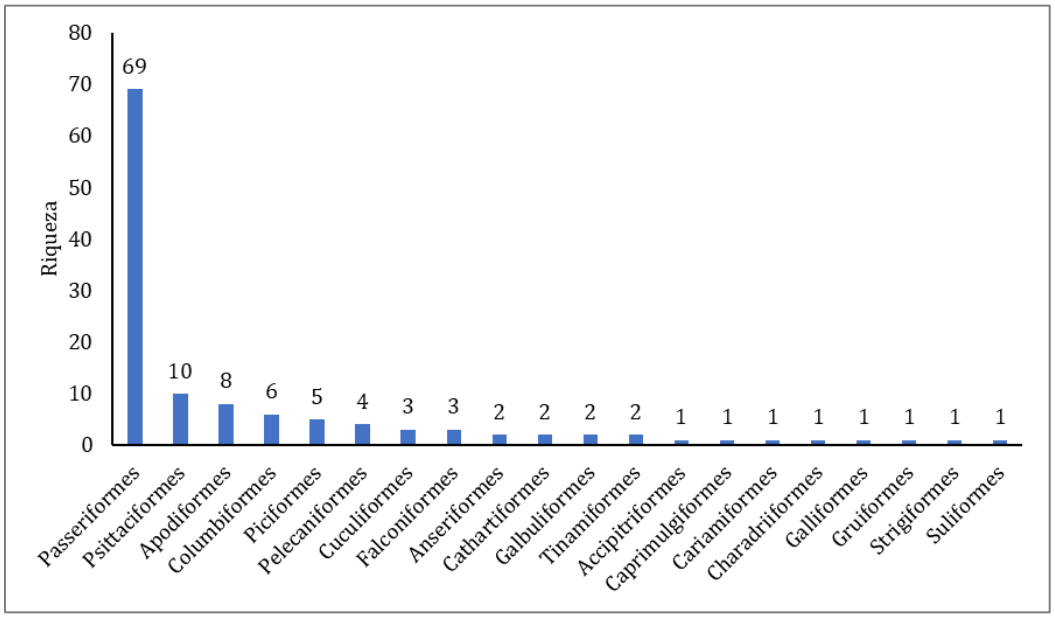
Um total de 61 espécies foi registrado em ambas as campanhas (Gráfico 9-180). Durante a primeira campanha, realizada na estação chuvosa, foram registradas 111 espécies, com 50 exclusivas em relação à segunda campanha, em que foram registradas um total de 74 espécies, sendo 13 delas unicamente detectadas nesta etapa. Essa diferença se deu principalmente pela sazonalidade típica da região e a presença/ausência de condições e recursos específicos durante a amostragem, que afetam os diferentes níveis de detectabilidade que as espécies apresentam ao longo do ciclo anual e influenciam de sobremaneira a ocorrência pontual de inúmeras espécies, especialmente aquelas que apresentam baixa densidade populacional na região e espécies migratórias.

Gráfico 9-180: Riqueza de espécies da herpetofauna através do diagrama de Venn registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA)



A Ordem mais representativa e dominante foi a Passeriformes com 69 espécies, seguida pela Psittaciformes com 10 espécies e Apodiformes com oito e Columbiformes com seis espécies cada uma (Gráfico 9-181).

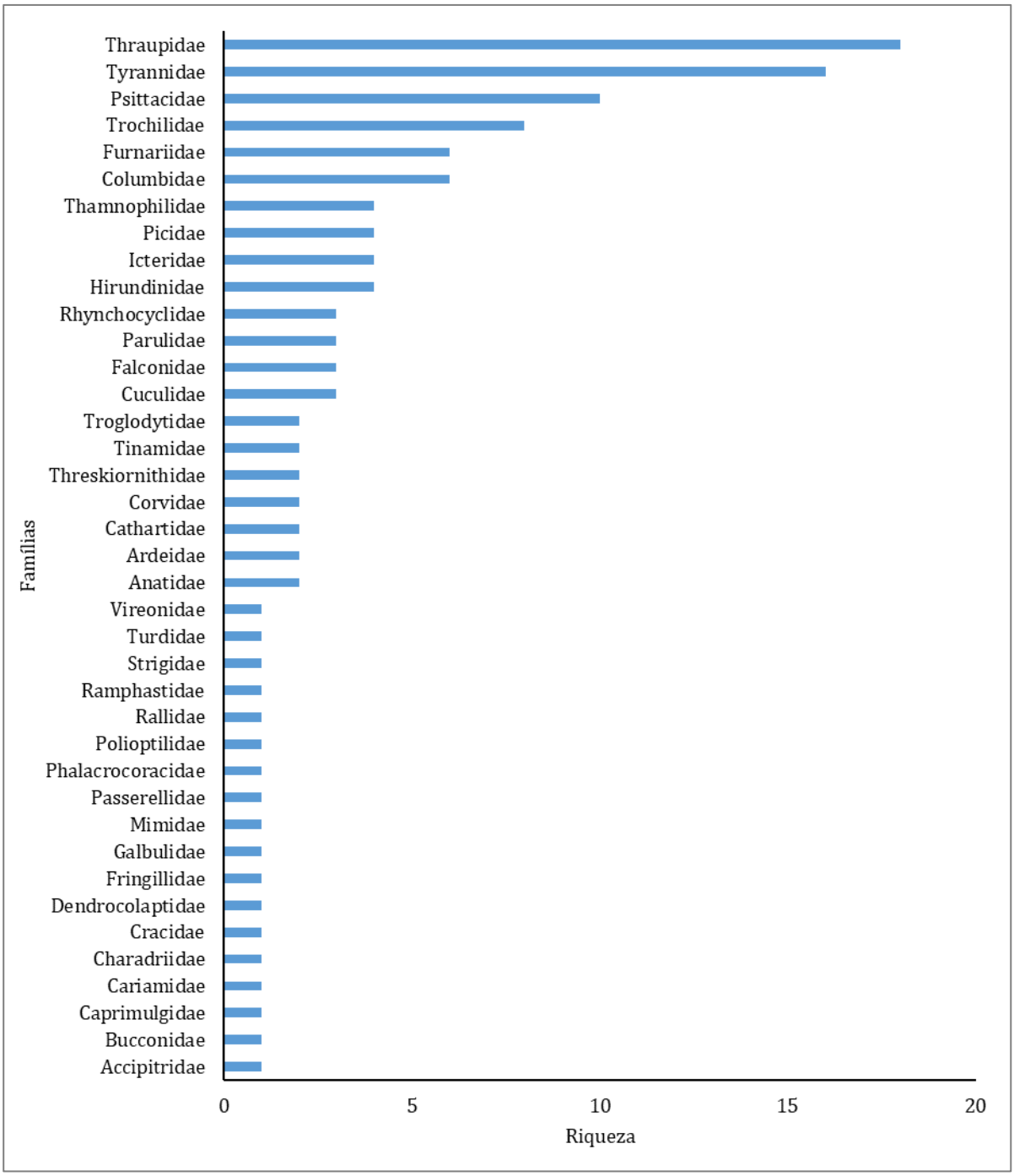
Gráfico 9-181: Representatividade das famílias da Avifauna registrados nas áreas de estudo (AEL e ADA)



A Família com o maior número de representantes foi Thraupidae com 18 espécies, seguida por Tyrannidae com 16, Psittacidae com 10 espécies e Trochilidae com oito espécies (Gráfico 9-182).

A Foto 9-149 a Foto 9-160 mostram os registros das espécies encontradas na área de estudo.

Gráfico 9-182: Representatividade das famílias da avifauna registrados nas áreas de estudo (AEL e ADA)



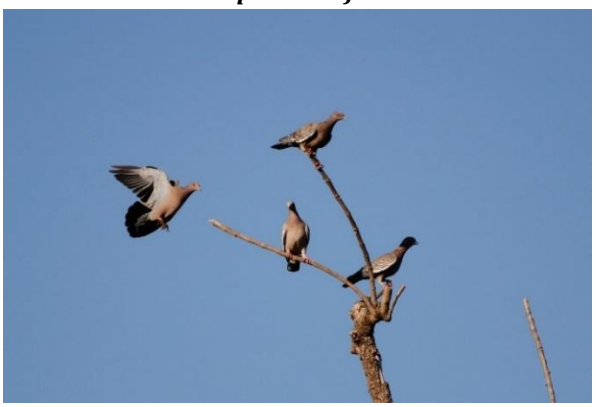
| Foto 9-149: Batuqueiro (*Saltatricula atricollis*)



| Foto 9-150: Periquito-da-caatinga (*Eupsittula cactorum*)



| Foto 9-151: Pomba-asa-branca (*Patagioenas picazuro*)



| Foto 9-152: Saracura-três-potes (*Aramides cajaneus*)



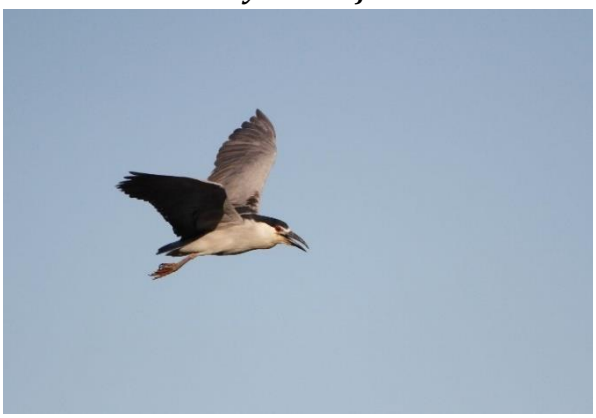
| Foto 9-153: Papa-formiga-vermelho (*Formicivora rufa*)



| Foto 9-154: Petrim *(Synallaxis frontalis)*



| Foto 9-155: Socó-dorminhoco (*Nycticorax nycticorax*)



| Foto 9-156: Choca-da-mata (*Thamnophilus caerulescens*)



| Foto 9-157: Sabiá-do-campo (*Mimus saturninus*)



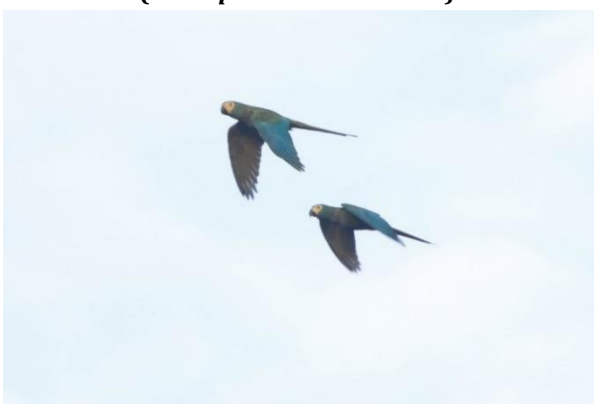
| Foto 9-158: Sebinho-de-olho-de-ouro (*Hemitriccus margaritaceiventer*)



| Foto 9-159: Tucanuçu (*Ramphastos toco*)



| Foto 9-160: Maracanã-do-buriti (*Orthopsittaca manilatus*)



9.2.2.2.3.2.2 Abundância

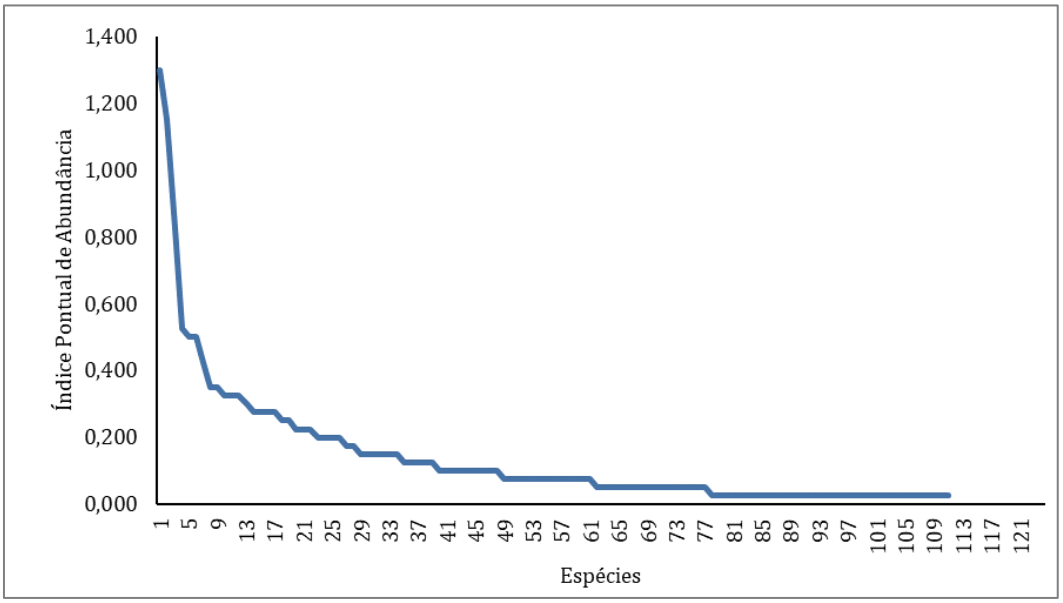
O índice pontual de abundância mostrou uma distribuição de frequências de ocorrência relativamente equilibrada, com pouquíssimas espécies dominantes (Gráfico 9-183), padrão

considerado normal para comunidades naturais (MAGURRAN, 2011). Excepcionalmente, a espécie *Volatinia jacarina* apresentou um IPA de 1,300 sendo consideravelmente maior do que a segunda espécie mais frequente (*Diopsittaca nobilis*, com IPA = 1,150). Isso se deu devido a grande quantidade de indivíduos encontrados em determinadas áreas. V. *jacarina* ocupa área com gramínea e é comumente registrado em grupos numerosos. Já D. *nobilis*, além de locomover-se em grupos numerosos, vocaliza incessantemente e por isso possui fácil detectabilidade. Sua grande abundância relativa é também um indicativo do tipo de habitat do entorno, visto que se trata de uma espécie característica de áreas abertas, em especial fitofisionomias de cerrado.

Outras espécies numericamente mais frequentes foram *Brotogeris chiriri* (com IPA = 0,825), *Elaenia flavogaster* (com IPA = 0,525), *Patagioenas picazuro* (com IPA = 0,5), *Gnorimopsar chopi* (com IPA = 0,5) e *Camptostoma obsoletum* (com IPA = 0,35).

Dentre o conjunto de espécies mais frequentemente detectadas, predominam aquelas típicas de ambientes alterados e de áreas abertas, estando presentes também espécies florestais características de bordas florestais.

Gráfico 9-183: Abundância relativa das espécies da avifauna amostradas nas áreas de estudo (AEL e ADA)

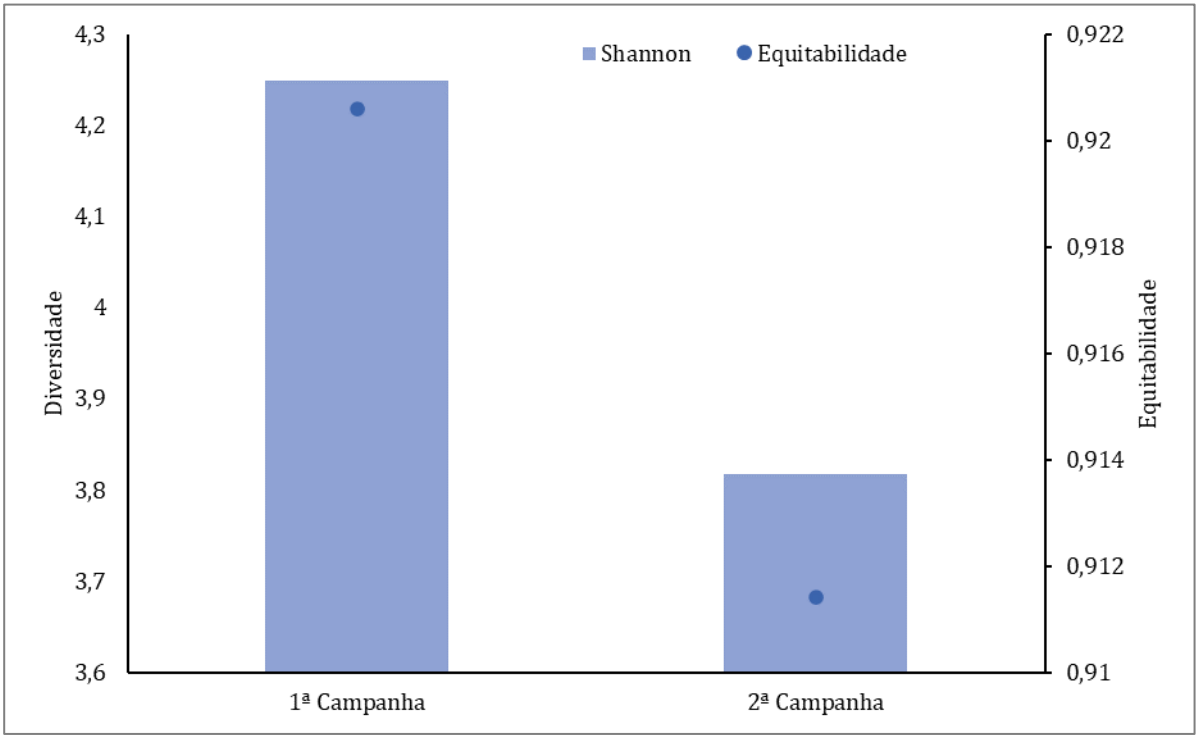


9.2.2.2.3.2.3 Diversidade

O Índice de Diversidade de Shannon apresentou valores distintos, embora próximos daqueles normalmente encontrados em comunidades de aves neotropicais (MAGURRAN 2004, VIELLIARD *et al.*, 2010) (Gráfico 9-184). Os valores computados para o Índice de Equitabilidade de Pielou seguiram a mesma ordem, indicando que as comunidades locais de aves se encontram relativamente equilibradas.

A primeira campanha apresentou valores maiores, com índice de similaridade acima de quatro, enquanto a segunda campanha alcançou 3,818. Esse resultado é compreensível e esperado, visto que a primeira campanha foi realizada em período chuvoso, coincidindo com o período reprodutivo das aves.

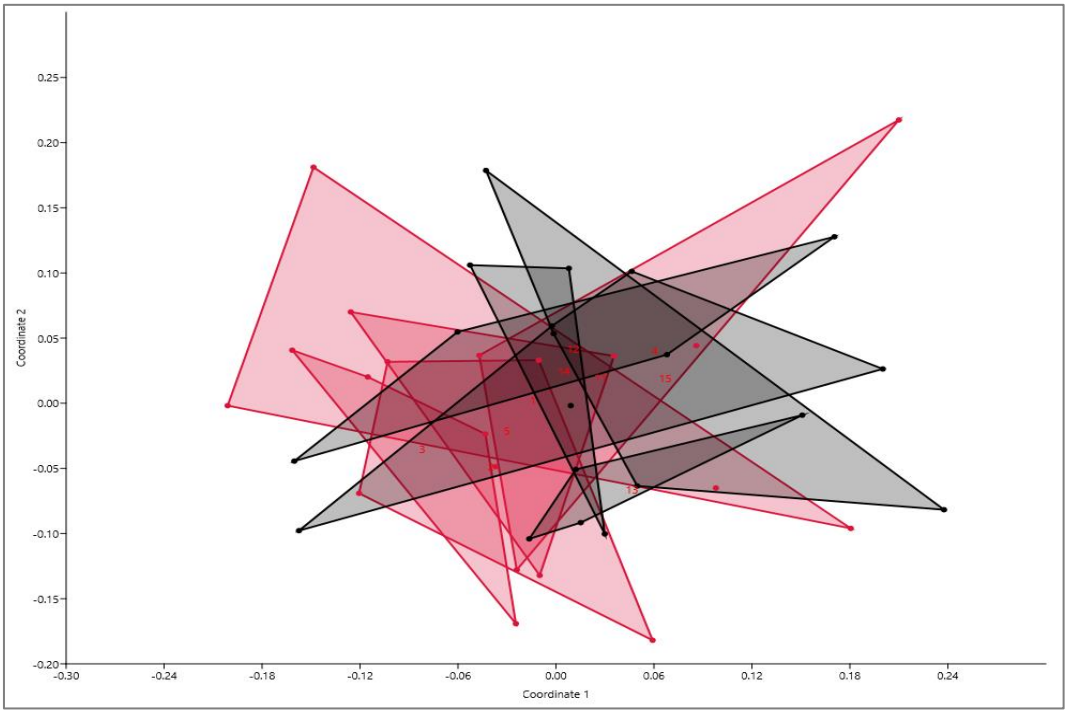
Gráfico 9-184: Diversidade e equitabilidade da assembleia de mamíferos não-voadores registrados nas áreas de estudo (AEL e ADA)



9.2.2.2.3.2.4 Similaridade

Os resultados da similaridade não demostraram um padrão claro sobre a distribuição da comunidade de aves ao longo da área. Por meio de uma análise de escalonamento multidimensional não métrico foi possível observar, inicialmente, que as áreas se dispõem sobrepostas ao longo de uma mesma campanha e entre campanhas (Gráfico 9-185). Tal fato pode ser mais bem explorado após o teste de ANOSIM que indicou realmente não haver diferença estatisticamente significativa entre os agrupamentos (R: 0,02551; p = 0,1863). Assim, embora algumas áreas tenham fitofisionomias distintas, elas apresentam uma assembleia parecida de aves. Isso se dá, aparentemente, porque as locais possuem fitofisionomias de áreas abertas como cerrado típico ou áreas campestres perturbadas e, mesmo quando apresentam trechos de mata, os fragmentos são pequenos e as aves de áreas abertas ocupam a borda.

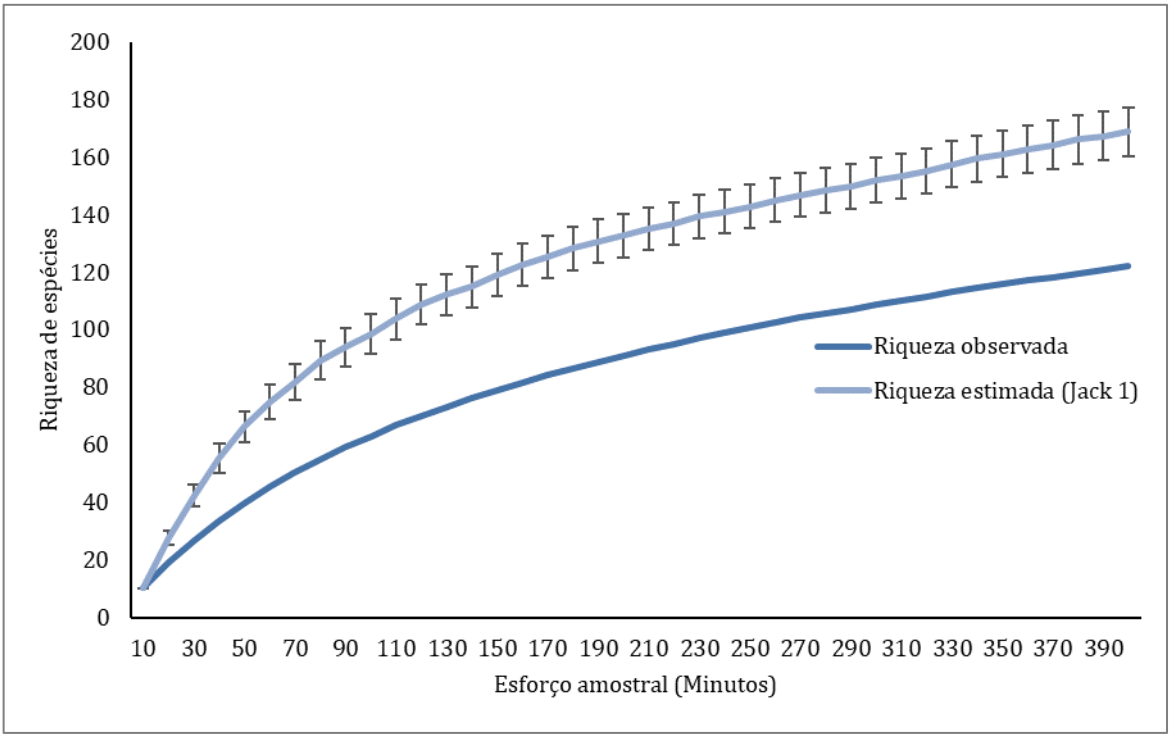
Gráfico 9-185: Análise de ordenação NMDS da assembleia de aves registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA)



9.2.2.2.3.2.5 Suficiência Amostral

Para a análise de suficiência amostral foram utilizados apenas os dados registrados por meio de pontos de escuta, visto que o esforço amostral foi muito mais significativo que o método de redes de neblina. Deste modo, o esforço amostral consolidado durante este estudo (40 pontos de escuta) mostrou pequeno sinal de suficiência (Gráfico 9-186). Enquanto a riqueza observada foi de 122 espécies, o estimador de riqueza aqui utilizado Jackknife 1, indicou a ocorrência esperada de 169 espécies com desvio de 8,52. Portanto, os resultados indicaram que, embora grande parte da comunidade tenha sido registrada, um maior esforço amostral acrescentaria diversas outras espécies.

Gráfico 9-186: Curva do coletor da comunidade de aves registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA).



9.2.2.2.3.2.6 Espécies Endêmicas e Raras

Foi notória a influência do Cerrado na composição da avifauna da área-foco, sendo que cinco espécies registradas são consideradas endêmicas deste domínio biogeográfico e nenhuma espécie endêmica da Mata Atlântica foi registrada (Tabela 9-124).

Tabela 9-124: Lista de espécies da avifauna endêmicas registradas na ADA e área de estudo local (AEL)

Nome do Táxon	Campanha	Forma de Registro
ORDEM PSITTACIFORMES		
Família Psittacidae		
Alipiopsitta xanthops (Spix, 1824)	2	PE
ORDEM PASSERIFORMES		
Família Furnariidae		
Clibanornis rectirostris (Wied, 1831)	1	PE
Família Corvidae		
Cyanocorax cristatellus (Temminck, 1823)	1 e 2	PE
Família Thraupidae		
Charitospiza eucosma (Oberholser, 1905)	2	RN
Saltatricula atricollis (Vieillot, 1817)	1 e 2	PE

Legenda: PE = Ponto de escuta; RN = Rede de neblina

Embora sejam restritas aos domínios fitogeográficos que vivem, estas espécies estão bem distribuídas ao longo do Cerrado. Entre elas, destaca-se *C. rectirostris* por exigir habitats mais

específicos, geralmente às margens de córregos e rios. Sua ocorrência na água indica que ainda há florestas ciliares que sustentam esta espécie.

Mais notável são as espécies *Charitospiza eucosma* (Foto 9-161) *e Alipiopsitta xanthops* (Foto 9-162) que, embora sejam também bem distribuídas ao longo do domínio Cerrado, por preferirem áreas mais preservadas, essas espécies estão quase ameaçadas a extinção em nível global.

| Foto 9-161: Mineirinho (*Charitospiza eucosma*)



| Foto 9-162: Papagaio-galego (*Alipiopsitta xanthops*)



9.2.2.2.3.2.7 Espécies Ameaçadas de Extinção e de Interesse para a Conservação

Foram encontradas cinco espécies que merecem atenção em relação ao seu *status* de conservação. *Ara ararauna* é classificada como vulnerável em Minas Gerais; enquanto *Penelope superciliaris*, *Alipiopsitta xanthops*, *Amazona aestiva* e *Charitospiza eucosma* estão quase ameaçadas no mundo (Tabela 9-125).

| Tabela 9-125: Lista de espécies da avifauna alocadas em categoria de ameaça registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA)

ORDEM	Status de Conservação			Campanha	Forma de Registro
	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2023)		
Ordem Galliformes					
Família Cracidae					
Penelope superciliaris Temminck, 1815	-	-	NT	1	PE
Ordem Psittaciformes					
Família Psittacidae					
Alipiopsitta xanthops (Spix, 1824)	-	-	NT	2	PE
Amazona aestiva (Linnaeus, 1758)	-	-	NT	2	OC
Ara ararauna (Linnaeus, 1758)	VU	-	-	1 e 2	PE
Ordem Passeriformes					

ORDEM	Status de Conservação			Campanha	Forma de Registro
	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2023)		
Família Thraupidae					
Charitospiza eucosma Oberholser, 1905	-	-	NT	2	RN

Legenda – Categoria de ameaça: NT = Quase ameaçada; VU = Vulnerável. Forma de registro: PE = Ponto de escuta; RN = Rede de neblina.

Ara ararauna (arara-canindé) é um inconfundível psitacídeo brasileiro, que habita diversas regiões savânicas, em especial o Cerrado. Na área de estudo local, a espécie foi registrada em diversas localidades, sendo considerada relativamente comum (Foto 9-163 e Foto 9-164). Está espécie foi registrada em quatro ocasiões, nas duas campanhas, e em diversas ocasiões durante o deslocamento da equipe entre áreas. Aparentemente esta espécie, embora vulnerável, na área de estudo local, ainda é bem representada.

Foto 9-163: Arara-canindé (*Ara ararauna*)



Foto 9-164: Arara-canindé (*Ara ararauna*)



De modo geral, a representatividade dos psitacídeos foi notável. Além de *A. ararauna*, também é relevante o registro de *Alipiopsitta xanthops* e *Amazona aestiva.* Essas espécies, assim como as outras características do cerrado, além de sofrerem com a perda de habitat convertido em agropecuária, são significativamente impactadas pela captura de filhotes por traficantes e pessoas interessadas em criá-las em cativeiro. Já *Penelope superciliaris*, além de tudo, é procurada por caçadores para consumo de sua carne (Foto 9-165).

Foto 9-165: Jacupemba (*Penelope superciliaris*)



9.2.2.2.3.2.8 Espécies Cinegéticas

Espécies cinegéticas são aquelas que sofrem com a pressão de caça com a finalidade de servir, principalmente, como subsistência e importância econômica. Entre as espécies registradas pela obtenção de dados primários na área de estudo destacam-se *Crypturellus parvirostris*, *Nothura maculosa*, *Dendrocygna viduata*, *Amazonetta brasiliensis* (Foto 9-166) e *Penelope superciliaris*, como sendo as principais espécies utilizadas na alimentação humana e que sofrem pressão de caça (REIS *et al.*, 2011). Esta atividade vem sendo apontada como uma das principais razões pelas quais espécies são atualmente ameaçadas (REDFORD, 1997; MACE & REYNOLDS, 2001; ROWCLIFFE *et al.*, 2003). Em função disso, a caça de animais silvestres tem sido preocupação constante entre os conservacionistas (ROWCLIFFE *et al.*, 2003).

Foto 9-166: Marreca-ananaí (*Amazonetta brasiliensis*)



Já em relação às espécies usadas como animal de criação ou estimação, denominadas aqui xerimbabos, foram registradas 27 espécies. Entre elas existe uma predileção especial pelas espécies da família Thraupidae, que também atraem a atenção devido à beleza de suas penas (SICK, 1997). Foram registradas 10 espécies de Psittacidae e 12 de Thraupidae.

9.2.2.2.3.2.9 Espécies Exóticas e/ou Invasoras

Não foram registradas espécies exóticas e/ou invasoras.

9.2.2.2.3.2.10 Espécies de Importância Médica

Não foram registradas espécies de importância médica.

9.2.2.2.3.2.11 Espécies Migradoras

Foram registradas 12 espécies parcialmente migratórias, conforme SOMENZARI (2018) (Tabela 9-126). Tendo em vista a localização da área de estudo local, é esperado que essas espécies utilizem a rota de migração Brasil Central.

| Tabela 9-126: Lista de espécies da avifauna parcialmente migratórias registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA)

ORDEM	COPAM (2010)
Ordem APODIFORMES	
Família Trochilidae	
Florisuga fusca (Vieillot, 1817)	beija-flor-preto
Anthracothorax nigricollis (Vieillot, 1817)	beija-flor-de-veste-preta
Ordem PASSERIFORMES	
Família Tyrannidae	
Myiopagis viridicata (Vieillot, 1817)	guaracava-de-crista-alaranjada
Pitangus sulphuratus (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi
Tyrannus melancholicus Vieillot, 1819	suiriri
Empidonomus varius (Vieillot, 1818)	peitica
Myiophobus fasciatus (Statius Muller, 1776)	filipe
Família Hirundinidae	
Stelgidopteryx ruficollis (Vieillot, 1817)	andorinha-serradora
Progne tapera (Linnaeus, 1766)	andorinha-do-campo
Progne chalybea (Gmelin, 1789)	andorinha-grande
Família Thraupidae	
Tersina viridis (Illiger, 1811)	saí-andorinha
Sporophila caerulescens (Vieillot, 1823)	coleirinho

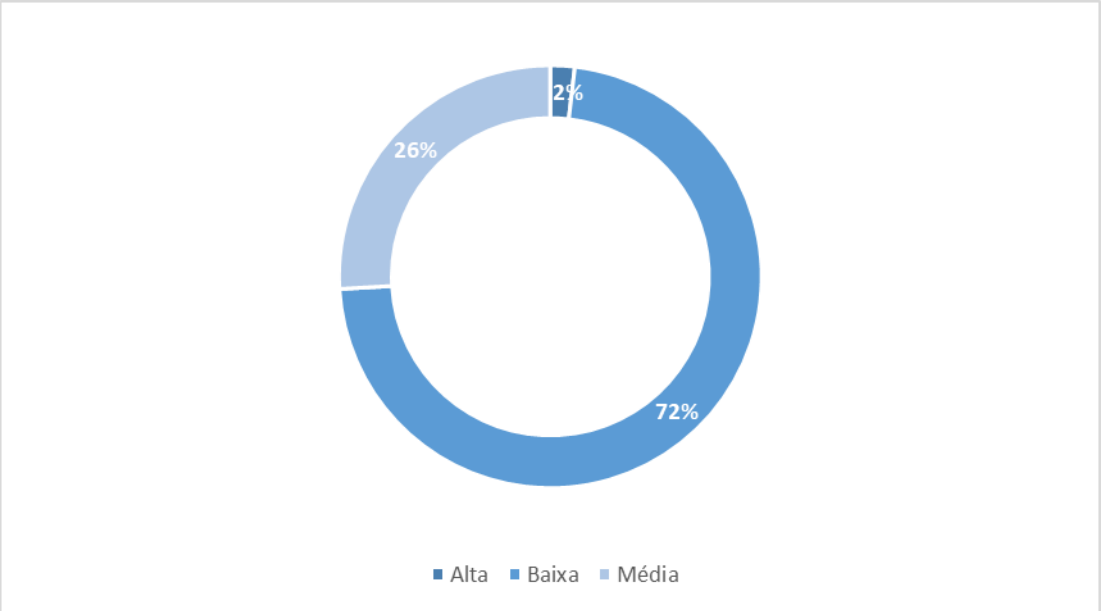
9.2.2.2.3.2.12 Espécies Bioindicadoras

As espécies possuem características e histórias de vidas distintas, de modo que possuem grau de tolerância a modificações na disponibilidade de recursos e condições do ambiente. O grau de tolerância de uma determinada espécie varia conforme sua capacidade de modificar ou ampliar seu nicho, ajustando-o às novas características do habitat (ANTUNES, 2005). Deste modo, a

simples presença de uma determinada espécie permite inferir sobre a qualidade e suscetibilidade de um determinado local a impactos.

Além das características abordadas nos tópicos anteriores, a sensibilidade a distúrbios ambientais é também um excelente bioindicador da qualidade ambiental da área de estudo. O grau de sensibilidade é dividido, segundo STOTZ *et al.*, (1997), em Baixo, Médio de Alto. Na área de estudo local, 72% das espécies possuem de baixa sensibilidade, de modo que modificações no habitat tem pouca relevância para elas (Gráfico 9-187). Por outro lado, outras 26% possuem média e 2% possuem alta sensibilidade, de modo que modificações poderão impactar suas populações.

Gráfico 9-187: Sensibilidade a distúrbios das espécies de aves registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA)



As espécies consideradas de alta sensibilidade são *Charitospiza eucosma* e *Compsothraupis loricata.* Ambas são características de áreas savânicas, embora *C. loricata* seja mais comumente encontrada na caatinga. Conforme já demonstrado nos tópicos anteriores para *C. eucosma,* a ocorrência delas na região chama muito a atenção, indicando que ainda restam áreas relevantes no que tange à conservação das espécies.

9.2.2.2.3.2.13 Formas de Uso de Habitats das Espécies

As características das espécies no que tange ao uso de habitats estão em consonância com as principais fitofisionomias presentes na área. A maioria das espécies são características de áreas abertas, savanas e bordas de mata. São aves que habitam os trechos de cerrado típico e vegetação campestres que ainda restam na área. Entretanto, devido à presença de fragmentos florestais, especialmente aqueles próximos a cursos d'água, foi constada a presença de aves florestais. Cabe aqui destacar espécies tipicamente florestais tais como *Thamnophilus caerulescens* e *Herpsilochmus atricapillus*, embora seja justo destacar *Clibanornis rectirostris* como a mais

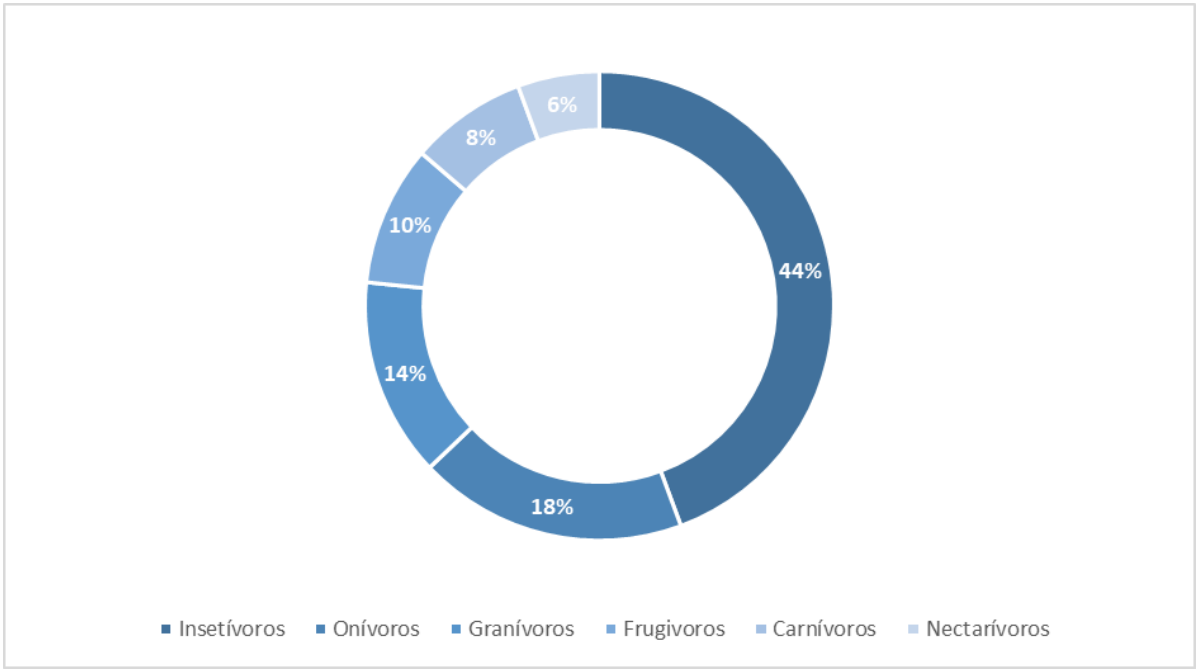
notável. Esta espécie, como já mencionado, habita quase que exclusivamente florestas ciliares a corpos d'água e, portanto, exige habitats de boa qualidade para sobreviver.

9.2.2.2.3.2.14 Hábitos Alimentares e Reprodutivo das Espécies

As campanhas realizadas na área de estudo local registraram espécies de diversas guildas, sendo 44% representada pelas aves que se alimentam de insetos (Gráfico 9-188). Estas aves executam um importante papel, pois controlam as populações de insetos, muitas vezes pragas para os humanos. Este resultado já era esperado, uma vez que este é o grupo mais abundante dentro da Classe aves.

Em seguida, os grupos mais abundantes foram os onívoros, granívoros e frugívoras, representados por 18, 14 e 10% das espécies, respectivamente. Assim como as insetívoras, estas espécies são importantes para a manutenção dos ecossistemas já que possibilitam a dispersão de sementes. Entre elas, destacam-se as frugívoras de grande porte como *Penelope superciliaris* e *Ramphastos toco*, responsáveis por dispersar sementes grandes, dificilmente dispersadas por outras espécies e por esse motivo são importantes dispersoras de grandes árvores.

Gráfico 9-188: Representatividade dos hábitos alimentares das espécies da Avifauna registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA)



9.2.2.2.3.3 Comparativo de Resultados entre AER e AEL/ADA

O diagnóstico da AER mostrou considerável riqueza de espécies da avifauna, indicando a potencial ocorrência de 306 espécies de aves de 26 ordens e 63 famílias. Já o Diagnóstico da AEL e ADA indicou um número menor, com 124 espécies, representando apenas 40,5% das espécies descritas para a região. Além disso, o Diagnóstico da AER registrou 21 espécies quase ameaçadas ou em alguma categoria de ameaça nas listas estadual, nacional e/ou mundial, ao passo que o diagnóstico

da AEL e ADA indicou a presença apenas de *Charitospiza eucosma*, *Amazona aestiva*, *Penelope superciliaris* e *Alipiopsitta xanthops* quase ameaçada no mundo, e de *Ara ararauna*, vulnerável em Minas Gerias.

Esta discrepância se justifica, evidentemente, devido à maior extensão da área de abrangência do diagnóstico da AER, maior esforço amostral e participação de diferentes profissionais no levantamento dos dados em campo. O aumento da área de abrangência engloba maior diversidade de habitas florestais, campestres, savânicos e antrópicos, o que aumenta a probabilidade de encontrar mais espécies com nichos distintos.

9.2.2.2.4 Síntese Conclusiva

O diagnóstico da avifauna realizado em duas etapas durante a estação seca e chuvosa resultou em 124 espécies registradas por meio do método de ponto fixo e capturas com redes de neblina. Tendo em vista o tamanho da área de estudo local, conclui-se que a riqueza, embora significativa, não representou a totalidade das espécies que potencialmente ali ocorrem. Tal fato foi corroborado pelo estimador que indicou que foi detectado um montante de 72% do total esperado calculado.

Dentre as espécies numericamente mais frequentes registradas predominam aquelas típicas de ambientes alterados e de áreas abertas, refletindo o alto grau de modificação da área de estudo local. Todavia, alguns pontos amostrados ainda mantêm uma significativa cobertura de vegetação natural, especialmente os situados adjacentes aos cursos de água. Assim, foram registradas espécies sensíveis e dependentes de bons habitats.

9.2.2.3 Mastofauna não voadora

9.2.2.3.1 Introdução

O Brasil alberga a maior diversidade de mamíferos, com 701 espécies distribuídas em 12 Ordens (PAGLIA *et al.,* 2012). De acordo com COSTA *et al.* (2005) o número de espécies pode ser ainda maior, pois muitas ainda estão para ser descobertas e catalogadas, principalmente roedores, marsupiais e morcegos. Essas lacunas de conhecimento dificultam iniciativas de conservação e manejo, bem como de análises regionais.

Minas Gerais está entre os estados com maior diversidade faunística do Brasil, abrigando aproximadamente 243 mamíferos, ou seja, 34% das espécies deste grupo registradas para todo o território brasileiro. Deste total, 45 espécies fazem parte da Lista da Fauna Ameaçada de Extinção de Minas Gerais (COPAM, 2010). O estado ocupa quase 11% do território nacional e sua vasta extensão territorial abriga três biomas, dois deles considerados *hotspots* mundiais, a Mata Atlântica e o Cerrado (MYERS *et al.,* 2000), o que de fato proporciona condições para a ocorrência de uma grande biodiversidade (DRUMMOND *et al.,* 2005). O bioma presente na área do empreendimento é o Cerrado, que é conhecido pela alta taxa de endemismo e, a cada ano sofre

com as crescentes pressões exercidas pelo homem, resultando na perda de habitats natural (MYERS *et al.,* 2000).

Segundo REIS *et al.* (2011), os mamíferos constituem um excelente grupo bioindicador da qualidade do ambiente devido às características de sua biologia, que os tornam sensíveis às alterações no seu ambiente, seja aquático ou terrestre. Sendo assim, o desequilíbrio de uma parte dessa intrincada cadeia trófica pode causar perda de biodiversidade.

Os mamíferos são especialmente vulneráveis à alteração e fragmentação de habitats, podendo ser afetados por vários fatores, incluindo a limitação no deslocamento de indivíduos, mudança no comportamento de animais (TROMBULAK & FRISSELL, 2000) e ausência ou redução de recursos básicos e essenciais à sua sobrevivência (LAURANCE *et al.,* 1997). A mortalidade de indivíduos, associada aos efeitos de fragmentação e diminuição de conectividade, promovem a redução e o isolamento de populações animais, com consequente risco de extinção local de espécies (LAURANCE *et al.,* 1997).

Neste contexto, o levantamento da mastofauna na área de inserção do empreendimento foi motivada pelo potencial bioindicador de mamíferos, que podem auxiliar na detecção e mensuração de eventuais impactos.

9.2.2.3.2 Metodologia

9.2.2.3.2.1 Área de Estudo Regional – AER

Para elaboração do diagnóstico da AER da mastofauna não-voadora foram consultados estudos ambientais provenientes do licenciamento ambiental da Unidade Três Marias da Nexa Recursos Minerais S.A.

As informações e dados secundários utilizados para a caracterização da mastofauna de potencial ocorrência na AER do Projeto têm como subsídios relatórios técnicos em projetos e estudos ambientais desenvolvidos na região do empreendimento. A Tabela 9-127 mostra os estudos selecionados, a empresa executora, ano da amostragem, sazonalidade e métodos de amostragem adotados. Para elaboração da lista de espécies unificada com provável ocorrência na área de estudo regional foram consideradas apenas aquelas identificadas ao menor nível específico, não sendo consideradas as espécies com imprecisão taxonômica.

Tabela 9-127: Estudo ambiental selecionado para diagnóstico da Mastofauna não-voadora na AER

Nome do Estudo	Ano	Empresa / Autor	Sazonalidade	Métodos de Amostragem
Relatório Consolidado do Programa de Monitoramento da Nexa Recursos Minerais S.A – Unidades Três Marias	2020	ARBORE	Seca e Chuva	Câmeras Trap, Armadilhas Live Traps, Busca Ativa.
Relatório da 01ª Campanha de monitoramento de Fauna Terrestre 2022	2021	ARBORE	Chuva	Câmeras Trap, Armadilhas Live Traps, Busca Ativa.

Nome do Estudo	Ano	Empresa / Autor	Sazonalidade	Métodos de Amostragem
Relatório da 02ª Campanha de monitoramento de Fauna Terrestre 2022	2022	ARBORE	Seca	Câmeras Trap, Armadilhas Live Traps, Busca Ativa.

9.2.2.3.2.2 Área de Estudo Local – AEL e Área Diretamente Afetada – ADA

9.2.2.3.2.2.1 Período de Amostragem

Para o levantamento da mastofauna não voadora na área de estudo local do empreendimento foram selecionados locais que indicassem a ocorrência de mamíferos na região. Alterada em sua composição original, a área de amostragem apresenta fragmentos florestais de Cerrado e está às margens do rio São Francisco, onde são encontradas áreas de pastagens e/ou com algum grau de alteração de origem antrópica.

Os dados obtidos, foram registrados a partir de duas incursões a campo, uma na estação chuvosa e outra no período de seca (Tabela 9-128). A equipe responsável pelo estudo em campo, foi formada um biólogo especialista na mastofauna não voadora e um auxiliar.

Tabela 9-128: Períodos de amostragem da mastofauna não voadora nas áreas de estudo (AEL e ADA)

Campanha	Data	Pontos de Amostragem	Sazonalidade
1ª	De 21 a 26 de março de 2023	P01; P02; P03; P04; P05; P06; P07; P08 e P09	Chuva
2ª	De 02 a 07 de junho de 2023	P01; P02; P03; P04; P05; P06; P07; P08 e P09	Seca

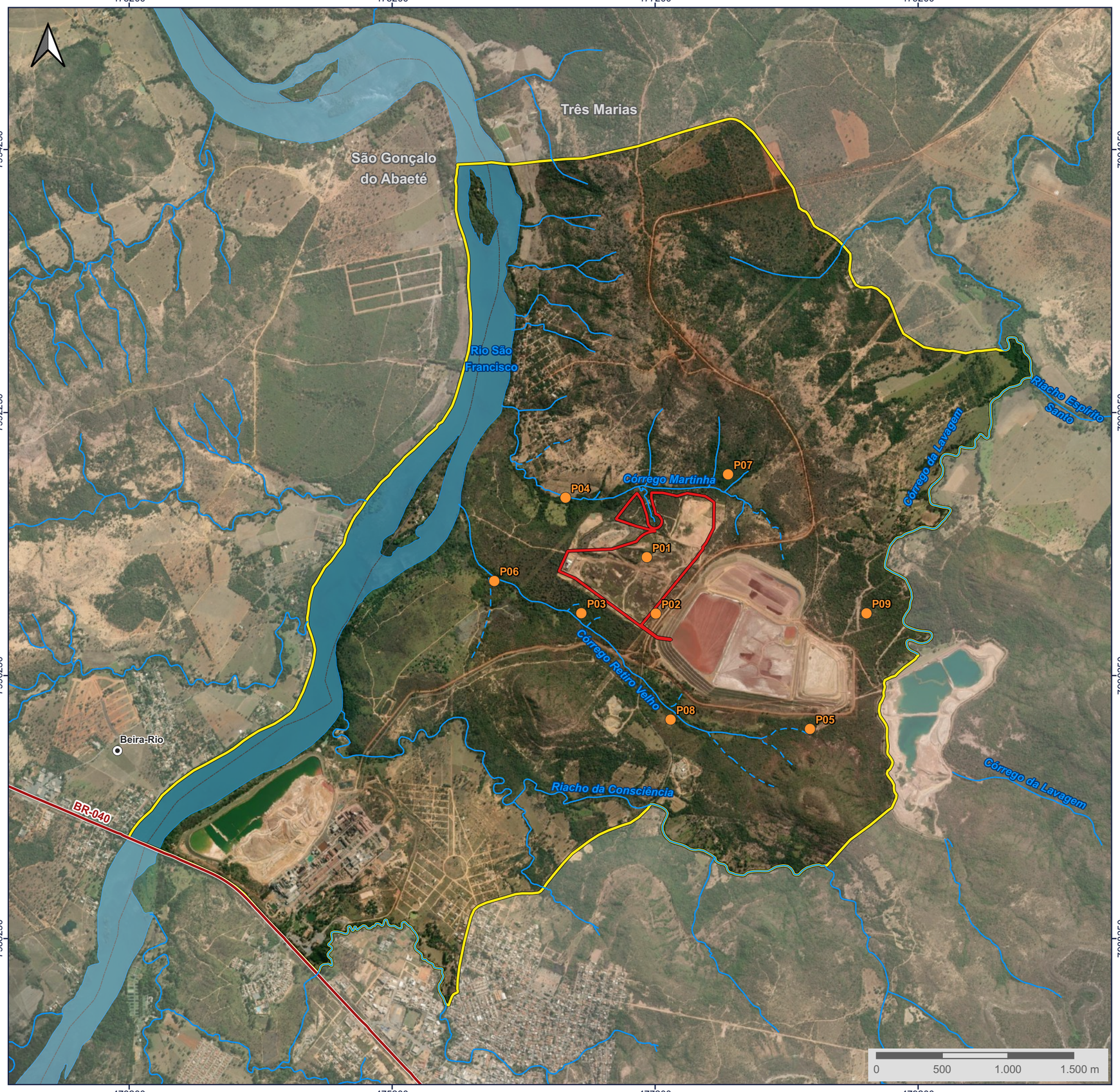
9.2.2.3.2.2.2 Descrição dos Pontos de Amostragem

A área de estudo local está inserida no domínio do Bioma Cerrado, e localizado entre os municípios de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté, sendo considerado como divisor de municípios, o rio São Francisco. A maior parte da área de estudo local é dominada por área antropizada e com solo exposto, além de vertentes de Cerrado, Campo Sujo e áreas de uso antrópico industrial. A Tabela 9-129, indica os pontos de amostragem da mastofauna não voadora definidos para as metodologias de busca ativa, câmera traps e live traps realizados área de estudo local do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias. A Figura 9-107 apresenta a localização espacial dos pontos de amostragem.

Tabela 9-129: Localização geográfica e fisionomia vegetal predominante nos pontos amostrais nas áreas de estudo (AEL e ADA)

Ponto/Área	Coordenadas UTM (Zona 23S | Datum SIRGAS2000)		Fitofisionomia predominante
	mE	mN	
P01	477.196	7.991.526	Área antropizada com árvores isoladas
P02	475.749	7.990.021	Área antropizada

Ponto/Área	Coordenadas UTM (Zona 23S | Datum SIRGAS2000)		Fitofisionomia predominante
	mE	mN	
P03	477.654	7.989.970	Formação florestal
P04	476.352	7.991.619	Formação florestal
P05	478.440	7.989.791	Pastagem / campo antropizado
P06	476.032	7.990.974	Formação florestal.
P07	478.322	7.991.026	Formação florestal
P08	478.329	7.991.027	Formação campestre
P09	479.090	7.990.662	Pastagem / campo antropizado



Legenda

- Pontos de Amostragem
- Localidades
- Rodovias Federais
- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes e sem classificação
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Biótico



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023), AEL, AER, Pontos de Amostragem, Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023); Rodovias Federais (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-107: Localização dos pontos amostrais da mastofauna não voadora nas Áreas de estudo (AEL e ADA)

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	30/08/2024	NXTM-DRS-EIA-Mastofauna-A3-v00

Da Foto 9-167 à Foto 9-175 indica-se as áreas amostrais da Mastofauna não voadora, localizadas AEL e ADA do empreendimento.

Foto 9-167: Vista parcial do ponto amostral P01



Foto 9-168: Vista parcial do ponto amostral P02



Foto 9-169: Vista parcial do ponto amostral P03



Foto 9-170: Vista parcial do ponto amostral P04



Foto 9-171: Vista parcial do ponto amostral P05



Foto 9-172: Vista parcial do ponto amostral P06



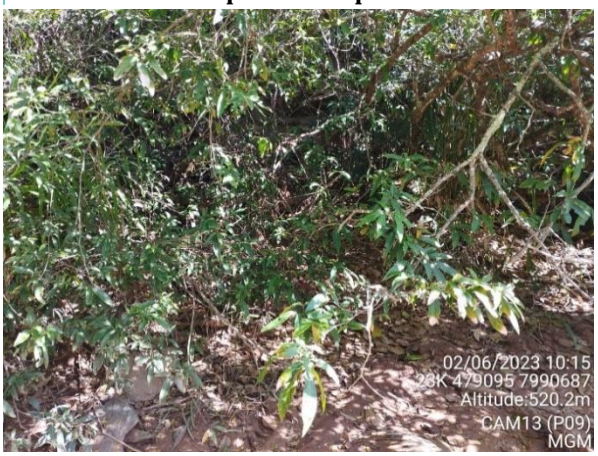
| **Foto 9-173: Vista parcial do ponto amostral P07**



| **Foto 9-174: Vista parcial do ponto amostral P08**



| **Foto 9-175: Vista parcial do ponto amostral P09**



9.2.2.3.2.2.3 Coleta de Dados Primários

Para amostragem da mastofauna não voadora na área de estudo local do empreendimento foram utilizadas metodologias complementares para albergar a maior riqueza de mamíferos possíveis, associadas aos registros de mamíferos terrestres de modo geral. Essas são descritas a seguir.

9.2.2.3.2.2.3.1 Busca Ativa

Consistem na procura por evidências diretas (*e. g.* encontros visuais, carcaças e vocalizações) e indiretas (*e. g.* abrigos, tocas, fezes, pegadas e rastros) demonstram a presença e atividade das espécies de mamíferos terrestres. A amostragem por busca ativa, é realizada em diferentes períodos do dia através de rondas a pé e/ou de carro ao longo de estradas, trilhas, acessos e leito secos de córregos e lagoas, buscando abranger todos os ambientes presentes nas áreas de estudo (Foto 9-176 e Foto 9-177). Durante as duas campanhas, foi despendido um esforço total de 80 homens-hora para essa metodologia, distribuído em nove pontos de amostragem. Sempre que possível, os registros indiretos foram fotografados próximos a uma escala, de modo a proporcionar a indicação do tamanho e medidas dos rastros, para que posteriormente possa ser

realizada a identificados com o auxílio de guias de campo (BECKER & DALPONTE 1999; BORGES & TOMÁS, 2004).

| Foto 9-176: Metodologia de busca ativa



| Foto 9-177: Metodologia de busca ativa



9.2.2.3.2.2.3.2 Armadilha fotográfica (Câmera Trap)

As armadilhas fotográficas (*câmera trap*) são dispositivos compostos por uma câmera fotográfica e dois sensores passivos para detecção de calor ou movimento. O conjunto é alimentado por pilhas e fixado em árvores por esticadores e correntes. Foram utilizadas armadilhas fotográficas digitais da marca Bushnell®, modelo *Trophy Cam*.

Para o registro com armadilhas fotográficas, foram instalados equipamentos em pontos amostrais específicos e estratégicos para o registro das espécies (Foto 9-178). As câmeras foram instaladas em troncos de árvores a aproximadamente 40 cm do nível do solo, em locais com maior probabilidade de registro, como próximo a fontes alimentares, nascentes e regiões de descanso e reprodução (Foto 9-179). Não foi usado nenhum tipo de isca ou recompensa, pois essa estratégia poderia tornar a amostragem seletiva a determinadas espécies mais generalistas. Portanto, para tal método, foram despendidos 120 horas de esforço amostral.

| Foto 9-178: Instalação de *câmera trap*



| Foto 9-179: *Câmera trap* instalada



9.2.2.3.2.2.3.3 *Lives Traps*

Os pequenos mamíferos não voadores, foram amostrados utilizando-se um conjunto de armadilhas do tipo *Tomahawk* (Foto 9-180) e *Sherman* (Foto 9-181). Esse tipo de metodologia, utiliza de dispositivos metálicos alocados em ambientes propícios à ocorrência de pequenos mamíferos (*i. e.* serra pilheira e sobre galhos). Ademais, no interior das armadilhas, são fornecidos alimentos como atrativo para as espécies.

As armadilhas ficaram operantes durante cinco noites consecutivas, sendo realizadas vistorias a cada manhã e as iscas renovadas após cada captura ou sempre que necessário. Essa metodologia, portanto, registrou 120 horas de amostragem.

Foto 9-180: *Live trap* tipo *Tomahawk*



Foto 9-181: *Live trap* tipo *Sherman*



9.2.2.3.2.2.3.4 *Armadilhas de Interceptação e Queda (Pitfalls Traps)*

Os pequenos mamíferos não voadores também foram amostrados pelo método de armadilhas de interceptação e queda, juntamente com a amostragem da Herpetofauna. Para este método, utiliza-se um conjunto de *pitfalls* dispostos em Y (Foto 9-182 à Foto 9-185). Esse tipo de metodologia ocorre por meio da instalação de baldes de 60 litros rentes ao solo, interligados por uma cerca-guia, cada balde se distancia por 5 metros de distância. Foram instaladas cinco linhas de *pitfalls traps* ao longo da área de estudo, totalizando 20 baldes-dia e 100 baldes-dia por campanha.

As armadilhas ficaram operantes durante cinco noites consecutivas, sendo realizadas vistorias a cada manhã. Essa metodologia, portanto, registrou um total de 200 baldes-dia durante as duas campanhas de campo na área de estudo do empreendimento.

| **Foto 9-182: Vista parcial de armadilha de interceptação e queda**



| **Foto 9-183: Vista parcial de armadilha de interceptação e queda**



| **Foto 9-184: Vista parcial de armadilha de interceptação e queda**



| **Foto 9-185: Vista parcial de armadilha de interceptação e queda**



9.2.2.3.2.2.3.5 Registros Ocasionais

Os registros realizados ocasionalmente (RO) correspondem a espécimes encontrados fora do período de aplicação das metodologias padronizadas, como o deslocamento na área de estudo, sem a aplicação de qualquer das metodologias descritas. Esse é um recurso importante para o conhecimento da fauna de uma determinada localidade (MARTINS & OLIVEIRA, 1998). Por não resultarem da aplicação de metodologias padronizadas, estes registros não são utilizados em análises estatísticas e, portanto, compuseram somente as listas de espécies.

Durante a aplicação das referidas metodologias de levantamento das espécies relacionadas à mastofauna não voadora, os indivíduos registrados foram fotografados ou tiveram suas vocalizações gravadas sempre que possível.

9.2.2.3.2.2.3.6 Identificação de Dados Primários

O arranjo taxonômico da mastofauna não-voadora seguiu a nomenclatura utilizada através da Lista Anotada de Mamíferos do Brasil (PAGLIA *et al.,* 2012). Para verificação do endemismo das espécies registradas em campo, foi utilizado os mapas de distribuição da IUCN (2022), assim como

a Lista Anotada de Mamíferos do Brasil (PAGLIA *et al.,* 2012) e o livro Mamíferos do Brasil (REIS *et al.,* 2011). Para verificação do status de conservação das espécies foi consultado a lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção a nível regional no estado de Minas Gerais (COPAM, 2010), a nível nacional (MMA 2022), e a nível global foi consultada a lista internacional de espécies ameaçadas da IUCN (2022).

9.2.2.3.2.2.4 Análise dos Dados

9.2.2.3.2.2.4.1 Riqueza de Espécie

Para descrever e acompanhar parâmetros de comunidade e populações foram primeiramente quantificadas a riqueza e a abundância (total e em classes de abundância). A riqueza foi considerada como o número total de espécies registradas em todo o período de estudo, seja por campanha ou por grupo.

9.2.2.3.2.2.4.2 Abundância

A abundância representa o número de indivíduos registrados para cada espécie, ou seja, o número total de espécimes visualizados e/ou encontrados em atividade de vocalização. Análises que necessitam de valores de abundância são extremamente sensíveis, se sua quantificação não é realizada com base em dados sistematizados e padronizados, os resultados podem mascarar os dados observados em campo. Portanto, para diminuir o erro nas estimativas de abundância e nas análises que a utilizam, usamos a metodologia de categorização de dados baseados em trabalhos ecológicos. Essa metodologia é qualitativa e consiste em transformar os dados de estimativa em categorias hierárquicas, ou seja, em dados categóricos.

9.2.2.3.2.2.4.3 Diversidade

Para a diversidade, foi calculado o índice de Shannon (H'), representado pela equação:

$$\mathbf{H' = - \Sigma [(ni / N) . ln (ni / N)]}$$

Onde:

ni = número de espécimes da espécie i contido nas amostragens de um dado local;

N = número total de espécimes capturados nas amostragens de um dado local;

ln = logaritmo natural.

A equitabilidade refere-se ao padrão de distribuição de indivíduos entre as espécies, sendo proporcional à diversidade, exceto se houver dominância de alguma espécie. A medida de Equitabilidade compara a diversidade de Shannon com a distribuição das espécies observadas. Quanto mais próximas às abundâncias entre as espécies de uma comunidade, maior a equitabilidade e menor a dominância. O índice de equitabilidade de Pielou (J') varia de 0 a 1. Para

valores próximos de zero, a dominância entre as espécies pode ser considerada alta, enquanto para valores próximos de um, a dominância é considerada baixa (MAGURRAN, 2004). Os cálculos de equitabilidade seguem a mesma premissa dos cálculos do índice de diversidade, ou seja, só podem ser utilizados para as amostragens quantitativas.

Este índice foi calculado pela seguinte fórmula:

$$J' = H'/Hmáx$$

Onde:

J'= equitabilidade;

Hmáx = diversidade máxima medida por ln (S), onde ln (S) é o logaritmo neperiano do número de espécies.

9.2.2.3.2.2.4.4 Similaridade

Para averiguação do grau de similaridade entre as campanhas, foi construída uma matriz de similaridade no programa PAST (HAMMER, 2001). Os pontos de amostragem foram comparados em relação à composição de espécies, utilizando-se o Índice de Dissimilaridade de Bray-Curtis, considerada uma medida robusta da distância ecológica entre diferentes sítios (BRAY & CURTIS, 1957).

9.2.2.3.2.2.4.5 Suficiência Amostral

A curva de acumulação de espécies foi utilizada para avaliar se o esforço amostral empregado reflete a riqueza local. O gráfico foi elaborado com os dados observados em campo (dados primários) por meio da construção de uma matriz de presença/ausência de espécies em cada unidade amostral. Para a metodologia de busca ativa, à unidade amostral utilizada foi o número de indivíduos registrados em cada ponto amostral. A curva de acumulação de espécies e de estimativas de riqueza foram obtidas utilizando-se o programa *EstimateS* 9.1 (COLWELL, 2013) e o programa Microsoft Office Excel. Os cálculos para a elaboração da curva foram realizados com base em 100 randomizações a partir da matriz de dados primários.

O gráfico resultante contém duas curvas, uma para a riqueza observada em campo e outra para a riqueza estimada pelo cálculo do *Jackknife* de primeira ordem (ou *Jackknife* 1).

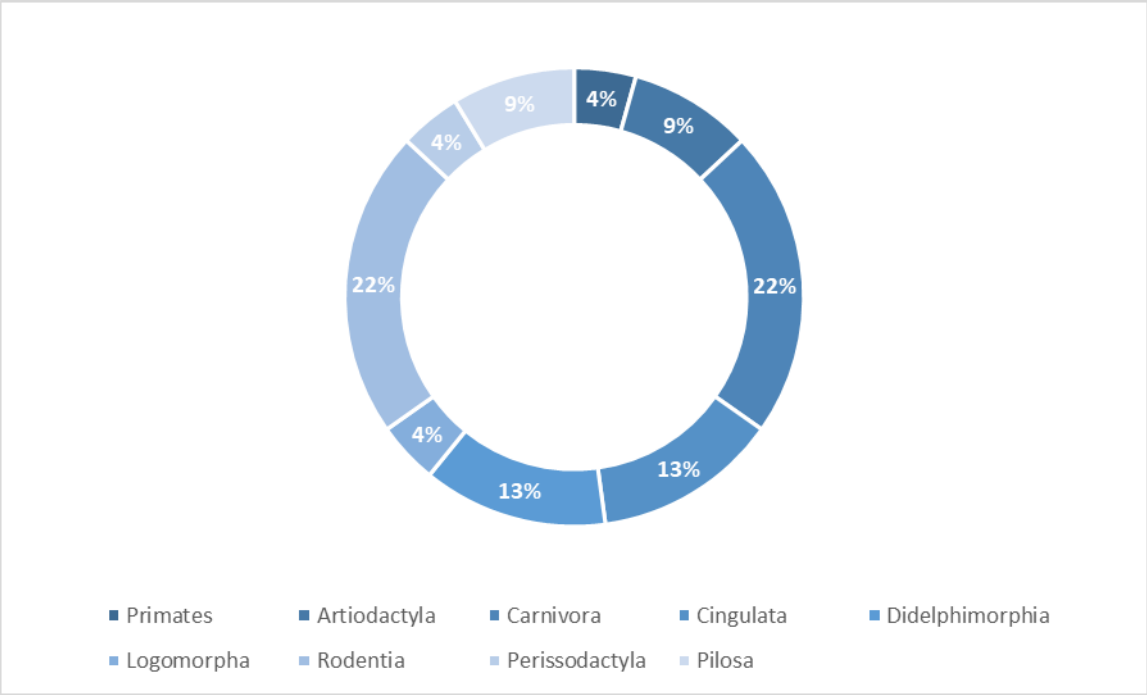
9.2.2.3.3 Resultados

9.2.2.3.3.1 Área de Estudo Regional – AER

Durante o levantamento de dados secundários com as espécies de potencial ocorrência na AER do empreendimento, foram registradas 23 espécies de mamíferos não-voadores. Este total representa cerca de 9,43% das espécies de mamíferos ocorrentes em Minas Gerais e 3,28% das

espécies com ocorrência no Brasil (PAGLIA *et al.*, 2012). O Gráfico 9-189 revela a porcentagem das ordens registradas e de potencial ocorrência na AER do empreendimento.

Gráfico 9-189: Representatividade das ordens de mamíferos não-voadores registradas através de dados secundários com potencial ocorrência para a AER



Com base nos dados obtidos, as ordens Rodentia e Carnivora foram as mais diversas no que tange à riqueza de espécies presentes na AER, representado 22% das espécies registradas (cinco espécies), respectivamente, seguida pelas ordens Cingulata e Didelphimorphia (13% - três espécies). As ordens que representaram a menor riqueza de espécies foram Primates, Perissodactyla e Lagomorpha (4% - uma espécie). Ressalta-se que as ordens Lagomorpha e Perissodactyla possuem apenas uma espécie representante e nativa descrita para o território brasileiro. É natural em estudos de levantamento da mastofauna que as ordens Carnivora e Rodentia sejam as mais registradas, visto que os carnívoros apresentam grandes áreas de vida e alto padrão de deslocamento, além de Rodentia ser a ordem mais diversa entre os mamíferos brasileiros (REIS *et al.*, 2011).

Embora apresente remanescente de vegetação com boa qualidade ambiental, a AER é formada por uma matriz já descaracterizada em sua formação vegetacional primária, entretanto, ainda alberga elevada riqueza de espécies. Das 23 espécies registradas, a grande maioria são espécies resilientes e adaptadas a ambientes alterados. Estas espécies ocorrem em diversos biomas no território brasileiro e possuem alta plasticidade ecológica, adaptando-se bem em áreas antropizadas. A Tabela 9-130 indica as espécies da mastofauna registradas para a Área de Estudo Regional do empreendimento.

Tabela 9-130: Lista de espécies da mastofauna não-voadora de pequeno, médio e grande porte registrada por meio de levantamento de dados secundários na AER

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	Status de Conservação			Referência Bibliográfica
			COPAM	MMA	IUCN	
ORDEM PRIMATES						
Família Callithrichidae						
Callithrix penicillata	Mico-estrela	-	-	-	-	Arbore (2020, 2021,2022)
ORDEM ARTIODACTYLA						
Familia Cervidae						
Mazama gouzoubira	Veado-catingueiro	-	-	-	-	Arbore (2020, 2021,2022)
Família Tayassuidae						
Pecari tajacu	cateto		VU	-	-	Arbore, 2020
ORDEM CARNIVORA						
Família Canidae						
Chrysocyon brachyurus	lobo-guará	-	VU	VU	-	Arbore, 2020
Lycalopex vetulus	raposinha	-	-	VU	-	Arbore, 2020
Cerdocyon thous	cachorro-do-mato	-	-	-	-	Arbore, 2020
Família Felidae						
Leopardus pardalis	jaguatirica	-	VU	-	-	Arbore, 2020
Família Procyonidae						
Procyon cancrivorus	mão-pelada	-	-	-	-	Arbore, 2020
Nasua nasua	quati	-	-	-	-	Arbore, 2020
ORDEM CINGULATA						
Família Dasypodidae						
Cabassous unicinctus	tatu-do-rabo-mole	-	-	-	-	Arbore, 2020
Dasypus novemcinctus	tatu-galinha	-	-	-	-	Arbore (2020, 2021,2022)
Euphractus sexcinctus	tatu-peba	-	-	-	-	Arbore, 2020
ORDEM DIDELPHIMORPHIA						
Família Didelphidae						
Didelphis albiventris	saruê	-	-	-	-	Arbore, 2020
Gracilinanus microtarsus	cuíca	-	-	-	-	Arbore, 2020
Gracilinanus agilis	cuíca	-	-	-	-	Arbore, 2020
ORDEM LAGOMORPHA						
Família Leporidae						
Sylvilagus brasiliensis	tapeti	-	-	-	-	Arbore, 2020
ORDEM RODENTIA						

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	Status de Conservação			Referência Bibliográfica
			COPAM	MMA	IUCN	
Família Cricetidae						
Calomys sp.	rato-do-mato	-	-	-	-	Arbore, 2020
Cerradomys subflavus	rato-do-mato	-	-	-	-	Arbore, 2020
Família Caviidae						
Hydrochoerus hydrochaeris	capivara	-	-	-	-	Arbore, 2020
Família Cuniculidae						
Cuniculis paca	paca	-	-	-	-	Arbore, 2020
Família Dasyproctidae						
Dasyprocta azarae	cutia	-	-	-	-	Arbore, 2020
ORDEM PERISSODACTYLA						
Família Tapiridae						
Tapirus terrestris	anta	-	VU	VU	VU	Arbore, 2020
ORDEM PILOSA						
Família Myrmecophagidae						
Myrmecophaga tridactyla	tamanduá-bandeira	-	VU	VU	VU	Arbore, 2020
Tamandua tetradactyla	Tamanduá-mirim	-	-	-	-	Arbore, 2020

Legenda: Endemismo: Mata Atlântica (MA); Cerrado (CE). Status de Conservação: Deficiente em Dados (DD), Quase ameaçada (NT), Vulnerável (VU), Em perigo (EN), Criticamente em Perigo (CR), Dados Deficientes (DD). Referências Bibliográficas: Relatório de Monitoramento da Nexa Recursos Minerais S.A., janeiro de 2020 (ARBORE, 2020).

O levantamento de dados secundários identificou seis espécies que se encontram elencadas em alguma das categorias de ameaça a extinção no contexto regional, nacional ou global (COPAM, 2010; MMA, 2014; IUCN, 2019). Foram registradas as espécies *Pecari tajacu* (cateto), *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará), *Lycalopex vetulus* (raposinha), *Leopardus pardalis* (jaguatirica), *Tapirus terrestris* (anta) e *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira) todas elencadas com status "vulnerável" nas listas de ameaça regional e nacional (COPAM, 2010; MMA, 2014).

L. pardalis e *P. tajacu* se encontram ameaçadas no estado de Minas Gerais (COPAM, 2010), não sendo ameaçadas em nível nacional. Estas espécies possuem ampla distribuição no estado de Minas Gerais e no Brasil (REIS *et al.*, 2011). As principais ameaças são a caça predatória, atropelamentos, destruição e fragmentação de habitat (REIS *et al.*, 2011). Os registros de *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará), *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira) e *Tapirus terrestris* (anta) são importantes para a área de estudo regional, pois atuam como espécies "bandeira" em programas de conservação da fauna, subsidiando recursos para programas ambientais (REIS *et al.*, 2011).

Em relação às espécies bioindicadoras de qualidade ambiental, *Didelphis albiventris* (gambá-de-orelha-branca) é considerada bioindicadora de má qualidade ambiental. A espécie foi registrada na área de estudo pelo levantamento dos dados secundários. *D. albiventris* é considerada uma

espécie estrategista “r”, sobretudo por habitarem áreas antropizadas e serem pioneiras em ambientes degradados, assumindo nichos ecológicos vazios (REIS *et al.*, 2011).

Adicionalmente, foram registradas espécies de importância médica no contexto local. De modo geral, muitas espécies de pequenos mamíferos atuam como reservatório de uma gama de zoonoses conhecidas, como hantavírus, tripanossomíase, leishmaniose, entre outras. Com os ambientes silvestres cada vez mais fragmentados, em decorrência do desmatamento e da ocupação desordenada, populações humanas estão mais expostas ao contato com animais silvestres. Desta forma, doenças antes restritas ao ambiente silvestre se tornam mais frequentes nas comunidades locais. As espécies da ordem Rodentia são notoriamente conhecidas pela sua importância médica, pois atuam diretamente como transmissores de patologias ao ser humano, como reservatórios de doenças (REIS *et al.*, 2011).

9.2.2.3.3.2 Área de Estudo Local – AEL e Área Diretamente Afetada – ADA

9.2.2.3.3.2.1 Riqueza de Espécies

As campanhas de levantamento da mastofauna não voadora nas áreas de estudo local do empreendimento, possibilitaram o registro de 16 espécies de mamíferos terrestres, divididos em sete ordens e nove famílias (Tabela 9-131) (Foto 9-186 a Foto 9-195).

A mastofauna não voadora é composta por espécies de ampla distribuição, encontradas comumente em áreas abertas do Cerrado, tais como: *Chrysocyon brachyurus* (Lobo-guara); *Procyon cancrivorus* (Mão-pelada); *Mazama americana* (Veado); *Didelphis albiventris* (Gamba) *e Cerdocyon thous* (Cachorro-do-mato).

As espécies de ambientes abertos são menos exigentes do ponto de vista ecológico, em relação às variáveis que compõe o seu habitat, sendo mais tolerantes a distúrbios ambientais de maneira geral. Algumas destas espécies como, *Didelphis albiventris* (Gamba) podem ser consideradas generalistas, assumindo o nicho ecológico deixado por espécies especialistas que são mais sensíveis a perturbações ecológicas.

Tabela 9-131: Lista de espécies da Mastofauna não voadora registradas por meio de levantamento de dados primários nas áreas de estudo (AEL e ADA)

Táxon	Nome popular	Endemismo	Ponto Amostral	Forma de Registro	Habitat do Registro	*Status* de Conservação			Cinegética	Rara
						COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2023)		
ORDEM PRIMATES										
Família Callithrichidae										
Callithrix penicillata	Mico-estrela	CE; MA	P04; P05	BA	CE, MG	-	-	-	-	-
ORDEM CARNIVORA										
Família Canidae										
Chrysocyon brachyurus	Lobo-guará	CE	P01	BA	CE, PA	VU	VU	NT	-	-
Cerdocyon thous	Cachorro-do-mato	CE	P01; P02	BA	CE, PA	-	-	-	-	-
Família Felidae										
Leopardus pardalis	Jaguatirica	CE; MA	P09		--	VU	-	LC	-	-
Família Procyonidae										
Nasua nasua	quati	CE; MA	P01; P06	AF	CE	-	-	-	-	-
Procyon cancrivorus	Mão-pelada	CE; MA	P01; P02; P05; P06; P07; P09	BA; AF	CE, MG, PA	-	-	-	-	-
ORDEM RODENTIA										
Família Caviidae										
Hydrochoerus hydrochaeris	capivara	CE; MA	P09	BA	MG	-	-	-	X	-
ORDEM CINGULATA										
Família Dasypodidae										
Cabassous tatouay	Tatu-de-rabo-mole-grande	-	P03	AF	-	-	-	-	-	-
Dasypus novemcinctus	Tatu	CE	P02	BA	CE, PA	-	-	-	X	-
Euphractus sexcinctus	Tatupeba	-	P02; P03		-					
ORDEM DIDELPHIMORPHIA										
Família Didelphidae										
Didelphis albiventris	Gamba	-	P03	ARC	-	-	-	-	-	-

Táxon	Nome popular	Endemismo	Ponto Amostral	Forma de Registro	Habitat do Registro	*Status* de Conservação			Cinegética	Rara
						COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2023)		
ORDEM ARTIODACTYLA										
Família Cervidae										
Mazama americana	Veado-mateiro	CE	P01; P05	BA	CE, PA	-	-	-	X	-
Mazama sp.	Veado	-	P02	AF	-					
Mazama gouazoubira	Veado-virá	CE	P02	AF	-					
ORDEM LAGOMORPHA										
Família Leporidae										
Sylvilagus brasiliensis	Tapiti	-	P05; P09	BA	CE	-	-	EN	X	-
Sylvilagus minensis	Tapiti	-	P03	-	-	-	-	-	-	-

Legenda - Endemismo: Mata Atlântica (MA); Cerrado (CE). Status de Conservação: Deficiente em Dados (DD), Quase ameaçada (NT), Vulnerável (VU), Em perigo (EN), Criticamente em Perigo (CR), Dados Deficientes (DD); Forma de Registro: Registro Ocasional (RO), Busca Ativa (BA), Armadilha Fotográfica (AF), Armadilha de Captura (ARC), Pitfall Trap (PT). Habitat de Registro: Mata de Galeria (MG), Cerrado (CE), Pastagem (PA).

| Foto 9-186: Pegada de *Procyon cancrivorus*



| Foto 9-187: Pegada de *Mazama* sp.



| Foto 9-188: Registro de *Nasua nasua*



| Foto 9-189: Pegada de *Hydrochoerus hydrochaeris*



| Foto 9-190: Registro de *Mazama gouazoubira*



| Foto 9-191: Registro de *Procyon cancrivorus*



Foto 9-192: Registro de *Euphractus sexcinctus*



Foto 9-193: Registro de *Cabassous tatouay*



Foto 9-194: Registro de *Sylvilagus brasiliensis*

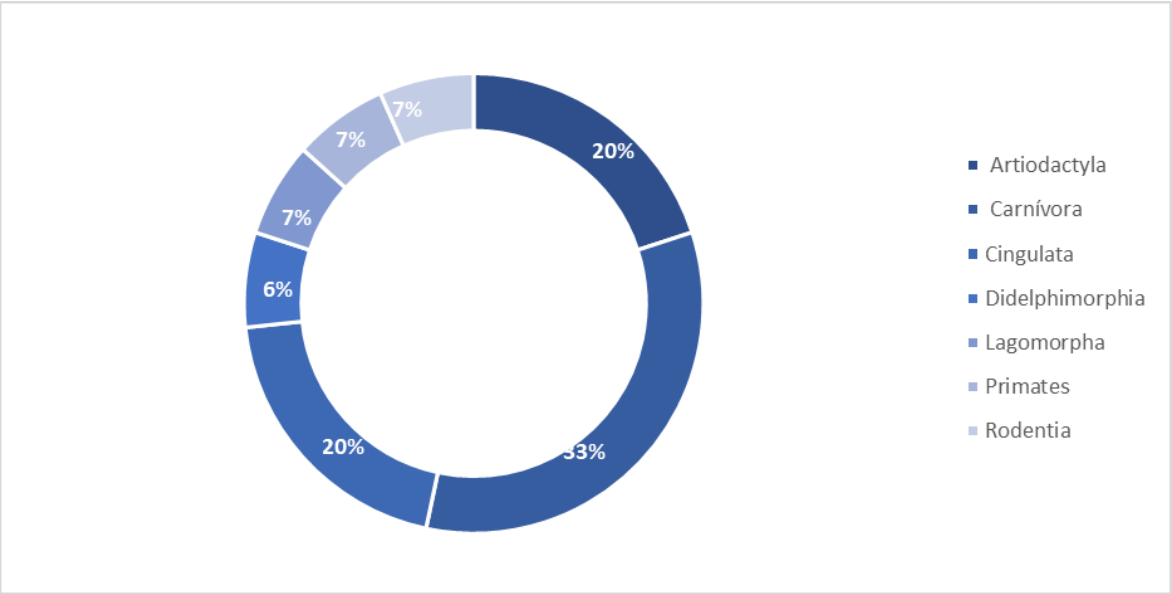


Foto 9-195: Registro de *Callithrix penicillata*



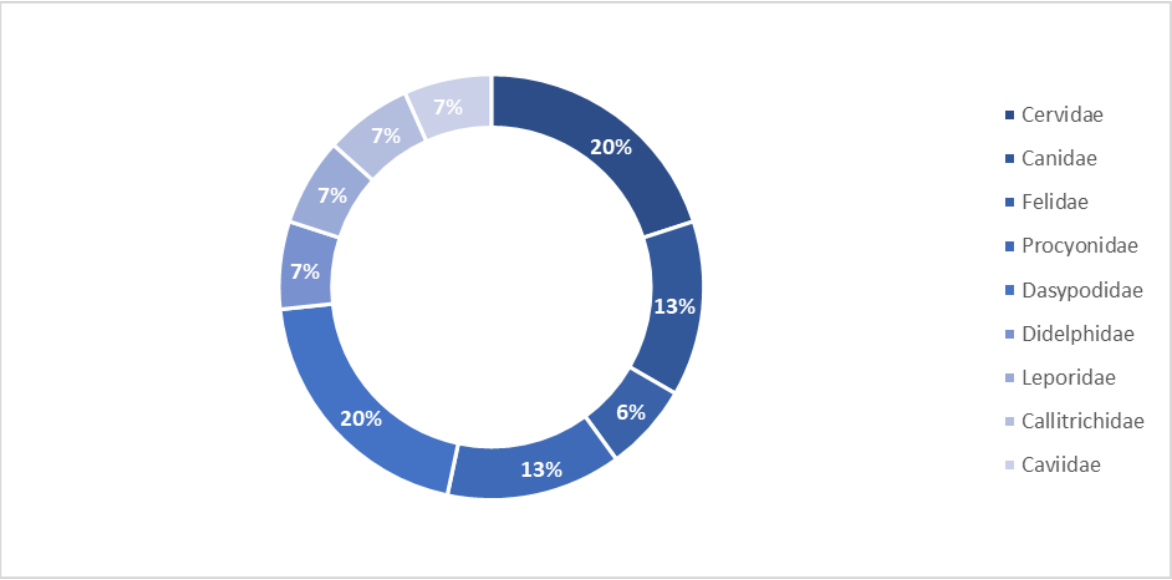
Das sete ordens de mamíferos não voadores registrados, as mais representativas foram a Carnivora com 33% dos registos, seguida por Cingulata e Artiodactyla com 20% dos registros cada (Gráfico 9-190). A ordem carnívora representa um importante grupo de mamíferos, uma vez que é composto por espécies consideradas predadoras de topo, tal como *Chrysocyon brachyurus* (Lobo-guará) e *Leopardus pardalis* (Jaguatirica). Os carnívoros são fundamentais para o equilíbrio dos ambientes, uma vez que são responsáveis por controlar populações de outras espécies dentro de outros níveis tróficos como os consumidores primários (*i. e.* herbívoros).

Gráfico 9-190: Representatividade das ordens da mastofauna não voadora registrados nas áreas de estudo (AEL e ADA)



O registro das famílias de mamíferos terrestres (nove ao total) se mostrou diverso, abrangendo diferentes grupos. Esse fato, evidencia um ambiente heterogêneo, capaz de abrigar diferentes espécies com necessidades ambientais distintas. As famílias mais representativas foram a Cervidae e Dasypodidae com 20% dos registros cada (Gráfico 9-191). Essas correspondem a espécies como dos tatus, *Cabassous tatouay* e *Dasypus novemcinctus* e dos Veados como *Mazama americana* e *Mazama gouazoubira.*

Gráfico 9-191: Representatividade das famílias da mastofauna não voadora registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA)

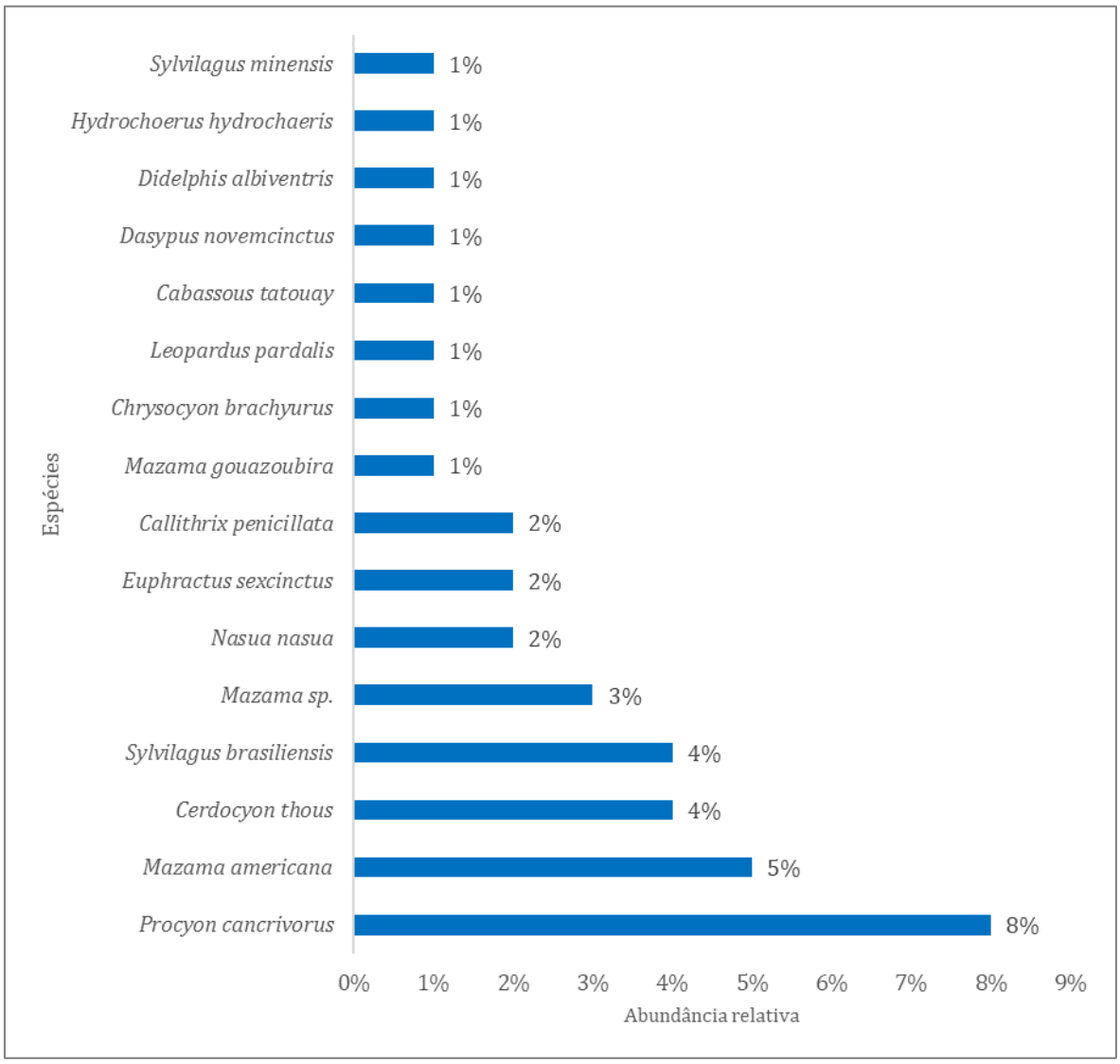


9.2.2.3.3.2.2 Abundância

Das 16 espécies de mamíferos não voadores registrados através das metodologias padronizadas de coleta, a espécie mais abundante foi a *Procyon cancrivorus* (Mão-pelada), com 8% da abundância geral. Tal espécie foi registrada em seis dos nove pontos amostrais demonstrando uma ampla distribuição dos indivíduos pela área de estudo. Muito desse fato pode ser explicado pelos hábitos pouco especializado de *P. cancrivorus* o que possibilita maior adaptação da espécie em ambientes com algum grau de antropização (REIS *et al.,* 2011; PAGLIA *et al.,* 2012)

As demais espécies apresentaram abundância entre 5% (*Mazama americana*) 4% (*Cerdocyon thous*; *Sylvilagus brasiliensis*) 3% (*Mazama* sp.), 2% (*Callithrix penicillata*; *Euphractus sexcintus*; *Nasua nasua*) as demais espécies corresponderam a 1% cada (Gráfico 9-192).

Gráfico 9-192: Abundância relativa e ranqueada das espécies da mastofauna não voadora registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA)

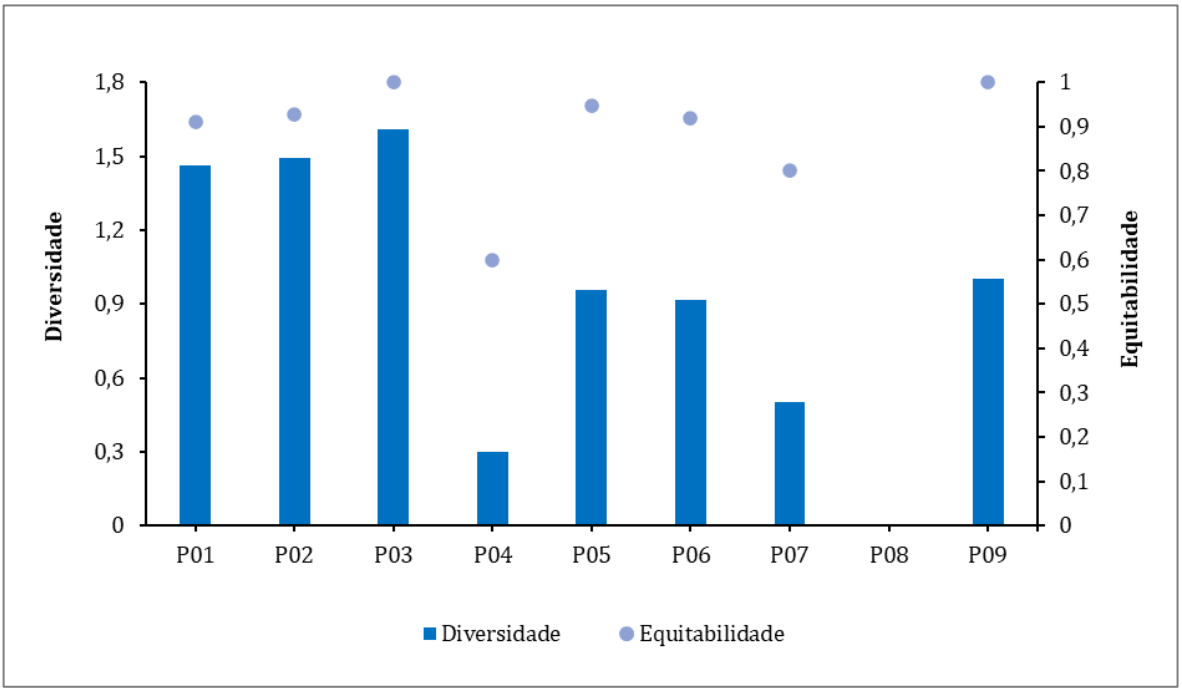


9.2.2.3.3.2.3 Diversidade

O índice de diversidade de Shannon assume valores entre 0 e 5, sendo que, quanto menor o valor do índice, menor a diversidade da amostra (SHANNON & WEAVER, 1949). Para a área de amostragem, o índice de diversidade foi estimado em uma média de 1.03. No entanto, ao avaliar a diversidade de cada ponto individualmente, nota-se que o P03 (H'= 1.60), seguido do P02 (H'= 1.49) e P01 (H'= 1.46).

A equitabilidade refere-se ao padrão de distribuição de indivíduos entre as espécies, sendo proporcional à diversidade, exceto se houver codominância entre espécies. A medida de equitabilidade compara a diversidade de Shannon com a distribuição das abundâncias das populações das espécies observadas, o que maximiza a diversidade. Quanto mais próximas às abundâncias dentro de uma comunidade, maior a equitabilidade ou menor a dominância. Sendo assim, os pontos amostrais, de modo geral, apresentaram índices de equitabilidade próximos de 1, o que corresponde a uma baixa distribuição das espécies entre os pontos, se destacando os pontos P03 e P09 (Gráfico 9-193).

Gráfico 9-193: Diversidade e equitabilidade da mastofauna não voadora registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA)

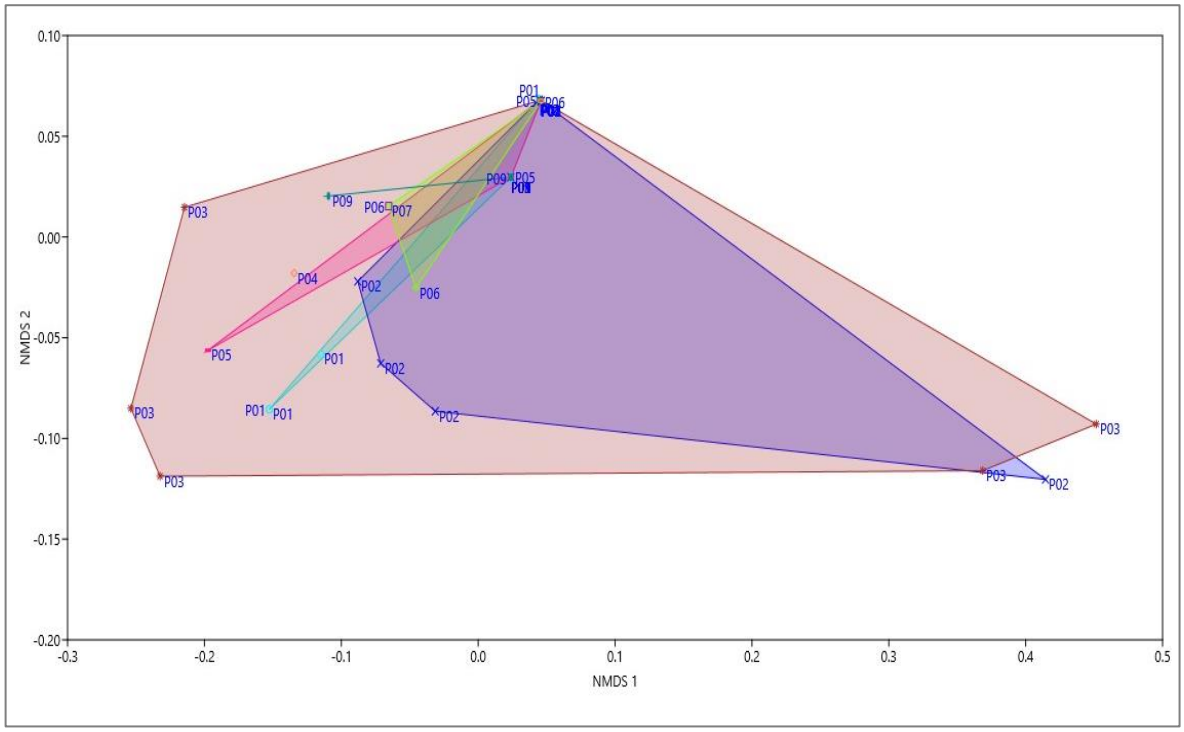


9.2.2.3.3.2.4 Similaridade

A análise de agrupamento com base neste estudo, representada no Gráfico 9-194, revela um agrupamento formado pelos pontos P03 e P02, que apresentaram cerca de 30% de similaridade. Outros dois clados foram formados, sendo o primeiro, formado pelas áreas P06, P04, FA01 e P02 o que demostra maior afinidade na composição de espécies (Gráfico 9-194). Tal resultado é consequência da riqueza exclusiva de cada ponto amostral, que possuem características distintas,

como corpos d´água ou maiores recursos alimentares. Entretanto, pode estar relacionado à baixa e/ou ausência de registros, como relativo ao ponto P08.

Gráfico 9-194: Análise de ordenação NMDS da assembleia de mamíferos não voadora registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA)

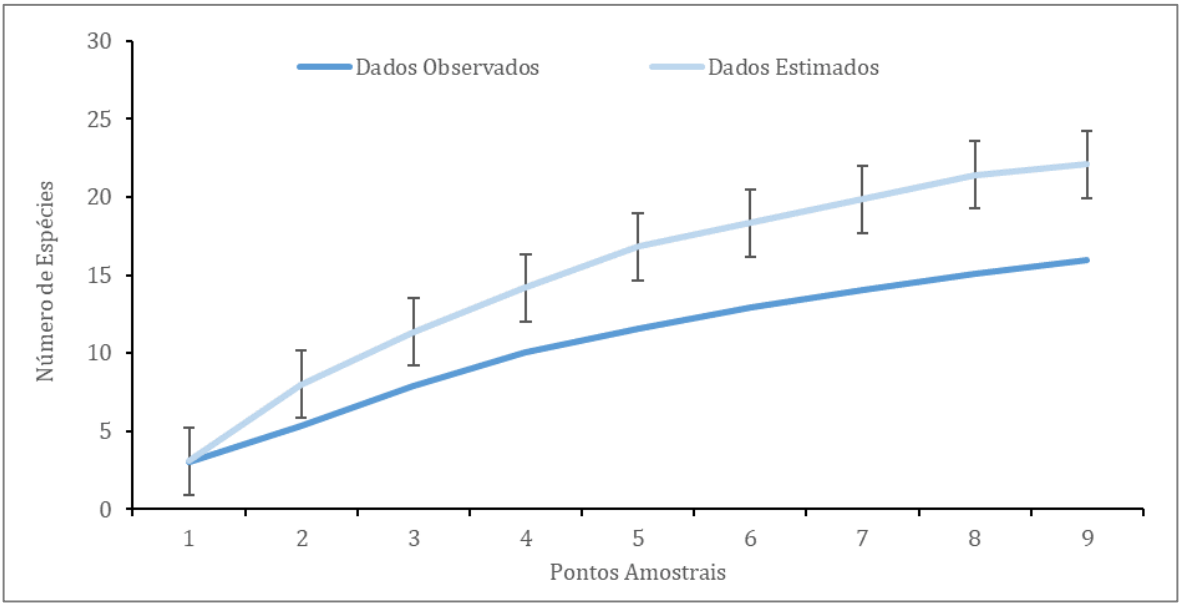


A presença de agrupamentos de pontos com composições de espécies similares denota que a área apresenta características fitofisionômicas semelhantes. De acordo com MAZEROLLE *et al.,* (2005) e como descrito em outros estudos (TEWS *et al.,* 2004) a riqueza de mamíferos é diretamente proporcional à disponibilidade de habitats. Os resultados refletem o baixo número de espécies registradas durante as campanhas. Fatores como a capacidade de dispersão, características fisiológicas, ecológicas e de história de vida tornam os mamíferos não voadores bastante susceptíveis a mudanças no ambiente.

9.2.2.3.3.2.5 Suficiência Amostral

Para a análise estatística referente à curva do coletor, foi utilizado como parâmetro as informações referentes à riqueza das espécies encontradas e número de pontos amostrais. Desta forma, a curva do coletor elaborada com os registros dos mamíferos terrestres observados através do método de busca ativa, *câmera trap* e *lives traps* aponta que a riqueza estimada para a área é de aproximadamente 22.1 espécies. No entanto, a riqueza observada foi de 16 espécies (72.7% do valor estimado) (Gráfico 9-195). A curva apresenta tendência à estabilização, embora não esteja em assíntota. A curva indica que com o incremento do esforço amostral, outras espécies poderiam ser passíveis de registro através da aplicação do referido método, principalmente aquelas consideradas raras ou de difícil detecção em amostragens de poucos dias.

Gráfico 9-195: Curva do coletor da comunidade de mamíferos não voadora registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA)



9.2.2.3.3.2.6 Espécies Endêmicas e Raras

Nenhumas das 16 espécies registradas a partir dos dados primários coletados durante as campanhas em campo na área de estudo local do empreendimento são classificadas como endêmicas e/ou raras (PAGLIA *et al.,* 2012).

9.2.2.3.3.2.7 Espécies Ameaçadas de Extinção e de Interesse para Conservação

Durante o presente estudo, foi registrada uma espécie ameaçada de extinção, a saber: *Chrysocyon brachyurus* (Lobo-guará), que se encontra elencada com o status de "vulnerável" a nível regional (COPAM, 2010) e a nível nacional (MMA, 2014). Globalmente, encontra-se na categoria de Quase Ameaçado (NT). A espécie *Leopardus pardalis* (Jaguatirica) encontra-se como "vulnerável" na classificação de espécies ameaçadas para o estado de Minas Gerais (COPAM, 2010).

Segundo AZEVEDO, *et al.*, (2013) e REIS *et al.*, (2011) as principais ameaças a espécies de topo de cadeia alimentar, como *Chrysocyon brachyurus* (Lobo-guará) e *Leopardus pardalis* (Jaguatirica), são a perda e fragmentação de habitats, que afeta diretamente a sobrevivência dos indivíduos, e é provocada especialmente pela expansão agropecuária. A caça, seja ela cultural ou retaliatória em casos de conflitos com proprietários rurais, representa outra ameaça à espécie (MICHALSKI & PERES, 2005). No contexto local, as principais ameaças as espécies são os atropelamentos e queimadas em áreas adjacentes, aliados a fragmentação e perda de habitat.

9.2.2.3.3.2.8 Espécies Cinegéticas

Espécies cinegéticas são aquelas que sofrem com a pressão de caça com a finalidade de servir, principalmente, como subsistência e importância econômica. Entre as espécies registradas pela

obtenção de dados primários na área de estudo local destacam-se *Cabassous tatouay* (tatu-do-rabo-mole), *Dasypus* novemcinctus (tatu), *Sylvilagus* brasiliensis, (tapeti), *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara) e as espécies do gênero *Mazama* (veado), como sendo as principais espécies utilizadas na alimentação humana e que sofrem pressão de caça (REIS *et al.,* 2011). Esta atividade vem sendo apontada como uma das principais razões pelas quais espécies são atualmente ameaçadas (REDFORD, 1997; MACE & REYNOLDS, 2001; ROWCLIFFE *et al.,* 2008). Em função disso, a caça de animais silvestres tem sido preocupação constante entre os conservacionistas (ROWCLIFFE *et al.,* 2003).

9.2.2.3.3.2.9 Espécies Exóticas e/ou Invasoras

Nenhumas das 16 espécies registradas a partir dos dados coletados na área de estudo local são classificadas como exóticas e/ou invasoras (PAGLIA *et al.,* 2012).

9.2.2.3.3.2.10 Espécies de Importância Médica

Durante as amostragens em campo na área de estudo local, algumas espécies registradas podem ser indicadas como potenciais hospedeiros de zoonoses, como a doença de Chagas, cujo protozoário já foi encontrado em tatus do gênero *Dasypus* (YEO *et al.,* 2005), febre maculosa brasileira, que tem como principal hospedeiro amplificador da bactéria patogênica a espécie *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara) além de também já ter sido encontrada infectando *Cerdocyon thous* (LABRUNA *et al.,* 2009; OGRZEWALSKA *et al.,* 2012) e a raiva, principalmente em carnívoros silvestres que podem entrar em contato com animais domésticos e o homem, como *Procyon cancrivorus* e *Cerdocyon thous* (YEO *et al.,* 2005).

9.2.2.3.3.2.11 Espécies Bioindicadoras

Algumas espécies registradas podem ser indicadoras de ambientes degradados caso sejam encontradas em populações muito numerosas. Os principais indicadores de baixa qualidade ambiental são *Hydrochoerus hydrochaeris* (Capivara) e *Cerdocyon thous* (Cachorro-do-mato), que são espécies naturalmente mais dominantes nos ambientes em que ocorrem (REIS *et al.,* 2011), principalmente por conta dos hábitos generalistas. O roedor de grande porte *H. hydrochaeris* se alimenta principalmente de gramíneas, e pode ser encontrado em grande densidade em locais de mata degradada, onde a fartura de alimento aumenta (REIS *et al.,* 2011). Ademais, a espécie *Cerdocyon thous* possui resistência a ambientes degradados e baixa seletividade quanto ao habitat, podendo se beneficiar de recursos alimentares em áreas antrópicas (REIS *et al.,* 2011). Estas espécies apresentam ampla distribuição geográfica (BONVICINO *et al.,* 2008; PAGLIA *et al.,* 2012) e são comuns em ambientes antropizados. A grande maioria das espécies presentes na área de estudo local apresentam alta resiliência, indicando que a composição da comunidade de mamíferos é predominante de espécies pioneiras e habituadas a ambientes alterados.

9.2.2.3.3.2.12 Formas de Uso de Habitats das Espécies

As espécies registradas neste estudo possuem ampla diversidade em relação ao uso dos habitats. Como nos tatus (*D. novemcinctus* e *C. tatouay*), que constroem tocas profundas em encostas e barrancos, o que lhes garantem proteção do meio externo bem como de possíveis predadores. Outros como Lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) e Jaguatirica (*Leopardus pardalis)*, necessitam de grandes áreas de vida dentro do bioma Cerrado.

A espécie *Callitrix penicillata* (Mico-estrela) única espécie de primata registrada para esse estudo, e caracterizada como arborícola, portanto, utiliza-se de adensamentos florestais como ambiente.

9.2.2.3.3.2.13 Hábitos Alimentares e Reprodutivo das Espécies

Os mamíferos terrestres são relacionados à ocorrência em diversos ambientes, que vão desde arborícolas até fossoriais. Muito dessas características são relacionadas principalmente ao forrageamento, ou seja, a busca por alimento. Algumas espécies como o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus)* são capazes de percorrer vários quilômetros por dia em busca de alimento, exigindo assim grandes áreas de vida.

Embora os mamíferos possam apresentar diferentes períodos reprodutivos, estes são mais atribuídos aos períodos chuvosos, onde a disponibilidade de alimento é maior. Sendo assim, os indivíduos são mais registrados durante esse período sazonal, onde ocorre a busca por parceiros.

9.2.2.3.3.3 Comparativo de Resultados entre AER e AEL/ADA

De forma a comparar o levantamento de dados secundários para a área de estudo regional do empreendimento, foi consultado o estudo elaborado por ARBORE, (2020). Tal estudo, registrou uma riqueza de 23 espécies da mastofauna não voadora. Portanto, os resultados obtidos para a área de estudo local (16 spp.) correspondem a 69,5% do total encontrado para os dados secundários consultados.

O estudo utilizado como base no comparativo de riqueza de mamíferos não voadores apresentou períodos de campo mais longos, durante os períodos sazonais. E, sabe-se que, em amostragens temporais longas em épocas chuvosas, a riqueza e abundância de mamíferos tende a crescer por conta da disponibilidade de alimento, como artrópodes e floração, além de coincidir com períodos reprodutivos de diversas espécies de mamíferos (PARDINI & UMETSU, 2006), ocasionando, portanto, em um maior registro de espécies.

9.2.2.3.4 Síntese Conclusiva

Das 16 espécies registradas durante o levantamento na área de estudo local do empreendimento, 12 também são citadas nos dados secundários para a área de estudo regional. Algumas espécies registradas são naturalmente mais raras, como o felídeo *Leopardus pardalis* (Jaguatirica) e o canídeo *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará), tendo populações naturalmente pouco densas no

ambiente (REIS *et al.,* 2011; DE PAULA *et al.,* 2013). Outras são comuns e de fácil registro em levantamentos de mamíferos, como o carnívoro *Procyon cancrivorus* (mão-pelada) e o roedor *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara) (REIS *et al.,* 2011), sendo registrados nos dados primários do presente estudo.

Mesmo diante da diferença na composição da riqueza de espécies entre os dados primários e secundários, é esperada a ocorrência de outras espécies na área, uma vez que a maioria dos mamíferos possui grande capacidade de dispersão e o resultado apresentado pela análise da curva do coletor indicou a possibilidade da ocorrência de mais espécies na área. Estas oscilações na composição, riqueza e abundância podem estar relacionadas a características intrínsecas das espécies, sazonalidade ou a perturbações ao meio.

De maneira geral, a área apresenta baixa riqueza de mamíferos não voadores silvestres, possuindo representantes de variadas ordens e famílias, consequentemente, uma considerável diversidade funcional no ambiente (REIS *et al.,* 2011). Tal fato, associado ao registro de espécies cinegéticas e ameaçadas de extinção, indicam que a região do empreendimento ainda atua como refúgio para a fauna de mamíferos locais, apesar da maior parte da comunidade ser composta por espécies generalistas e adaptadas a ambientes antrópicos.

9.2.2.4 Quiropterofauna

9.2.2.4.1 Introdução

Com um total de 181 espécies de morcegos registradas, o Brasil abriga a segunda maior riqueza de quirópteros da América do Sul (DÍAZ *et al.*, 2016). Além disso, esta é a segunda ordem mais rica dentre os grupos de mamíferos no Brasil, ficando atrás apenas da ordem Rodentia (PAGLIA *et al.*, 2012; GARBINO *et al.*, 2020). Ainda dentro do território brasileiro, alguns biomas se destacam pela grande variedade de espécies de morcegos que hospedam, como a Amazônia, a Mata Atlântica e o Cerrado, onde 76%, 66% e 65%, respectivamente, das espécies de quirópteros encontradas no Brasil estão registradas (DELGADO-JARAMILLO *et al.*, 2020).

O estado de Minas Gerais, o maior do sudeste brasileiro, apresenta um rico mosaico de biomas, incluindo a Mata Atlântica, a Caatinga e o Cerrado. Essa elevada heterogeneidade de habitats permite a ocorrência de uma alta riqueza de espécies de morcegos. No total, já foram registradas cerca de 77 espécies de quirópteros para o estado, conferindo-o a maior riqueza dentre os estados do sudeste brasileiro (TAVARES *et al.*, 2010).

Mais especificamente, as regiões central e noroeste de Minas Gerais, onde domina o bioma do Cerrado, apresentam significativas lacunas de dados sobre a quiropterofauna (BERNARD *et al.*, 2011). Alarmante é o fato de que estas regiões estão localizadas em fronteiras de expansão da agricultura e do desmatamento (BERNARD *et al.*, 2011), além de diversos outros impactos antropogênicos, colocando em risco espécies que ainda não foram nem registradas para estes locais.

A fragmentação deste bioma afeta principalmente espécies que necessitam de um grande território para habitarem, como é o caso dos quirópteros (THORNTON *et al.*, 2011). De fato, MUYLAERT *et al.*, (2016) apontaram que a quantidade de habitat necessária para sustentar a diversidade da quiropterofauna é relevantemente maior do que para diversos outros grupos de vertebrados. Por isso, em um gradiente de fragmentação de habitat, a riqueza de morcegos tende a declinar (MUYLAERT *et al.*, 2016). Os morcegos são particularmente sensíveis a distúrbios no habitat (e.g. APPEL *et al.*, 2021; GONÇALVES *et al.*, 2021), podendo ser impactados negativamente por atividades antrópicas. Por isso, estudos da quiropterofauna têm sido empregados como importantes bioindicadores da qualidade ambiental, principalmente em áreas agrícolas, urbanizadas e poluídas (RUSSO *et al.*, 2021).

9.2.2.4.2 Metodologia

9.2.2.4.2.1 Área de Estudo Regional – AER

As informações e dados secundários utilizados para a caracterização da mastofauna voadora com potencial ocorrência para a região de estudo do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias tem como base informações disponíveis em literatura técnica. Assim, foram consultados e analisados os estudos de BOLZAN (2011), PINTO (2010) e NOGUEIRA *et al.*, (2015) conforme detalhes na Tabela 9-132.

Tabela 9-132: Estudos ambientais selecionados para diagnóstico da quiropterofauna na AER

Nome do Estudo	Ano	Empresa/Autor	Sazonalidade	Métodos de Amostragem
Assembleia de Morcegos (Mammalia: Chiroptera) e suas interações com plantas quiropterofílicas no Parque Nacional Cavernas do Peruaçu, norte de Minas Gerais	2010	PINTO	Seca e Chuvosa	Rede de Espera
Morcegos da Estação Ecológica de Pirapitinga, Morada Nova de Minas, Minas Gerais	2011	BOLZAN	Chuvosa	Rede de Espera
Small mammals (Chiroptera, Didelphimorphia, and Rodentia) from Jaíba, middle Rio São Francisco, northern Minas Gerais State, Brazil	2015	NOGUEIRA e colaboradores	Seca e Chuvosa	Rede de Espera

9.2.2.4.2.2 Área de Estudo Local – AEL e Área Diretamente Afetada – ADA

9.2.2.4.2.2.1 Período de Amostragem

Foram realizadas duas campanhas para a amostragem da quiropterofauna no município na área de estudo do empreendimento. A primeira campanha foi realizada durante o período de 23 a 27 de março de 2023, caracterizada pela época chuvosa. A segunda campanha foi realizada durante o período de 02 a 06 de junho de 2023, caracterizada pela época seca (Tabela 9-133).

Tabela 9-133: Períodos de amostragem da quiropterofauna nas áreas de estudo (AEL e ADA)

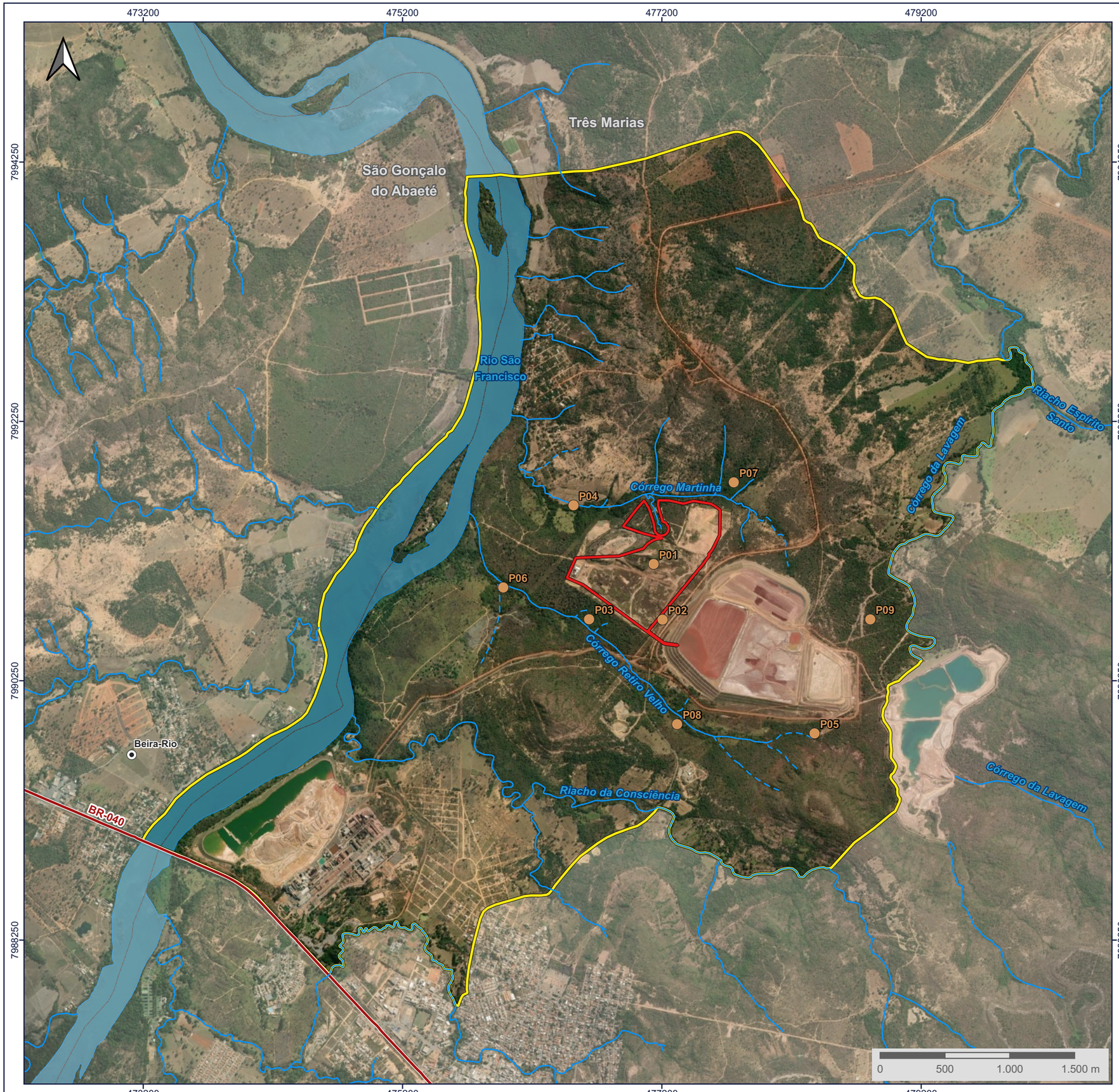
Campanha	Data	Pontos de Amostragem	Sazonalidade
1ª	23/03/2023 a 27/03/2023	P01, P03, P05, P06, P07	Chuvosa
2ª	02/06/2023 a 06/06/2023	P01, P03, P05, P06, P07	Seca

9.2.2.4.2.2.2 Descrição dos Pontos de Amostragem

As coletas ocorreram em cinco pontos amostrais distribuídos na área de abrangência do estudo. A descrição detalhada desses pontos, está apresentada a seguir na Tabela 9-134. A localização dos pontos de amostragem é apresentada na Figura 9-108. A visão parcial dos pontos de amostragem é apresentada entre a Foto 9-196 e Foto 9-200.

Tabela 9-134: Localização geográfica e fisionomia vegetal predominante dos pontos amostrais realizados nas áreas de estudo (AEL e ADA).

Ponto/Área	Coordenadas UTM (Zona 23S | Datum SIRGAS2000)		Fitofisionomia predominante
	mE	mN	
P01	477.259	7.991.489	Área antropizada com árvores isoladas
P03	476.592	7.990.477	Pastagem / campo antropizado
P05	478.416	7.989.834	Pastagem / campo antropizado
P06	475.952	7.990.875	Formação florestal.
P07	478.363	7.990.892	Pastagem / campo antropizado



Legenda

- Pontos de Amostragem
- Localidades
- Rodovias Federais
- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes e sem classificação
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Biótico



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023), AEL, AER, Pontos de Amostragem, Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023); Rodovias Federais (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-108: Localização dos pontos amostrais da quiropterofauna nas áreas de estudo (AEL e ADA)

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	30/08/2024	NXTM-DRS-EIA-Quiropterofauna-A3-v00

| Foto 9-196: Vista parcial do ponto amostral P01



| Foto 9-197: Vista parcial do ponto amostral P03



| Foto 9-198: Vista parcial do ponto amostral P05



| Foto 9-199: Vista parcial do ponto amostral P06



| Foto 9-200: Vista parcial do ponto amostral P07



9.2.2.4.2.2.3 Coleta de Dados Primários

9.2.2.4.2.2.3.1 Rede de Neblina

Os morcegos foram capturados pelo método da rede de neblina, de acordo com o exposto por KUNZ *et al.* (1996). Ao todo, foram utilizadas oito redes de neblina (12m x 3m x 25mm) em cada ponto amostral (Tabela 9-135). As redes foram instaladas em possíveis rotas de voo dos quirópteros, como estradas e trilhas pré-existentes e bordas de matas (Foto 9-201). As redes foram armadas às 18h, horário do início de atividade dos morcegos, e retiradas às 00h, totalizando um esforço amostral de 6h por coleta. As redes foram revistadas em intervalos de 15 a 30 minutos para evitar o estresse dos animais (Foto 9-202).

Tabela 9-135: Método de amostragem de quirópteros nas áreas de estudo (AEL e ADA)

Ponto	Método	Quantidade de redes de neblina	Comprimento rede de neblina	Altura do chão	Malha rede de neblina	Esforço amostral
P01	Rede de neblina	8	12m	0-3m	25mm	6h
P03	Rede de neblina	8	12m	0-3m	25mm	6h
P05	Rede de neblina	8	12m	0-3m	25mm	6h
P06	Rede de neblina	8	12m	0-3m	25mm	6h
P07	Rede de neblina	8	12m	0-3m	25mm	6h

Após captura, os morcegos foram cuidadosamente removidos da rede de neblina, acomodados individualmente em sacos de algodão, e encaminhados para triagem (Foto 9-201 e Foto 9-202). Inicialmente, foi realizada a identificação taxonômica de cada indivíduo capturado, identificando até o menor nível taxonômico possível. Então, foram observados os seguintes atributos sexuais para cada indivíduo: sexo (fêmea e macho), maturação sexual (jovem ou adulto) e condição reprodutiva (fêmeas inativas, grávidas ou lactantes; machos escrotados (Foto 9-203) ou não escrotados). Por último, foram mensuradas as variáveis morfológicas: peso (g), com o uso de um dinamômetro (Foto 9-204), e comprimento do antebraço (cm), com o uso de um paquímetro (Foto 9-205).

| **Foto 9-201: Instalação de rede de neblina em um ponto amostral ao final da tarde (18h)**



| **Foto 9-202: Captura de indivíduo na rede de neblina**



| **Foto 9-203: Macho adulto detalhe do escroto de *Artibeus lituratus***



| **Foto 9-204: Pesagem de um indivíduo com o uso de um dinamômetro**



| **Foto 9-205: Medição do antebraço de *Carollia perspicillata* com uso de paquímetro**



A identificação taxonômica foi baseada em literatura científica específica. A nomenclatura da espécie e autor, a classificação sistemática e a distribuição das espécies foram verificadas de acordo com: PAGLIA *et al.*, (2012); NOGUEIRA *et al.* (2014); REIS *et al.*, (2007) e GARBINO *et al.*, (2020). Para verificação de endemismo, as espécies foram classificadas como endêmicas do Brasil,

de acordo com a lista disponibilizada por GARBINO *et al.*, (2020), e endêmicas do Cerrado, segundo GUTIÉRREZ & MARINHO-FILHO (2017).

O nível de ameaça de extinção de cada espécie amostrada foi obtido para os níveis estadual, nacional e global. Para o nível estadual, foi consultada a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais (COPAM, 2010). Para o nível nacional, foi utilizada a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção (MMA, 2022), e para o nível global, foi observada a base de dados da IUCN (2023).

A distribuição geográfica (nativa ou exótica), a raridade da espécie, os habitats preferenciais e a dieta preferencial de cada espécie amostrada foram consultadas em REIS *et al.* (2007) e PAGLIA *et al.* (2012). As espécies bioindicadores ambientais foram avaliadas de acordo com busca na literatura científica.

9.2.2.4.2.2.4 Análise dos Dados

Foram calculados os índices de diversidade de Shannon (H') e de equabilidade de Pielou (J') a fim de descrever os principais atributos da comunidade de quirópteros da área de estudo local (Tabela 9-136). Nessas análises, foram consideradas as duas campanhas amostrais.

Tabela 9-136: Índices calculados para descrever a comunidade de quirópteros nas áreas de estudo (AEL e ADA)

Índices	Denominação	Fórmulas
Diversidade	Índice de Shannon (H')	$H' = -\sum_{i=1}^{S} (p_i) * (ln\ p_i)$
Equabilidade	Índice de Pielou (J')	$J' = \frac{H'}{H_{máx}}$

Legenda: S = número total de espécies; p_i = abundância relativa da iésima espécie amostrada; $H_{máx}$= ln(S).

9.2.2.4.3 Resultados

9.2.2.4.3.1 Área de Estudo Regional – AER

Com base nas referências utilizadas para o conhecimento da taxocenose de mamíferos voadores da região do presente estudo, foi possível obter o registro de 48 espécies de morcegos com potencial ocorrência. Esse número superior ao de espécies da mastofauna terrestre com provável ocorrência para a mesma região. Tal riqueza, por sua vez, distribui-se em sete diferentes famílias (Gráfico 9-196, Tabela 9-137).

A superioridade apresentada pela ordem Chiroptera justifica-se pelo fato deste grupo de vertebrados ser consideravelmente diversificado, tanto em número de espécies, quanto em diversidade de hábitos e modos de vida (NOWAK, 1999). É uma das ordens de mamíferos predominantes na Região Neotropical (EMMONS, 1997), sendo que no Brasil são conhecidas nove famílias, 68 gêneros e 181 espécies (ABREU *et al.*, 2021).

Se tratando de diversidade taxonômica, observou-se a predominância da família Phyllostomidae com a ocorrência de 31 diferentes espécies, fato este justificado por esta família ser a mais diversa entre os morcegos da região Neotropical (BREDT *et al.*, 1999; EMMONS & FEER, 1997; FENTON, 2001), abrigando cerca de 55% das espécies registradas no Brasil (REIS *et al.*, 2007).

A segunda família mais representativa no presente estudo se tratou da Molossidae, contemplando o registro de potencial ocorrência de seis diferentes espécies de morcego. Esta família, no Brasil, é representada por sete gêneros e 26 diferentes espécies, as quais possuem ampla distribuição no país (FABIAN & GREGORIN, 2007), apresentando-se como um táxon de grande importância, uma vez que possuem implicações ecológicas, econômicas e sanitárias (TADDEI, 1999).

Figurando como a terceira família de maior representatividade com o registro de cinco diferentes espécies, a Vespertilionidae é composta por representantes principalmente insetívoros. Tal família é composta por morcegos de hábitos crepuscular e noturno, os quais ocupam, geralmente, as zonas temperadas do planeta (TADDEI, 1999).

Gráfico 9-196: Representatividade das subfamílias de insetos vetores (Diptera) registradas por meio dos dados secundários com potencial ocorrência para a AER

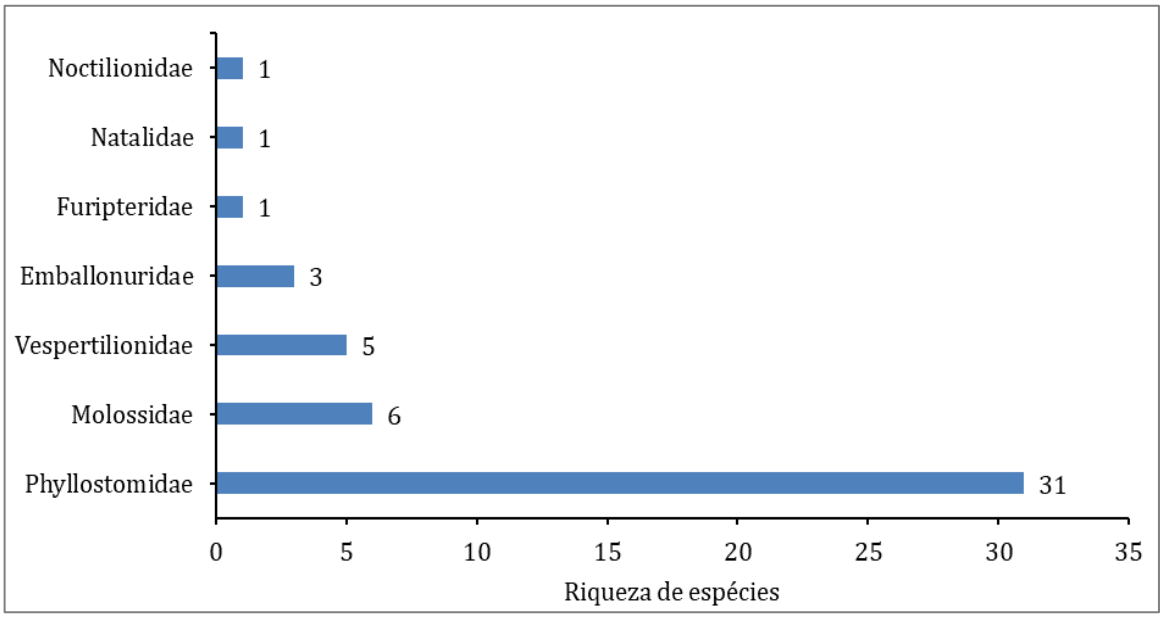


Tabela 9-137: Lista de espécies da mastofauna voadora registrados por meio de levantamento de dados secundários para a AER

Táxon	Nome Popular	Endemismo	Status de Conservação			Referências
			COPAM (2010)	MMA (2014)	IUCN (2021)	
ORDEM CHIROPTERA						
Família Emballonuridae						
Peropteryx kappleri	morcego	-	-	-	-	A
Peropteryx macrotis	morcego	-	-	-	-	C
Rhynchonycteris naso	morcego-de-tromba	-	-	-	-	C
Família Furipteridae						
Furipterus horrens	morcego	-	-	-	-	A
Família Molossidae						
Cynomops planirostris	morcego	-	-	-	-	C
Eumops perotis	morcego	-	-	-	-	C
Molossus molossus	morcego-de-cauda-livre	-	-	-	-	C
Molossus pretiosus	morcego	-	-	-	-	C
Nyctinomops laticaudatus	morcego-de-cauda-livre	-	-	-	-	C
Molossops temminckii	morcego	-	-	-	-	A, B
Família Natalidae						
Natalus stramineus	morcego	-	-	-	-	A
Família Phyllostomidae						
Anoura caudifer	morcego-focinhudo	-	-	-	-	A
Anoura geoffroyi	morcego-focinhudo	-	-	-	-	A
Artibeus cinereus	morcego	-	-	-	-	A
Artibeus lituratus	morcego-da-cara-branca	-	-	-	-	A, B, C
Artibeus planirostris	morcego	-	-	-	-	A, B, C
Artibeus sp.	morcego	-	-	-	-	A
Carollia perspicillata	morcego	-	-	-	-	A, B, C

Táxon	Nome Popular	Endemismo	Status de Conservação			Referências
			COPAM (2010)	MMA (2014)	IUCN (2021)	
Chiroderma doriae	morcego	-	-	-	-	B
Chiroderma villosum	morcego	-	-	-	-	A, B
Chrotopterus auritus	morcego	-	-	-	-	A, C
Desmodus rotundus	morcego-vampiro	-	-	-	-	A, C
Dermanura cinerea	morcego	-	-	-	-	B
Diphylla ecaudata	morcego-vampiro-de-perna-peluda	-	-	-	-	A, C
Glossophaga soricina	morcego beija-flor	-	-	-	-	A, B, C
Lionycteris spurrelli	morcego	-	EN	-	-	A
Lonchophylla dekeyseri	morceguinho-do-cerrado	-	EN	-	-	A
Lonchophylla mordax	morcego	-	-	-	-	A
Lonchophylla sp.	morcego	-	-	-	-	C
Micronycteris minuta	morcego	-	-	-	-	A
Micronycteris sp.	morcego	-	-	-	-	B
Micronycteris sanborni	morcego	-	-	-	-	A
Micronycteris schmidtorum	morcego	-	-	-	-	A
Mimon bennettii	morcego	-	-	-	-	A
Platyrrhinus lineatus	morcego-de-linha-branca	-	-	-	-	A, B, C
Phyllostomus discolor	morcego falso vampiro	-	-	-	-	B, C
Phyllostomus hastatus	morcego falso vampiro	-	-	-	-	A, C
Phylloderma stenops	morcego	-	EN	-	-	A
Sturnira lilium	morcego	-	-	-	-	A, C
Tonatia bidens	morcego	-	-	-	-	C
Uroderma magnirostrum	morcego	-	-	-	-	B, C
Vampyressa pusilla	morcego-de-orelha-amarela	-	-	-	-	A
Família Noctilionidae						

Táxon	Nome Popular	Endemismo	Status de Conservação			Referências
			COPAM (2010)	MMA (2014)	IUCN (2021)	
Noctilio leporinus	morcego-pescador	-	-	-	-	C
Família Vespertilionidae						
Eptesicus furinalis	morcego marrom	-	-	-	-	C
Lasiurus blossevillii	morcego-vermelho	-	-	-	-	B
Myotis albescens	morcego	-	-	-	-	B
Myotis lavali	morcego	-	-	-	-	C
Myotis nigricans	morcego	-	-	-	-	A, B

Legenda: Em perigo (EN); [A] Pinto (2010); [B] Bolzan (2011); [C] Nogueira (2015).

No presente contexto não foram identificadas áreas de significativa importância para a mastofauna voadora, no entanto, é interessante pontuar a respeito das respostas apresentadas por determinados grupos de morcego no que diz respeito à qualidade ambiental.

Os Phyllostomídeos, por exemplo, podem ser destacados como indicadores da boa qualidade ambiental por apresentar abundância relativa e diversidade negativamente influenciadas pela ação antrópica (FENTON *et al.*, 1992) como, por exemplo, alguns predadores de topo, *C. auritus* que são pouco capturáveis. Para outras espécies pertencentes a esta família, novas condições geradas pela alteração ambiental podem beneficiar as espécies com hábitos generalistas por fornecer alimento extra, refúgios e sítios de reprodução (FURLONGER *et al.*, 1987). Das 179 espécies de Chiroptera de ocorrência conhecida no Brasil (NOGUEIRA *et al.,* 2014, FEIJÓ *et al.,* 2015), 92 delas pertencem à família Phyllostomidae (PERACCHI *et al.*, 2006).

A partir do levantamento dos dados secundários foi possível registrar a potencial ocorrência de três espécies ameaçadas de extinção, sendo duas enquadradas como "Em Perigo" em nível estadual (COPAM, 2010) e uma, também "Em Perigo", de acordo com as três listas consultadas (estadual, nacional e internacional).

A *Lionycteris spurrelli*, espécie de morcego nectarívoro, é apontada pela lista de espécies ameaçadas de Minas Gerais (COPAM, 2010) como "Em Perigo". Tal *status* é atribuído a esta espécie pelo fato da ocorrência da mesma ser rara e o conhecimento a respeito da distribuição é restrito à região do Parque Nacional Cavernas do Peruaçu e seu entorno (TRAJANO & GIMENEZES, 1998).

Já, a *Lonchophylla dekeyseri* (morceguinho do cerrado) é enquadrada como "Em Perigo" na lista estadual (COPAM, 2010), nacional (MMA, 2014) e internacional (IUCN, 2021). Se trata de uma espécie endêmica do domínio Mata Atlântica e vem sendo ameaçada pela crescente ação de degradação deste bioma, acarretando decréscimo populacional o que culmina no *status* atribuído a esta espécie.

Por fim, a *Phylloderma stenops*, enquadrada como "Em Perigo" segundo a lista estadual de espécies ameaçadas (COPAM, 2010), com ocorrência registrada nos biomas Amazônia (BERNARD 1997 e 2021), Mata Atlântica (SOUZA *et al.*, 2004) e Cerrado, este último com registro em Minas Gerais (TRAJANO & GIMENEZ, 1998). A *P. stenops* possui hábito onívoro, alimentando-se de frutos e insetos. BERNARD (1997 e 2001) e CLARKE & DOWNIE (2001) sugerem uma baixa densidade de suas populações devido aos pequenos números de registros obtidos em florestas primárias, fato este que pode nos indicar uma justificativa para o *status* de ameaça atribuído à espécie.

No presente estudo não foram registradas espécies raras e/ou endêmicas pertencentes ao grupo de quirópteros. Em relação à importância ecológica, é importante salientar a respeito da amplitude de habitas e hábitos apresentados por este grupo, fato este que já denota a importância ecológica apresentada pelos mamíferos voadores.

9.2.2.4.3.2 Área de Estudo Local – AEL e Área Diretamente Afetada – ADA

9.2.2.4.3.2.1 Riqueza de espécies

Ao todo, durante as duas campanhas de amostragem da quiropterofauna foram coletados sete indivíduos, pertencentes a apenas duas espécies, ambas da família Phyllostomidae (Tabela 9-138;Foto 9-206 a Foto 9-212). Na 1ª campanha, foram coletados três indivíduos da espécie *Carollia perspicillata* (LINNAEUS, 1758) e um indivíduo da espécie *Artibeus lituratus* (OLFERS, 1818). Já na 2ª campanha, foram capturados dois indivíduos de *C. perspicilata* (Phyllostomidae), e um de *A. lituratus*.

Tabela 9-138: Lista de espécies quiropterofauna registrada por meio de levantamento de dados nas áreas de estudo (AEL e ADA)

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo		Campanha de registro	Ponto de Registro	Forma de Registro	Status de Conservação			Cinegética	Rara
		Brasil	Cerrado				COPAM	MMA	IUCN		
ORDEM CHIROPTERA											
Família Phyllostomidae											
Sub-família Carollinae											
Carollia perspicillata (Linnaeus, 1758)	Morcego-de-cauda-curta	-	-	1ª e 2ª	P03, P07	RN	-	-	LC	-	-
Sub-família Sternodermatinae											
Artibeus lituratus (Olfers, 1818)	Morcego	-	-	1ª e 2ª	P01, P07	RN	-	-	LC	-	-

Legenda: Status de Conservação: Pouco Preocupante (LC), Quase ameaçada (NT), Vulnerável (VU), Em perigo (EN), Criticamente em Perigo (CR), Dados Deficientes (DD); Forma de Registro: Rede de Neblina (RN).

| Foto 9-206: Indivíduo de Artibeus lituratus capturado durante a 1ª campanha (março/2023)



| Foto 9-207: Indivíduo de Carollia perspicillata capturado durante a 1ª campanha (março/2023)



| Foto 9-208: Indivíduo de *Carollia perspicillata* capturado durante a 1ª campanha (março/2023)



| Foto 9-209: Indivíduo de *Carollia perspicillata* capturado durante a 1ª campanha (março/2023)



| Foto 9-210: Indivíduo de *Carollia perspicillata* capturado durante a 2ª campanha (junho/2023)



| Foto 9-211: Indivíduo de *Carollia perspicillata* capturado durante a 2ª campanha (junho/2023)



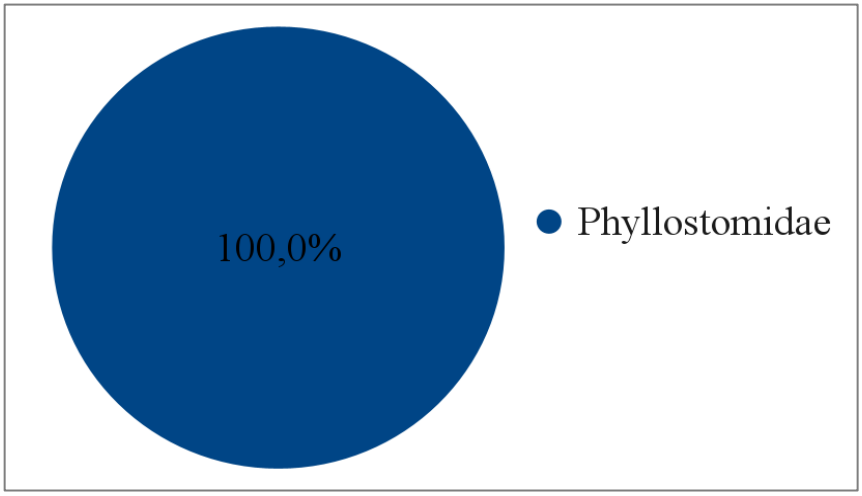
| Foto 9-212: Indivíduo de Artibeus lituratus capturado durante a 2ª campanha (junho/2023)



A família Phyllostomidae foi a única representada na área de amostragem (Gráfico 9-197). De fato, esta costuma ser a família com maior riqueza de espécies encontradas nos estudos ambientais, inclusive na região do Cerrado de Minas Gerais (*e.g.* FALCÃO *et al.*, 2003; STUTZ *et al.*, 2004; STUMPP *et al.*, 2016) Este padrão reflete, consequentemente, a nível nacional, pois esta família também apresenta o maior número de espécies de quirópteros do Brasil (cerca de 94 espécies) (DELGADO-JARAMILLO *et al.*, 2020).

Entretanto, é importante salientar o viés metodológico pela utilização de redes de neblina, como aplicado neste estudo. A altura do solo onde estas redes são posicionadas coincide com a altura de voo dos morcegos filostomídeos, facilitando a sua captura (DELGADO-JARAMILLO *et al.*, 2020). Portanto, com este método, outras famílias devem ser subestimadas, principalmente de morcegos insetívoros, como Vespertilionidae, Molossidae e Mormoopida, que conseguem detectar as redes de neblina mais facilmente.

Gráfico 9-197: Representatividade das famílias da ordem Chiroptera na área de estudo local (AEL e ADA)

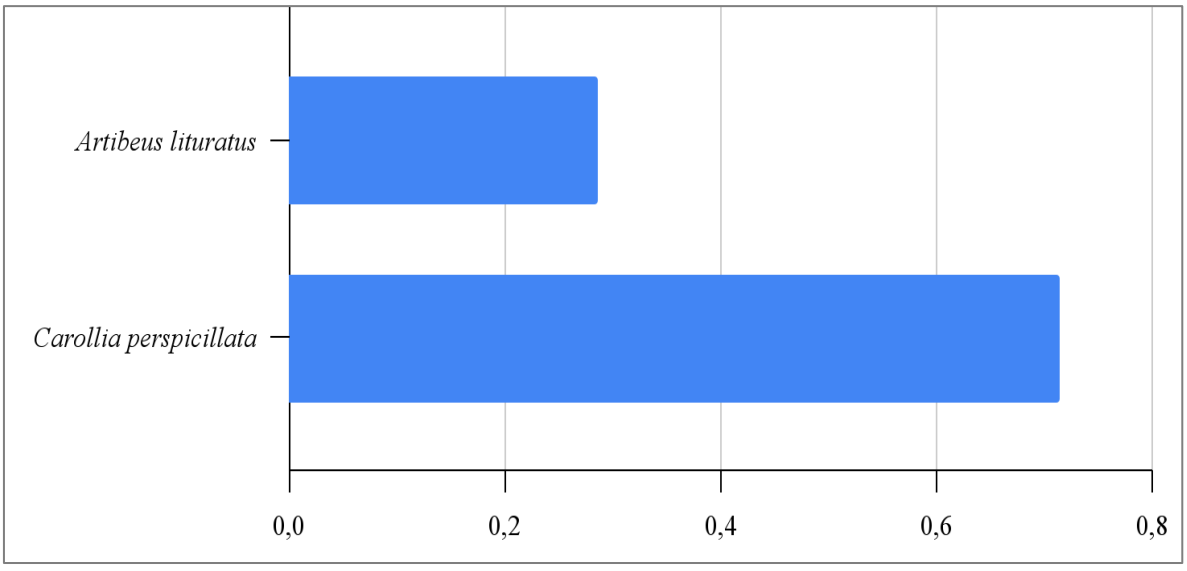


9.2.2.4.3.2.2 Abundância

A distribuição da abundância relativa das espécies coletadas na área do projeto durante as duas campanhas não demonstrou nenhum padrão claro, devido a baixíssima riqueza de espécies e abundância encontradas (Gráfico 9-198). A espécie *C. perspicillata* foi a mais abundante (5 indivíduos), seguida de *A. lituratus* (dois indivíduos). Este resultado foi totalmente contra o esperado, já que: essas duas espécies são umas das mais conhecidas no Brasil, sendo encontradas em quase todos os estados brasileiros e, geralmente, em grande abundância (REIS *et al.*, 2007). Mais especificamente, WILLIG (1985) também destaca a abundância dessas duas espécies para o Cerrado.

Assim, a baixa captura de morcegos encontrada nesse estudo pode estar relacionada ao esforço amostral empregado (duas campanhas de campo), já que, quanto maior o *n* amostral, maior a probabilidade de capturar mais indivíduos. Ademais, isso também pode ser um forte indicador de perturbação ambiental da área. Como visto anteriormente, os quirópteros são especialmente afetados pelas alterações antrópicas, diminuindo a abundância e a riqueza de espécies, por exemplo (MUYLAERT *et al.*, 2016).

Gráfico 9-198: Abundância relativa das espécies da quiropterofauna amostradas nas áreas de estudo (AEL e ADA)

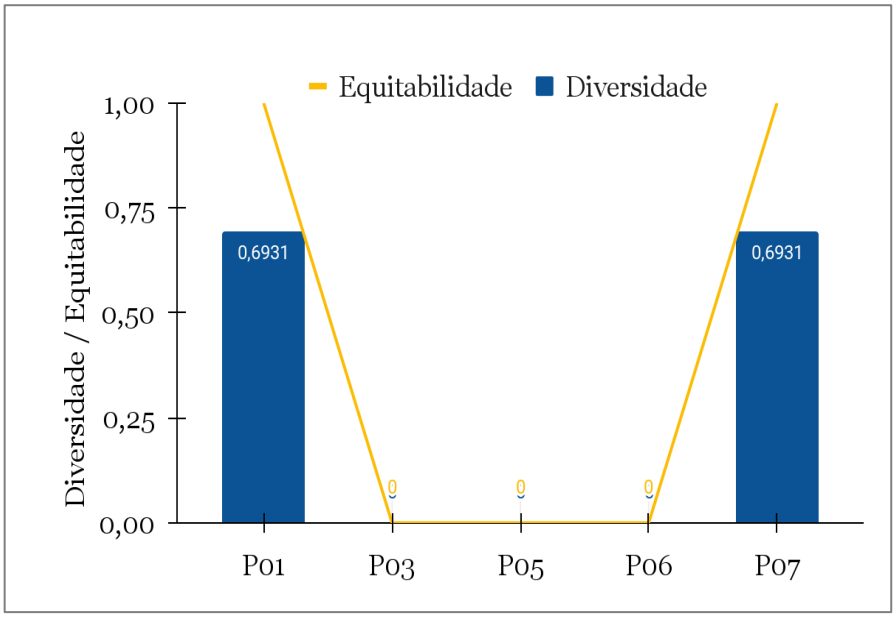


9.2.2.4.3.2.3 Diversidade

Os pontos P01 e P07 apresentaram os maiores valores do índice de diversidade de Shannon (0,6931) e de equitabilidade de Pielou (1) dentre todos os pontos amostrados, considerando-se as duas campanhas (Gráfico 9-199). Logicamente, estes pontos também apresentaram a maior riqueza de espécies (2), sendo capturados somente um indivíduo de cada espécie, o que justifica a equitabilidade máxima encontrada para estes locais. Para o ponto P03 não foi possível calcular a diversidade nem a equitabilidade, pois apenas uma espécie foi capturada neste local. Por último,

nos pontos P05 e P06 não houve nenhuma captura, e por isso também não há índices de diversidade e equitabilidade para estes locais.

Gráfico 9-199: Diversidade e equabilidade da comunidade de quirópteros registrados nas áreas de estudo (AEL e ADA)



9.2.2.4.3.2.4 Similaridade

Não foi possível realizar as análises de similaridade devido ao baixo *n* amostral. Durante as amostragens, houve apenas duas capturas no P01, três no P03 e duas no P07, somando as duas campanhas, e não havendo capturas nos P05 e P06, o que torna inviável a comparação entre eles. Esta baixa abundância e riqueza é um indicativo que a quiropterofauna é condizente com a região, antropizada em sua maior porção.

9.2.2.4.3.2.5 Suficiência amostral

Devido à baixa captura de morcegos durante as duas campanhas de coleta, não houve amostras suficientes para realizar análise de suficiência amostral.

9.2.2.4.3.2.6 Espécies Endêmicas e Raras

Apesar de diversas espécies consideradas endêmicas para o Brasil ocorrerem no Cerrado, nenhuma das duas espécies registradas para a área de amostragem é considerada endêmica do Brasil, do Cerrado ou de Minas Gerais (Tabela 9-138). De fato, ambas as espécies são amplamente distribuídas por diversos biomas brasileiros, e frequentemente registradas nos estudos ambientais e, assim, nenhuma espécie rara foi amostrada neste estudo (REIS *et al.*, 2007; PAGLIA *et al.*, 2012).

9.2.2.4.3.2.7 Espécies Ameaçadas de Extinção e de Interesse para a Conservação

Nenhuma espécie ameaçada foi registada na área de estudo deste projeto. As duas espécies amostradas nas duas campanhas foram classificadas como Pouco Preocupantes (LC) pela IUCN (2022) e não estão inseridas nem na Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais, nem na Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção do Brasil (MMA, 2022).

9.2.2.4.3.2.8 Espécies Cinegéticas

Não foi encontrado nenhum registro na literatura sobre espécies cinegéticas de quirópteros no Cerrado ou no Brasil.

9.2.2.4.3.2.9 Espécies Exóticas e/ou Invasoras

As duas espécies amostradas nas duas campanhas na área do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias são nativas do Brasil, de acordo com REIS *et al.* (2007).

9.2.2.4.3.2.10 Espécies de Importância Médica

Os morcegos, em geral, têm um papel significativo como transmissores e portadores de doenças para outros animais e para os seres humanos. Durante esta campanha, não foi encontrado nenhum morcego-vampiro, ou seja, um morcego hematófago. No entanto, é essencial considerar todas as espécies de morcegos como relevantes do ponto de vista médico, pois eles são importantes vetores de doenças, atuando como reservatórios de vírus como o da raiva, alfa e betacoronavírus, entre outros. Portanto, é fundamental tomar todas as precauções necessárias ao lidar ou entrar em contato com esses animais, independentemente da espécie.

9.2.2.4.3.2.11 Espécies Migradoras

Nenhuma espécie migradora foi encontrada na área de estudo.

9.2.2.4.3.2.12 Espécies Bioindicadoras

As espécies *A. lituratus* e *C. perspicillata* são frequentemente encontradas em florestas secundárias e áreas perturbadas (REIS *et al.*, 2007). Inclusive, essas espécies, principalmente *C. perspicillata* foi capturada com abundância em locais com distúrbios antrópicos da Serra do Caraça - MG (FALCÃO *et al.*, 2003). Portanto, a presença de ambas as espécies na área do projeto disposição a seco de resíduos industriais da Unidade Três Marias pode ser um forte indicativo de perturbação ambiental, especialmente considerando as características dos locais de coleta (Tabela 9-138). De fato, os morcegos filostomídeos já vêm sendo indicados na literatura como indicadores de disrupção de habitats nos neotrópicos (FENTON *et al.*, 1992).

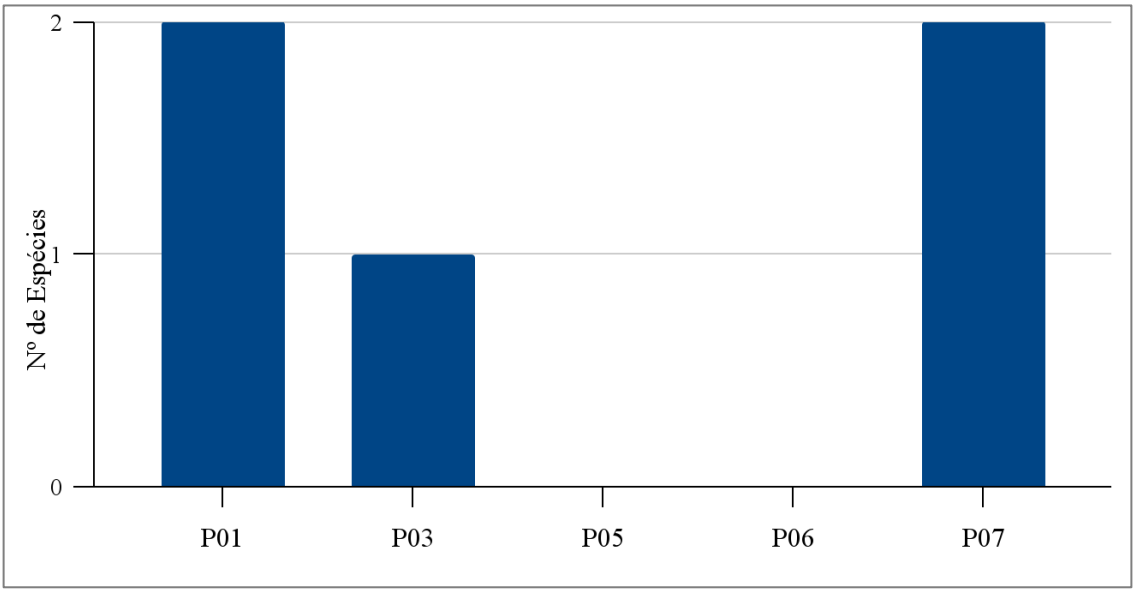
9.2.2.4.3.2.13 Formas de Uso de Habitats das Espécies

De forma geral, as duas espécies de morcegos coletadas nesta campanha são comumente observadas em florestas primárias, mas também habitam com frequência florestas secundárias em áreas rurais e urbanas (REIS *et al.*, 2007). Nestes locais, as colônias de *C. perspicillata* podem ser encontradas em locais mais escuros e úmidos, como cavernas, bueiros, galerias pluviais e até mesmo edificações abandonadas, em locais antropizados (REIS *et al.*, 2007).

Artibeus lituratus é uma espécie que habita ambientes conservados, mas também é uma das espécies mais presentes e adaptadas a ambientes urbanos e perturbados (FALCÃO *et al.*, 2003; REIS *et al.*, 2007). Esses morcegos costumam utilizar as copas das árvores e a face abaxial das folhas de palmeiras e outras plantas como abrigos (REIS *et al.*, 2007).

Neste estudo, essas duas espécies foram capturadas nos pontos P01, P03 e P07, não havendo capturas nos pontos P05 e P06 (Gráfico 9-200). Este resultado pode estar associado ao fato de que os pontos amostrados apresentam em seu entorno ambientes com perturbações antrópicas, como estradas, linhas de transmissão e barragens.

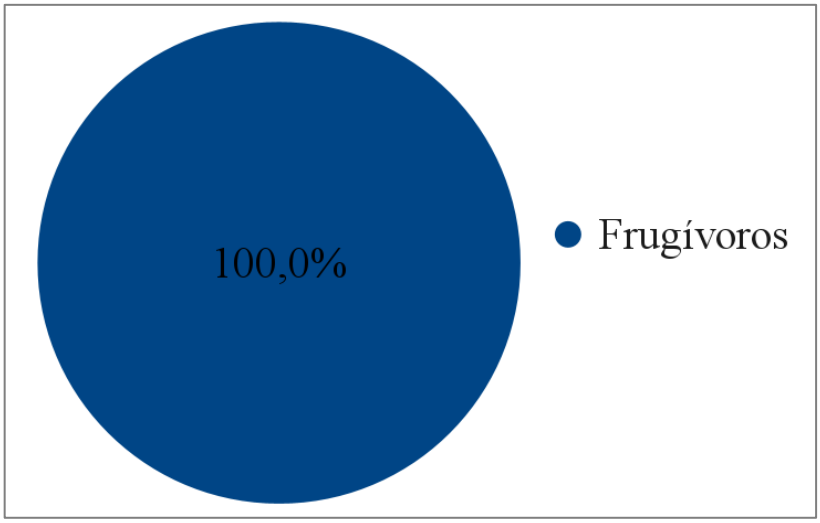
Gráfico 9-200: Riqueza de espécies de quirópteros registrados por pontos nas áreas de estudo local (AEL e ADA)



9.2.2.4.3.2.14 Hábitos alimentares e Reprodutivos das espécies

Apesar dos representantes da família Phyllostomidae apresentarem uma grande diversidade de guildas tróficas, as duas espécies registradas neste levantamento são frugívoras (Gráfico 9-201) (REIS *et al.*, 2007).

Gráfico 9-201: Representatividade dos hábitos alimentares das espécies da ordem Chiroptera registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA)



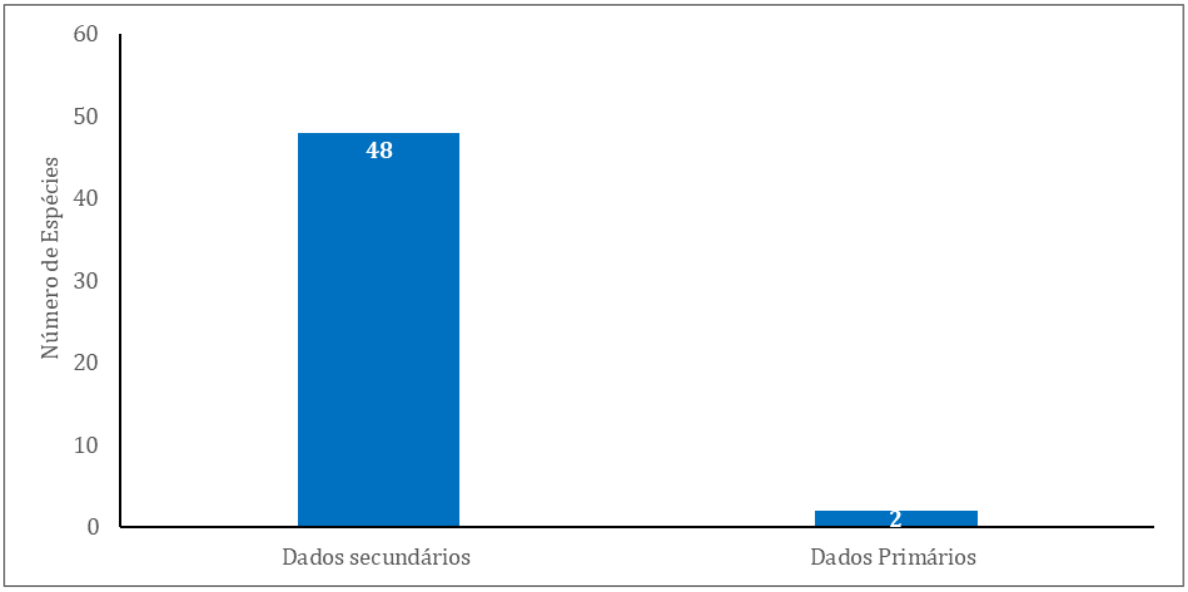
Quanto aos hábitos reprodutivos, *C. perspicillata* apresenta poliestria bimodal sazonal em áreas de Cerrado, sendo o pico de gravidez de julho a outubro, e de outubro a janeiro, uma época de transição entre a estação seca e a chuvosa, que coincide com o aumento da disponibilidade de alimento (WILLING, 1985).

Para *A. lituratus*, não há um padrão reprodutivo consensual descrito entre os registros da literatura, pois aparentemente essa espécie pode variar seus hábitos reprodutivos geograficamente. Para o Cerrado, o padrão reprodutivo observado mais comum é o poliéstrico bimodal, com picos de gravidez de junho a outubro, e depois de outubro a março, e picos de lactação de outubro a dezembro de fevereiro a abril (WILLIG, 1985).

9.2.2.4.3.3 Comparativo de Resultados entre AER e AEL/ADA

O registro de dados secundários, registrou uma riqueza de 48 espécies da mastofauna não voadora (Gráfico 9-202). Portanto, os resultados obtidos para esse estudo (2 spp.), corresponde a somente 0,04% do total encontrado para os dados secundários consultados.

| Gráfico 9-202: Comparativo entre dados primários e secundários obtidos para a mastofauna voadora nas áreas de estudo (AEL e ADA).



9.2.2.4.4 Síntese Conclusiva

Nas duas campanhas de amostragem da quiropterofauna na área do projeto foram registradas duas espécies, todas filostomídeos. Além da baixíssima riqueza de espécies, também foi encontrada uma baixíssima abundância (n=7). Do total de espécies, não há nenhuma espécie endêmica, rara, ameaçada de extinção, cinegética ou exótica na área de estudo local. Embora todas as espécies de morcegos tenham uma importância médica por ser considerados reservatórios de diversas doenças, nenhuma espécie hematófaga foi capturada no local de estudo.

Ambas as espécies capturadas são frugívoras generalistas que se alimentam preferencialmente de plantas das famílias Piperaceae e Cecropiaceae, dentre outras, e por isso, são importantes agentes de zoocoria.

9.2.2.5 Entomofauna

9.2.2.5.1 Apifauna

9.2.2.5.1.1 Introdução

Pertencentes à ordem Hymenoptera, as abelhas constituem o mais importante e predominante grupo de polinizadores na maioria das comunidades vegetais (POTTS, 2010). Distribuídas em cinco famílias: Andrenidae, Apidae, Coletidae, Halictidae e Megachilidae, as abelhas apresentam diferentes modos de vida que variam desde o nível solitário até social (SILVEIRA, *et al.*, 2002). As abelhas visitam flores em busca de néctar e pólen, fonte exclusiva de alimento responsável por suprir suas necessidades, e de suas crias (MUNIZ, 2015; KEVAN, 1999), durante a busca por recursos florais a polinização pode ser efetivada. A polinização é essencial para a formação de

frutos e sementes, e consiste na transferência de grãos de pólen das partes masculinas (anteras) de uma flor para as partes femininas (estigmas) dessa ou de outra flor, resultando na fertilização do óvulo ou óvulos da flor (OLIVEIRA & MARUYAMA, 2014).

As abelhas estão entre os componentes essenciais para o funcionamento dos ecossistemas em geral (ANACLETO & MARCHINI, 2005). Segundo OLLERTON *et al.*, (2011) cerca de 87,5% das espécies botânicas existentes no mundo dependem de animais para polinização, as abelhas se sobressaem por serem o principal grupo de polinizadores em cultivos agrícolas e sistemas florestais, representando quase 90% dos sistemas de polinização descritos atualmente (POTTS, 2010). Dentre as espécies de angiospermas obrigatoriamente polinizadas por animais, cerca de 15% têm as abelhas como visitantes florais obrigatórios (TEPEDINO, 1979).

A perda de polinizadores de espécie-chave de plantas gera alterações na estruturação das comunidades, levando espécies e ecossistemas à fragilidade ambiental e situações de risco de quedas populacionais e extinção. (NEMESIO & SILVEIRA, 2007). A redução da diversidade e abundância de espécies de abelhas nativas polinizadoras têm gerado um desequilíbrio ambiental que afeta negativamente a produção de frutos e sementes em cultivos agrícolas, com consequências de ordem econômica, uma vez que o valor econômico anual da polinização significa mais que 10% do valor da produção agrícola mundial utilizada como alimento pela população humana (GALLAI *et al.*, 2009).

Deste modo, o diagnóstico adquire uma grande importância, uma vez que resulta na caracterização e quantificação da biodiversidade presente nos ecossistemas, permitindo assim subsidiar as avaliações de impacto ambientais e contribuir para a definição de programas de gestão ambiental. Nesse sentido, o presente estudo buscou identificar e caracterizar a riqueza, abundância e diversidade de abelhas na área de estudo do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

9.2.2.5.1.2 Metodologia

9.2.2.5.1.2.1 Área de Estudo Regional – AER

Para caracterização da apifauna com potencial ocorrência na Área de Estudo Regional, tomou-se informações baseadas em dados secundários obtidos por meio de literatura técnica e científica, como, projetos, dissertações, teses, artigos científicos e estudos ambientais desenvolvidos na região de Três Marias e entorno. A pesquisa bibliográfica utilizou como base de dados os sites Google Acadêmico, Scielo, além de estudos correlatos disponibilizados em bases de dados. Além da seleção de estudos ambientais, consultas à base de dados *Species Link* foram realizadas com intuito de complementar o inventário de abelhas.

A fim de elaborar uma lista secundária mais unificada e concisa das espécies com potencial ocorrência para a Área de Estudo Regional (AER), foram consideradas apenas as espécies identificadas ao menor nível específico. Todas aquelas espécies com imprecisão taxonômica foram descartadas. Na Tabela 9-139 são apresentados os estudos selecionados, ano da amostragem, a

empresa executora ou autor do estudo, sazonalidade e métodos de amostragem adotados em cada um dos estudos.

Tabela 9-139: Estudos ambientais selecionados para diagnóstico da entomofauna – Apifauna na AER

Nome do Estudo	Ano	Empresa/Autor	Sazonalidade	Métodos de Amostragem
Composição de fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e da flora associada em áreas de cerrado de Minas Gerais, Brasil.	2002	AZEVEDO	Seca e Chuvosa	Censo em Flores
Influência da estrutura da vegetação na comunidade de abelhas em florestas tropicais.	2014	ALVARENGA	Chuvosa	Armadilhas Aromáticas, Censo em Flores
Distribuição geográfica, filogeografia e história evolutiva da abelha sem ferrão Melipona quadrifasciata (Hymenoptera, Apidae).	2008	BATALHA-FILHO	Seca e Chuvosa	Coleção Entomológica
Synonymic note on Epicharis (Triepicharis) Moure 1945 (Hymenoptera: Apidae).	2006	VÉLEZ & SILVEIRA	Seca e Chuvosa	Coleção Entomológica
Base de Dados do Species Link	Atual	Species link	NA	Banco de Dados

9.2.2.5.1.2.2 Área de Estudo Local – AEL e Área Diretamente Afetada - ADA

9.2.2.5.1.2.2.1 Período de Amostragem

O levantamento de dados primários da Apifauna na Área de Estudo Local e da Área Diretamente Afetada (ADA) do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias ocorreu em duas campanhas de campo, considerando o período sazonal durante a amostragem. (Tabela 9-140). As amostragens foram conduzidas em campo por um biólogo especialista em abelhas e um auxiliar de campo. Em laboratório, as identificações foram realizadas por um biólogo especialista em taxonomia de abelhas.

Tabela 9-140: Períodos de Amostragem da Apifauna

Campanha	Data	Sazonalidade
1ª	21 a 25/08/2023	Seca
2ª	16 a 20/10/2023	Chuvosa

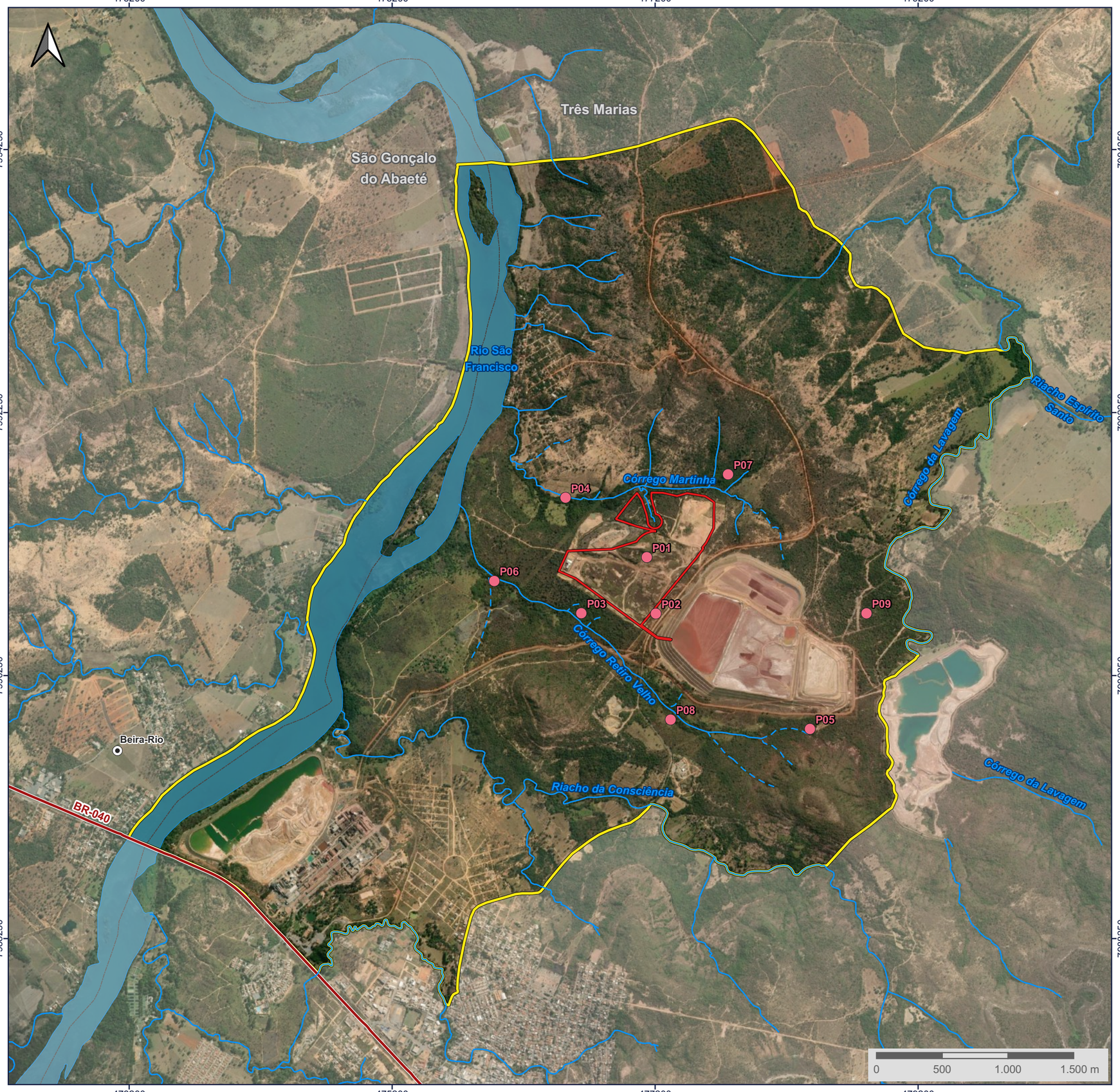
9.2.2.5.1.2.2.2 Descrição dos Pontos de Amostragem

Os pontos de monitoramento foram previamente selecionados, com base em suas características fitofisiológicas, disponibilidade de recursos ou que se caracteriza como potenciais nichos

específicos para as espécies da apifauna. A descrição detalhada desses pontos está apresentada a seguir na Tabela 9-141 e na Foto 9-246. Na Figura 9-109 é possível observar a distribuição dos pontos de amostragem da apifauna.

Tabela 9-141: Pontos de Amostragem da Apifauna nas Áreas de Estudo (AEL e ADA)

Ponto Amostral	Coordenadas UTM (Zona 23S | Datum SIRGAS2000)	
	mE	mE
P01	477.136	7.991.150
P02	477.205	7.990.721
P03	476.638	7.990.724
P04	476.518	7.991.603
P05	478.377	7.989.844
P06	475.976	7.990.969
P07	477.754	7.991.780
P08	477.317	7.989.915
P09	478.807	7.990.723



Legenda

- Pontos de Amostragem
- Localidades
- Rodovias Federais
- Cursos d'água intermitentes e sem classificação
- Cursos d'água efêmeros
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Biótico



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023), AEL, AER, Pontos de Amostragem, Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023); Rodovias Federais (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-109: Localização dos pontos amostrais da entomofauna – nas áreas de estudo (AEL e ADA)

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	30/08/2024	NXTM-DRS-EIA-Entomofauna-A3-v00

| Foto 9-213: Vista parcial do ponto amostral P01



| Foto 9-214: Vista parcial do ponto amostral P02



| Foto 9-215: Vista parcial do ponto amostral P03



| Foto 9-216: Vista parcial do ponto amostral P04



| Foto 9-217: Vista parcial do ponto amostral P05



| Foto 9-218: Vista parcial do ponto amostral P06



| **Foto 9-219: Vista parcial do ponto amostral P07**



| **Foto 9-220: Vista parcial do ponto amostral P08**



| **Foto 9-221: Vista parcial do ponto amostral P09**



9.2.2.5.1.2.2.3 Coleta de Dados Primários

Para o monitoramento das abelhas nativas foram utilizadas três metodologias complementares (RAMALHO *et al*., 2009) nos nove pontos de amostragem, sendo listadas a seguir.

9.2.2.5.1.2.2.3.1 Armadilhas Aromáticas

As iscas aromáticas consistem em chumaços de algodão embebidos com diferentes essências disponibilizadas no interior de garrafas PET para atração de machos da subtribo Euglossina. Este método consiste em uma adaptação do modelo apresentado por CAMPOS *et al*. (1989). Em cada ponto de amostragem foram instalados quatro conjuntos de armadilhas, sendo que cada conjunto é composto por três armadilhas, cada uma contendo uma das seguintes substâncias aromáticas: eucaliptol (cineol), eugenol e salicilato de metila. As essências foram disponibilizadas, e repostas uma vez por dia, em um chumaço de algodão localizado no interior de cada armadilha adaptada de garrafas PET de dois litros (RAMALHO, 2009) (Foto 9-222 e Foto 9-223).

| Foto 9-222: Profissional realizando a instalação de armadilhas em campo



| Foto 9-223: Armadilha aromática instalada em campo



Em cada ponto amostral, foram instaladas quatro armadilhas, dispostas a 1,5 metros do solo e em até15 metros entre si. As iscas permaneceram ativas no intervalo compreendido entre 8:00h da manhã e permanecendo até as 8:00h da manhã do dia seguinte. O esforço utilizado foi de 24 horas x 09 pontos x 4 conjuntos em cada campanha.

9.2.2.5.1.2.2.3.2 Censo em flores com rede entomológica (Busca Ativa)

Este método consiste na observação e captura das abelhas nas flores e seus arredores com auxílio de uma rede entomológica. Para esse tipo de amostragem, o coletor deve permanecer por cerca de cinco minutos diante de um indivíduo florido, capturando todas as abelhas visitantes (Foto 9-224 a Foto 9-227). As coletas foram executadas por dois coletores, que trabalharam simultaneamente nos pontos de amostragem por cinco dias consecutivos. Cada ponto foi vistoriado por uma (01h) hora pela manhã (entre 8:00 h e 11 h) e a uma (01h) a tarde (entre 15:00 h e 18:00 h) em caminhamentos livres em busca de plantas com flores. Cada indivíduo florido foi acompanhado por cerca de cinco minutos (5 min). Com este esforço amostral realizamos 20h de amostragem e procura por ponto (2h x 2 observadores x 5 dias) e 180 horas por campanha.

| Foto 9-224: Profissional realizando coleta por meio da Rede entomológica



| Foto 9-225: Registro de floração e busca por visitantes florais



| Foto 9-226: Profissional realizando coleta por meio da Rede Entomológica



| Foto 9-227: Registro de flor e busca por visitantes florais



9.2.2.5.1.2.2.3.3 Busca por ninhos

Em cada um dos pontos amostrais, durante as atividades de censos em flores, foi realizada a busca por ninhos nativos durante o trajeto percorrido (Foto 9-228 e Foto 9-229). Cada ponto foi vistoriado por uma (01 h) hora pela manhã (entre 8:00 h e 11 h) e pela tarde (entre 15:00 h e 18:00 h) em caminhamentos livres. Quando identificados, os ninhos foram georreferenciados, marcados e acompanhados para identificação da espécie.

Foto 9-228: Busca ativa por ninhos de abelhas em ocos em trocos de árvores



Foto 9-229: Busca ativa por ninhos de abelhas em cavidades naturais



9.2.2.5.1.2.2.4 Identificação de Dados Primários

Após a coleta, diariamente as abelhas capturadas foram sacrificadas em frascos (câmara mortífera) contendo acetato de etila e as amostras de cada ponto transferidas para recipientes apropriados com etiqueta contendo a referência do local de coleta e encaminhadas ao laboratório para triagem e identificação.

As abelhas foram montadas em alfinetes entomológicos e levadas à estufa a 40°C para secagem. Para a identificação dos espécimes foi utilizado microscópio estereoscópico (Foto 9-230 a Foto 9-232), com o auxílio de chaves dicotômicas e por comparação, quando necessário, com exemplares depositados na Coleção de Referência do Laboratório de Sistemática e Ecologia de Abelhas da Universidade Federal de Minas Gerais.

Foto 9-230: Montagem e fixação das abelhas coligidas em campo



Foto 9-231: Secagem das abelhas em estufa com temperatura controlada a 40°C



| Foto 9-232: Espécimes após fixação em alfinetes entomológicos e secagem em estufa



O arranjo taxonômico das espécies está de acordo com BONILLA-GÓMEZ & NATES-PARRA (1992), KIMSEY (1982), SILVEIRA *et al*., (2002), ANJOS-SILVA & REBÊLO (2006), OLIVEIRA (2006) Para determinação do status de ameaça das espécies registradas foram consultadas as listas oficiais brasileiras de espécies sob ameaça de extinção (IUCN, 2022; MMA, 2014; COPAM, 2010), além de informações disponíveis em MACHADO *et al*. (2008).

9.2.2.5.1.2.2.5 Análise dos Dados

O cálculo da curva de acúmulo de espécies foi elaborado utilizando-se os pontos amostrais onde houveram registrados de indivíduos como unidade amostral (UA) integrado nas duas campanhas, por meio do estimador não paramétrico Jackknife de primeira ordem, utilizando o programa Estimates® versão 9.1 (COLWELL, 2013), com 1000 aleatorizações. A curva de acúmulo de espécies, que é utilizada para determinação da suficiência da amostra, foi elaborada utilizando o acúmulo de espécies registradas nas duas campanhas de campo.

Para o cálculo da riqueza e abundância de espécies, foi registrada a somatória total do número de indivíduos capturados/avistados nos pontos amostrais, sendo então por meio de análise qualitativa identificada a riqueza e a abundância total de espécies presentes na área de estudo.

9.2.2.5.1.3 Resultados

9.2.2.5.1.3.1 Área de Estudo Regional – AER

A partir da literatura e trabalhos técnicos consultados, foram compiladas as informações acerca da Apifauna de potencial ocorrência na Área de Referência. Foram registradas um total de 117 espécies de abelhas com potencial ocorrência na Área de Estudo Regional, distribuídas nas cinco famílias: Apidae (88); Megachilidade (18) e Halictidae (10) (Gráfico 9-203; Tabela 9-142).

Não foram registrados representantes das famílias Andrenidae e Coletidae. Para composição da comunidade de abelhas na área de estudo regional foram considerados apenas as espécies identificadas ao menor nível específico, táxons com imprecisão taxonômica não foram incluídos.

Gráfico 9-203: Representatividade das famílias da apifauna registradas por meio dos dados secundários com potencial ocorrência para a AER

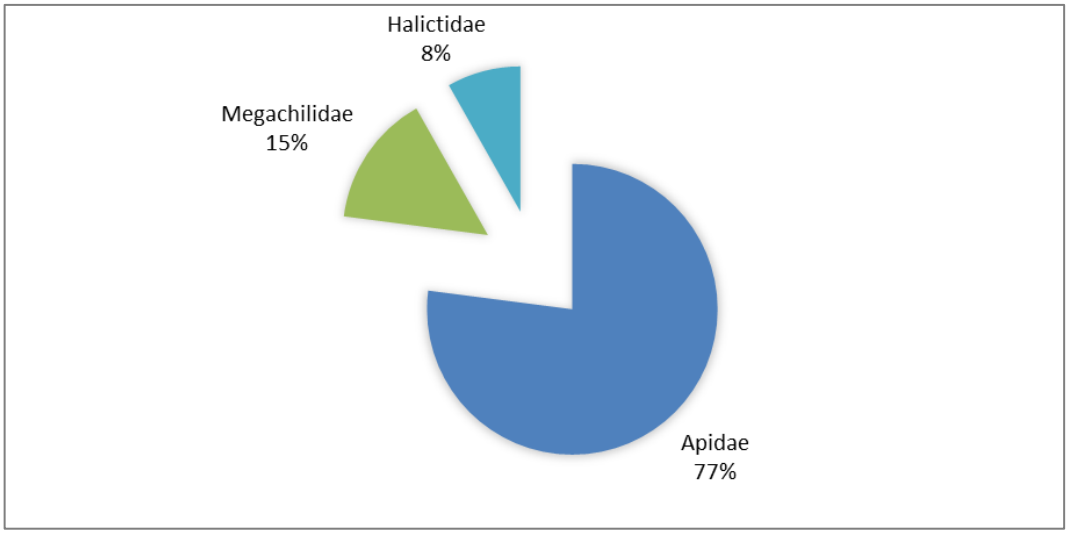


Tabela 9-142: Lista de espécies de abelhas registradas por meio de levantamento de dados secundários para a AER

Família	Táxon	Referência
Andrenidae	*Oxaea flavescens*	A
Apidae	*Bombus (Fervidobombus) atratus*	A
Apidae	*Bombus (Fervidobombus) morio*	A
Apidae	*Centris (Centris) aenea*	A
Apidae	*Centris (Centris) flavifrons*	A
Apidae	*Centris (Centris) inermis*	A
Apidae	*Centris (Centris) nitens*	A
Apidae	*Centris (Centris) obscurior*	A
Apidae	*Centris (Centris) poecila*	A
Apidae	*Centris (Centris) spilopoda*	A
Apidae	*Centris (Centris) varia*	A
Apidae	*Centris (Hemisiella) tarsata*	A
Apidae	*Centris (Hemisiella) trigonoides*	A
Apidae	*Centris (Hemisiella) vittata*	A
Apidae	*Centris (Heterocentris) analis*	A
Apidae	*Centris (Melacentris) dorsata*	A
Apidae	*Centris (Melacentris) violacea*	A
Apidae	*Centris (Ptilotopus) denudans*	A
Apidae	*Centris (Ptilotopus) scopipes*	A
Apidae	*Centris (Trachina) fuscata*	A
Apidae	*Centris (Xanthemisia) lutea*	A

Família	Táxon	Referência
Apidae	*Epicharis (Epicharana) flava*	A
Apidae	*Epicharis (Epicharis) bicolor*	A
Apidae	*Epicharis (Epicharitides) cockerelli*	A
Apidae	*Epicharis (Epicharitides) iheringi*	A
Apidae	*Epicharis (Epicharitides) luteocincta*	A
Apidae	*Epicharis (Triepicharis) analis*	A
Apidae	*Epicharis (Triepicharis) schrottkyi*	A
Apidae	*Acanthopus excellens*	A
Apidae	*Ctenioschelus goryi*	A
Apidae	*Mesocheira bicolor*	A
Apidae	*Florilegus (Euflorilegus) fulvipes*	A, D
Apidae	*Gaesischia (Gaesischia) araguaiana*	A
Apidae	*Gaesischia (Gaesischiopsis) flavoclypeata*	A
Apidae	*Melissoptila cnecomola*	A
Apidae	*Melissoptila richardiae*	A, B
Apidae	*Thygater (Thygater) analis*	A
Apidae	*Eufriesea violascens*	B
Apidae	*Euglossa (Euglossa) melanotricha*	B
Apidae	*Euglossa (Euglossa) securigera*	B
Apidae	*Eulaema (Apeulaema) nigrita*	B
Apidae	*Euglossa (Euglossa) fimbriata*	B
Apidae	*Euglossa (Euglossa) carolina*	B
Apidae	*Euglossa(Euglossa) amazonica*	B
Apidae	*Euglossa (Euglossa) leucotricha*	A, B
Apidae	*Euglossa (Euglossa) pleosticta*	B
Apidae	*Euglossa (Euglossa) truncata*	A
Apidae	*Euglossa (Euglossa) violaceifrons*	A
Apidae	*Eulaema (Apeulaema) cingulata*	A
Apidae	*Exaerete smaragdina*	A
Apidae	*Exomalopsis (Exomalopsis) analis*	A
Apidae	*Exomalopsis (Exomalopsis) auropilosa*	A
Apidae	*Exomalopsis (Exomalopsis) collaris*	E
Apidae	*Exomalopsis (Exomalopsis) fulvofasciata*	A
Apidae	*Exomalopsis (Exomalopsis) minor*	A
Apidae	*Cephalotrigona capitata*	A
Apidae	*Frieseomelitta flavicornis*	A
Apidae	*Frieseomelitta silvestrii*	A
Apidae	*Frieseomelitta varia*	A, E
Apidae	*Geotrigona mombuca*	A
Apidae	*Geotrigona subterranea*	A
Apidae	*Leurotrigona muelleri*	A
Apidae	*Melipona quadrifasciata*	A

Família	Táxon	Referência
Apidae	*Melipona quinquefasciata*	A
Apidae	*Melipona rufiventris*	A
Apidae	*Nannotrigona testaceicornis*	A
Apidae	*Paratrigona lineata*	A
Apidae	*Paratrigona subnuda*	A
Apidae	*Partamona cupira*	A
Apidae	*Partamona helleri*	A
Apidae	*Plebeia droryana*	A
Apidae	*Scaptotrigona bipunctata*	A
Apidae	*Scaptotrigona postica*	A
Apidae	*Schwarziana quadripunctata*	A
Apidae	*Schwarzula timida*	A
Apidae	*Tetragona clavipes*	A
Apidae	*Tetragonisca angustula*	C
Apidae	*Trigona fulviventris*	A
Apidae	*Trigona hyalinata*	A
Apidae	*Trigona spinipes*	A
Apidae	*Trigona truculenta Almeida*	A
Apidae	*Ceratina (Calloceratina) chloris*	A
Apidae	*Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis*	A
Apidae	*Xylocopa (Neoxylocopa) grisescens*	A
Apidae	*Xylocopa (Neoxylocopa) hirsutissima*	A, E
Apidae	*Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta*	A
Apidae	*Xylocopa (Schonnherria) macrops*	A
Apidae	*Xylocopa (Schonnherria) muscaria*	A, E
Apidae	*Apis mellifera*	E
Halictidae	*Megomation (Megaloptina) festivaga*	A
Halictidae	*Pseudaugochlora graminea*	A
Halictidae	*Pseudaugochlora pandora*	A
Halictidae	*Thectochlora alaris*	A
Halictidae	*Augochloropsis callichroa*	A
Halictidae	*Augochloropsis patens*	A
Halictidae	*Augochloropsis smithiana*	A
MEGACHILIDAE		
Tribo Megachilini	*Anthidium latum*	A
Tribo Megachilini	*Epanthidium tigrinum*	A
Tribo Megachilini	*Larocanthidium bilobatum*	A
Tribo Megachilini	*Larocanthidium ornatum*	A
Tribo Megachilini	*Coelioxys (Acrocoelioxys) tolteca*	A
Tribo Megachilini	*Megachile (Acentron) bernardina*	A
Tribo Megachilini	*Megachile (Austromegachile) habilis*	A
Tribo Megachilini	*Megachile (Chrysosarus) melanopyga*	A

Família	Táxon	Referência
Tribo Megachilini	*Megachile (Cressoniella) rava Vachal*	
Tribo Megachilini	*Megachile (Leptorachina) latea*	A
Tribo Megachilini	*Megachile (Leptorachis) friesei*	A
Tribo Megachilini	*Megachile (Leptorachis) paulistana*	A
Tribo Megachilini	*Megachile (Neomegachile) brethesi*	A
Tribo Megachilini	*Megachile (Pseudocentron) botucatuna*	A
Tribo Megachilini	*Megachile (Pseudocentron) curvipes*	A
Tribo Megachilini	*Megachile (Pseudocentron) inscita*	A
Tribo Megachilini	*Megachile (Pseudocentron) terrestris*	A
Tribo Megachilini	*Megachile (Tylomegachile) orba*	A

Legenda: [A] Azevedo (2002); [B] Alvarenga (2014); [C] Batalha-Filho (2008); [D] Vélez & Silveira (2006)

A família Halictidae reúne espécies de tamanho corporal pequeno a médio com ampla ocorrência no mundo. A família é reconhecida pela diversidade de comportamentos, abrangendo desde espécies solitárias, sociais e até eussociais primitivas (SILVEIRA *et al.*, 2002). A classificação e organização dos espécimes da família Halictidae enfrenta diversas limitações taxonômicas, o que impede muitas vezes que estes espécimes possam ser identificados em níveis específicos (OLIVEIRA *et al.*, 2012). A baixa riqueza de espécies da família Halictidae nesse estudo está relacionado à exclusão dos táxons com imprecisões taxonômicas, sendo assim, é possível que o número de espécies de Halictidae esteja subestimada.

Já a ausência de espécies das famílias Andrenidae e Colletidae pode estar relacionada com validação taxonômica dos espécimes em nível de espécie e também com a distribuição geográfica, embora frequentes no mundo todo, essas famílias são muito mais diversificadas e abundantes ao sul do Brasil do que em latitudes tropicais e equatoriais (SILVEIRA *et al.*, 2002).

As espécies registradas neste estudo estão grupadas em 12 subtribos, a saber: Meliponini, Centridini, Euglossini, Megachilini, Augochlorini, Xylocopini, Eucerini, Exomalopsini, Anthidiini, Ericrocidini, Bombini e Oxaeini. As tribos Meliponini, Centridini, Euglossini e Megachilini apresentam maior riqueza de espécies e compreendem 70% de toda a amostragem.

As abelhas da subtribo Euglossina apresentam ampla distribuição na região neotropical, embora possam ocorrer em diferentes biomas, a maioria das espécies de Euglossini são encontradas em áreas florestais úmidas (SILVEIRA *et al.*, 2002; ROUBIK & HANSON, 2004). Dentre as mais de 230 espécies de Euglossinas descritas, pouco se sabe a respeito da composição da apifauna na Área de Estudo Regional (MOURE *et al.*, 2012). Conhecidos como polinizadores das orquídeas, os machos da subtribo Euglossina são fortemente atraídos por compostos aromáticos produzidos por essas e outras espécies botânicas (CAMPOS *et al.*, 1989; BONILLA GOMEZ, 1999; ROUBIK, 1989). A descoberta e síntese destes atrativos aromáticos permitiu conhecer mais a respeito do comportamento, ecologia e da comunidade destas abelhas (DODSON & HILLS 1966, HILLS *et al.*, 1968, DODSON *et al.*, 1969, WILLIAMS & DODSON, 1972). Frequentemente, este grupo tem sido

utilizado como bioindicador de qualidade ambiental em estudos de levantamento e caracterização da fauna pela facilidade em atrair e capturar os espécimes (NEMÉSIO & SILVEIRA, 2007).

A subtribo Meliponina reúne as abelhas indígenas sem ferrão e corresponde à importante parcela das espécies registradas no mundo e no Brasil. Os meliponíneos são abelhas minúsculas a médias, em geral robustas com distribuição nas regiões tropicais do mundo, bem como nas regiões subtropicais do hemisfério sul (SILVEIRA *et al.*, 2002). No Brasil, são descritas e catalogadas mais de 400 espécies nativas (PEREIRA, 2015). Estes insetos vivem em colônias que podem conter centenas ou milhares de indivíduos organizados em diferentes funções de trabalho na colmeia. Caracterizadas pela ausência de ferrão, os meliponíneos apresentam uma complexa organização social, na qual seus ninhos são, em geral, construídos no solo, em cavidades pré-existentes como ocos de árvores, ninhos abandonados de cupins e formigas (SILVEIRA *et al.*, 2002).

As espécies da tribo Centridini (Apidae) possuem ocorrência restrita às regiões tropicais do continente americano, e abrange espécimes médias a grandes, comumente robustas e pilosas. A tribo abrange espécies solitárias que nidificam em cavidades preexistentes no solo, frequentemente em grandes agregações, no entanto alguns grupos podem procurar orifícios pré-existentes em madeira para construir seus ninhos (SILVEIRA *et al.*, 2002). As fêmeas da tribo Centridini possuem comportamento intrínseco de coleta de óleo em flores das plantas das famílias Malpighiaceae e Krameriaceae, o óleo coletado é utilizado no revestimento dos ninhos e na alimentação e provisionamento das larvas (ALVES -DOS- SANTOS *et al.*, 2007).

Segundo ZENELLA & MARTINS (2003), há uma baixa diversidade de abelhas da família Halictidae em áreas de caatingas, e elevada riqueza de abelhas sem ferrão, tribo Meliponini. O Cerrado é um ecossistema contíguo à Caatinga, com muitas áreas de contato, e por também apresentar vegetação aberta, nesse sentido os biomas concentram em maior diversidade e ocorrência espécimes dos gêneros Epicharis, Euglossa, Eulaema e Oxaea.

No contexto da área de estudo regional, não foram registradas áreas de significativa importância para a apifauna. Em relação a espécies indicadoras de qualidade ambiental, comumente as espécies da subtribo Euglossina são utilizadas como organismos bioindicadores. As espécies *Eulaema (Apeulaema) cingulata* e *Eulaema (Apeulaema) nigrita* são reconhecidas na literatura como potenciais bioindicadores de degradação ambiental, por ocorrerem em áreas impactadas e/ou abertas, embora também estejam presentes em grandes remanescentes florestais e áreas savânicas (MORATO *et al.*, 1992; MORATO, 1994; PERUQUETTI *et al.*, 1999; NEMÉSIO & SILVEIRA, 2007). Não foram registradas espécies raras ou endêmicas na área de estudo.

A importância econômica das abelhas como polinizadoras é relevante, uma vez são os principais polinizadores de plantas nativas e cultivas, estima-se que cerca de 75% das espécies botânicas são dependentes dos serviços de polinização prestados por elas (NABHAN & BUCHMANN, 1997; ROUBIK, 1995).

O manejo e criação de abelhas nativas sem ferrão tem se mostrado uma alternativa à criação e uso da abelha exótica *Apis mellifera* na criação de produtos da apicultura. A meliponicultura no Brasil representa uma importante alternativa econômica para pequenos produtores rurais, além de embasar a conservação das espécies nativas e a manutenção dos serviços ecológicos empregados por estas abelhas. Fatores como a ausência de ferrão torna as abelhas melíponas adequadas para manejo mesmo em áreas povoadas; colmeias numerosas e com uma grande capacidade de forrageamento, além do alto valor agregado aos produtos apícolas são vantagens que beneficiam e incentivam a atividade (VENTURIERI *et al.*, 2012).

Por não oferecerem nenhum risco, já que não possuem ferrão, algumas abelhas da subtribo Meliponina são comumente criadas próximas às residências. Das espécies registradas na Área de Estudo, as abelhas do gênero Melipona são amplamente utilizadas para criação e extração de mel. Geralmente os ninhos dessas abelhas são retirados do local de origem e transferidos para caixas, onde são manejados.

Conhecida popularmente por abelha africanizada, *Apis mellifera* é uma abelha exótica e invasora introduzida no país visando a produção de mel e polinização de cultivos agrícolas (MORAIS *et al.*, 2012). A interação entre as diversas subespécies de *A. mellifera* europeias, e a subespécie *Apis mellifera scutellata* originária do continente Africano e introduzida em 1956 resultou na formação de uma abelha poli-híbrido, o que lhe rendeu o nome popular de abelha africanizada. Estas abelhas ocorrem por toda extensão territorial brasileira, possuem ferrão e tendem a formar grandes e volumosas colmeias

O diagnóstico com base em dados secundários da apifauna da Área de Estudo obteve o registro de 117 espécies com potencial ocorrência na AER, o equivalente a cerca de 25% de todas as espécies catalogadas em Minas Gerais e 4% das espécies registradas no Brasil.

Apenas três das cinco famílias de abelhas presentes no Brasil estavam representadas no estudo. A família Apidae foi a melhor representada, seguida de Megachilidae. As espécies registradas neste estudo estão agrupadas em 12 subtribos, sendo que as abelhas Euglossina, Meliponina, Centridini, juntamente com as Megachilini, representaram 70% das espécies da amostra total.

9.2.2.5.1.3.2 Área de Estudo Local – AEL e Área Diretamente Afetada – ADA

9.2.2.5.1.3.2.1 Riqueza e Abundância de Espécies

Considerando o período de amostragem, foram capturados 50 indivíduos pertencentes a 18 táxons distintos, distribuídas entre as famílias: Apidae e Halictidae (Tabela 9-143). A família Apidae concentrou a maior riqueza de táxons neste estudo, com quase totalidade da amostra, compreendendo 99% dos espécimes e táxons registrados. Considerada a família mais comum e a mais diversificada de abelhas, os indivíduos desta família possuem ampla distribuição em todos os continentes do globo (SILVEIRA *et al.*, 2002). O grande número de espécies catalogadas em conjunto com a diversidade de comportamentos e estratégias de reprodução podem justificar a alta frequência desta família em diversos estudos realizados nos diferentes biomas brasileiros.

A família Halictidae apresentou pouca representatividade nas amostras, com somente um táxon registrado É preciso levar em consideração a distribuição geográfica, e os centros de diversificação e abundância dos grupos ao se avaliar a representatividade desta família no estudo. A sazonalidade e disponibilidade de recursos florais também são fatores determinantes para abundância e riqueza da comunidade de abelhas, que influenciam desde ocorrência à comportamentos de forrageamento e estratégias reprodutivas. Não foram registrados representantes das famílias Andrenidae, Coletidae e Megachilidae.

Tabela 9-143: Espécies de abelhas Registradas na AEL e ADA

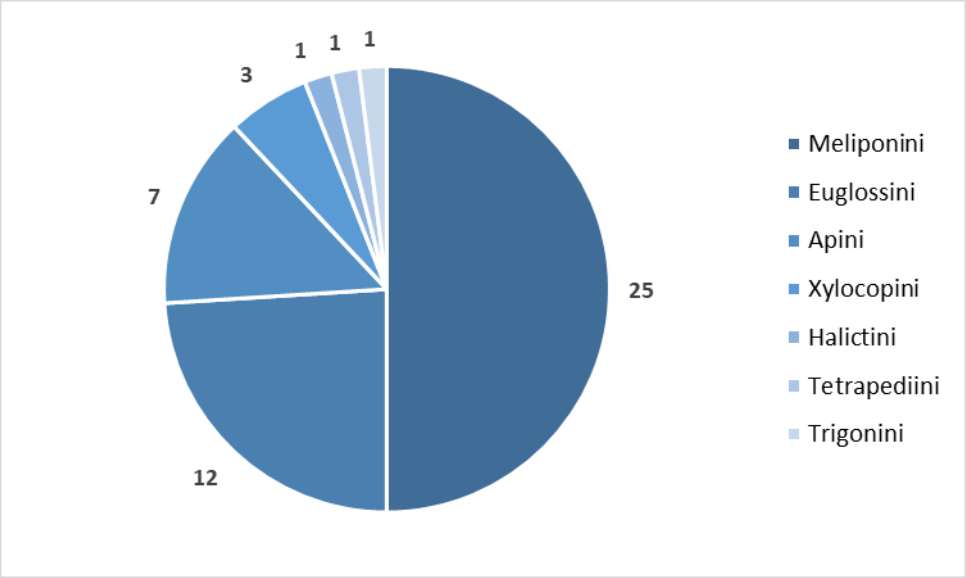
Nome do Táxon	Nome Popular	Forma de Registro	Campanha	Status de Conservação			Cinegética
				COPAM	MMA	IUCN	
Família Halictidae							
Tribo Halictini	-	BA	-	-	-	-	-
Família Apidae							
Tribo Apini							
Apis mellifera	abelha europeia	BA	1, 2	-	-	-	X
Tribo Euglossini							
Euglossa (Euglossa) securigera	abelha-das-orquídeas	IS	2	-	-	-	-
Euglossa imperialis	abelha-das-orquídeas	IS	2	-	-	-	-
Euglossa (Euglossa) fimbriata	abelha-das-orquídeas	IS	2	-	-	-	-
Euglossa melanotrichia	abelha-das-orquídeas	IS	2	-	-	-	-
Eulaema nigrita	mamangava	IS, BA	1, 2	-	-	-	-
Eulaema sp.	mamangava	BA	2	-	-	-	-
Tribo Meliponini							
Lestrimellita limao	abelha limão	IS, BA	1, 2	-	-	-	-
Leurotrigona muelleri	lambe olhos	IS	2	-	-	-	X
Melipona quinquefasciata	mandaçaia-do-chão	IS	2	-	-	-	X
Partamona helleri	boca de sapo	BA	2	-	-	-	X
Plebeia droryana	mirim	BA	1	-	-	-	X
Trigona spinipes	abelha cachorro	IS, BA	1, 2	-	-	-	-
Tribo Tetrapediini							
Tetrapedia sp.	-	BA	2	-	-	-	-
Tribo Trigonini							

Nome do Táxon	Nome Popular	Forma de Registro	Campanha	Status de Conservação			Cinegética
				COPAM	MMA	IUCN	
Tetragonisca angustula	jataí	IS	2	-	-	-	X
Tribo Xylocopini							
Xylocopa grisescens	mamangava	BA	1	-	-	-	-
Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta	mamangava	BA	2	-	-	-	-

Legenda - Forma de Registro: Isca Aromática (IS), Busca Ativa (BA).

As espécies registradas neste estudo estão agrupadas em sete tribos, a saber: Apini, Euglossini, Halictini, Meliponini, Tetrapediini, Trigonini e Xylocopini (Gráfico 9-204). Pertencem à família Apidae, as abelhas das tribos Euglossini e Meliponini, considerados grupos bastante diversificados, e de grande importância ecológica, apresentaram as maiores abundâncias na amostragem. Tais tribos possuem grande importância local, uma vez que apresentam maior abundância e riqueza de espécies, representando juntas 74% de toda amostragem (Meliponini (n=25 ssp.) e Euglossini (n = 12 ssp.), seguida de Apini (n = 7 ssp.) e Xylocopini (n = 3 ssp.). As demais tribos apresentaram uma única espécie.

Gráfico 9-204: Representatividade das tribos de abelhas registradas na AEL e ADA.



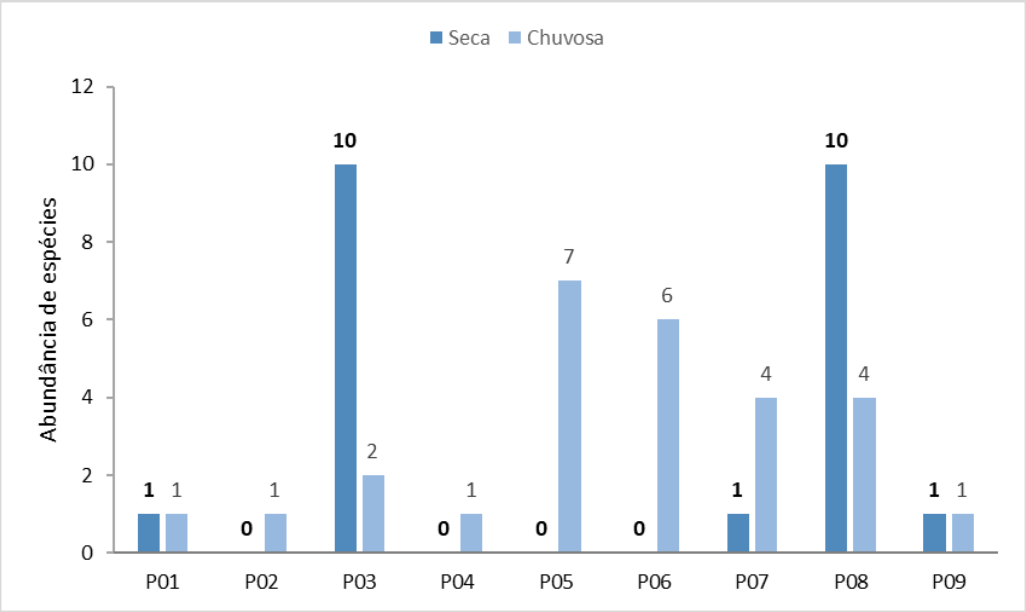
No total, as espécies das tribos Euglossini e Meliponini em conjunto, corresponderam a 74% das espécies registradas durante as duas campanhas de campo. A presença de várias espécies do gênero Euglossa e Eulaema está relacionada às metodologias utilizadas, que consistem em um método de atratividade por iscas aromáticas, condizente com as características biológicas destas tribos.

Os meliponíneos são abelhas minúsculas a médias, em geral robustas com grande importância para as regiões tropicais do mundo, principalmente Brasil. Os espécimes deste grupo vivem em

colônias ativas durante todo ano, que podem conter centenas ou milhares de indivíduos organizados em diferentes funções de trabalho na colmeia. Deste modo, o grande número de indivíduos associado a complexa organização social, na qual centenas de operárias atuam diariamente em atividade de coleta de recursos, aumenta a possibilidade de registro de indivíduos do grupo.

Ao considerarmos os pontos amostrais e as diferentes campanhas (seca e chuvosa), podemos notar que os pontos P03 e P08 apresentaram as maiores abundâncias durante a primeira campanha (Gráfico 9-205). Apesar disso, a abundância das espécies foi superior durante a segunda campanha de monitoramento, com diversos pontos aos quais não obtiveram exemplares coletados na primeira campanha, sendo amostrados nesta.

Gráfico 9-205: Abundância de abelhas registradas ao longo das campanhas na AEL e ADA



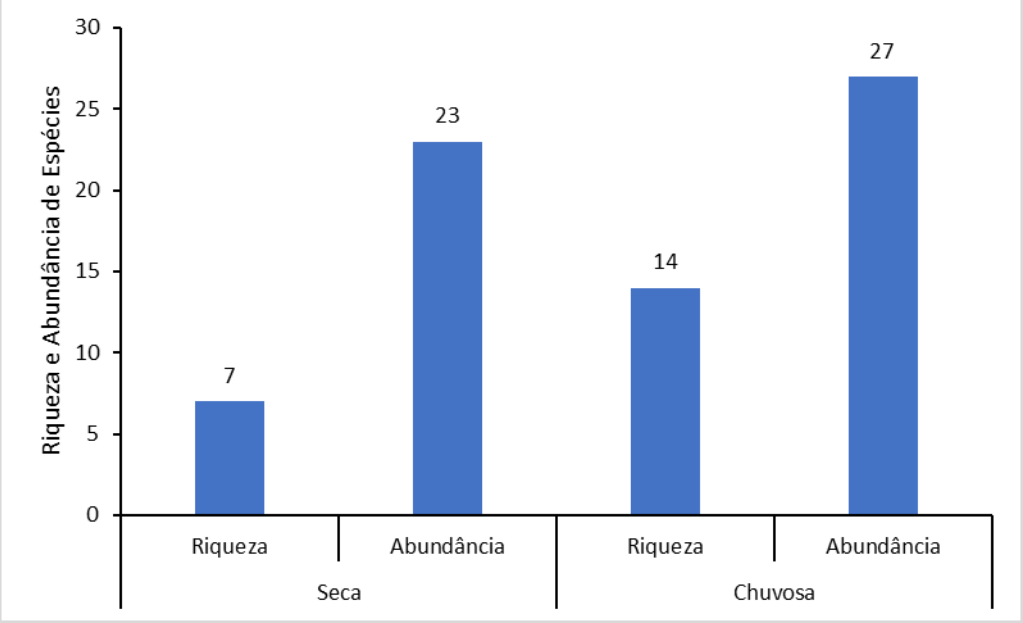
O ponto P02 e P04 apresentaram apenas um único registro de abelhas durante a segunda campanha. Cabe ressaltar que o ponto P04 passou por distúrbios ecológicos recentes, com grande parte de sua área amostral sendo devastada por queimadas ocorrentes no local (Foto 9-233). Tal fator pode explicar, em partes, a baixa abundância registrada para o local, uma vez que os recursos disponíveis para as espécies de abelhas com potencial ocorrência na área estando limitados ou virtualmente ausentes.

Foto 9-233: Área queimada do ponto amostral P04



De igual maneira, considerando a totalidade da amostragem, a riqueza e a abundância das espécies foram superiores durante a segunda campanha de coleta (Gráfico 9-206). A maior disponibilidade de recursos florísticos encontrada durante a estação chuvosa (segunda campanha) facilita os encontros com os espécimes, uma vez que o forrageamento das abelhas é mais acentuado.

Gráfico 9-206: Abundância e riqueza de abelhas registradas ao longo das campanhas na AEL e ADA.



A busca por ninhos mostrou-se efetiva na Área do empreendimento. Durante as duas campanhas realizadas foram identificados quatro ninhos ativos de abelhas (Foto 9-234 a Foto 9-237), sendo as espécies *Lestremelitta limao*, *Trigona spinipes, Partamona helleri* e *Xylocopa suspecta* ocupantes dos mesmos. Todos os ninhos foram georreferenciados e acompanhados durante todo o período de amostragem ao longo das campanhas.

| Foto 9-234: Ninho marcado e georreferenciado para acompanhamento da abelha *Lestremelitta limao*



| Foto 9-235: Ninho marcado e georreferenciado para acompanhamento da abelha *Trigona spinipes*



| Foto 9-236: Ninho marcado e georreferenciado para acompanhamento da abelha *Partamona helleri*



| Foto 9-237: Ninho marcado e georreferenciado para acompanhamento da abelha *Xylocopa suspecta*



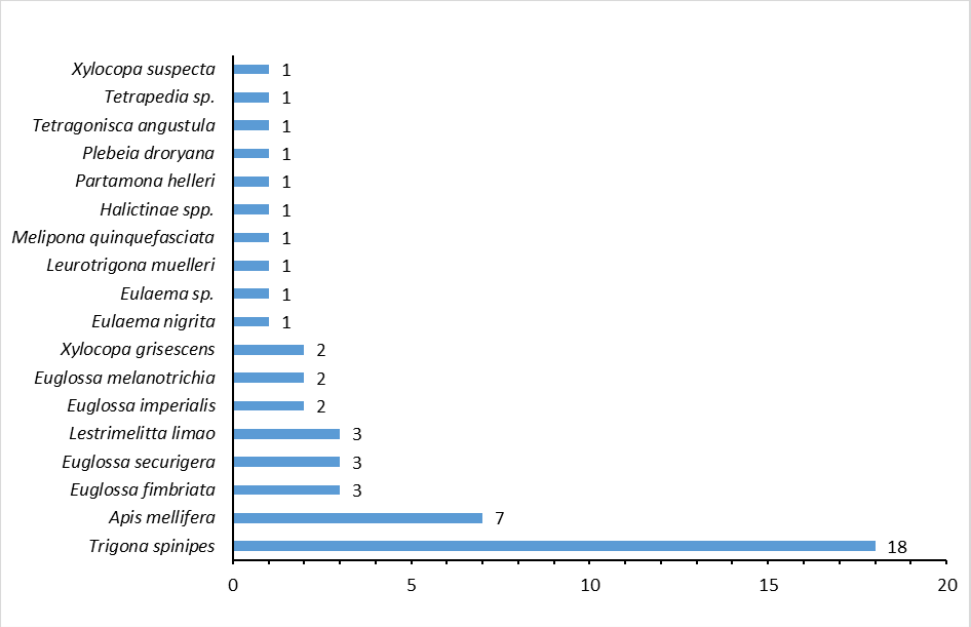
9.2.2.5.1.3.2.1.1 Abundância relativa e ranqueada

Nas áreas de estudo, foram registrados 50 espécimes pertencentes a 18 espécies, distribuídas entre as famílias: Apidae, Halictidae. Sendo Halictidae representado por apenas um indivíduo capturado. A espécie *Trigona spinipes* mostrou-se como a mais abundante nas coletas (n = 18 spp), seguida pela espécie exótica de abelha *Apis mellifera* (n = 7). Popularmente conhecida como abelha-cachorro, a *Trigona spinipes* trata-se de uma abelha social, nativa, de ampla distribuição e que possui nichos fundamentais variadas, sendo seus recursos obtidos de diversas fontes de matéria orgânica (e.g flores, fezes, barro, carcaças, etc.), o que justifica sua alta abundância nas coletas. As demais espécies estão representadas no (Gráfico 9-207).

Considerando que a metodologia de coleta e o esforço amostral foram os mesmos empregados nas duas campanhas, a maior abundância e riqueza registrada durante a segunda campanha pode

estar relacionada a fatores como a sazonalidade do grupo e a disponibilidade de recursos florais que ocorre no período chuvoso.

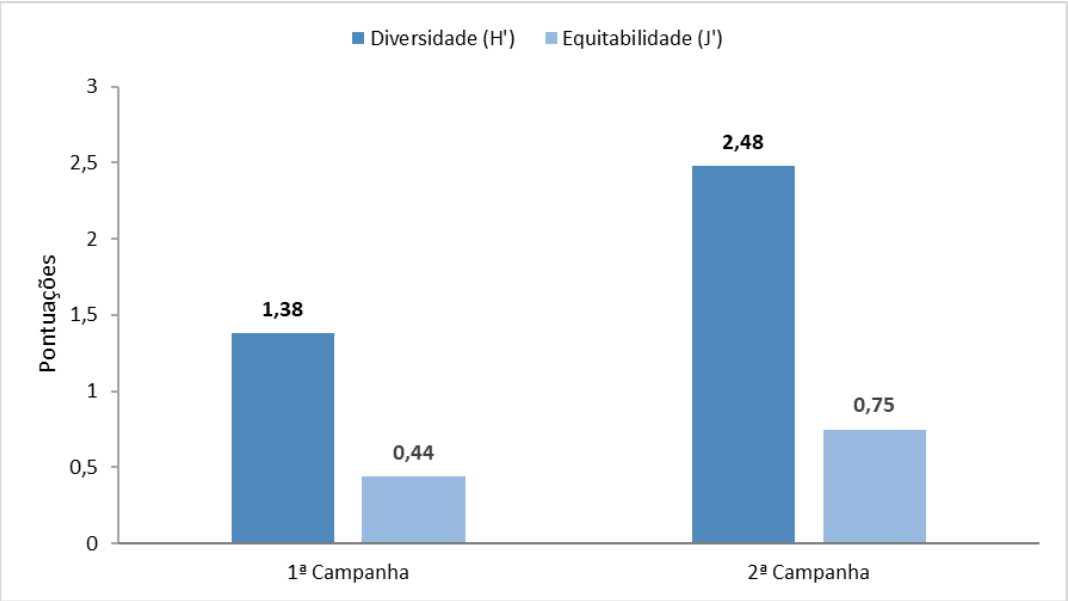
Gráfico 9-207: Abundância de espécies registrada na AEL e ADA



9.2.2.5.1.3.2.2 Diversidade

Os índices de diversidade de Shannon (H') e Equitabilidade de Pielou (J) foram calculados para todos os pontos entre as campanhas e estão representados na Gráfico 9-208. Notavelmente, a segunda campanha apresentou melhores pontuações, sendo mais biodiversa do que as amostragens realizadas durante a primeira campanha de monitoramento da apifauna (H' = 2,48 e H' = 1,38, respectivamente). Quanto à equitabilidade a segunda campanha apresentou melhores resultados do que a primeira campanha (J = 0,75 e 0,44, respectivamente), a baixa abundância das espécies, muitas vezes ocorrendo apenas *singletons* influenciou a similaridade faunística entre as diferentes áreas amostrais. Desta forma, novas coletas e ampliação de possíveis metodologias, como o incremento do número de armadilhas utilizadas podem ser úteis à ampliação do conhecimento da entomofauna de abelhas da região.

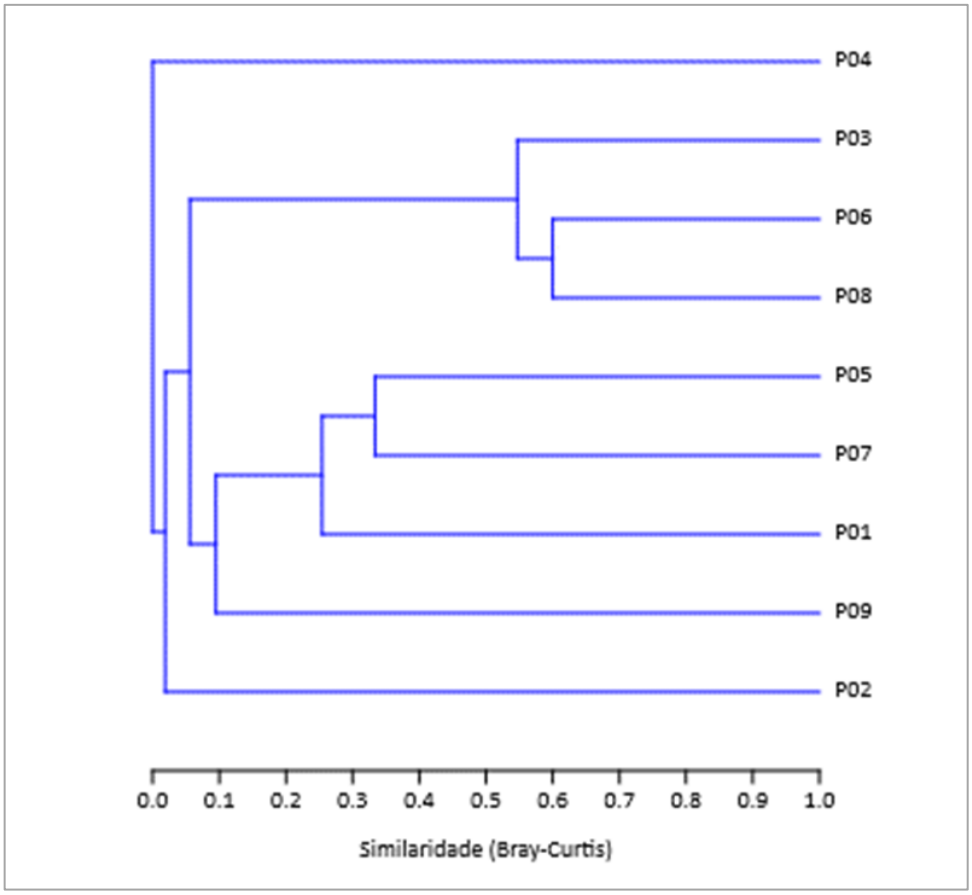
Gráfico 9-208: Índices de Diversidade de Shannon (H') e Equitabilidade de Pielou (J) na AEL e ADA



9.2.2.5.1.3.2.3 Similaridade

A similaridade faunística foi calculada (Cophen. corr. = 0,9187) entre todos os pontos e permitiu visualizar as relações entre a diversidade de espécies entre cada local (Gráfico 9-209). As maiores similaridades foram registradas entre os pontos P06 e P08, com cerca de 60% de similaridade faunística. O ponto P04, juntamente com o ponto P02 apresentaram as maiores distâncias entre os demais. Tal fato, pode ser explicado, entre outros fatores, pela diferença na abundância das espécies nos locais, resultantes de números de coletas também diferentes ocasionados por fatores naturais (e.g. queimadas nestes locais).

| Gráfico 9-209: Similaridade de Bray-curtisda comunidade de abelhas registradas na AEL e ADA



9.2.2.5.1.3.2.4 Suficiência Amostral

Ao trabalhar com organismos considerados megadiversos, determinar o número de espécies totais pertencentes a uma determinada área torna-se bastante difícil. Dessa maneira, a utilização de estimadores de diversidade é recomendada para estimar a riqueza total, através de amostras simbólicas de uma comunidade biológica (WALTHER & MOORE, 2005).

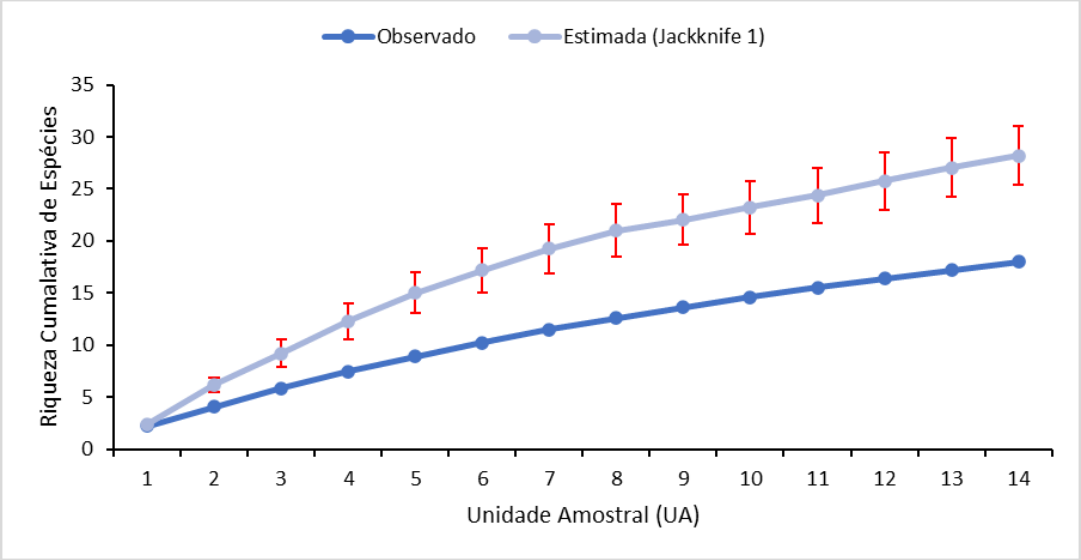
No presente estudo, partindo do pressuposto da utilização de testes não paramétricos, optamos pela utilização do modelo Jackknife de primeira ordem, o qual é mais preciso e menos enviesado em seus resultados (SMITH & VAN BELLE, 1984).

Foram realizadas duas campanhas ao longo do ano de 2023, compreendendo as estações seca e chuvosa, a qual registraram um total de 18 espécies de abelhas distintas. A curva de acumulação de espécies foi calculada e seus resultados estão representados na Gráfico 9-210.

O estimador não paramétrico Jackknife de primeira ordem foi calculado e estimou uma riqueza de espécies de aproximadamente 88 espécimes para as áreas amostrais (p = 28,21 ± 2,79). Este resultado previu uma superioridade na riqueza de cerca de 36% ou 10 espécies distintas a mais.

Organismos considerados megadiversos, como os insetos, possuem uma elevada riqueza e abundância de espécies (GRIMALDI & ENGEL, 2005), desta maneira nossas coletas mostraram-se satisfatórias ao conhecimento e entendimento das abelhas presentes nas localidades de coleta e representam uma parcela significativa da riqueza total estimada.

Gráfico 9-210: Curva do coletor da assembleia de abelhas registradas na AEL e ADA



9.2.2.5.1.3.2.5 Espécies Endêmicas e Raras

As abelhas registradas neste estudo apresentam ampla distribuição pelos biomas e fitofisionomias, não sendo consideradas endêmicas do bioma Cerrado.

9.2.2.5.1.3.2.6 Espécies Ameaçadas de Extinção e de Interesse para a Conservação

Não foram registradas espécies de abelhas ameaçadas de extinção na área de estudo.

9.2.2.5.1.3.2.7 Espécies exóticas e/ou invasoras

A abelha *Apis mellifera* foi registrada em diversos pontos de amostragem da área de estudo. Conhecida popularmente por abelha europeia, *A. mellifera* é uma abelha exótica e invasora introduzida em diversos locais visando a produção de mel e polinização de cultivos agrícolas (MORAIS *et al*., 2012).

Os espécimes de *A. mellifera* apresentam enorme capacidade adaptativa e rápida propagação em condições tropicais (SEELEY & MORSE, 1976). Os enxames desta espécie adotam posturas generalistas quanto ao processo de nidificação, ocupando os mais diversos locais e estruturas para estabelecimento do ninho (SANTOS, 2015). Características como a ocorrência de enxames

populosos e generalistas podem impulsionar potenciais estados de competição por recursos florais, com espécies nativas (WILMS & WIECHERS, 1997; MENEZES & CAMARGO, 2001).

A introdução de espécies exóticas invasoras é a terceira principal causa de ameaça às espécies nativas. A competição por recursos florais (como néctar e pólen), além de ambientes para nidificação é capaz de desencadear alterações na capacidade reprodutiva das espécies, levando a diminuição de ninhos e indivíduos em próximas gerações (PAINI & ROBERTS, 2005).

9.2.2.5.1.3.2.8 Espécies Bioindicadoras

Comumente as espécies da tribo Euglossini são utilizadas como organismos bioindicadores de qualidade ambiental. Os espécimes desta tribo são reconhecidos como importantes polinizadores de espécies de plantas da família Orchidaceae (DRESSLER, 1982). A espécie *Eulaema (Apeulaema) nigrita* é reconhecida na literatura como potenciais bioindicadores de degradação ambiental, por ocorrerem em áreas impactadas e/ou abertas, embora também estejam presentes em grandes remanescentes florestais e áreas savânicas (NEMÉSIO & SILVEIRA 2007). Em relação à raridade, nenhuma das espécies registradas pode ser considerada rara.

9.2.2.5.1.4 Síntese Conclusiva

O presente estudo mostrou-se satisfatório ao contribuir para o conhecimento da diversidade de abelhas na área de estudo do empreendimento. Foram registrados 50 espécimes de abelhas, representadas por 18 espécies distintas, durante duas campanhas de levantamento de dados primários sobre a apifauna local.

Embora o estimador de diversidade de espécies Jackknife de primeira ordem tenha estimado um montante superior, nossas coletas puderam identificar mais de 60% das prováveis espécies ocorrentes na área. De tal maneira, o conhecimento da fauna de Meliponini e Euglossini local se apresentou como de extrema importância, ao passo que 74% da amostra total foram de representantes dessas duas tribos.

A presença de diversos ninhos ativos e em locais antropizados, carecem de uma atenção especial, uma vez que eventuais furtos ou extravios de seus produtos ou sua totalidade podem ocorrer. Apesar disso, todos os ninhos registrados apresentavam boas condições de estrutura física e de dinâmica populacional de suas colônias.

A comunidade de abelhas está diretamente ligada à disponibilidade de recursos florais nutritivos (pólen, néctar e resinas) e abrigos para nidificação. Neste contexto, a antropização da área atua de forma negativa, visto que a tipologia vegetal e o grau de antropização na área de estudo não favorece a manutenção da comunidade de abelhas em longo prazo. De qualquer maneira, a presença de remanescentes ainda atua na manutenção das populações (MICHENER 2007, ANJOS & ZUANON, 2007; AGOSTINI *et al.*, 2014).

9.2.2.5.2 Dípteros Vetores

9.2.2.5.2.1 Introdução

No meio ambiente terrestre, os insetos representam uma grande parcela da biota local. Estima-se que cerca de 80% da fauna de invertebrados é representada pelos insetos terrestres, sendo os Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera e Diptera os grupos mais abundantes e ricos em número de espécies (GRIMALDI & ENGEL, 2005), tais insetos são frequentemente utilizados como bioindicadores de qualidade ambiental.

A ordem Diptera inclui insetos comuns, quase sempre relacionado ao homem, atualmente estão descritas cerca de 153 mil espécies em cerca de 160 famílias, compreendendo entre 10 e 15% de toda biodiversidade mundial (EGGLETON, 2020). Embora sejam reconhecidas 118 famílias e 31 mil espécies na região Neotropical, em regiões ainda remontas a riqueza de espécies ainda permanece subestimada (AMORIM, 2009; EGGLETON, 2020).

Várias espécies dessa ordem são importantes vetores de doenças, dentre os quais se destacam as espécies das famílias Culicidae e Psychodidae, subfamília Phlebotominae (WARD, 1984). No Brasil, a fauna de culicídeos é representada por 23 gêneros, alguns exclusivos, principalmente silvestres, como Haemagogus, Chagasia e exemplares da tribo Sabetini, sendo Limatus, Sabethes e Trichoprosopon alguns exemplos (FORATTINI, 2002; HARBACH, 2004).

Os Culicidae estão entre os principais insetos vetores de doenças mundialmente conhecidas, mas apesar de sua importância ainda são escassos os estudos sobre diversidade destes insetos no Brasil. Os culicídeos formam uma família numerosa e são popularmente conhecidos como mosquitos, pernilongos, muriçocas ou carapanãs. A relevância deste grupo está, dentre outros motivos, no papel que desempenham como vetores de doenças aos humanos e a outros vertebrados (FORATTINI, 2002), como a febre amarela, dengue, filariose e malária.

A destruição de ambientes naturais também pode provocar redução da fauna de vertebrados silvestres provocando escassez de fontes de repasto para os mosquitos e levando ao deslocamento de alguns insetos para áreas habitadas, facilitando a domiciliação dessas espécies (ROMAÑA *et al.*, 2003).Deste modo, o monitoramento da entomofauna de importância médica na área de estudo tem por objetivo caracterizar e identificar a comunidade de insetos vetores de doenças, além de impulsionar medidas de controle de vetores e doenças zoonóticas que possam ser influenciadas pelas atividades desenvolvidas no empreendimento.

9.2.2.5.2.2 Metodologia

9.2.2.5.2.2.1 Área de Estudo Regional – AER

Para a caracterização da entomofauna vetora de Importância Médica (Culicidae e Phlebotominae) de potencial ocorrência na área de estudo regional do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, foi realizado o levantamento de informações disponíveis em

literatura científica e técnica. Assim, foram consultadas as bases de dados do Google Acadêmico e Scopus usando-se as palavras-chave: insetos vetores, Diptera, Culicidae e Phlebotominae, tanto em português, quanto em inglês. Foram encontrados artigos científicos disponíveis e/ou textos acadêmicos produzidos sobre o grupo em análise.

No total, foram encontrados nove estudos produzidos sobre o grupo em análise, conforme detalhes na Tabela 9-144 com indicação do ano da amostragem, a empresa executora ou autor do estudo, sazonalidade e métodos de amostragem adotados em cada um dos estudos.

Tabela 9-144: Estudos ambientais selecionados para diagnóstico da entomofauna – Dípteros vetores na AER

Nome do Estudo	Ano	Empresa/Autor	Sazonalidade	Métodos de Amostragem
Os mosquitos (Diptera: Culicidae) do campus ecológico da UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais.	1989	SILVA & NEVES	Seca e Chuvosa	Rede entomológica (Isca humana), Armadilha de New Jersey
Epidemiological aspects of american cutaneous leishmaniasis in a periurban area of the metropolitan region of Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.	1993	PASSOS e colaboradores.	Chuvosa	Armadilha luminosa
Principais mosquitos de Importância sanitária no Brasil.	1994	CONSOLI & OLIVEIRA	Seca e Chuvosa	Revisão Bibliográfica
Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) de um foco de leishmaniose tegumentar no Estado de Minas Gerais.	2007	DIAS e colaboradores	Seca e Chuvosa	Armadilha CDC
Culicidologia Médica, vol 2.: Identificação, Biologia e Epidemiologia.	2002	FORATTINI	NA	FORATTINI (2002)
Study on Phlebotomine Sand Fly (Diptera: Psychodidae) Fauna in Belo Horizonte, State of Minas Gerais, Brazil.	2004	SOUZA e colaboradores	Seca e Chuvosa	Armadilha CDC
Aspectos da ecologia e do comportamento de flebotomíneos em área endêmica de leishmaniose visceral, Minas Gerais.	2005	BARATA e colaboradores	Seca e Chuvosa	Armadilha CDC
Estudo retrospectivo (histórico) da dengue no Brasil: características regionais e dinâmicas.	2007	CÂMARA e colaboradores	Seca e Chuvosa	Revisão Bibliográfica
Phlebotomine fauna (Diptera: Psychodidae) and species abundance in an endemic area of American cutaneous leishmaniasis in southeastern Minas Gerais, Brazil.	2007	LOIOLOA e colaboradores	Seca e Chuvosa	Armadilhas CDC e Shannon

9.2.2.5.2.2.2 Área de Estudo Local – AEL e Área Diretamente Afetada – ADA

9.2.2.5.2.2.2.1 Período de Amostragem

Para a amostragem de dípteros vetores com potencial ocorrência na área de estudo do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, foram realizadas duas campanhas de levantamento de espécies. Durantes os dias 06 de março de 2023 e 10 de março de 2023 foi realizada a primeira campanha de amostragem, representando a estação chuvosa. Quanto à segunda campanha, esta foi realizada durante os dias 02 de junho de 2023 e 05 de junho de 2023, compreendendo a estação sazonal de seca, conforme Tabela 9-145.

Tabela 9-145: Períodos de amostragem da entomofauna de dípteros nas áreas de estudo (AEL e ADA)

Campanha	Data	Pontos de Amostragem	Sazonalidade
1ª	06/03/2023 a 10/03/2023	P01, P02, P03, P04, P05, P06, P07, P08 e P09	Chuvosa
2ª	02/06/2023 a 05/06/2023	P01, P02, P03, P04, P05, P06, P07, P08 e P09	Seca

9.2.2.5.2.2.2.2 Descrição dos Pontos de Amostragem

Os pontos de monitoramento foram previamente selecionados, com base em suas características fitofisiológicas e, conjuntamente, locais que pudessem fornecer recursos ou caracterizar-se como potenciais nichos específicos para as espécies da entomofauna de dípteros. A descrição detalhada desses pontos está apresentada a seguir na Tabela 9-146 e da Foto 9-238 a Foto 9-246. Na Figura 9-109 é possível observar a distribuição dos pontos de amostragem de Dípteros Vetores.

Tabela 9-146: Localização geográfica e fisionomia vegetal predominante dos pontos amostrais nas áreas de estudo (AEL e ADA).

Ponto/Área	Coordenadas UTM (Zona 23S | Datum SIRGAS2000)		Fitofisionomia Predominante
	mE	mN	
P01	477.259	7.991.515	Área antropizada com árvores isoladas
P02	224.619	8.886.423	Área antropizada
P03	476.623	7.990.643	Formação florestal
P04	476.391	7.991.575	Formação florestal
P05	478.434	7.989.820	Pastagem / campo antropizado
P06	475.960	7.990.968	Formação florestal.
P07	478.327	7.991.056	Formação florestal
P08	477.459	7.989.906	Formação campestre
P09	478.839	7.990.377	Pastagem / campo antropizado

| Foto 9-238: Vista parcial do ponto amostral P01



| Foto 9-239: Vista parcial do ponto amostral P02



| Foto 9-240: Vista parcial do ponto amostral P03



| Foto 9-241: Vista parcial do ponto amostral P04



| Foto 9-242: Vista parcial do ponto amostral P05



| Foto 9-243: Vista parcial do ponto amostral P06



Foto 9-244: Vista parcial do ponto amostral P07



Foto 9-245: Vista parcial do ponto amostral P08



Foto 9-246: Vista parcial do ponto amostral P09



9.2.2.5.2.2.2.3 Coleta de Dados Primários

9.2.2.5.2.2.2.3.1 Armadilha luminosa

Foi empregado o uso de armadilhas luminosas, modelo HP (PUGEDO *et al.*, 2005), modificada, para atração e captura de mosquitos vetores. As armadilhas foram instaladas em locais que permitissem a maior amplitude de sua luminosidade, bem como nas proximidades de possíveis nichos para a entomofauna, garantindo, assim, maior eficiência na coleta.

Em cada ponto de amostragem foi instalada uma armadilha luminosa em locais que pudessem compreender a proximidade com microhábitats para as principais espécies de dípteros. Estas foram instaladas a 1,5 metro do solo, no início do período da manhã e permaneceram ativas durante todo o período de amostragem, das 8 horas da manhã às 8 horas da manhã do dia seguinte, perfazendo 24 h de funcionamento e captura. A Tabela 9-147 e da Foto 9-247 à Foto

9-255 exemplificam e representam a metodologia empregada, bem como o esforço amostral desempenhado.

Tabela 9-147: Esforço amostral por armadilha luminosa durante o monitoramento da entomofauna (Diptera) nas áreas de estudo (AEL e ADA)

Campanha	Tipo de armadilha	Nº pontos	Horas de exposição	Esforço Total (armadilhas)
1ª	Armadilha luminosa	9	24 horas	216 horas
2ª	Armadilha luminosa	9	24 horas	216 horas
TOTAL				**432 horas**

Foto 9-247: Armadilha Luminosa Instalada



Foto 9-248: Armadilha Luminosa Instalada



Foto 9-249: Armadilha Luminosa Instalada



Foto 9-250: Armadilha Luminosa Instalada



| Foto 9-251: Armadilha Luminosa Instalada



| Foto 9-252: Armadilha Luminosa Instalada



| Foto 9-253: Biólogo revisando a armadilha



| Foto 9-254: Biólogo revisando a armadilha



| Foto 9-255: Armadilha Luminosa Instalada



9.2.2.5.2.2.2.4 *Identificação de Dados Primários*

Os insetos coligidos em campo foram devidamente armazenados e transportados ao laboratório para posterior identificação. Os mosquitos capturados foram montados em alfinetes

entomológicos e fixados à triângulos entomológicos, confeccionados em cartolina branca. A identificação dos espécimes seguiu ao menor nível taxonômico possível, com auxílio de estereomicrocoscópio, através de chaves dicotômicas específicas propostas por CONSOLI & OLIVEIRA (1994), FORATTINI (2002), além das rotinas propostas pela Walter Reed Biosystematics Unit (WRBU) do Instituto Smithsonian.

A presença de espécies ameaçadas de extinção na área de desenvolvimento do estudo foi validada de acordo com a lista global (IUCN, 2023) e nacional (MMA, 2022). Não há listas de espécies da entomofauna relacionados à dípteros vetores ameaçados publicadas pelo estado de Minas Gerais.

9.2.2.5.2.2.2.5 Análise dos Dados

Foram consideradas como registros as espécies capturadas e identificadas. Após a finalização das coletas de dados em campo, esses foram processados e organizados de forma sistemática em planilhas detalhadas. A abundância relativa das espécies registradas nos pontos amostrais foi calculada com base na seguinte equação:

$$\mathbf{pi = ni/N}$$

onde:

ni = número de indivíduos da espécie i;

N= Número de indivíduos total da amostra;

Os índices de diversidade foram utilizados para combinar a riqueza de espécies com a uniformidade equidade na distribuição dos indivíduos entre elas (TOWNSEND et. al., 2006), ou seja, ele se baseia na abundância proporcional das espécies. O índice de diversidade mais utilizado em estudos ecológicos é o Índice de Shannon, estando representado pela equação:

$$\mathbf{H' = - \Sigma [(ni / N).ln (ni / N)]}$$

sendo:

ni = número de espécimes da espécie i contido nas amostragens de um dado local;

N = número total de espécimes capturados nas amostragens de um dado local;

ln = logaritmo natural;

Para a determinação da equitabilidade entre as diferentes amostras foi utilizado o Índice de Pielou (J). Esta fórmula, derivada do índice de diversidade de Shannon, permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (PIELOU, 1966). Seu valor apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima). O índice é calculado através da fórmula:

E = H'/Hmax, onde:

H' = índice de diversidade de Shannon;

Hmax = ln(S);

S = riqueza encontrada na amostra.

De tal maneira, também foram calculados os estimadores de riqueza *Jackknife* 1 e Sobs de Mao Tao, para estimar a real riqueza amostrada nas áreas de estudo do empreendimento. Não obstante, a similaridade faunística foi calculada para determinação da heterocedasticidade ambiental entre as áreas amostrais. Todas as análises foram realizadas no *software* R (R CORE TEAM, 2023), com base na rotina dos pacotes *Vegan, Tideverse, ggplot 2 e indspecs*.

9.2.2.5.2.3 Resultados

9.2.2.5.2.3.1 Área de Estudo Regional – AER

A análise dos estudos selecionados evidenciou a presença de 64 espécies de Diptera de importância médica (Culicidae e Phlebotominae) com potencial ocorrência para a área de estudo regional do Projeto. A riqueza entre as subfamílias foi similar, de modo que as subfamílias de Culicidae (Anpophelinae e Culicinae) apresentaram 34 espécies (53 % da riqueza total), e a subfamília Phlebotominae (Pyschodidae) 30 espécies (47%) (Gráfico 9-211). A Tabela 9-148 lista as espécies registradas no presente estudo.

Gráfico 9-211: Representatividade das subfamílias de insetos vetores (Diptera) registradas por meio dos dados secundários com potencial ocorrência para a AER

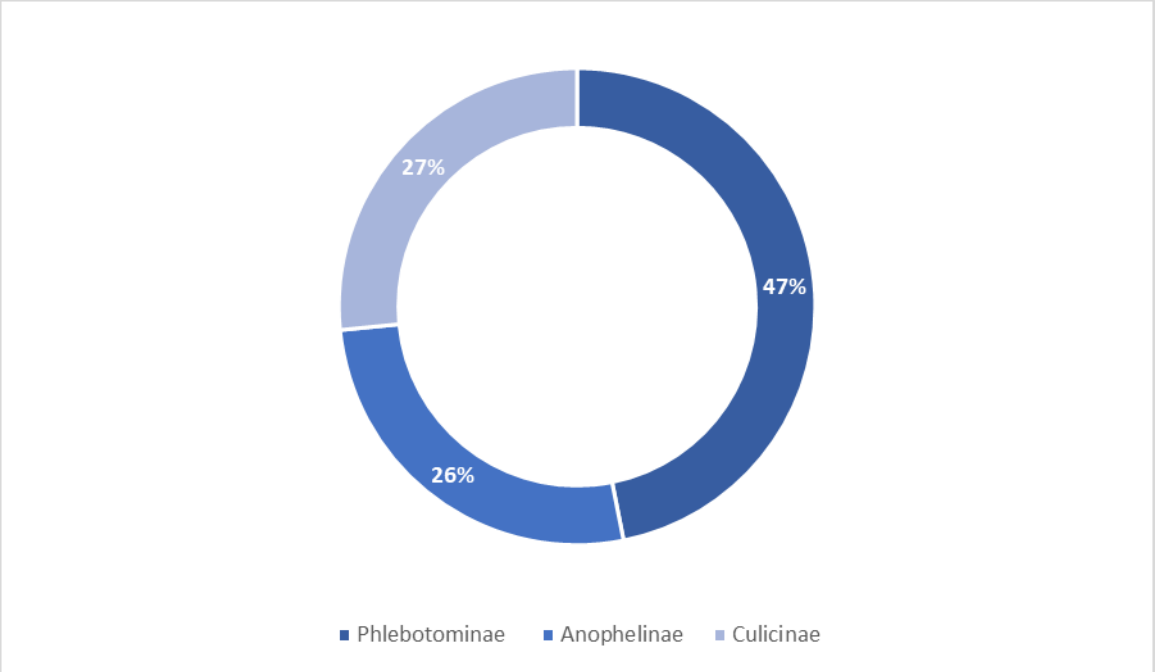


Tabela 9-148: Lista de espécies de insetos vetores (Diptera) registrados por meio de levantamento de dados secundários para a AER

Táxon	Nome comum	Endemismo	Status de Conservação			Referência
			COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2023)	
ORDEM DIPTERA						
FAMÍLIA CULICIDAE						
SUBFAMÍLIA ANOPHELINAE						
Anopheles (Anopheles) fluminensis	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Anopheles (Anopheles) mediopunctatus	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Anopheles (Nyssorhynchus) aquasalis	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Anopheles (Nyssorhynchus) argyritarsis	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Anopheles (Nyssorhynchus) braziliensis	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Anopheles (Nyssorhynchus) nuneztovari	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Anopheles (Nyssorhynchus) oswaldoi	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Anopheles (Nyssorhynchus) strodei	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Anopheles (Nyssorhynchus) triannulatus	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Anopheles (Nyssorhynchus) albitarsis	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Anopheles (Kerteszia) cruzii	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Anopheles (Nyssorhynchus) evansae	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Anopheles (Nyssorhynchus) galvoi	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Anopheles (Nyssorhynchus) lanei	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Anopheles (Nyssorynchus) lutzi	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Anopheles (Nyssorhynchus) parvus	Mosquito	-	-	-	-	C, D
SUBFAMÍLIA CULICINAE						
Aedes (Ochlerotatus) scapularis	Mosquito	-	-	-	-	A, C, D
Aedes (Ochlerotatus) serratus	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Aedes (Stegomyia) aegypti	Mosquito	-	-	-	-	C, D, G
Aedes (Stegomyia) albopictus	Mosquito	-	-	-	-	A, C, D, G
Aedes (Ochlerotatus) fluviatilus	Mosquito	-	-	-	-	A, C, D
Coquillettidia (Rhynchotaenia) venezuelensis	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Culex (Culex) coronator	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Culex (Culex) nigripalpus	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Culex (Culex) pipiens	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Culex (Culex) quinquefasciatus	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Culex (Melanoconion) ribeirensis	Mosquito	-	-	-	-	D
Haemagogus (Conopostegus) leucocelaenus	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Haemagogus (Haemagogus) capricornii	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Haemagogus (Haemagogus) janthinomys	Mosquito	-	-	-	-	C, D
Mansonia (Mansonia) titillans	Mosquito	-	-	-	-	A, C, D
Psorophora (Janthinosoma) ferox	Mosquito	-	-	-	-	A, C, D
Sabethes (Sabethoides) chloropterus	Mosquito	-	-	-	-	C, D
FAMÍLIA PSYCHODIDAE						

Táxon	Nome comum	Endemismo	Status de Conservação			Referência
			COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2023)	
SUBFAMÍLIA PHLEBOTOMINAE						
Brumptomyia avellari	Mosquito-palha	-	-	-	-	F, H
Brumptomyia nitzulescui	Mosquito-palha	-	-	-	-	J
Evandromyia (Aldamyia) evandroi	Mosquito-palha	-	-	-	-	F, H
Evandromyia (Aldamyia) lenti	Mosquito-palha	-	-	-	-	E, F, H, I
Evandromyia (Aldamyia) termitophila	Mosquito-palha	-	-	-	-	E, F, H, I
Evandromyia (Barrettomyia) sallesi	Mosquito-palha	-	-	-	-	E, F, H, I
Expapillata firmatoi	Mosquito-palha	-	-	-	-	E
Lutzomyia (Lutzomyia) cavernicola	Mosquito-palha	-	-	-	-	H
Lutzomyia (Lutzomyia) ischnacantha	Mosquito-palha	-	-	-	-	H
Lutzomyia (Lutzomyia) longipalpis	Mosquito-palha	-	-	-	-	B, E, F, H, I
Lutzomyia (Lutzomyia) renei	Mosquito-palha	-	-	-	-	F, H
Martinsmyia minasensis	Mosquito-palha	-	-	-	-	H
Micropygomyia (Sauromyia) peresi	Mosquito-palha	-	-	-	-	F, H
Micropygomyia (Sauromyia) capixaba	Mosquito-palha	-	-	-	-	F, H
Micropygomyia (Sauromyia) longipennis	Mosquito-palha	-	-	-	-	E
Micropygomyia (Sauromyia) quinquefer	Mosquito-palha	-	-	-	-	E, F, H
Micropygomyia (Sauromyia) trinidadensis	Mosquito-palha	-	-	-	-	F, H
Migonemyia (Migonemyia) migonei	Mosquito-palha	-	-	-	-	E, H, I
Nyssomyia intermedia	Mosquito-palha	-	-	-	-	B, E, F, H, I
Nyssomyia whitmani	Mosquito-palha	-	-	-	-	B, E, F, H, I
Pintomyia (Pifanomyia) misionensis	Mosquito-palha	-	-	-	-	B, E, I
Pintomyia (Pifanomyia) monticola	Mosquito-palha	-	-	-	-	B, E, I
Pintomyia (Pifanomyia) serrana	Mosquito-palha	-	-	-	-	H
Pintomyia (Pintomyia) bianchigalatiae	Mosquito-palha	-	-	-	-	I, J
Pintomyia (Pintomyia) fischeri	Mosquito-palha	-	-	-	-	B, I
Pintomyia (Pintomyia) pessoai	Mosquito-palha	-	-	-	-	E

Táxon	Nome comum	Endemismo	Status de Conservação			Referência
			COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2023)	
Psathyromyia (Psathyromyia) shannoni	Mosquito-palha	-	-	-	-	H
Psychodopygus lloydi	Mosquito-palha	-	-	-	-	B, I
Psychodopygus geniculatus	Mosquito-palha	-	-	-	-	B
Sciopemyia sordellii	Mosquito-palha	-	-	-	-	B, F

Legenda: Referência Bibliográfica: **A** – SILVA & NEVES (1989), **B** – PASSOS *et al.* (1993), **C** – CONSOLI & OLIVEIRA (1994), **D** – FORATTINI (2002), **E** – SOUZA *et al.* (2004), **F** – BARATA *et al.* (2005), **G** – CÂMARA *et al.* (2007), **H** – DIAS *et al.* (2007), **I** – LOIOLA *et al.* (2007), **J** – SOUZA *et al.* (2015).

Conforme evidenciado na Tabela 9-148 nenhuma das espécies de insetos vetores (Diptera) com potencial ocorrência na AER do Projeto são categorizadas em listas de espécies ameaçadas de extinção. O levantamento de dados para a AER registrou importantes vetores de epidemias como: *Aedes (Stegomyia) aegypti*, *Aedes (Stegomyia) albopictus*, *Haemagogus* spp., *Sabethes (Sabethoides) chloropterus*, *Anopheles (Nyssorhynchus) albitarsis*, *Anopheles (Nyssorhynchus) braziliensis*, *Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi*, *Anopheles (Nyssorhynchus) oswaldoi*, *Lutzomyia (Lutzomyia) longipalpis*, *Migonemyia (Migonemyia) migonei*, *Nyssomyia intermedia* e *Nyssomyia whitmani*.

Os resultados encontrados no presente levantamento evidenciam a presença de táxons de significativa importância médica (Culicidae e Phlebotominae) para a AER, uma vez que são vetores de doenças que acometem diversas populações na região neotropical. *Aedes (Stegomyia) aegypti* e *Aedes (Stegomyia) albopictus* são vetores de Dengue; *Haemagogus* spp., *Sabethes* sp. são vetores de Febre Amarela; *Anopheles (Nyssorhynchus) albitarsis*, *Anopheles (Nyssorhynchus) braziliensis, Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi* e *Anopheles (Nyssorhynchus) oswaldoi são v*etores de Malária. Por fim, *Lutzomyia longipalpis*, *Migonemyia migonei*, *Nyssomyia intermedia* e *Nyssomyia whitmani* são táxons vetores de Leishmanioses.

9.2.2.5.2.3.2 Área de Estudo Local – AEL e Área Diretamente Afetada - ADA

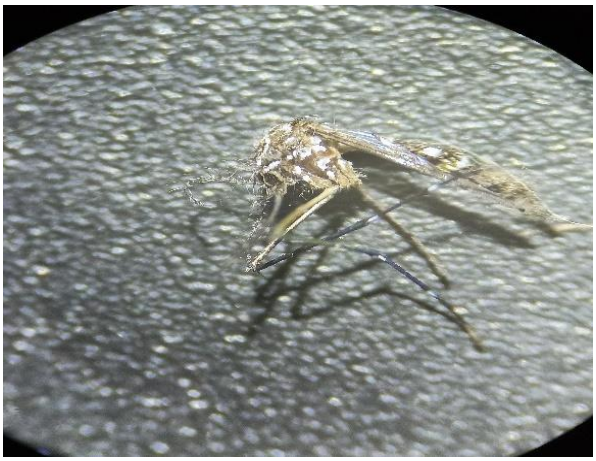
9.2.2.5.2.3.2.1 Riqueza de Espécies

Foram registradas nove espécies distintas durante o monitoramento da entomofauna de dípteros vetores nas áreas de estudo do empreendimento. Dentre as espécies, muitas delas estão correlacionadas à transmissão de patógenos ao homem (discutido adiante). A listagem das espécies, bem como a representação de alguns exemplares estão expostos na Tabela 9-149 e da Foto 9-256 à Foto 9-259.

Tabela 9-149: Lista de espécies de dípteros registrada nas áreas de estudo (AEL e ADA)

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo		Ponto de Registro	Forma de Registro	Status de Conservação		Importância médica
		Brasil	Minas Gerais			MMA	IUCN	
Aedes (Ochlerotatus) albifasciatus	Pernilongo	-	-	P01	HP	-	-	-
Aedes aegypti	Mosquito-da-Dengue	-	-	P09	HP	-	-	X
Aedes scapularis	Pernilongo	-	-	P06	HP	-	-	X
Coquillettidia cf perturbans	Pernilongo	-	-	P04	HP	-	-	X
Culex pipiens	Pernilongo	-	-	P01, P08	HP	-	-	X
Culex quinquefasciatus	Pernilongo	-	-	P04	HP	-	-	X
Culex sp.	Pernilongo	-	-	P04, P06, P09	HP	-	-	-
Lutzomyia sp.	Pernilongo	-	-	P03	HP	-	-	-
Coquillettidia spp.	Pernilongo	-	-	P04	HP	-	-	-

| **Foto 9-256: Indivíduo de *Aedes aegypti* capturado durante o levantamento da entomofauna**



| **Foto 9-257: Indivíduo de *Coquillettidia* spp. capturado durante o levantamento da entomofauna**



| **Foto 9-258: Indivíduo de *Culex quinquefasciatus* capturado durante o levantamento da entomofauna**



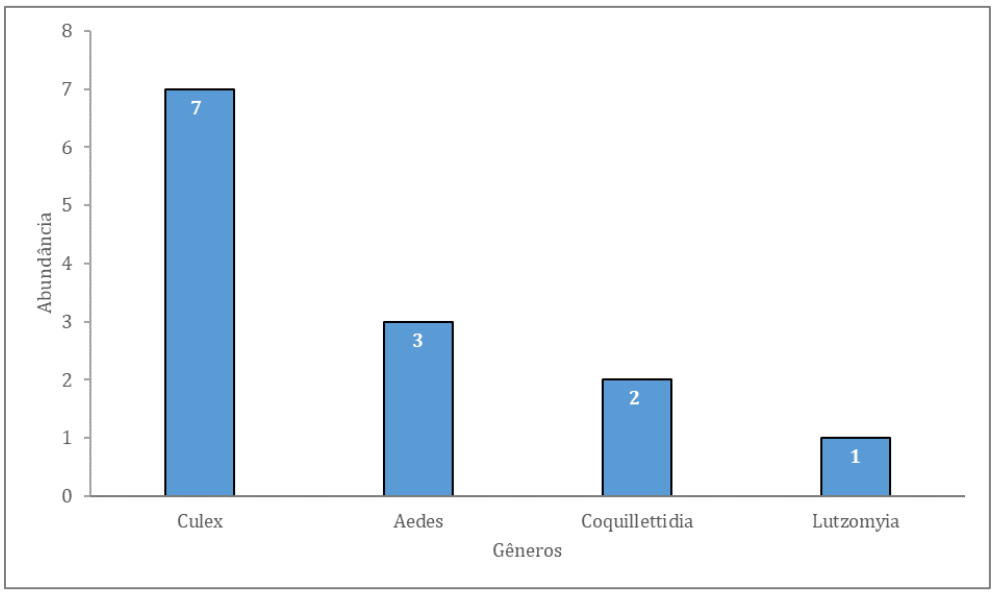
| **Foto 9-259: Indivíduo da família Phlebotominae capturado durante o levantamento da entomofauna**



9.2.2.5.2.3.2.2 Abundância

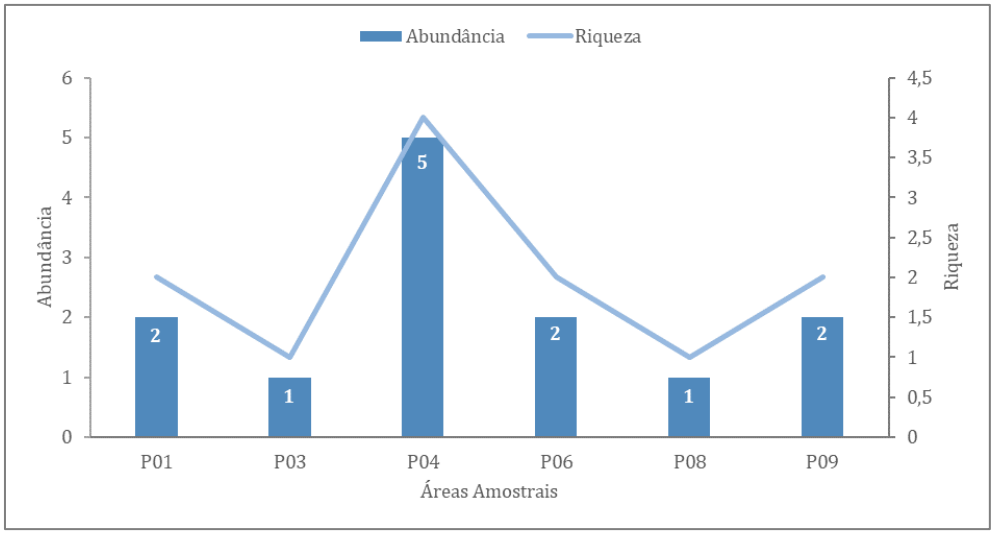
O levantamento de dípteros vetores ocorrentes nas áreas de estudo local permitiu a identificação 13 indivíduos ao todo. Estas estão distribuídos em quatro gêneros, sendo Culex o que apresentou a maior abundância na amostragem (n = 7; 53,85%), seguida pelo gênero Aedes (n = 3; 23,08%), conforme Gráfico 9-212.

Gráfico 9-212: Abundância das espécies da entomofauna amostradas nas áreas de estudo (AEL e ADA)



A riqueza total foi de nove espécies. Ao comparar entre as áreas amostrais tem-se o ponto P04 com a maior riqueza (n = 4) e maior abundância (n = 5; 38,46%). Por outro lado, a menor riqueza e a menor abundância ficaram com os pontos P03 e P08, ambos com apenas um registro durante as duas campanhas de levantamento. Os demais locais de amostragem e suas respectivas riquezas e abundâncias estão representados na Gráfico 9-213.

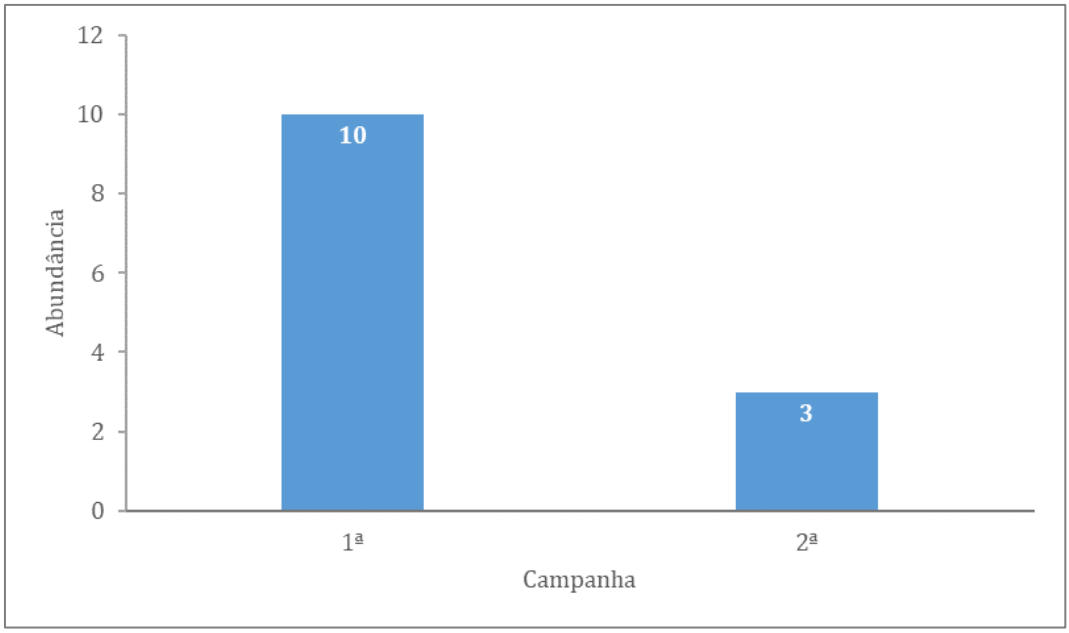
Gráfico 9-213: Abundância e riqueza das espécies da entomofauna amostradas nas áreas de estudo (AEL e ADA)



Durante a primeira campanha a abundância de dípteros vetores foram substancialmente superiores, quando comparada com a segunda campanha (n = 10 e n = 3, respectivamente), conforme Gráfico 9-214. Tal fato pode ser explicado, dentre outros fatores, pela estação chuvosa, a qual proporciona novos nichos e microhábitats para as espécies ovopositarem e nidificarem no

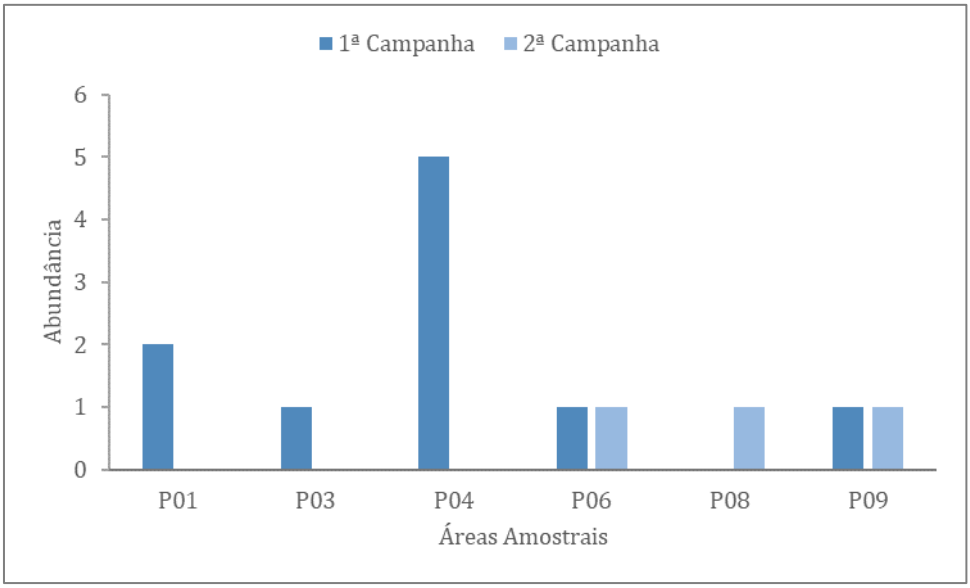
local. Dentre os principais microhábitats pode-se destacar poças temporárias, acúmulo de água em fitotelmas, ocos de árvores ou, ainda, em ambientes antropizados, como telhados, estruturas de construção civil (CONSOLI *et al.,* 1994), entre outros.

Gráfico 9-214: Abundância das espécies da entomofauna, por campanha amostradas nas áreas de estudo (AEL e ADA)



Ao analisar entre as campanhas e as áreas amostrais, fica evidente a superioridade numérica das espécies coligidas (Gráfico 9-215). Nos pontos P06 e P09 ocorreu um *turnover* de espécies, ou seja, uma substituição. O ponto P06, que na primeira campanha apresentou apenas o gênero Culex (*Culex* sp.), foi substituído pela presença da espécie *Aedes scapularis*. Entretanto, há similaridade destes organismos quanto à etologia do grupo, compartilhando nichos e adaptabilidade à ambientes antropizados, características estas evidentes no local, o qual apresenta fragmentos florestais circundados por matas típicas de cerrado estrito com áreas antropizadas proximais.

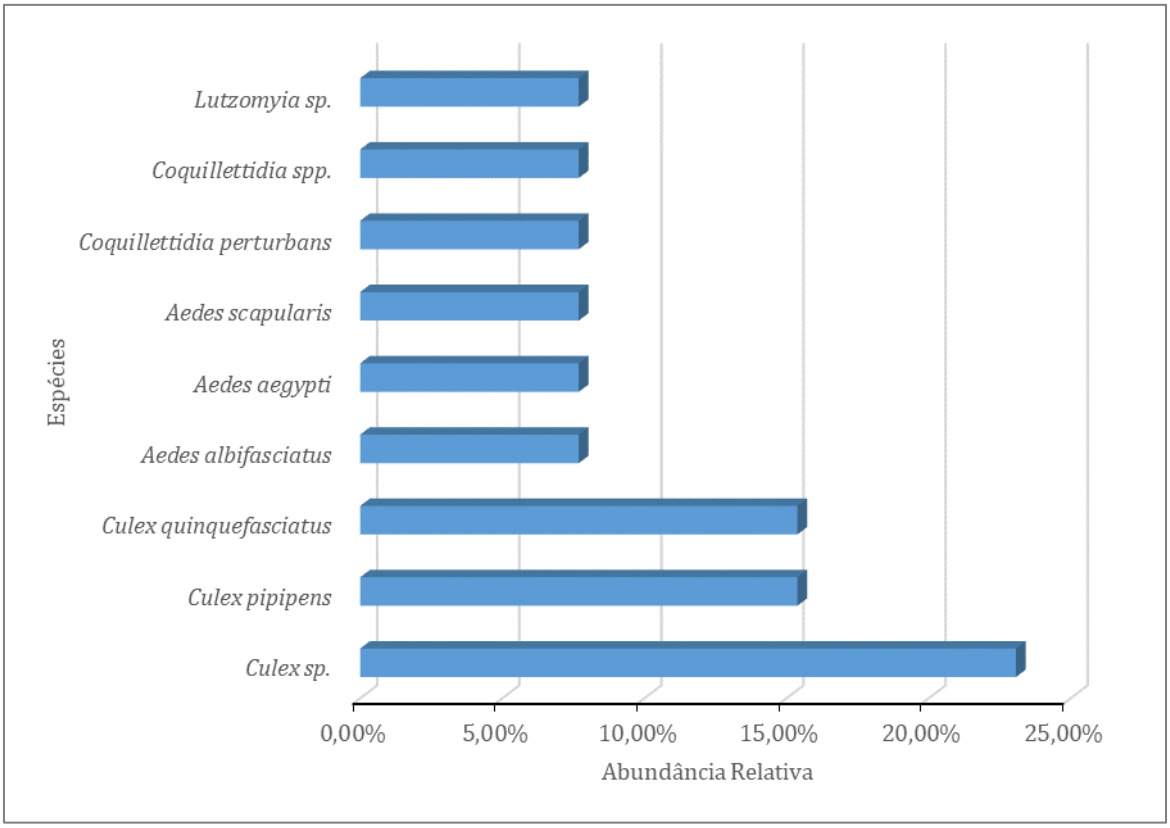
Gráfico 9-215: Abundância das espécies da entomofauna, por campanha e entre áreas amostrais, amostradas nas áreas de estudo (AEL e ADA).



Já no ponto P09 na primeira campanha foi registrado a espécie *Aedes aegypti* e na segunda campanha foi registrado apenas o espécime *Culex* sp. Apesar do *turnover*, as espécies também compartilham dos mesmos nichos ecológicos fundamentais, sendo esperada a substituição e a co-ocorrência das espécies.

Comparativamente, o espécime *Culex sp*. apresentou a maior abundância relativa, na amostragem total, entre as espécies (23,08%), seguido pelas espécies *Culex pipiens* e *Culex quinquefasciatus* (15,38% para ambas), conforme Gráfico 9-216. Apesar disso, a abundância total durante as campanhas realizadas mostrou-se baixa.

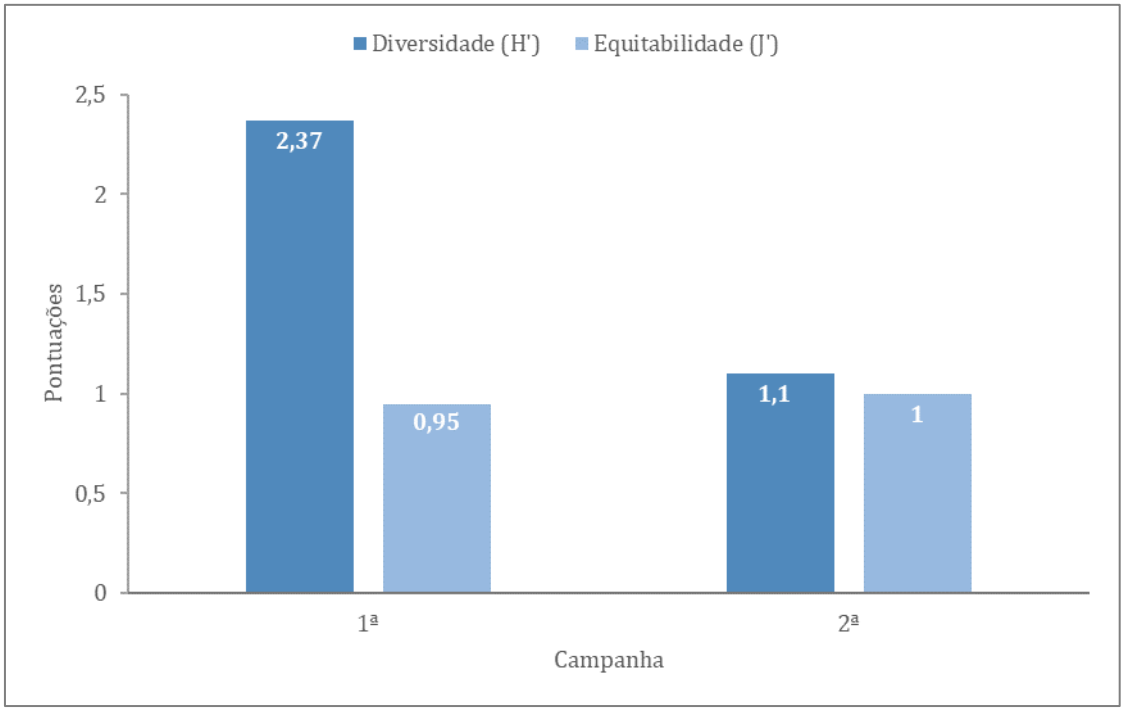
| Gráfico 9-216: Abundância relativa e ranqueada das espécies da entomofauna – díptera - amostradas nas áreas de estudo (AEL e ADA)



9.2.2.5.2.3.2.3 Diversidade

Os índices de diversidade de Shannon (H') e Equitabilidade de Pielou (J') foram calculados para todos os pontos entre as campanhas e estão representados na Gráfico 9-217. Notavelmente, a primeira campanha apresentou melhores pontuações, sendo mais biodiversa do que as amostragens realizadas durante a segunda campanha de monitoramento da entomofauna (H' = 2,37 e H' = 1,1, respectivamente). Apesar da equitabilidade em ambas as campanhas serem altas (J' > 0,8), a baixa abundância das espécies, muitas vezes ocorrendo apenas *singletons,* influenciou positivamente na similaridade faunística entre as diferentes áreas amostrais.

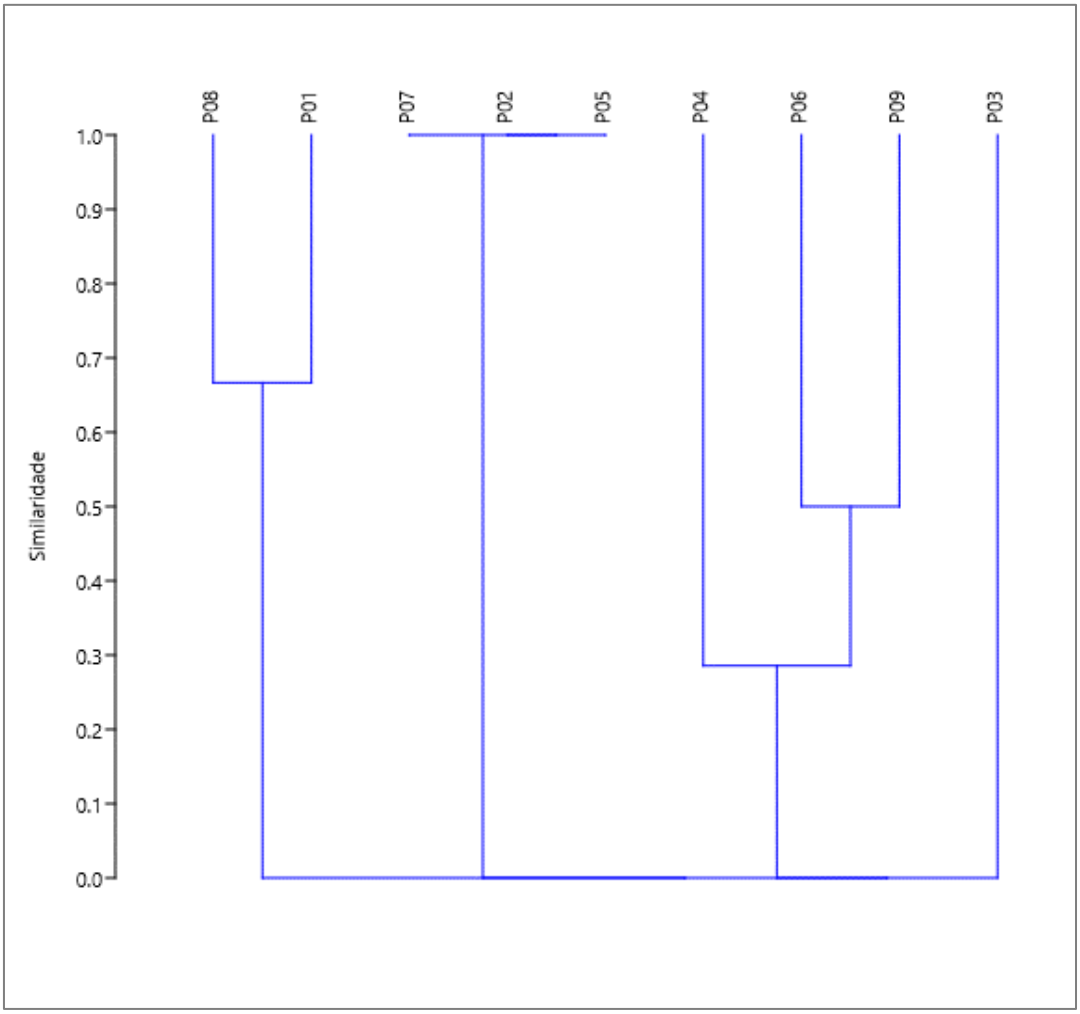
Gráfico 9-217: Diversidade e equitabilidade da comunidade de dípteros registrados entre as campanhas, nas áreas de estudo (AEL e ADA)



9.2.2.5.2.3.2.4 Similaridade

A similaridade faunística foi calculada para todos os pontos e estão representadas no Gráfico 9-218. Por meio das interpolações e agrupamentos baseados na distância de *Bray curtis* nota-se a maior similaridade entre as áreas P02, P05 e P07. Entretanto, devido à baixa abundância das espécies, estes valores podem estar super amostrados. Desta maneira, pode-se considerar os pontos P08 e P01 como importantes similaridades faunísticas, superando 70% de similaridade entre suas áreas amostrais.

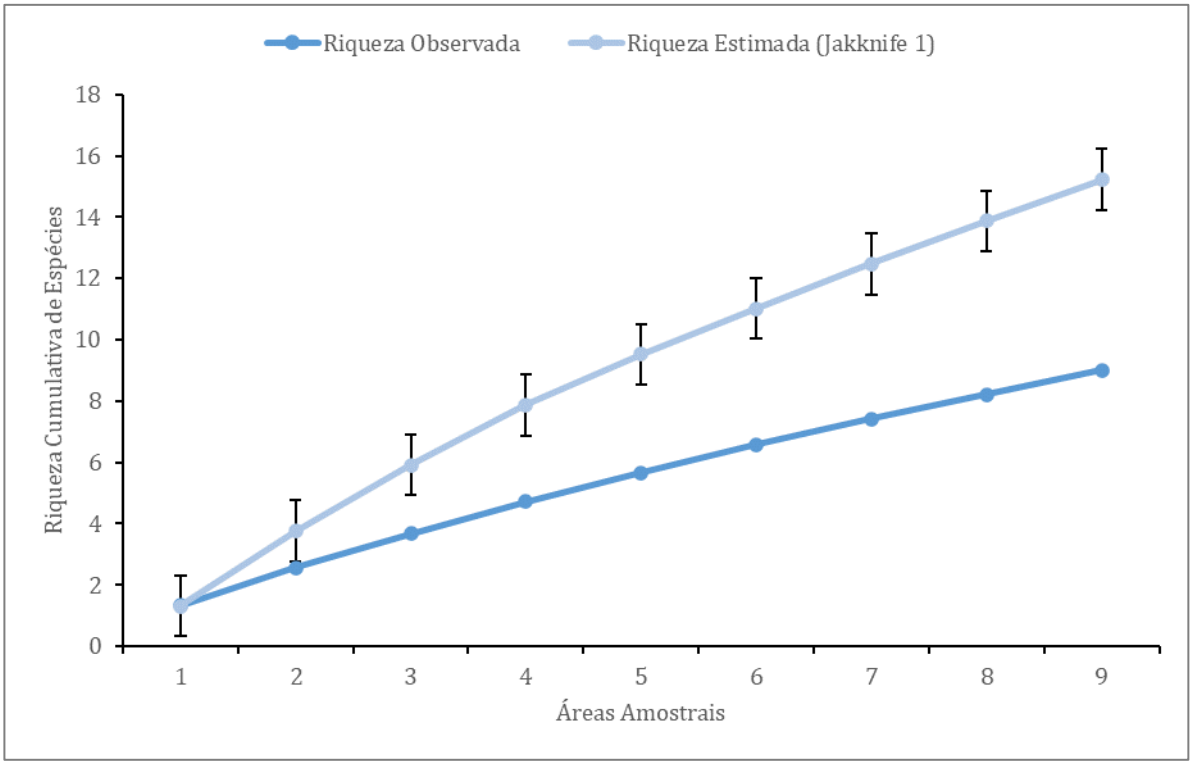
Gráfico 9-218: Análise de similaridade faunística, baseada na distância de *Bray curtis* da entomofauna de dípteros registrados nas áreas de estudo (AEL e ADA)



9.2.2.5.2.3.2.5 Suficiência Amostral

Os estimadores de riqueza foram calculados para a totalidade das áreas amostrais. O estimador *Jackknife 1* previu, para a entomofauna de dípteros vetores ocorrentes na área de estudo local, uma possível ocorrência de aproximadamente 15 espécies (p = 15,22 ± 2,59 SD). Ao comparar-se com a riqueza observada (Mao Tau), tem-se uma representatividade de aproximadamente 60% (n = 9) das possíveis espécies ocorrentes na área. Tais estimativas permitem inferir sobre uma elevada representatividade das espécies com potencial ocorrência na área de amostragem, entretanto, estes valores podem ser superestimados, devido ao número de coletas, uma vez que a assíntota não foi atingida e também, não apresentou tendência à estabilização da curva (Gráfico 9-219).

Gráfico 9-219: Curva do coletor da comunidade de dípteros registrados nas áreas de estudo (AEL e ADA)



9.2.2.5.2.3.2.6 Espécies Endêmicas e Raras

Não foram encontradas espécies raras ou endêmicas entre as espécies coletadas. Salienta-se, porém, que os estudos com distribuição de insetos vetores, bem como a diversidade de insetos em regiões interioranas é ainda incipiente no Brasil, sendo os registros de endemismo escassos.

9.2.2.5.2.3.2.7 Espécies Ameaçadas de Extinção e de Interesse para a Conservação

No presente levantamento da entomofauna de dípteros vetores na AEL e ADA não foi encontrado nenhuma espécie ameaçada de extinção.

9.2.2.5.2.3.2.8 Espécies Cinegéticas

Dentre as espécies registradas para a AEL e ADA, pode-se destacar *Culex pipiens*, *Coquillettidia cf. perturbans, Culex quenquefasciatus, Aedes aegypti, Aedes scapularis* como potenciais transmissoras de doenças aos humanos e outros vertebrados (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994; LIMA *et al.*, 2021). Na Tabela 9-150 destaca-se algumas das possíveis doenças e/ou patógenos relacionadas aos mesmos.

Tabela 9-150: Espécies ocorrentes nas áreas de estudo (AEL e ADA) com potencial transmissor de doenças e seus patógenos associados

Espécies	Patógenos associados
Aedes aegypti	Chikungunya virus (CHIKV); Dengue (DENV); Zika virus (ZIKV)
Aedes scapularis	Virus da Febre Amarela (YFV); Dirofilaria immitis; *Wuchereria bancrofiti*; Maguari virus (MAGV); Mayro virus (MAYV)
Coquillettidia cf. perturbans	Encefalíte equína (EEEV); Trivittatus virus (TENV)
Culex pipiens	Rocio virus (ROCV); Encefalíte equína venezuelense (VEEV)
Culex quinquefasciatus	*Wuchereria bancrofti*; Encefalíte equína venezuelense (VEEV); Chikungunya virus (CHIKV);

9.2.2.5.2.3.2.9 Formas de Uso de Habitats das Espécies

Os dípteros ocorrem desde ambientes temporários, como poças d'água, água acumulada em plantas edáficas, até ambientes de grandes cursos d'água, como rios, lagos e represas. Durante sua fase alada, os dípteros ocupam os ambientes florestais, em seus diferentes estratos, desde o dossel ao solo. Não obstante e, embora não sejam considerados como vetores, há mosquitos indutores de galhas (modificações estruturais/tumorais em plantas) (COELHO *et al.*, 2013), podendo ocasionar prejuízos financeiros às plantações e cultivos agrícola proximais às áreas naturais de ocorrência das espécies, caso tais áreas sejam suprimidas.

Desta forma, os mosquitos atuam em diferentes níveis da cadeia trófica, servindo como alimento para peixes, anfíbios e insetos, durante sua fase larval, além de aves, répteis, mamíferos e outros insetos durante sua fase adulta. Outro ponto de destaque refere-se aos serviços ecossistêmicos de polinização e controle biológico e populacional de diferentes organismos.

9.2.2.5.2.3.2.10 Hábitos Alimentares e Reprodutivo das Espécies

O desenvolvimento holometábolo dos mosquitos permite a colonização e o uso de recursos diferentes durante seu desenvolvimento, ocupando os ambientes dulcícolas durante sua fase larval e os ambientes terrestres durante a fase adulta (TRIPLEHORN & JOHNSON, 2015). Essa mudança de hábitat ao longo da vida permite a colonização e sucesso evolutivo das espécies, utilizando inúmeros nichos durante sua ontogenia, os insetos da ordem Díptera estão presentes em todos os ambientes (FORATTNI, 2002).

Dito isso, as fêmeas adultas das espécies de dípteros se alimentam de sangue, realizando repasto no homem e/ou em animais. Os machos adultos se alimentam de seiva e néctar (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994).

9.2.2.5.2.3.3 Comparativo de Resultados entre AER e AEL/ADA

Foram registrados nove táxons de dípteros vetores nas amostragens conduzidas na área de estudo local e área diretamente afetada. O levantamento por meio dos dados secundários evidenciou a potencial ocorrência de 64 táxons para a área de estudo regional (Tabela 9-148). Os resultados obtidos no diagnóstico local (40 spp.), corresponde a 14% do total encontrado para os dados

secundários consultados. No entanto, é importante considerar que os dados secundários obtidos correspondem a ocorrências para o estado de Minas Gerais e, até mesmo, para o Brasil.

9.2.2.5.2.4 Síntese Conclusiva

Foram coletados 13 indivíduos de dípteros com capacidade de transmitir alguma doença aos humanos e outros vertebrados. Distribuídos em nove espécies distintas, sendo alguns potenciais responsáveis por transmissões de doenças como dengue, zika, chikungunya, filarioses, entre outras. Os estudos da diversidade da entomofauna de vetores no Brasil são escassos e, considerando regiões mais interiorizadas, como as regiões das nas áreas de estudo do empreendimento, os dados disponíveis são ainda mais incipientes. Diante disso, a listagem das espécies aqui encontrada, embora com baixa abundância, torna-se referência para o conhecimento acerca da biodiversidade da entomofauna com capacidade vetorial para a região.

Portanto, o conhecimento das espécies de mosquitos com potencial capacidade de transmissão de doenças em áreas próximas a centros urbanos permite ações efetivas de vigilância sanitária, controle de zoonoses e, consequentemente, melhoria na saúde populacional.

9.2.2.6 Ictiofauna

9.2.2.6.1 Introdução

Mais da metade da biodiversidade íctica dulcícola do planeta é endêmica da região neotropical (9.000 espécies estimadas; BIRINDELLI & SIDLAUSKAS, 2018). Somente da América do Sul são listadas 20 ordens, 69 famílias, 739 gêneros e aproximadamente 5.160 espécies válidas (REIS *et al.*, 2016). Com seu vasto território e grandes bacias hidrográficas, o Brasil detém a maior parcela dessa diversidade (AGOSTINHO *et al.*, 2005), somando 3.500 espécies de peixes já catalogadas (FROESE & PAULY, 2022). O país também tem uma extraordinária taxa de endemismo, uma vez que diversos sistemas hidrográficos são completamente circunscritos por suas fronteiras (McALLISTER *et al.*, 1997). Exemplo disso é o rio São Francisco, que drena 8% do território brasileiro (638.576 km^2; GODINHO & GODINHO, 2003), e tem notória diversidade nativa e endêmica. Essas características lhe renderam o status de ecorregião de água doce (*sensu* ABELL *et al.*, 2008). Atualmente, são registradas 244 espécies de peixes da bacia (BARBOSA & SOARES, 2017).

Porém, a intensa atividade econômica da região drenada pelo rio São Francisco é responsável por diversos tipos de impactos ambientais, resultantes da emissão de efluentes domésticos e industriais não tratados, bem como de outras fontes relacionadas ao setor hidrelétrico, à agricultura e mineração (ALVES *et al.*, 2008; AVES & LEAL, 2010). Em particular, as inúmeras barragens construídas para fins de mineração são conhecidas mundialmente por afetar a biodiversidade em diversas escalas espaciais (SONTER *et al.*, 2018). Portanto, para melhor predizer e mitigar os impactos ambientais causados por ações antrópicas, é necessário o

levantamento de informações básicas — por exemplo, quais são as espécies que ocorrem na área em questão e de que forma essa comunidade está estruturada (FEARNSIDE, 2014).

Considerando essa demanda, tornou-se necessário o levantamento e diagnóstico da assembleia de peixes existente na região de inserção do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, com o intuito de fornecer a linha de base da diversidade íctica.

9.2.2.6.2 Metodologia

9.2.2.6.2.1 Área de Estudo Regional – AER

Os dados secundários utilizados para a elaboração da lista de espécies da ictiofauna com potencial ocorrência para a AER, foram obtidos por meio de literatura científica (livros e artigos), que abordam listas ou aspectos da ictiofauna da região. Foram selecionados cinco artigos científicos que caracterizam a ictiofauna da AER (Tabela 9-151). Vale ressaltar que a áreas de estudo do empreendimento localizam-se nas proximidades do rio São Francisco a jusante da UHE Três Marias. BRITSKI *et al.* (1986) realiza um extenso estudo sobre os peixes que habitam a região de Três Marias.

Tabela 9-151: Estudos ambientais selecionados para diagnóstico da ictiofauna na AER

Nome do Estudo	Ano	Empresa/Autor	Sazonalidade	Métodos de Amostragem
Manual de Identificação de Peixes da Região de Três Marias.	1986	BRITSKI e colaboradores	-	Peixes depositados em coleções científicas
A New Species of *Characidium* Reinhardt (Characiformes, Crenuchidae) with a Distinctively Dimorphic Male	2015	MELO & OYAKAWA	-	Peixes depositados em coleções científicas, Peneiras e arrasto
Revision of the South American genus *Tetragonopterus* Cuvier, 1816 (Teleostei: Characidae) with description of four new species	2016	SILVA e colaboradores	-	Peixes depositados em coleções científicas
Hypostomus velhochico, a new keeled Hypostomus Lacépède, 1803 (Siluriformes: Loricariidae) from the rio São Francisco basin in Brazil	2017	ZAWADZKI e colaboradores	-	Peixes depositados em coleções científicas
Fish movement patterns in a Neotropical free-flowing tributary located downstream from a large dam	2018	CASARIM e colaboradores	-	Hidroacústica, Redes de emelhar
Monitoramento da Ictiofauna nos Córregos da Área de Influência da Nexa Recursos Minerais S.A – Três Marias	2022	BIO GOLDEN	Seca e Chuva	Redes de Espera, Tarrafas, Puçá

9.2.2.6.2.2 Área de Estudo Local – AEL e Área Diretamente Afetada – ADA

9.2.2.6.2.2.1 Período de Amostragem

A obtenção de dados primários da ictiofauna na área de estudo local do projeto, ocorreu em duas campanhas de campo, cobrindo nove pontos amostrais nas estações seca e chuvosa. O período de amostragem na campanha do período chuvoso foi em março; enquanto no período de estiagem, em junho mesmo ano (Tabela 9-152).

Tabela 9-152: Períodos de amostragem da ictiofauna nas áreas de estudo (AEL e ADA)

Campanha	Data	Pontos de Amostragem	Sazonalidade
1	14 a 19/03/2023	ICT01, ICT02, ICT03, ICT04, ICT05, ICT07, ICT08, ICT09	Chuvosa
2	05 a 08/06/2023	ICT01, ICT02, ICT03, ICT04, ICT05, ICT07, ICT08, ICT09	Seca

9.2.2.6.2.2.2 Descrição dos Pontos de Amostragem

A área de estudo local situa-se nos municípios de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté. Foram amostrados nove pontos distribuídos na calha do rio São Francisco e em pequenos afluentes nas margens esquerda e direita do rio São Francisco (Tabela 9-153). A Figura 9-110 apresenta a localização dos pontos de amostragem da ictiofauna. A paisagem da área de estudo é composta por um mosaico de pastagens, vegetação ripária arbustiva e áreas urbanas. Os pontos de amostragem são ilustrados entre a Foto 9-260 e a Foto 9-268.

Os pontos ICT01 e ICT02 situam-se no córrego o Retiro Velho e possuem mata ciliar em ambas as margens e substrato composto predominantemente por areia, argila e matéria orgânica em decomposição. O ponto ICT02 localiza-se na área mais a montante da drenagem, enquanto o ICT01 está situado próximo à foz do rio São Francisco. O córrego Retiro Velho é uma drenagem intermitente, e deste modo, o fluxo da água está intimamente correlacionado com as precipitações do período chuvoso, tornando-se completamente seco no período de estiagem. Por este motivo, na campanha do período de seca, não foi possível a realização da amostragem nestes pontos. Os pontos amostrais ICT03 e ICT04 estão localizados no córrego Martinha, ambos os pontos possuem mata ciliar fragmentada, e são adjacentes à paisagem urbana em sua margem direita. Assim como o córrego Retiro Velho, o córrego Martinha é uma drenagem intermitente, entretanto, no período de estiagem, o ponto ICT03 localizado próximo à foz com o rio São Francisco apresentou volume de água, embora proveniente das águas do rio São Francisco (remanso). Tanto o ICT03, quanto o ICT04 possuem o substrato composto predominantemente por argila, areia e matéria orgânica em decomposição. Na segunda campanha amostral, não foi possível a realização da amostragem no ponto ICT04, uma vez que o mesmo se encontrava seco.

Situado na calha do rio São Francisco, o ponto amostral ICT05 localiza-se entre a ilha da Catuaba na margem esquerda e a Unidade Três Marias da Nexa na margem direita, possui mata ciliar preservada na margem direita e fragmentada na margem esquerda. O substrato é composto por

pedras, areias, seixos e matéria orgânica em decomposição. Apresenta fluxo d'água forte, sendo diretamente influenciado pela vazão defluente da UHE Três Marias. O ponto ICT06 também se situa na calha do rio São Francisco, a jusante do empreendimento, possui o substrato semelhante ao ICT05, e, vegetação ripária fragmentada em ambas as margens.

O ponto ICT07 está localizado na região mais a jusante da área de estudo no córrego Lucinda. Possui vegetação ripária fragmentada em ambas as margens, com áreas de pastagem nas adjacências; substrato composto por areia, rochas, seixos e matéria orgânica em decomposição. Por outro lado, o ponto amostral ICT08 está localizado na região mais a montante da área de estudo em um córrego sem nome do rio São Francisco, possui mata ciliar fragmentada em ambas as margens e o substrato composto por areia, seixos, argila e matéria orgânica em decomposição. Por fim, ICT09 está situado no córrego consciência a montante da área de implantação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias; este córrego possui mata ciliar fragmentada, substrato composto por areia, argila e matéria orgânica em decomposição; baixa vazão.

Tabela 9-153: Localização geográfica dos pontos amostrais da ictiofauna nas áreas de estudo (AEL e ADA)

Ponto/Área	Coordenadas UTM (Zona 23S | Datum SIRGAS2000)		Fitofisionomia predominante
	mE	mN	
ICT01	475.721	7.991.206	Córrego Retiro Velho
ICT02	476.816	7.990.523	Córrego Retiro Velho
ICT03	476.088	7.992.295	Córrego Martinha
ICT04	476.142	7.992.065	Córrego Martinha
ICT05	475.503	7.991.365	Rio São Francisco
ICT06	476.071	7.992.958	Rio São Francisco
ICT07	473.143	7.995.880	Córrego Lucinda
ICT08	472.473	7.987.612	Córrego Sem Nome
ICT09	474.791	7.989.790	Riacho da Consciência



Legenda

- Pontos de Amostragem
- Localidades
- Rodovias Federais
- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes e sem classificação
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Biótico
- Área de Estudo Regional (AER) do Meio Biótico



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023), AEL, AER, Pontos de Amostragem, Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023); Rodovias Federais (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-110: Localização dos pontos amostrais da ictiofauna nas áreas de estudo (AEL e ADA)

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	30/08/2024	NXTM-DRS-EIA-Ictiofauna-A3-v00

| Foto 9-260: Vista parcial do ponto amostral ICT01



| Foto 9-261: Vista parcial do ponto amostral ICT02



| Foto 9-262: Vista parcial do ponto amostral ICT03



| Foto 9-263: Vista parcial do ponto amostral ICT04



| Foto 9-264: Vista parcial do ponto amostral ICT05



| Foto 9-265: Vista parcial do ponto amostral ICT06



| Foto 9-266: Vista parcial do ponto amostral ICT07



| Foto 9-267: Vista parcial do ponto amostral ICT08



| Foto 9-268: Vista parcial do ponto amostral ICT09



9.2.2.6.2.2.3 Coleta de Dados Primários

9.2.2.6.2.2.3.1 Rede de Emalhar

Para a amostragem em corpos d'água com altura superior a 1,5 metro foram instalados um conjunto de 20 redes de emalhar com diferentes tamanhos de malhas (3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14 e 16 centímetros medidos entre nós opostos). Cada rede apresentava 10 metros de comprimento e altura média de 1,6 metro. Com auxílio de barco a motor, as redes foram armadas ao anoitecer e retiradas no amanhecer do dia seguinte, ficando expostas por aproximadamente 13 horas (Foto 9-269 e Foto 9-270).

| **Foto 9-269: Utilização do método de captura por rede de emalhar**



| **Foto 9-270: Utilização do método de captura por rede de emalhar**



9.2.2.6.2.2.3.2 Arrasto

As redes de arrasto possuem 4 metros de comprimento, 1,5 metro de altura e 2 mm de malha. Foram utilizadas nas proximidades das margens fazendo com que os indivíduos permanecessem retidos dentro da rede, que possui um saco de aprisionamento na metade se seu comprimento (Foto 9-271 e Foto 9-272). As redes foram puxadas por profissionais capacitados, em locais de baixa profundidade. Assim, o uso do arrasto foi limitado pelas características das margens, profundidade e assoalho dos corpos d'água.

| **Foto 9-271: Utilização do método de captura por arrasto**



| **Foto 9-272: Utilização do método de captura por arrasto**



9.2.2.6.2.2.3.3 Peneira

As peneiras utilizadas para captura dos indivíduos possuíam 1 metro de largura e malha de 2 mm. As mesmas foram usadas para amostrar os peixes localizados às margens dos corpos de água, ocultos na vegetação submersa, bem como aqueles que repousam no fundo, sob pedras. No primeiro caso, a peneira é empurrada contra a margem, sob a vegetação e, em seguida, puxada

para cima e sacudida, a fim de desalojar os peixes. No segundo caso, a peneira é posicionada perpendicularmente ao substrato, com a abertura voltada à montante, sendo o substrato à sua frente revolvido com os pés e mãos, com o mesmo objetivo de desalojar os peixes, que são carreados pela correnteza para dentro da peneira (Foto 9-273 e Foto 9-274).

| Foto 9-273: Utilização do método de captura por peneira



| Foto 9-274: Utilização do método de captura por peneira



9.2.2.6.2.2.3.4 Tarrafa

A amostragem com tarrafas foi realizada utilizando malhas de tamanhos variados (conjunto de 3, 5, e 10 centímetros entre nós opostos), a fim de amostrar representantes da ictiofauna com diferentes tamanhos corporais (Foto 9-275 e Foto 9-276).

| Foto 9-275: Utilização do método de captura por tarrafa



| Foto 9-276: Utilização do método de captura por tarrafa



9.2.2.6.2.2.3.5 Identificação de Dados Primários

Após a captura, os espécimes foram acondicionados em recipientes apropriados, e, posteriormente foram contados, pesados, identificados e liberados no mesmo local de captura. A

determinação taxonômica foi realizada até o menor nível taxonômico possível utilizando primariamente as informações contidas em trabalhos de síntese que abordam a ictiofauna da bacia do rio São Francisco e seus afluentes: LÜTKEN (1875); BRITSKI *et al.*, (1986) e ALVES & LEAL (2010).

A nomenclatura científica utilizada neste trabalho segue os padrões adotados pelo código internacional de nomenclatura zoológica. Os nomes científicos e autoria das espécies seguem aqueles empregados nas descrições originais, atualizados através de FRICKE *et al.*, (2022). Nomes populares foram obtidos por meio da literatura específica (BRITSKI *et al.*, 1986; ALVES & LEAL 2010).

As atualizações taxonômicas propostas por TERÁN *et al.*, (2020) para a família Characidae foi utilizada. A validade das espécies nominais e a nomenclatura utilizada para as famílias e espécies seguiram em consonância com as informações disponíveis no *Catalog of Fishes* (FRICKE *et al.*, 2022) e em REIS *et al.*, (2003). A estruturação taxonômica da lista de espécie gerada está de acordo com VAN DER LAAN *et al.*, (2016). A nomenclatura das ordens seguiu a proposta por BETANCUR-R (2017). O grau de endemismo foi seguido por ABELL *et al.*, (2008); SILVA *et al.*, 2020 e FRICKE *et al.*, (2021).

A caracterização do status da conservação das espécies seguiu a Deliberação Normativa nº 147/2010 (COPAM, 2010) para as espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais, a Portaria do Ministério do Meio Ambiente n° 300/2022 (MMA, 2022) para a fauna ameaçada de extinção no Brasil e a lista da fauna ameaçada de extinção da *International Union of Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN, 2022). Informações sobre biologia das espécies (*i.e.*, hábitos alimentares, migração, habitat preferencial, espécies exóticas) foram obtidas em GODINHO & GODINHO, 2003 e ALVES & LEAL, 2010.

9.2.2.6.2.3 Análise dos Dados

9.2.2.6.2.3.1 Riqueza de Espécies

Seguindo MAGURRAN, 2011 e MAURER & MCGILL, 2011, foi considerado como riqueza o número absoluto de espécies registradas.

9.2.2.6.2.3.2 Diversidade

Para caracterização da diversidade específica (H') da comunidade de peixes foi utilizado o Índice de Shannon-Wiener (SHANNON & WEAVER, 1963), segundo a equação:

$$H = -\sum_{i=1}^{S} (p_i)(\log_2 pi)$$

Onde S = número de espécies; *pi* = proporção da amostra total pertencente à enésima espécie; sendo que quanto maior o valor de H', maior a diversidade da área de estudo.

A equitabilidade (E), como uma medida de quão homogeneamente os indivíduos estão distribuídos entre as espécies, também foi estimada segundo PIELOU (1966), segundo a equação:

$$\mathbf{J = H'/H_{máximo}}$$

Onde $H'_{máximo}$ é a diversidade máxima possível que pode ser observada se todas as espécies apresentarem igual abundância. Seu valor apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima).

9.2.2.6.2.3.3 Abundância

A abundância relativa foi avaliada por meio do percentual de número de indivíduos por espécie para cada ponto de coleta amostrado. A partir deste percentual, foi possível determinar a ocorrência de indivíduos por espécie, e a riqueza de espécies por ponto de coleta.

9.2.2.6.2.3.4 Suficiência Amostral

A curva de acumulação de espécies foi construída para avaliar a suficiência amostral do delineamento (GOTELLI & COLWELL, 2001), considerando o total de espécies e indivíduos capturados em cada ponto de coleta (amostras de dados baseada em incidência). Foi usado o estimador não paramétrico Jackknife 1 para calcular a riqueza esperada, segundo a equação:

$$S_{Jack1} = S_{Obs} + \frac{c_1 * (N-1)}{N}$$

Onde, S_{Obs} = Número observado de espécies; c_1 = Número de espécies presentes unicamente em uma amostra; N = Número de amostras.

Os dados de abundância de cada espécie capturada foram indexados por meio da captura por unidade de esforço (CPUE), definida como o somatório do número (CPUEn) e biomassa (CPUEb) de peixes em 100 m2 de redes, obtida pelas equações a seguir:

$$\text{CPUEn} = \sum_{i=1}^{n} \text{N/ E x100, onde}$$

CPUEn = captura em número por unidade de esforço (100 m² de rede);

N = nº de peixes capturados para um determinado tamanho de malha;

n = tamanhos de malha empregados;

E = esforço de pesca para um dado tamanho de malha (área de rede empregada) durante o tempo de exposição.

$$CPUEb = \sum_{i=1}^{n} B/E \times 100, \text{ onde}$$

CPUEb = captura em biomassa por unidade de esforço (100 m² de rede);

B = biomassa de peixes capturados para um determinado tamanho de malha;

n = tamanhos de malha empregados;

E = esforço de pesca para um dado tamanho de malha (área de rede empregada) durante o tempo de exposição.

Todos os cálculos e análises mencionados acima foram gerados a partir do Excel e software R (R CORE TEAM, 2020).

9.2.2.6.3 Resultados

9.2.2.6.3.1 Área de Estudo Regional – AER

Por meio da literatura consultada, foram registradas 70 espécies de peixes de potencial ocorrência para a área de estudo regional do Projeto. A ordem que apresentou maior riqueza neste levantamento foi Characiformes com 42 espécies registradas, representando 60% da riqueza total, distribuídas em 11 famílias e 32 gêneros. A segunda ordem com maior riqueza foi Siluriformes com 19 espécies registradas, apresentando 27% da riqueza total, distribuídas em 7 famílias e 15 gêneros (Tabela 9-154). O Gráfico 9-220 indica a porcentagem das ordens registradas e de potencial ocorrência na AER do empreendimento.

Gráfico 9-220: Representatividade das ordens de peixes registrados por meio dos dados secundários com potencial ocorrência para a AER

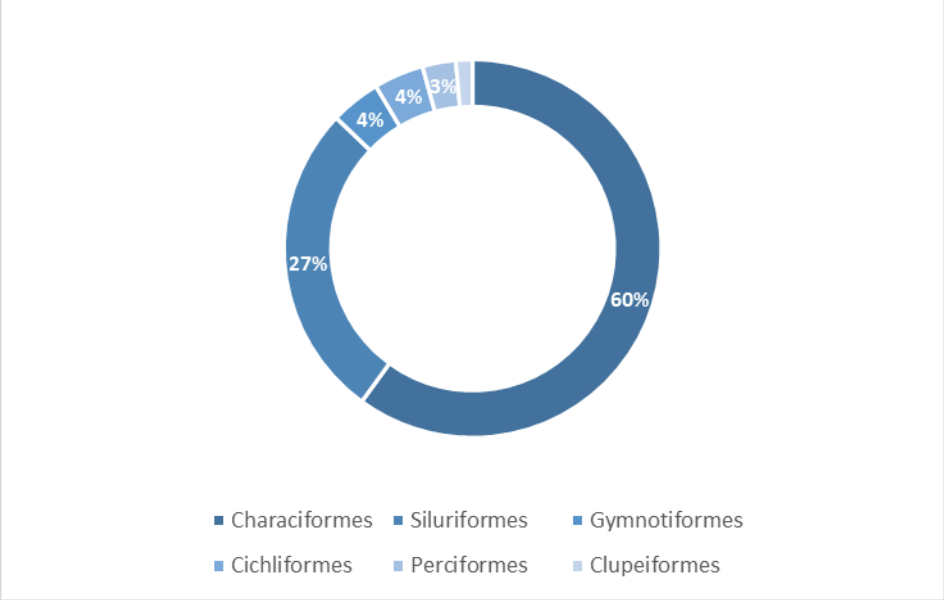


Tabela 9-154: Lista de espécies da ictiofauna registrada por meio de levantamento de dados secundários para a AER

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	Status de Conservação			Referência Bibliográfica
			COPAM	MMA	IUCN	
ORDEM CLUPEIFORMES						
Família Engraulidae						
Anchoviella vaillanti	Manjuba	x	-	-	-	A
ORDEM CHARACIFORMES						
Família Acestrorhynchidae						
Acestrorhynchus lacustris	Peixe-cachorro	-	-	-	-	A, F
Acestrorhynchus britskii	Peixe-cachorro	x	-	-	-	A, F
Família Anostomidae						
Leporellus vittatus	Piau-listrado	-	-	-	-	A, F
Leporinus melanopleura	Piau	-	-	-	-	A
Leporinus piau	Piau-gordura	-	-	-	-	A
Leporinus taeniatus	Piau-jejo	x	-	-	-	A, E, F
Megaleporinus obtusidens	Piau-verdadeiro	-	-	-	-	A, E
Megaleporinus reinhardti	Piau-três-pintas	-	-	-	-	A, E
Schizodon knerii	Piau-branco	-	-	-	-	A, E
Família Bryconidae						
Brycon orthotaenia	Matrinchã	x	-	-	VU	A, E
Salminus franciscanus	Dourado	x	-	NT	-	A, E
Salminus hilarii	Tabarana	-	-	-	-	A
Família Characidae						
Astyanax lacustris	Lambari-do-rabo-amarelo	-	-	-	-	A
Hemigrammus marginatus	Piaba	-	-	-	-	A
Moenkhausia costae	Piaba	-	-	-	-	A
Moenkhausia sanctaefilomenae	Piaba	-	-	-	-	A
Piabarchus stramineus	Piaba	-	-	-	-	A
Piabina argentea	Piaba	-	-	-	-	A
Phenacogaster franciscoensis	Piaba-branca	x	-	-	-	A
Psalidodon fasciatus	Lambari-do-rabo-vermelho	-	-	-	-	A
Psellogrammus kennedyi	Piaba	-	-	-	-	A
Roeboides xenodon	Piaba	x	-	-	-	A
Serrapinnus piaba	Piaba	-	-	-	-	A
Tetragonopterus franciscoensis	Lambari	-	-	-	-	A, C
Família Crenuchidae						
Characidium satoi	Canivete	x	-	-	-	B
Família Curimatidae						
Curimatella lepidura	Sardela	x	-	-	-	A
Cyphocharax gilbert	Mocinha	-	-	-	-	A
Steindachnerina elegans	Mocinha	-	-	-	-	A
Família Erythrinidae						

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	Status de Conservação			Referência Bibliográfica
			COPAM	MMA	IUCN	
Hoplias intermedius	Trairão	-	-	-	-	A
Hoplias malabaricus	Traíra	-	-	-	-	A
Família Parodontidae						
Apareiodon hasemani	Canivete	x	-	-	-	A
Apareiodon ibitiensis	Canivete	-	-	-	-	A
Apareiodon piracicabae	Canivete	-	-	-	-	A
Parodon hilarii	Canivete	x	-	-	-	A
Família Prochilodontidae						
Prochilodus argenteus	Curimatá-pacu	x	-	-	-	A, E
Prochilodus costatus	Curimatá-pioa	x	-	-	-	A, E
Prochilodus vimboides	Curimatá	-	-	VU	-	A
Família Serrasalmidae						
**Metynnis maculatus*	Pacuzinho	-	-	-	-	E
Myleus micans	Pacu	x	-	-	-	A, E
Pygocentrus piraya	Piranha	x	-	-	-	A
Serrasalmus brandtii	Pirambeba	x	-	-	-	A, E
Família Triportheidae						
Triportheus guentheri	Piaba facão	x	-	-	-	A
ORDEM GYMNOTIFORMES						
Família Gymnotidae						
Gymnotus carapo	Sarapó	-	-	-	LC	A, F
Família Sternopygidae						
Eigenmannia virescens	Sarapó	-	-	-	-	A
Sternopygus macrurus	Sarapó	-	-	-	-	A
ORDEM SILURIFORMES						
Família Auchenipteridae						
Trachelyopterus galeatus	Cagati	-	-	-	-	A
Família Doradidae						
Franciscodoras marmoratus	Mandi-serrudo	x	-	-	-	A
Família Heptapteridae						
Pimelodella vittata	Pratinha	x	-	-	-	A
Rhamdia quelen	Bagre	-	-	-	-	A
Família Loricariidae						
Hypostomus cf. margaritifer	Cascudo	-	-	-	-	A, E
Hypostomus francisci	Cascudo	x	-	-	-	A
Hypostomus velhochico	Cascudo	x	-	NA	-	D
Pterygoplichthys etentaculatus	Cascudo	x	-	-	-	A
Rhinelepis aspera	Cascudo-preto	-	-	NT	-	A
Família Pimelodidae						
Bergiaria westermanni	Cambebi	x	-	-	-	A, E
Duopalatinus emarginatus	Mandi-açu	x	-	-	-	A, E
Pimelodus fur	Mandi-prata	x	-	-	-	A, E
Pimelodus maculatus	Mandi-amarelo	-	-	-	-	A, E

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	Status de Conservação			Referência Bibliográfica
			COPAM	MMA	IUCN	
Pimelodus pohli	Mandi-prata	x	-	-	-	A
Pseudoplatystoma corruscans	Surubim	-	-	NT	-	A, E
Família Pseudopimelodidae						
Cephalosilurus fowleri	Babão	x	-	-	-	A, E
Lophiosilurus alexandri	Pacamã	x	-	VU	-	A, E, F
Pseudopimelodus charus	Babão	x	-	-	-	A
Incertae Sedis						
Conorhynchos conirostris	Pirá	X	VU	EN	-	A,E
ORDEM CICHLIFORMES						
Família Cichlidae						
Australoheros mattosi	Acará	x	-	-	-	A
Crenicichla lepidota	Joaninha	-	-	-	LC	A
Geophagus brasiliensis	Acará	-	-	-	-	A, F
ORDEM PERCIFORMES						
Família Sciaenidae						
Pachyurus francisci	Corvina	x	-	NT	DD	A, E, F
Pachyurus squamipennis	Corvina	x	-	DD	-	A, E, F

Legenda - *=Espécies exóticas. **Status de Conservação:** Quase ameaçada (NT), Vulnerável (VU), Em perigo (EN), Dados Insuficientes (DD). **Referências Bibliográficas:** [A] BRITSKI *et al.* 1986; [B] MELO & OYAKAWA, 2015; [C] SILVA *et al.*, 2016; [D] ZAWADZKI *et al.*, 2017; [E] CASARIM *et al.*, 2018; [F] Bio Golden, 2022.

Dentre as espécies registradas, seis possuem comportamentos migradores, realizando o deslocamento para sítios de alimentação e reprodução. São considerados espécies migradoras na AER com base em CAROLSFIELD (2004), o surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*), dourado (*Salminus franciscanus*), matrinchã (*Brycon orthotaenia*), curimatá-pacu (*Prochilodus argenteus*), curimatá-pioa (*Prochilodus costatus*) e o piau-verdadeiro (*Megaleporinus obtusidens*). Todas as espécies migradoras encontradas nos dados secundários possuem importância para a pesca esportiva e comercial.

Quatro espécies registradas na AER possuem algum grau de ameaça de extinção nas listas estaduais e ou nacional de fauna ameaçada. O Pirá (*Conorhynchos conirostris*) é considerado vulnerável (VU) segundo o Copam (COPAM, 2010) e em perigo (EN) de acordo com a lista do MMA (MMA, 2022). Dados recentes indicam que mesmo com a pesca proibida, as populações do Pirá estão sofrendo acentuada diminuição do pool gênico, possivelmente devido a extinções locais da espécie em diferentes trechos da bacia (CARVALHO & BEHEREGARAY, 2018). O pacamã (*Lophiosilurus alexandri*) e a curimatá (*Prochilodus vimboides*) são classificadas como "vulnerável" (VU) na lista nacional (MMA, 2022). A Matrinchã (*Brycon orthotaenia*) é a única espécie que consta grau de ameaça na lista da IUCN (2019), onde recebe o status de vulnerável (VU).

A introdução de espécies exóticas é um dos principais fatores que ameaçam a biodiversidade local, pois promove a extinção de espécies por meio da competição e predação de espécies nativas. O Pacú-cd (*Metynnis maculatus*), foi a única espécie exótica registrada nos dados consultados.

9.2.2.6.3.2 Área de Estudo Local – AEL e Área Diretamente Afetada - ADA

9.2.2.6.3.2.1 Riqueza de Espécies

As amostragens realizadas na AEL e ADA, resultaram na captura de 188 espécimes pertencentes a cinco ordens, 16 famílias e 29 espécies (Tabela 9-155). Characiformes foi a ordem com maior riqueza, correspondendo a 68,9% do total, com 20 espécies distribuídas em nove famílias e 17 gêneros. Siluriformes foi a segunda ordem com maior número de espécies, sendo catalogadas 06 espécies (20% da riqueza total), distribuídas em quatro famílias e cinco gêneros (Gráfico 9-221). Não obstante, Cichliformes, Cyprinodontiformes e Gymnotiformes foram as ordens com menor riqueza, com somente uma espécie registrada, cada.

Dentre as famílias registradas (Gráfico 9-222), Anostomidae, Characidae e Serrasalmidae foram as mais ricas com quatro e três espécies registradas, respectivamente. A riqueza observada nessas famílias corresponde a 34,5% das espécies encontradas.

Comparando os pontos de amostragem (Gráfico 9-223), observa-se a elevada representatividade nos pontos ICT05, ICT06 e ICT, com 13 e 11 espécies registradas, respectivamente. Por outro lado, os pontos com menor riqueza de espécies foram os pontos situados em um baixo gradiente hidrográfico, ou seja, no córrego Retiro Velho ICT01 (n=3) e ICT02 (n=2), e ponto ICT04 situado no córrego Martinha que obteve a captura de somente uma espécie.

Gráfico 9-221: Representatividade de ordens de peixes registrados nas áreas de estudo (AEL e ADA)

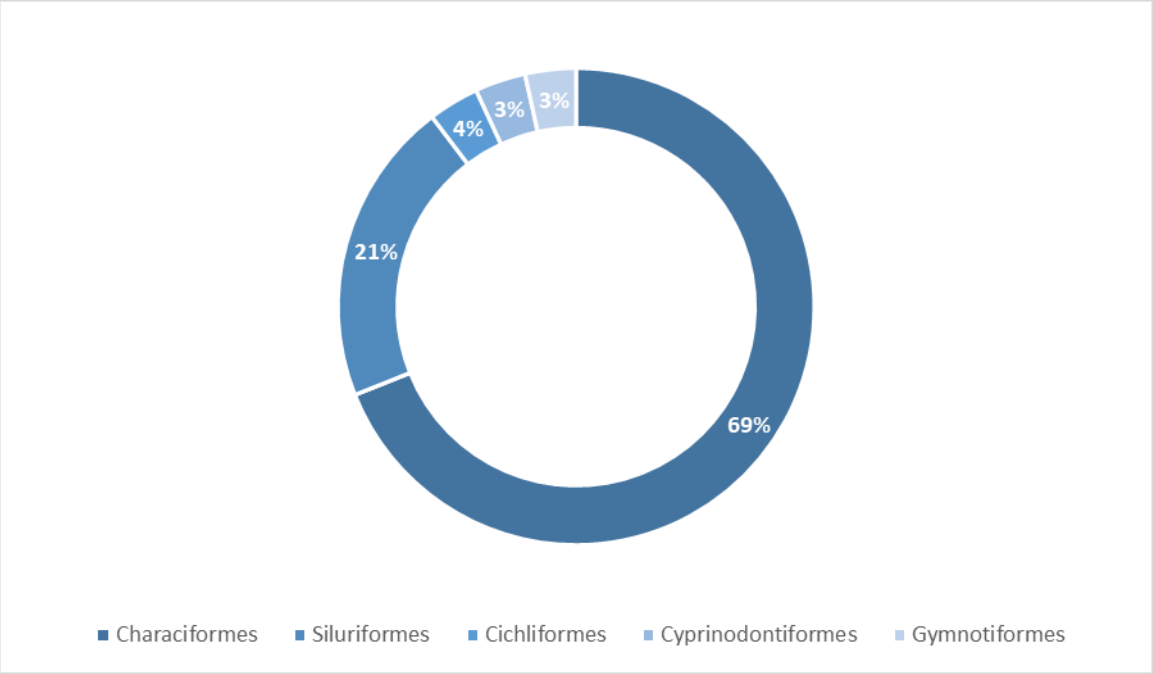


Gráfico 9-222: Representatividade das famílias de peixes registrados nas áreas de estudo (AEL e ADA)

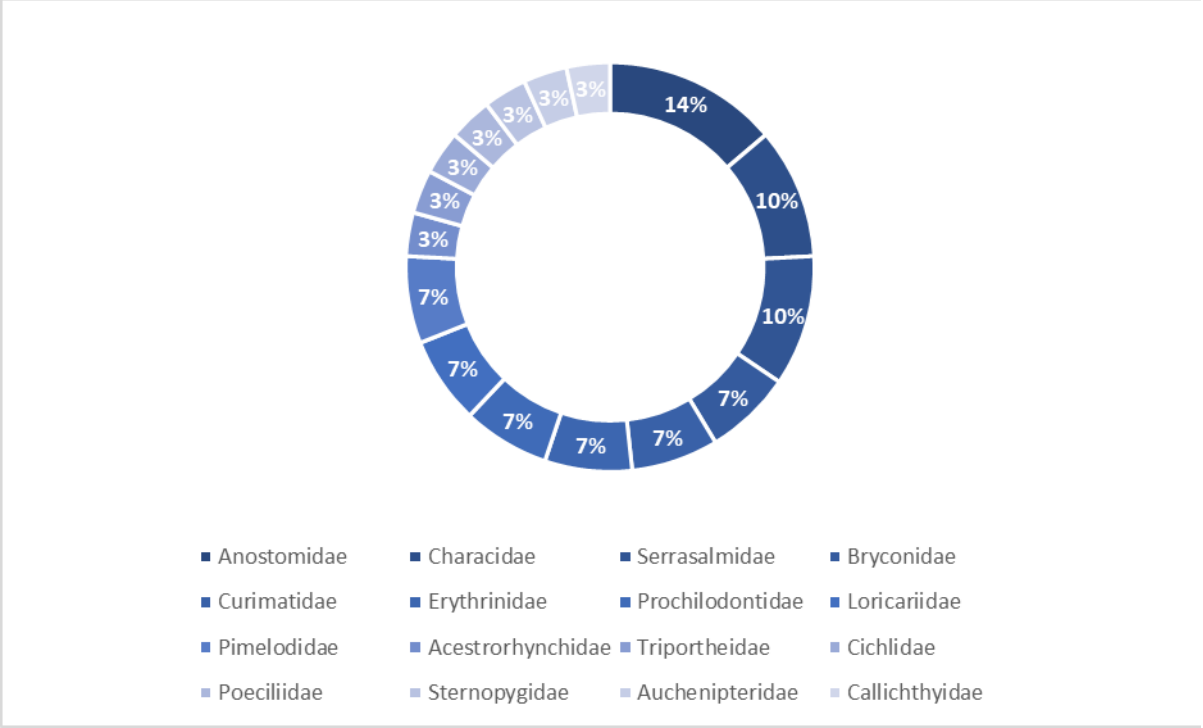


Gráfico 9-223: Riqueza de espécies da ictiofauna registrada por ponto de amostragem nas áreas de estudo (AEL e ADA)

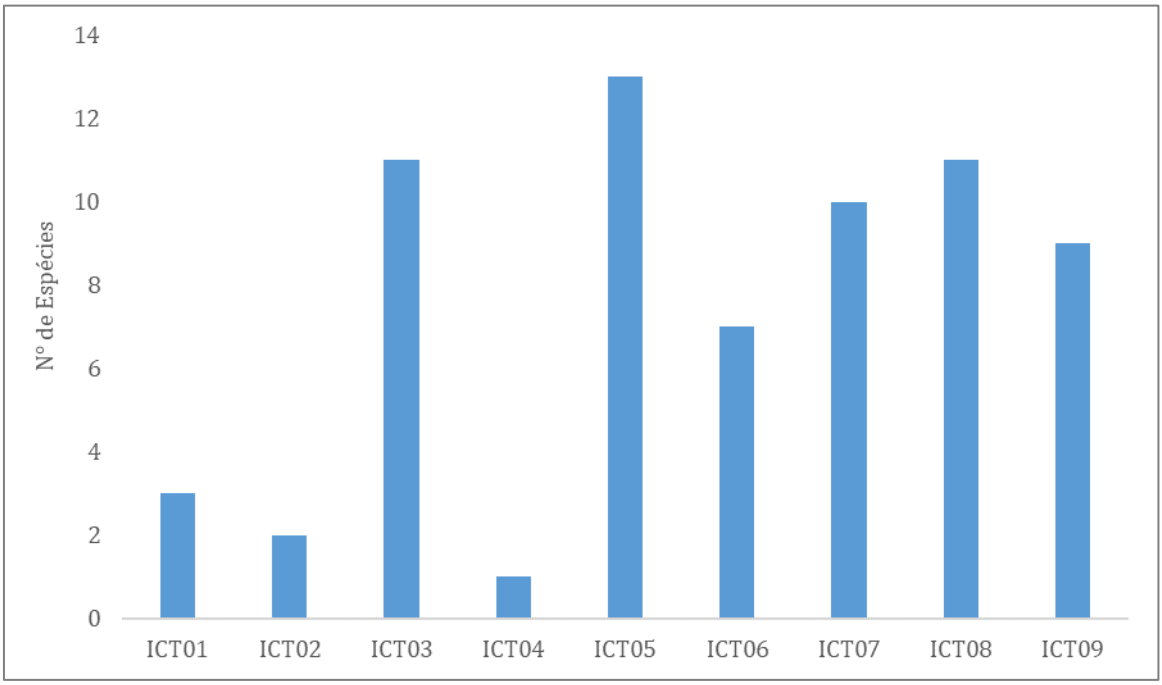


Tabela 9-155: Lista de espécies da ictiofauna registrada por meio de levantamento de dados primários para as áreas de estudo (AEL e ADA)

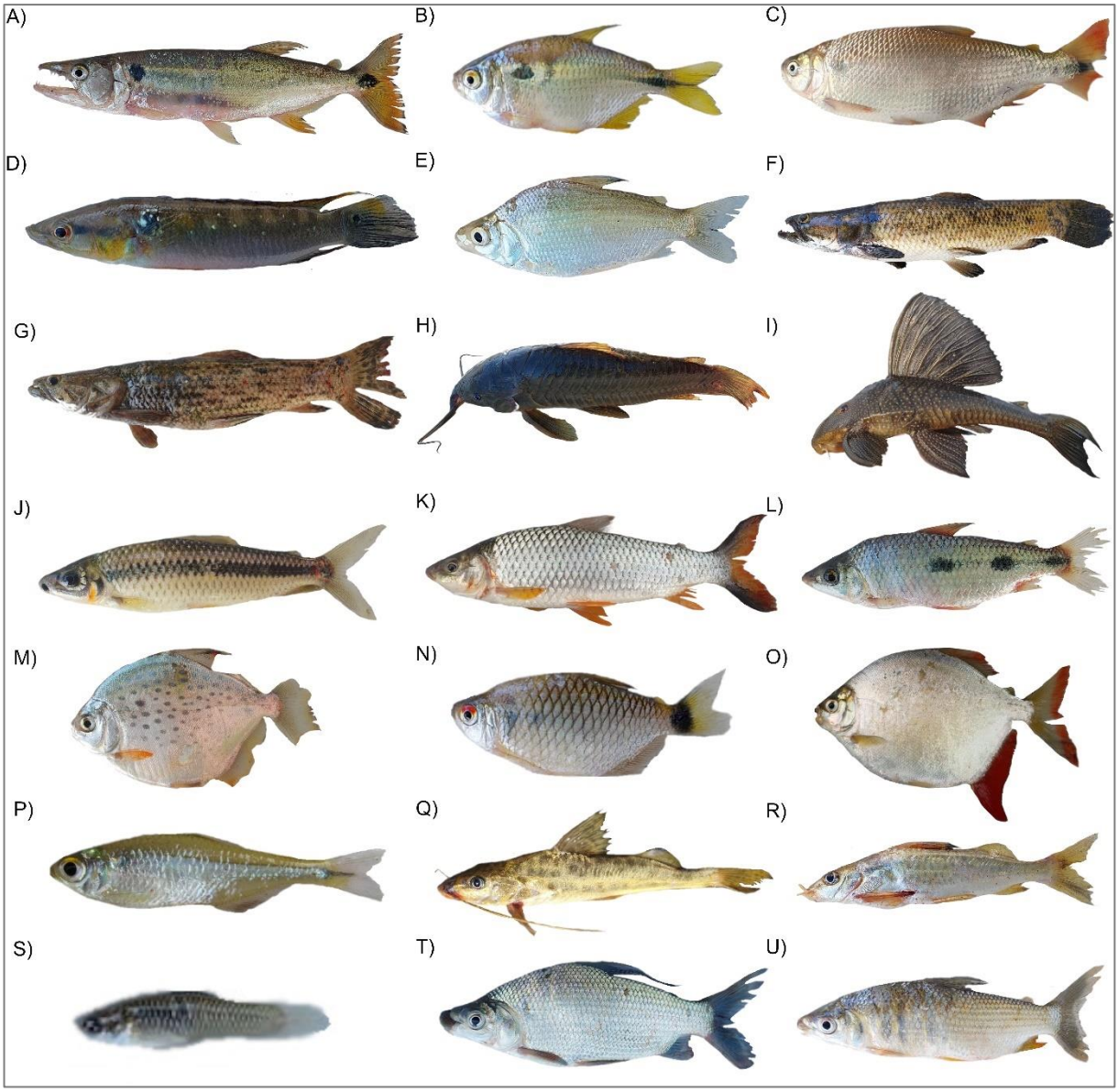
Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	Ponto de Registro	Status de Conservação			Cinegética	Origem
				COPAM	MMA	IUCN		
ORDEM CHARACIFORMES								
Família Acestrorhynchidae								
Acestrorhynchus lacustris	peixe-cachorro	-	ICT03; ICT07; ICT09	-	-	-	-	Nativa
Família Anostomidae								
Leporinus taeniatus	piau-jejo	-	ICT05; ICT08	-	-	-	-	Nativa
Megaleporinus obtusidens	piau-verdadeiro	-	ICT05	-	-	-	X	Nativa
Megaleporinus reinhardti	piau-três-pintas	X	ICT03; ICT05; ICT08 ICT09	-	-	-	-	Nativa
Schizodon knerii	Piau-branci	X	ICT06	-	-	-	-	Nativa
Família Bryconidae								
Brycon orthotaenia	matrinchã	X	ICT05; ICT06	-	-	-	X	Nativa
Salminus franciscanus	dourado	X	ICT03; ICT05; ICT06; ICT07; ICT09	-	-	-	X	Nativa
Família Characidae								
Astyanax lacustris	lambari-rabo-amarelo	-	ICT02; ICT03; ICT08	-	-	-	X	Nativa
Moenkhausia sanctaefilomenae	piaba	-	ICT01; ICT03	-	-	-	-	Nativa
Piabarchus stramineus	piaba	-	ICT01; ICT02; ICT05; ICT04	-	-	-	-	Nativa
Família Curimatidae								
Curimatella lepidura	manjuba	-	ICT03; ICT08; ICT09	-	-	-	-	Nativa
Steindachnerina elegans	saguiru	-	ICT08	-	-	-	-	Nativa
Família Erythrinidae								
Hoplias intermedius	trairão	-	ICT03; ICT05; ICT06	-	-	-	X	Nativa

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	Ponto de Registro	Status de Conservação			Cinegética	Origem
				COPAM	MMA	IUCN		
Hoplias malabaricus	traíra	-	ICT05; ICT07	-	-	-	X	Nativa
Família Prochilodontidae								
Prochilodus argenteus	curimatá-pacu	X	ICT05	-	-	-	X	Nativa
Prochilodus costatus	curimatá-pioa	X	ICT05; ICT06; ICT07; ICT08; ICT09	-	-	-	X	Nativa
Família Serrasalmidae								
*Metynnis lippincottianus**	pacu-cd	-	ICT03; ICT09	-	-	-	-	Exótica
Myleus micans	pacu	-	ICT05	-	-	-	X	Nativa
Serrasalmus brandtii	pirambeba	X	ICT03; ICT05; ICT07; ICT09	-	-	-	X	Nativa
Família Triportheidae								
Triportheus guentheri	piaba-facão	X	ICT03; ICT08	-	-	-	-	Nativa
ORDEM GYMNOTIFORMES								
Família Sternopygidae								
Sternopygus macrurus	sarapó	-	ICT01	-	-	-	-	Nativa
ORDEM SILURIFORMES								
Família Auchenipteridae								
Trachelyopterus galeatus	cagati	-	ICT07; ICT08; ICT09	-	-	-	-	Nativa
Família Loricariidae								
Hypostomus alatus	cascudo	-	ICT05	-	-	-	X	Nativa
Pterygoplichthys etentaculatus	cascudo	X	ICT07	-	-	-	-	Nativa
Família Pimelodidae								
Pimelodus maculatus	mandi-amarelo	-	ICT05; ICT06; ICT07	-	-	-	X	Nativa
Pimelodus pohli	mandi-prata	X	ICT03; ICT07; ICT08	-	-	-	-	Nativa

Nome do Táxon	Nome Popular	Endemismo	Ponto de Registro	Status de Conservação			Cinegética	Origem
				COPAM	MMA	IUCN		
Família Callichthyidae								
*Hoplosternum littorale**	tamboatá	-	ICT07; ICT08; ICT09	-	-	-	-	Exótica
ORDEM CICHLIFORMES								
Família Cichlidae								
Crenicichla lepidota	joaninha	-	ICT08	-	-	-	-	Nativa
ORDEM CYPRINODONTIFORMES								
Família Poeciilidae								
*Poecilia reticulata**	Barrigudinho	-	ICT06	-	-	-	-	Exótica

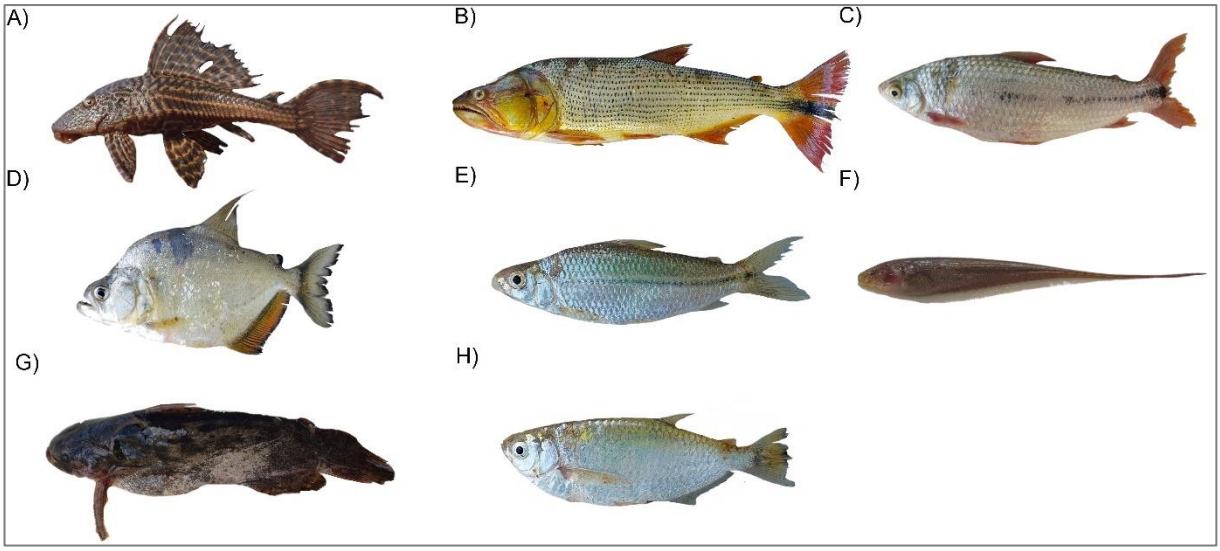
Legenda: *= Espécies exóticas

Foto 9-277: Representantes da ictiofauna capturada nas áreas de estudo (AEL e ADA)



Legenda: A) *Acestrorhynchus lacustris*, B) *Astyanax lacustris*, C) *Brycon orthotaenia*, D) *Crenicichla lepidota*, E) *Curimatella lepidura*, F) *Hoplias intermedius*, G) *Hoplias malabaricus*, H) *Hoplosternum littorale*, I) *Hypostomus alatus*, J) *Leporinus taeniatus*, K) *Megaleporinus obtusidens*, L) *Megaleporinus reinhardti*, M) *Metynnis lippincottianus*, N) *Moenkhausia sanctaefilomenae*, O) *Myleus micans*, P) *Piabarchus stramineus*, Q) *Pimelodus maculatus*, R) *Pimelodus pohli*, S) *Poecilia reticulata,* T) *Prochilodus argenteus* e U) *Prochilodus costatus*.

Foto 9-278: Representantes da ictiofauna capturada nas áreas de estudo (AEL e ADA)

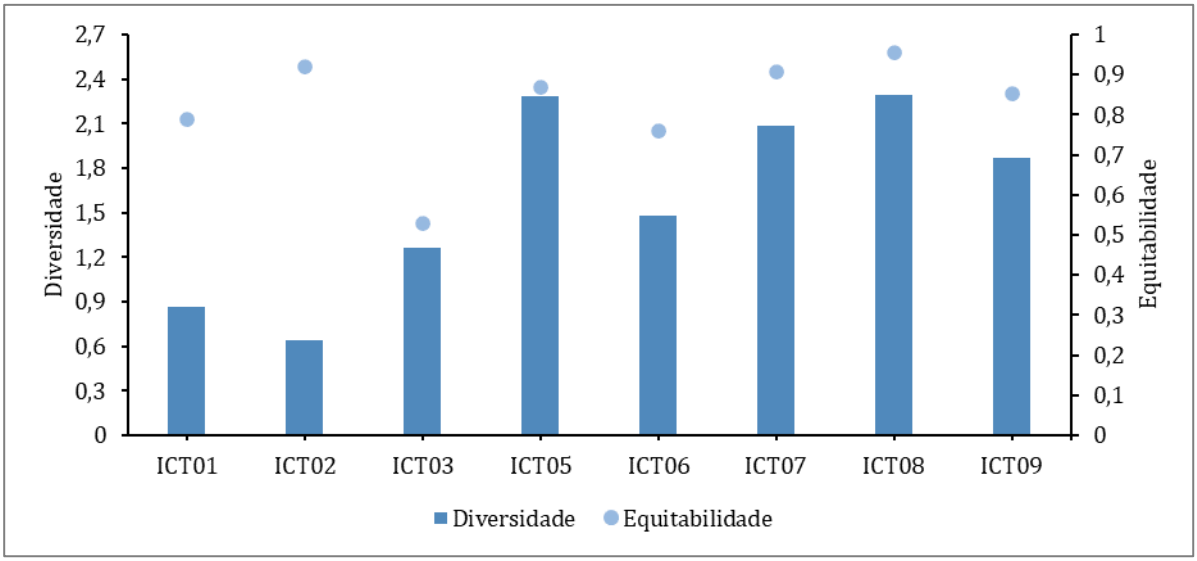


Legenda: A) *Pterygoplichthys etentaculatus*, B) *Salminus franciscanus*, C) *Schizodon knerii*, D) *Serrasalmus brandtii*, E) *Steindachnerina elegans*, F) *Sternopygus macrurus*, G) *Trachelyopterus galeatus* e H) *Triportheus guentheri.*

9.2.2.6.3.2.2 Diversidade

Avaliando os índices de diversidade biológica com os dados obtidos na área de estudo, é possível notar que os valores de Diversidade de Shannon se apresentaram altos nos pontos ICT08, ICT05 e ICT07 com valores de 2,28; 2,29 e 2,08, respectivamente; baixo nos pontos ICT01 e ICT02, e moderados nos demais pontos (Gráfico 9-224). O ponto ICT04 não foi representado no gráfico uma vez que os valores de diversidade e similaridade foram 0. Entretanto, analisando os valores aqui apresentados, refletem uma comunidade moderadamente diversa (Diversidade média = 1,59). De modo geral, os maiores valores de diversidade foram encontrados nos pontos situados na calha do rio São Francisco, e em afluentes da margem esquerda do rio São Francisco. Apesar dos baixos valores de diversidade, as amostragens apresentaram valores altos de equitabilidade (Equitabilidade média = 0.82), evidenciando que, embora possua diversidade mediana, existe certa uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes.

Gráfico 9-224: Diversidade e equitabilidade da ictiofauna registrada nas áreas de estudo (AEL e ADA)



9.2.2.6.3.2.3 Abundância

Avaliando as abundâncias das espécies capturadas, nota-se no Gráfico 9-225 e Tabela 9-156 que o lambari-rabo-amarelo (*Astyanax lacustris*) foi a espécie mais abundante em termos numéricos (N=34) e representou 18,09% das ocorrências, seguida pela curimatá-pioa (*Prochilodus costatus*) que apresentou 15 indivíduos capturados e representou 7,98% das ocorrências. Por outro lado, quatro espécies foram registradas por somente um exemplar, e juntos totalizaram 2,13% da abundância total.

A partir da análise das abundâncias das espécies nas amostragens com uso de redes de emalhar, nota-se, no Gráfico 9-226, que a espécie mais abundante em termos numéricos foi o lambari-rabo-amarelo (*Astyanax lacustris*) (CPUEn = 108,82), seguido pelo curimatá-pioa (*Prochilodus costatus*) (CPUEn = 43,61), e peixe-cachorro (*Acestrorhynchus lacustris*) (CPUEn = 40). Em relação aos pontos amostrais, o ponto ICT03 apresentou os maiores valores de abundância numérica, seguido pelos pontos ICT08 e ICT09 (CPUEn = 135,18; 93,33 e 82,74, respectivamente).

Em relação à biomassa registrada, curimatá-pacu (*Prochilodus argenteus*) (CPUEb = 18.651g), a curimatá-pioa (*Prochilodus costatus*) (CPUEb = 12.531g), e o dourado (*Salminus franciscanus*) (CPUEb = 8.999g) foram as espécies que apresentam os valores mais expressivos (Gráfico 9-227). Ao contrário, a piaba (*Moenkhausia sanctaefilomenae*) e o saguiru (*Steindachnerina elegans*) obtiveram os menores valores de biomassa, com CPUEb = 40g e CPUEb = 66,7g, respectivamente. O Ponto ICT05 apresentou os maiores valores de biomassa (CPUEb = 48.820g), devido à captura de exemplares de grande porte, enquanto o ponto com menor biomassa foi o ICT08 (CPUEb = 3.821g) devido a captura de somente doze indivíduos de pequeno porte.

Gráfico 9-225: Abundância relativa das espécies da ictiofauna amostradas nas áreas de estudo (AEL e ADA)

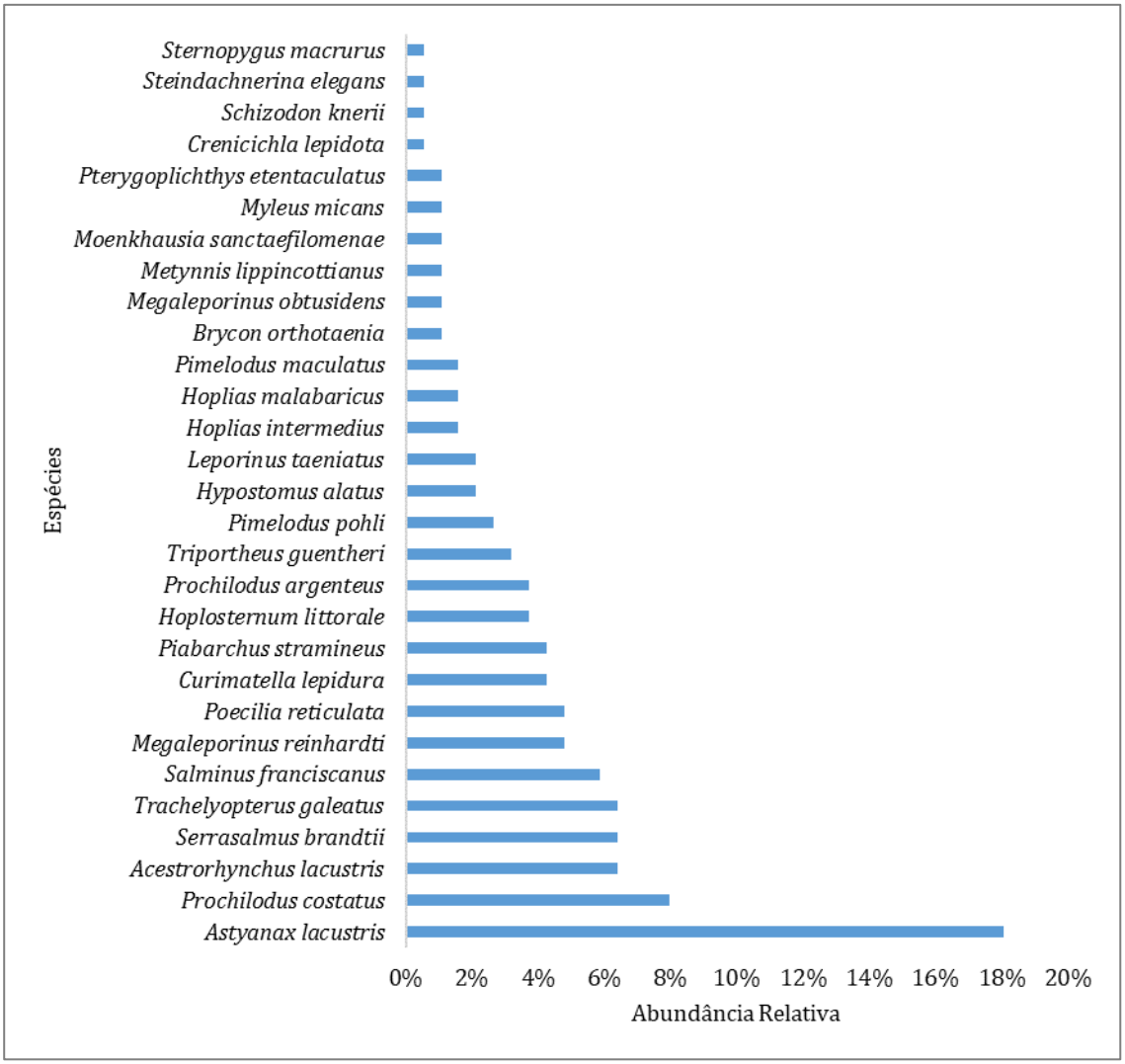


Gráfico 9-226: Representação dos valores de CPUEn (captura por unidade de esforço em número) da iciofauna capturada nas áreas de estudo (AEL e ADA)

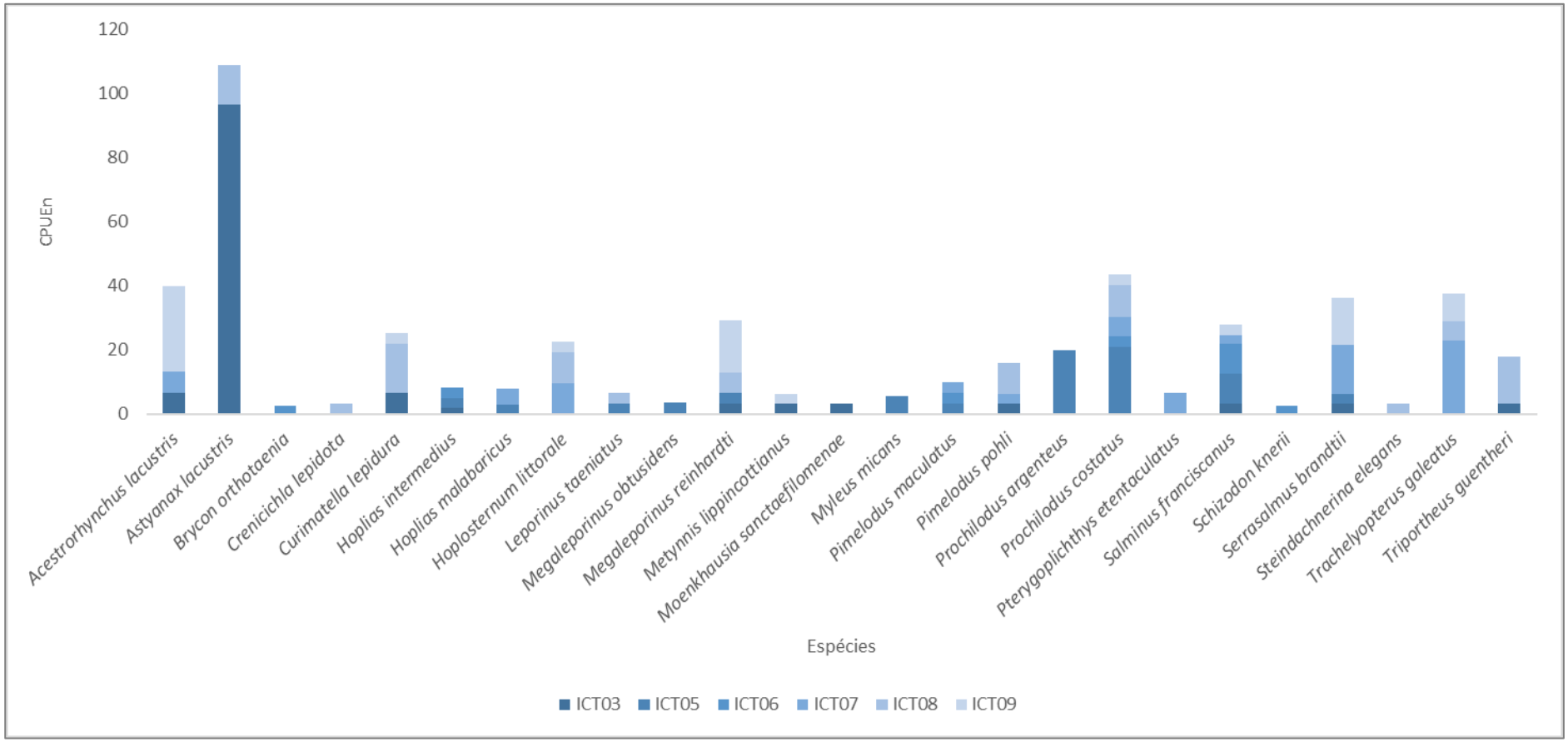


Gráfico 9-227: Representação dos valores de CPUEb (captura por unidade de esforço em biomassa) da iciofauna capturada nas áreas de estudo (AEL e ADA)

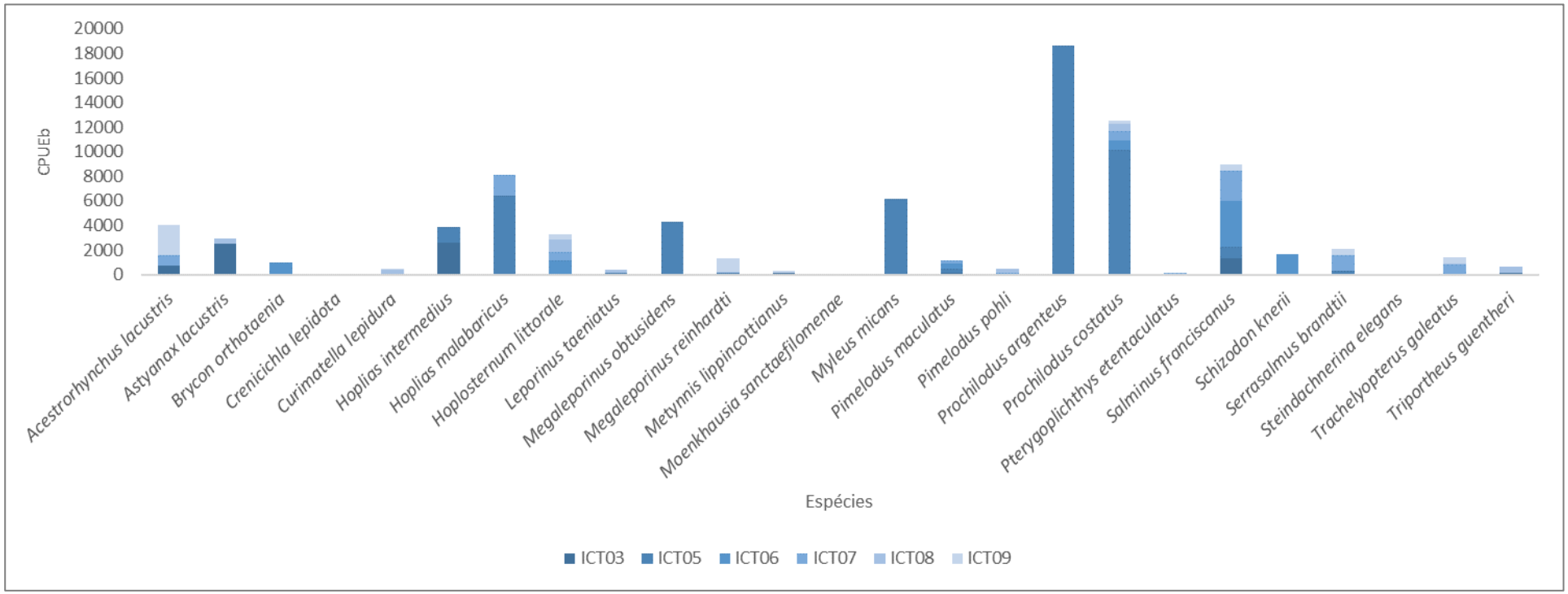


Tabela 9-156: Lista de espécies da ictiofauna por ponto amostral nas áreas de estudo (AEL e ADA)

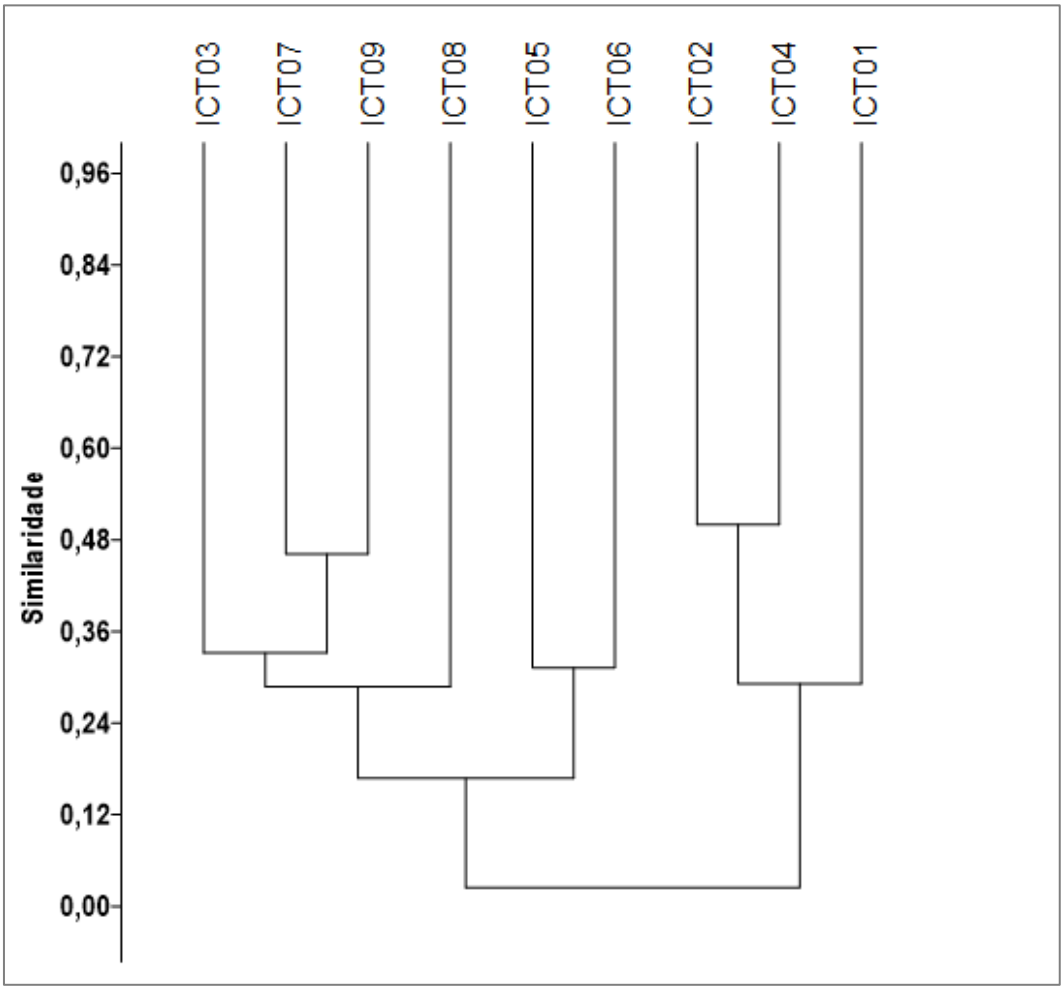
Espécie	ICT01	ICT02	ICT03	ICT04	ICT05	ICT06	ICT07	ICT08	ICT09	Total Geral	Frequência de Ocorrência
Acestrorhynchus lacustris	0	0	2	0	0	0	2	0	8	12	6,38%
Astyanax lacustris	0	1	29	0	0	0	0	4	0	34	18,09%
Brycon orthotaenia	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1,06%
Crenicichla lepidota	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,53%
Curimatella lepidura	0	0	2	0	0	0	0	5	1	8	4,26%
Hoplias intermedius	0	0	1	0	1	1	0	0	0	3	1,60%
Hoplias malabaricus	0	0	0	0	1	0	2	0	0	3	1,60%
Hoplosternum littorale	0	0	0	0	0	0	3	3	1	7	3,72%
Hypostomus alatus	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	2,13%
Leporinus taeniatus	0	0	0	0	1	0	0	3	0	4	2,13%
Megaleporinus obtusidens	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1,06%
Megaleporinus reinhardti	0	0	1	0	1	0	0	2	5	9	4,79%
Metynnis lippincottianus	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	1,06%
Moenkhausia sanctaefilomenae	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1,06%
Myleus micans	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1,06%
Piabarchus stramineus	4	2	0	1	1	0	0	0	0	8	4,26%
Pimelodus maculatus	0	0	0	0	1	1	1	0	0	3	1,60%
Pimelodus pohli	0	0	1	0	0	0	1	3	0	5	2,66%
Poecilia reticulata	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9	4,79%
Prochilodus argenteus	0	0	0	0	7	0	0	0	0	7	3,72%

Espécie	ICT01	ICT02	ICT03	ICT04	ICT05	ICT06	ICT07	ICT08	ICT09	Total Geral	Frequência de Ocorrência
Prochilodus costatus	0	0	0	0	8	1	2	3	1	15	7,98%
Pterygoplichthys etentaculatus	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1,06%
Salminus franciscanus	0	0	1	0	5	3	1	0	1	11	5,85%
Schizodon knerii	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,53%
Serrasalmus brandtii	0	0	1	0	1	0	5	0	5	12	6,38%
Steindachnerina elegans	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,53%
Sternopygus macrurus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,53%
Trachelyopterus galeatus	0	0	0	0	0	0	7	2	3	12	6,38%
Triportheus guentheri	0	0	1	0	0	0	0	5	0	6	3,19%

9.2.2.6.3.2.4 Similaridade

A análise de similaridade revelou a presença de três clados de agrupamentos da ictiofauna na área de estudo (Gráfico 9-228). Pode-se observar inicialmente uma grande segregação entre os pontos ICT01, ICT02 e ICT04 com os demais pontos amostrais. Os demais pontos formam uma dicotomia ao nível de 0,15 no dendrograma. A formação da maior parte dos clados não refletiu a semelhanças de características ambientais ou a posição longitudinal onde estão inseridos. Sendo a explicação mais plausível para a similaridade entre os pontos, a presença de espécies generalistas que foram comumente encontradas em diversos pontos amostrais. Importante mencionar que a composição do clado formado por ICT01, ICT02 e ICT04, refletiu a baixa riqueza e abundância de espécies registradas na área. Nestes pontos, o ambiente era caracterizado por apresentar características intermitentes, o que possivelmente refletiu na baixa riqueza e abundância observada.

Gráfico 9-228: Dendrograma de similaridade entre pontos de amostragem da ictiofauna nas áreas de estudo (AEL e ADA)

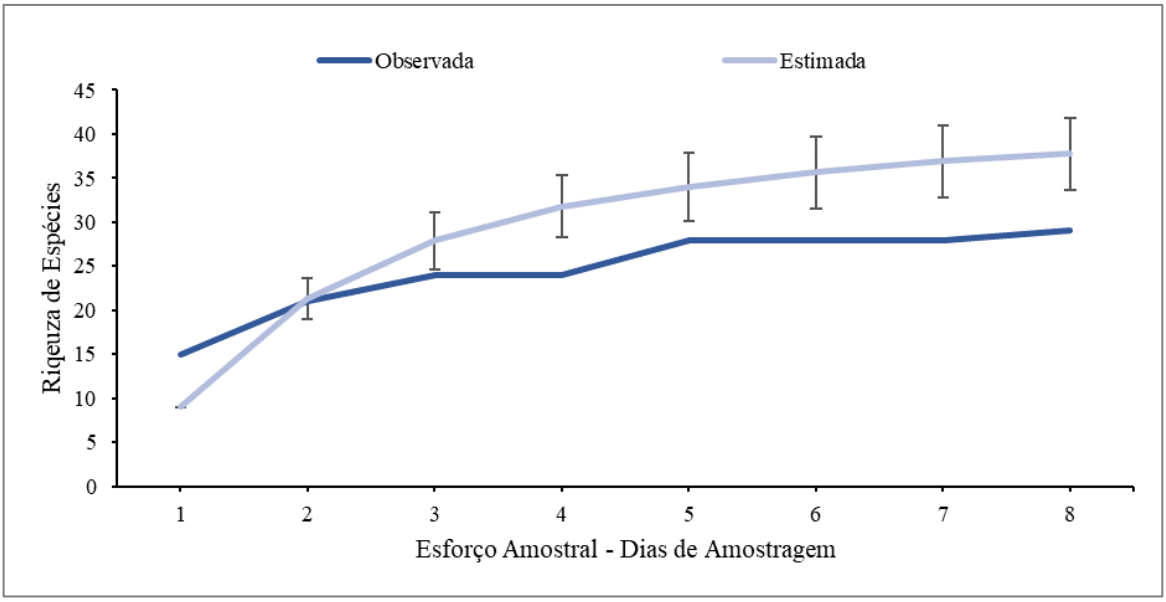


9.2.2.6.3.2.5 Suficiência Amostral

A curva de acumulação de espécies gerada a partir dos resultados da amostragem prediz a existência de 38 espécies na região amostrada (Gráfico 9-229). Vale ressaltar que, embora a curva

de acumulação esteja próxima de atingir uma assíntota, esse valor ainda está aquém da riqueza observada em inventários prévios. Por exemplo, os estudos de BRITSKI *et al.*, (1986) registra 73 espécies para a área de inserção do projeto.

Gráfico 9-229: Curva do coletor da comunidade de peixes registrados nas áreas de estudo (AEL e ADA)



9.2.2.6.3.2.6 Espécies Endêmicas e Raras

Dentre as espécies capturadas ao longo do presente levantamento, dez são consideradas endêmicas do rio São Francisco, correspondendo a 34% das espécies amostradas no presente estudo (Tabela 9-155). Essas espécies apresentam, como área de distribuição, a bacia hidrográfica do rio São Francisco, ocorrendo especialmente em diversas drenagens da porção alta e média da bacia no estado de Minas Gerais.

9.2.2.6.3.2.7 Espécies Ameaçadas de Extinção e de Interesse para a Conservação

Não foram registradas espécies raras e/ou de interesse para a conservação durante as campanhas amostrais. Todas as espécies registradas possuem ampla distribuição, e não são observadas ameaças específicas para os táxons amostrados.

9.2.2.6.3.2.8 Espécies Cinegéticas

Dentre as espécies registradas, doze possuem importância cinegética (Tabela 9-155). Dentre estas, merecem destaque o dourado (*Salminus franciscanus*), a matrinchã (*Brycon orthotaenia*) a Curimatá-pacu (*Prochilodus argenteus*), a Curimatá-pioa (*Prochilodus costatus*), o piau-verdadeiro (*Megaleporinus obtusidens*) as traíras (*Hoplias* spp.) e o pacu (*Myleus micans*) possuem importância para a pesca esportiva e de subsistência.

9.2.2.6.3.2.9 Espécies Exóticas e/ou Invasoras

Apenas três espécies exóticas foram registradas durante as amostragens: o barrigudinho (*Poecilia reticulata*), o pau-cd (*Metynnis lippincottianus*) e o tamboatá (*Hoplosternum littorale*).

9.2.2.6.3.2.10 Espécies de Importância Médica

Na área de estudo local foram encontradas cinco espécies que possuem importância médica. Trata-se da pirambeba (*Serrasalmus brandtii*), traíra (*Hoplias malabaricus*), trairão (*Hoplias intermedius*), mandi-prata (*Pimelodus pohli*) e mandi-amarelo (*Pimelodus maculatus*) (HADDAD, 2003). Todas essas espécies estão relacionadas a acidentes com pescadores amadores e profissionais. *Pimelodus maculatus* e *Pimelodus pohli* estão relacionados à casos envolvendo acidentes peçonhentos, uma vez que nos acúleos das nadadeiras peitorais e da nadadeira dorsal possui substância venenosa que causa dor intensa e necrose local. *Serrasalmus brandtii*, *Hoplias intermedius* e *Hoplias malabaricus* estão relacionadas a acidentes traumáticos; novamente, os principais afetados por acidentes envolvendo essas espécies são pescadores. Diferentemente, dos representantes de *Pimelodus*, os acidentes envolvendo estas espécies estão relacionados a traumas envolvendo lesões laceradas e lacerações importantes. Vale mencionar que os acidentes envolvendo as espécies supracitadas são esparsos, e em sua maioria, estão diretamente relacionados ao manejo de espécimes (HADDAD *et al.*, 2012).

9.2.2.6.3.2.11 Espécies Migradoras

Dente as espécies consideradas migradoras, o dourado (*Salminus franciscanus*), a matrinchã (*Brycon orthotaenia*), a curimatá-pacu (*Prochilodus argenteus*), a curimatá-pioa (*Prochilodus costatus*) e o Pacu (*Myleus micans*) foram capturadas durante as coletas nas áreas de estudo local. Na bacia do rio São Francisco, usualmente a maioria das espécies migradoras de longa distância inicia o processo de migração no entre os meses de setembro e novembro e termina entre dezembro e maio, perpassando pelo período de defeso, conhecido como piracema (SATO & GODINHO, 2004; LOPES *et al.*, 2018).

9.2.2.6.3.2.12 Espécies Bioindicadoras

O registro da matrinchã (*Brycon orthotaenia*) é um forte indicativo de que a área de estudo local possuí boa qualidade ambiental para a manutenção de diversas populações de peixes. Esta espécie foi registrada somente nos pontos situados na calha do rio São Francisco (ICT05 e ICT06).

9.2.2.6.3.2.13 Estrutura Populacional

As campanhas de campo evidenciaram a presença de uma ictiofauna heterogênea composta majoritariamente por taxóns de pequeno e médio porte (Tabela 9-157), sendo encontradas espécies nectônicas, nectobentônicas e bentônicas. Foram capturados 188 indivíduos totalizando biomassa de 41.706,3 g. Diante da estrutura populacional, o barrigudinho (*Poecilia reticulata*) apresentou o menor valor de comprimento total, com 1 cm, e o menor valor de biomassa com 9 g.

Por outro lado, o dourado (*Salminus franciscanus*) apresentou o maior valor de comprimento total, com 62 cm, o maior valor de biomassa, 13.432 g. Os exemplares que apresentaram maiores valores tanto para comprimento total quando peso corporal foram registrados na calha do rio São Francisco.

Tabela 9-157: Lista de espécies da ictiofauna registrada por meio de levantamento de dados primários para as áreas de estudo (AEL e ADA)

Espécies	Abundância	Biomassa total (g)	CP Mínimo	CP Máximo
Acestrorhynchus lacustris	12	1.222	13,5	20,9
Astyanax lacustris	34	894,7	1,7	13
Brycon orthotaenia	2	1.581	26,5	39,1
Crenicichla lepidota	1	28	12	12
Curimatella lepidura	8	151	7	10,5
Hoplias intermedius	3	2.180	26,5	45
Hoplias malabaricus	3	1.450	25	31
Hoplosternum littorale	7	766	13	19,6
Hypostomus alatus	4	2.176	22,3	32
Leporinus taeniatus	4	133	10,8	13,8
Megaleporinus obtusidens	2	2.337	35	46
Megaleporinus reinhardti	9	409	8	14,7
Metynnis lippincottianus	2	100	10,8	12
Moenkhausia sanctaefilomenae	2	14	5	7
Myleus micans	2	774	19	20,5
Piabarchus stramineus	8	9	2,2	3,8
Pimelodus maculatus	3	317	17,4	18,5
Pimelodus pohli	5	193	9,2	14,5
Poecilia reticulata	9	9	1	2,9
Prochilodus argenteus	7	6.267	25	39
Prochilodus costatus	15	4.922	13	37
Pterygoplichthys etentaculatus	2	80	10,2	11
Salminus franciscanus	11	13.432	22	62
Schizodon knerii	1	646	29,8	29,8
Serrasalmus brandtii	12	742	6,5	17,1
Steindachnerina elegans	1	20	9,5	9,5
Sternopygus macrurus	1	14	12,6	12,6
Trachelyopterus galeatus	12	630	7,5	15
Triportheus guentheri	6	210	11,5	13,5

9.2.2.6.3.2.14 Formas de Uso de Habitats das Espécies

A maior parte das espécies registradas na área de estudo local são generalistas e ocorrem em diversos ambientes de água doce. A área de estudo está inserida em um grande mosaico de conectividade entre sub-bacias do rio São Francisco. No curso principal do rio São Francisco, não há barramentos entre o município de Três Marias (MG) e Sobradinho (BA), o que permite conectar

extensas áreas de uso de vida dos peixes. Propágulos e peixes adultos e juvenis podem deslocar livremente nesta área, em busca de locais de reprodução, alimentação e locais para desenvolvimento ontogenético.

Parte das espécies encontradas na área de estudo são reofílicas, e vivem em ambientes com elevada correnteza, como o encontrado na calha do rio São Francisco, nos pontos ICT05 e ICT06. Os riachos de pequena ordem encontrados a jusante da UHE Três Marias fornecem um papel fundamental no funcionamento ecossistêmico da área de estudo. Nesses pequenos afluentes, espécimes juvenis de táxons migradores o utilizam com áreas de berçário e recrutamento (GODINHO & POMPEU, 2003). De fato, espécimes juvenis de *Prochilodus* spp. e *Salminus* spp. foram registrados nos pontos ICT07 e ICT08, os quais apresentavam bom fluxo de água e complexidade de habitat, como pedras, abrigos e seixos. Por outro lado, os pontos situados sob o córrego Retiro Velho, possivelmente devido ao regime hidrológico (regime intermitente), não foram registrados espécimes juvenis de táxons migradores ou de importância para a pesca. Estes achados corroboram ao enunciado por GODINHO & POMPEU (2003), de que a utilização como áreas de desenvolvimento para peixes juvenis está relacionada à qualidade do habitat nestes locais, e que afluentes de pequena ordem da calha do rio São Francisco devem ser preservados e melhores investigados.

9.2.2.6.3.2.15 Hábitos Alimentares e Reprodutivo das Espécies

Com base na literatura consultada, as espécies encontradas na área de estudo local podem ser agrupadas em três grandes guildas tróficas (*i.e.*, Carnívora, Detritívora e Onívora). A guilda com maior representatividade foram os peixes onívoros, que correspondem à 69% das espécies. Os carnívoros foram representados por 17% das espécies, e por fim, os detritívoros foram caracterizados por apenas 14% da riqueza encontrada (Gráfico 9-230).

Em relação aos hábitos reprodutivos das espécies, foram registradas espécies que possuem estratégias oportunista (55%), Periódica (28%) de equilíbrio (17%) (Gráfico 9-231). As espécies que possuem estratégias reprodutivas oportunistas são caracterizadas por possuírem baixa fecundidade, reprodução perene e desova contínua, este grupo de espécies foram os mais abundantes na área de estudo. Já os peixes que possuem estratégia reprodutiva periódica possuem alta fecundidade, reprodução sazonal, alta fecundidade e ovos livres. Neste grupo, estão inseridas as espécies migradoras da bacia e que possuem elevado valor comercial. Por outro lado, as espécies com estratégia reprodutiva de equilíbrio apresentam cuidado parental, reprodução perene e baixa fecundidade, neste grupo usualmente são registradas espécies territorialistas e com baixa capacidade de mobilidade.

Gráfico 9-230: Representatividade dos hábitos alimentares das espécies da ictiofauna registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA)

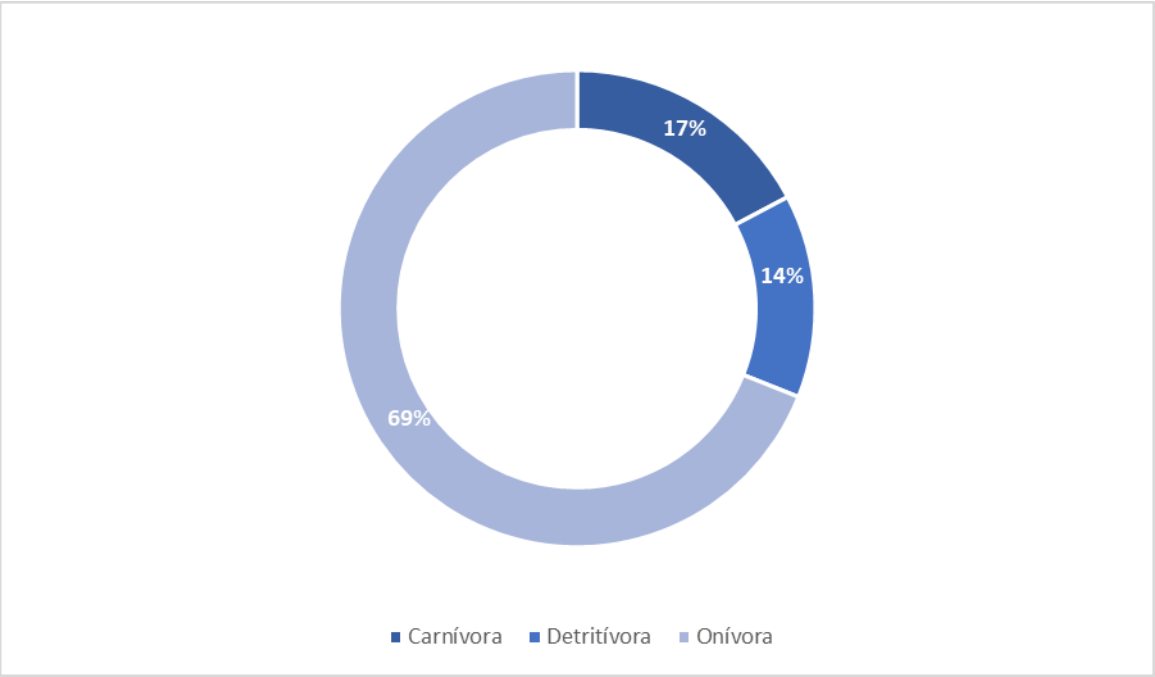
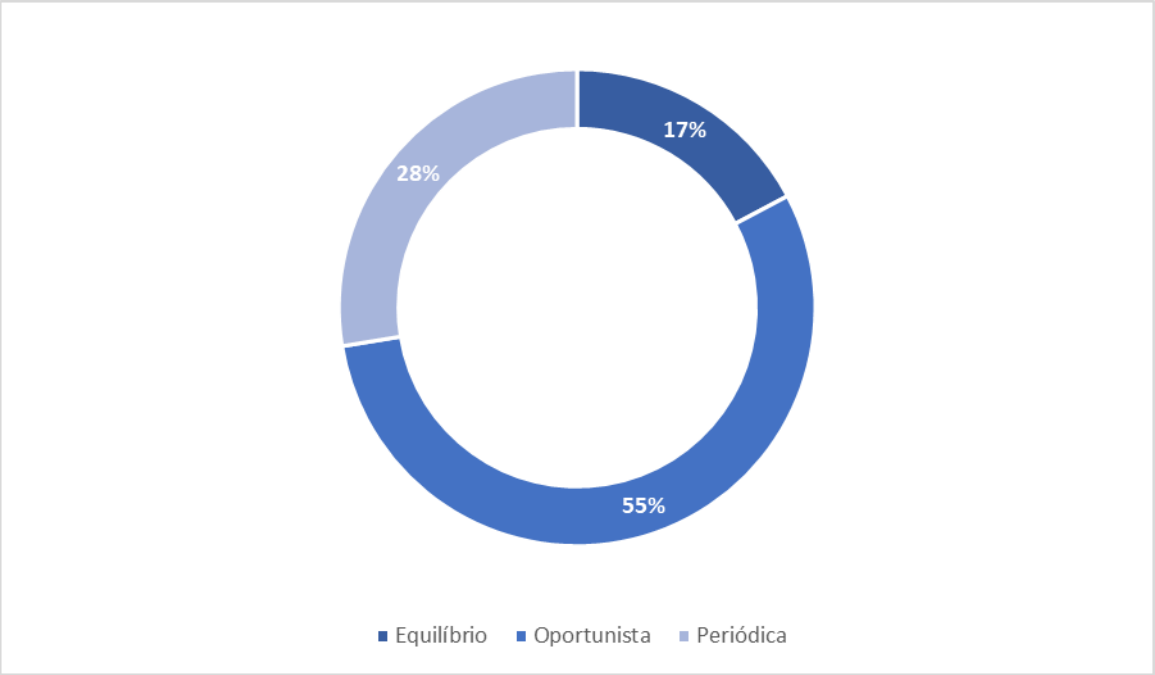


Gráfico 9-231: Representatividade estratégias reprodutivas das espécies da ictiofauna registradas nas áreas de estudo (AEL e ADA)



9.2.2.6.3.3 Comparativo de Resultados entre AER e AEL/ADA

Ao realizar a comparação da riqueza de espécies por meio de dados secundários (70 espécies) e espécies observadas (29), nota-se um baixo número de espécies coletadas nos cursos d'água da área de estudo local do empreendimento. Somente três espécies foram registradas exclusivamente por meio dos dados primários, trata-se dos exóticos barrigudinho (*Poecilia reticulata*) e tamboatá (*Hoplosternum littorale*) da espécie nativa *Hypostomus alatus*. Essas diferenças observadas, devem-se ao fato da carência de estudos que caracterize a ictiofauna da região de Três Marias, bem como a região do Médio-alto rio São Francisco, sendo que a maior parte dos estudos para a bacia foram conduzidos em riachos de cabeceiras (CASATTI & CASTRO, 2006; CASARIM *et al.*, 2014).

9.2.2.6.4 Síntese Conclusiva

De forma geral, a assembleia de peixes amostrada no presente estudo é composta majoritariamente por espécies nativas. Foram registradas 29 espécies da ictiofauna. Na área de estudo local foi registrada a grande maioria de espécies migradoras de longa distância da bacia do rio São Francisco. A riqueza de espécies foi baixa em comparação com outros trechos da bacia do rio São Francisco fora do estado de Minas Gerais (SILVA *et al.*, 2020; LUZ *et al.*, 2012).

As maiores abundâncias de peixes ocorreram predominantemente nos pontos ICT03, ICT05 e ICT08. Em relação à composição de espécies, os pontos ICT01, ICT02 e ICT04 foram os menos diversos e abundantes, o que refletiu as características intermitentes dos cursos d'água. Entre os demais pontos amostrais, houve certa similaridade na composição de espécies. Somente três espécies exóticas que são comummente encontradas em diversas regiões da bacia do rio São Francisco foram registradas. Importante mencionar que foram encontradas espécies migradoras de grande porte, que possuem importância alimentar para diversas populações ribeirinhas. Não foram registradas, na área de estudo local, espécies inseridas em listas de fauna ameaçada em nível estadual, nacional e internacional.

O conhecimento da composição da ictiofauna na área de estudo, fornecerá subsídios importantes para ações de manejo e mitigação durante a implementação e operação do empreendimento. Embora pouco diversa em termos ictiofaunísticos e impactada por atividades antrópicas, a assembleia de peixes encontrada na área de estudo é composta predominantemente por espécies nativas, com algumas reofílicas e que possuem importância para a pesca local.

9.2.2.7 Comunidades Hidrobiológicas

9.2.2.7.1 Introdução

A região hidrográfica do São Francisco representa 7.5% do território nacional, abrangendo sete estados brasileiros: Alagoas, Bahia, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais, Pernambuco e Sergipe. A bacia abrange três importantes biomas: Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. O Cerrado é

predominante em Minas Gerais e corresponde ao bioma onde está inserido o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

A comunidade fitoplanctônica, composta por algas e cianobactérias, é essencial aos ambientes aquáticos uma vez que são os principais produtores primários destes ecossistemas (LIKENS, 1975). Além da produtividade primária, devido ao rápido ciclo de vida desses organismos, eles respondem rapidamente às mudanças ambientais, como o aporte de nutrientes e presença de fontes poluidoras, além de atuar na ciclagem de nutrientes (TILMAN *et al.*, 1982). Como exemplo, a alta densidade dos organismos fitoplanctônicos pode indicar um processo de eutrofização artificial, que tem como consequência a perda da qualidade da água, diminuição da disponibilidade de oxigênio e consequentemente o potencial risco à vida aquática (SMITH *et al.*, 2006).

Por sua vez, a comunidade zooplanctônica é composta por um grupo de animais de diferentes categorias sistemáticas (protozoários testáceos, rotíferos, cladóceros e copépodes) e está diretamente associada à produtividade primária local, uma vez que é o seu principal consumidor (ESTEVES, 1998). Esses organismos apresentam elevada capacidade de colonizar ambientes de distintas características, a partir de suas estratégias de desenvolvimento, hábitos alimentares e reprodutivos (LANSAC-TÔHA *et al.*, 1997; 2009).

O zooplâncton tem um papel chave na dinâmica dos ecossistemas aquáticos, atuando na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia (ESTEVES, 1998). Além disso, a comunidade possui um importante papel ecológico, pois é considerada um potencial bioindicador de qualidade da água (FERDOUS & MUKTADIR, 2009). Assim como a comunidade fitoplanctônica, a comunidade zooplanctônica apresenta um curto tempo de geração de suas populações, respondendo rapidamente às mudanças no habitat (MATSUMURA-TUNDISI *et al.*, 1990). As espécies sensíveis a impactos antrópicos são eliminadas do ambiente, e assim, espécies mais resistentes acabam desenvolvendo elevadas taxas de crescimento populacional. Por isso, os organismos zooplanctônicos podem ser considerados indicadores de modificações causadas nos ecossistemas aquáticos por atividades impactantes (SANTOS *et al.*, 2009).

Por fim, a comunidade dos macroinvertebrados bentônicos, assim como a comunidade zooplanctônica, é composta por animais de diferentes filos, como Arthropoda, Mollusca, Annelida, Nematoda, Platyhelminthes, dentre outros. Esses organismos se abrigam no fundo de ecossistemas aquáticos e passam sua vida, ou parte dela, nesse ambiente (ESTEVES, 1998). Essa comunidade se caracteriza por serem de grande importância ecológica, tanto pela composição na estrutura trófica do sistema quanto pela capacidade de serem utilizados como bioindicadores de avaliação de impacto no ambiente (PINTO, 2018).

A utilização dessa comunidade como uma resposta biológica de eventuais agentes impactantes no ambiente aquático se torna importante devido ao fato de que medidas *in loco*, podem representar somente um impacto pontual nos ecossistemas aquáticos (METCALFE, 1989). A utilização da comunidade de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores aquáticos, por sua vez,

tende a fornecer respostas de médio e longo prazo pois apresentam um grande número de espécies de comportamento sedentário, com diferentes estratégias de forrageamento, diferentes ciclos de vida e de sensibilidade de resposta a diferentes tipos e níveis de perturbações. Dessa forma, tornam-se um excelente bioindicador da qualidade da água (RIBEIRO & UIEDA, 2005).

Sendo assim, considerando as particularidades da área de estudo e os potenciais efeitos na qualidade da água e, consequentemente, na biota aquática em cenários de potenciais impactos antrópicos, torna-se de fundamental importância a caracterização dessas comunidades. Dessa forma, é possível obter informações que permita uma comparação e diagnóstico frente à potenciais impactos.

9.2.2.7.2 Metodologia

9.2.2.7.2.1 Área de Estudo Regional – AER

Para elaboração da lista de espécies com potencial ocorrência na AER foram selecionados quatro artigos científicos que caracterizam a ictiofauna na região próxima a área do projeto (Tabela 9-158). Vale ressaltar que a áreas de estudo do empreendimento localiza-se nas proximidades do rio São Francisco a jusante da UHE Três Marias.

Tabela 9-158: Estudos ambientais selecionados para diagnóstico da biota aquática na AER.

Nome do Estudo	Ano	Empresa/Autor	Sazonalidade	Métodos de Amostragem
Caracterização da comunidade fitoplanctônica e suas relações com os parâmetros físico-químicos na Estação Ecológica de Pirapitinga	1995	CAMBRAIA	Seca e Chuva	Amostragem Quantitativa e Qualitativa
Estudo Técnico-Científico Visando a Delimitação de Parques Aquícolas nos Lagos das Usinas Hidroelétricas de Furnas e Três Marias	2007	SECT	Seca e Chuva	Amostragem Quantitativa e Qualitativa
Águas, Peixes e Pescadores do São Francisco das Minas Gerais	2003	GODINHO & GODINHO	Seca e Chuva	Amostragem Quantitativa e Qualitativa
Curso de Campo do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre da UFMG	2001	GOULART	Seca e Chuva	Amostragem Quantitativa e Qualitativa

9.2.2.7.2.2 Área de Estudo Local – AEL e Área Diretamente Afetada – ADA

9.2.2.7.2.2.1 Período de Amostragem

As amostragens das comunidades fitoplanctônicas, zooplanctônicas e de macroinvertebrados bentônicos ocorreram em duas campanhas, em março e junho de 2023, permitindo evidenciar possíveis variações sazonais. As datas e pontos amostrais estão descritos na Tabela 9-159.

Tabela 9-159: Períodos de amostragem da Biota Aquática nas áreas de estudo (AEL e ADA)

Campanha	Data	Pontos de Amostragem	Sazonalidade
1	14/03 a 20/03/2023	BA-01, BA-02, BA-03, BA-04, BA-05 e BA-06	Chuvosa
2	03/06 a 08/06/2023	BA-03, BA-05 e BA-06	Seca

9.2.2.7.2.2.2 Descrição dos Pontos de amostragem

Foram incluídos para a caracterização da biota aquática seis pontos, localizados na área de estudo local do meio biótico. O ponto BA-01 e o ponto BA-04 foram alocados no córrego Retiro Velho e, por apresentarem fluxo intermitente, não foram realizadas amostragens no período de estiagem para a comunidade zooplanctônica e de macroinvertebrados bentônicos. O ponto BA-02, localizado no córrego Martinha, também apresenta características intermitentes, não sendo possível a amostragem no período de estiagem. Por sua vez, o ponto BA-03 foi alocado no Rio São Francisco, a jusante da área do empreendimento e das principais drenagens localizadas no empreendimento. O ponto BA-05 está localizado no Rio São Francisco, a montante das principais drenagens afluentes do Rio São Francisco. Por fim, o ponto BA-06 foi alocado no Riacho da Consciência, localizado em curso d'água a montante das contribuições da área diretamente afetada.

A descrição detalhada dos pontos está apresentada a seguir na Tabela 9-160. A distribuição dos pontos pode ser visualizada na Figura 9-111 e as características de cada um podem ser verificadas nas Foto 9-279 a Foto 9-284.

Tabela 9-160: Localização geográfica dos pontos amostrais com seus respectivos cursos d'água nas áreas de estudo (AEL e ADA)

Ponto/Área	Coordenadas UTM (Zona 23S | Datum SIRGAS2000)		Fitofisionomia predominante
	mE	mN	
BA-01	475.608	7.991.248	Córrego Retiro Velho
BA-02	476.152	7.992.047	Córrego Martinha
BA-03	476.065	7.993.115	Rio São Francisco
BA-04	477.448	7.989.894	Córrego Retiro Velho
BA-05	475.242	7.991.204	Rio São Francisco
BA-06	474.762	7.989.800	Riacho da Consciência

473200 475200 477200 479200

7994250 7992250 7990250 7988250

São Gonçalo do Abaeté

Três Marias

BA-03

Rio São Francisco

BA-02

Córrego Martinha

BA-01

BA-05

Córrego Retiro Velho

BA-04

BA-06

Beira-Rio

BR-040

Riacho da Consciência

Córrego da Lavagem

Riacho Espírito Santo

0 500 1.000 1.500 m

Legenda

- Estação Amostral de Biota Aquática
- Localidades
- Rodovias Federais
- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes e sem classificação
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL) do Meio Biótico



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023), AEL, AER, Pontos de Amostragem, Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023); Rodovias Federais (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-111: Localização dos pontos amostrais da Biota Aquática nas áreas de estudo (AEL e ADA)

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	30/08/2024	NXTM-DRS-EIA-BiotaAquatica-A3-v00

| Foto 9-279: Vista parcial do ponto amostral BA-01



| Foto 9-280: Vista parcial do ponto amostral BA-02



| Foto 9-281: Vista parcial do ponto amostral BA-03



| Foto 9-282: Vista parcial do ponto amostral BA-04



| Foto 9-283: Vista parcial do ponto amostral BA-05



| Foto 9-284: Vista parcial do ponto amostral BA-06



9.2.2.7.2.2.3 Coleta de Dados Primários

9.2.2.7.2.2.3.1 Comunidade Fitoplanctônica

Foram realizadas amostragens da comunidade fitoplanctônica para análises qualitativa e quantitativa (Foto 9-285 e Foto 9-286). A amostragem quantitativa foi realizada com amostragem de água subsuperficial utilizando balde inox. Por sua vez, as amostras qualitativas foram obtidas por meio da filtração de 200 litros em rede de plâncton com 20 µm de abertura de malha. Após a coleta as amostras foram fixadas com lugol acético para posterior identificação e quantificação em laboratório.

Foto 9-285: Coleta de amostras para análise quantitativa da comunidade fitoplanctônica



Foto 9-286: Coleta de amostras para análise qualitativa utilizando rede de 20 µm



9.2.2.7.2.2.3.2 Comunidade Zooplanctônica

Assim como para a comunidade fitoplanctônica, foram realizadas amostragens em campo da comunidade zooplanctônica para análises qualitativa e quantitativa (Foto 9-287 e Foto 9-288). Ambas as amostras foram obtidas por meio da filtração de 200 litros em rede de plâncton com 63 µm de abertura de malha. Após a coleta as amostras foram coradas com rosa de bengala e em seguida fixadas com formol 10%, para posterior identificação e quantificação em laboratório.

| **Foto 9-287: Preparo para filtragem de amostras em rede de abertura de 63 µm**



| **Foto 9-288: Acondicionamento da amostra filtrada para posterior fixação**



9.2.2.7.2.2.3.3 Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos

A amostragem da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nos pontos situados nos rios foi realizada por meio de draga do tipo Petersen (Foto 9-289). Foi considerada a amostragem em uma maior heterogeneidade de habitats possível. No ponto situado em rio de menor ordem foram coletadas amostras utilizando rede do tipo Surber de malha de 0,25 mm nas margens (Foto 9-290). As amostras brutas coletadas foram armazenadas em sacos plásticos e fixadas com solução de formalina a 4% em campo.

| **Foto 9-289: Amostragem da comunidade bentônica por meio de draga**



| **Foto 9-290: Modelo de amostragem de macroinvertebrados bentônicos com Surber**



9.2.2.7.2.2.4 Análise dos Dados

9.2.2.7.2.2.4.1 Comunidade Fitoplanctônica

As amostras quantitativas foram analisadas em microscópio óptico segundo o método de UTERMÖHL (1958), que consiste, em síntese, na adição um volume da amostra em cubetas de sedimentação. O volume sedimentado foi definido de acordo com a concentração de algas e/ou

detritos presentes na amostra, com sedimentação prévia de pelo menos três horas para cada centímetro de altura da câmara de sedimentação (MARGALEF, 1983).

Os indivíduos foram identificados e quantificados em campos aleatórios (UEHLINGER, 1964), em número suficiente para alcançar 100 indivíduos da espécie mais frequente (LUND *et al.*, 1958) para obtenção do número de indivíduos por mililitros (ind/mL). As amostras qualitativas da comunidade fitoplanctônica foram utilizadas para o cálculo de riqueza de espécies. Nas amostras quantitativas, foram calculados índice de diversidade de Shannon (H'), Equitabilidade de Pielou (J') e análise de similaridade (Jaccard). As amostras foram identificadas em microscópio óptico invertido.

9.2.2.7.2.2.4.2 Comunidade Zooplanctônica

As amostras da comunidade zooplanctônica foram analisadas em laboratório. A composição específica da comunidade zooplanctônica foi avaliada a partir da riqueza de espécies por amostra utilizando lâminas e lamínulas comuns e câmara de Sedgwick-Rafter, sob microscópio óptico, até a estabilização da curva de incremento de espécies. A identificação das espécies foi realizada com auxílio de bibliografia especializada.

A abundância da comunidade foi determinada a partir da contagem, em câmaras de Sedgwick-Rafter, de no mínimo 50 indivíduos de cada grupo, em três sub amostragens obtidas com pipeta do tipo Stempell (2,5 ml). Amostras com reduzido número de indivíduos foram quantificadas na íntegra e os resultados expressos em organismos/L. As amostras foram identificadas em microscópio óptico. Foram calculados para a comunidade o índice de diversidade de Shannon (H'), Equitabilidade de Pielou (J') e análise de similaridade (Jaccard).

9.2.2.7.2.2.4.3 Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos

A triagem e identificação dos macroinvertebrados aquáticos foram realizadas com auxílio de microscópio estereoscópico com aumento de 0.7 - 4.5 vezes. Os organismos foram identificados até o menor nível taxonômico possível, utilizando-se as chaves taxonômicas recentes, como COSTA *et al.*, (2006) e HAMADA *et al.*, (2014), entre outras. No caso específico da entomofauna (Classe Insecta) foram identificados ao nível de família, visto que este é o nível taxonômico adotado nos protocolos de avaliação de qualidade ambiental em estudos de caracterização e monitoramento de ecossistemas aquáticos (BUSS *et al.*, 2003). Os registros dos táxons da comunidade bentônica foram utilizados para avaliação dos índices de diversidade, riqueza e análise de similaridade (Jaccard).

9.2.2.7.3 Resultados

9.2.2.7.3.1 Área de Estudo Regional – AER

9.2.2.7.3.1.1 Fitoplâncton

Foi levantada a lista de espécies e estrutura da comunidade fitoplanctônica baseada no trabalho de CAMBRAIA (1995) (Gráfico 9-232 e Gráfico 9-233). Foram registrados 32 táxons (Tabela 9-161). Nestes ambientes, os filos Chlorophyta e Cyanophyta foram os mais representativos.

Gráfico 9-232: Estrutura geral da comunidade fitoplanctônica em síntese de todos os pontos amostrados (CAMBRAIA, 1995) na AER

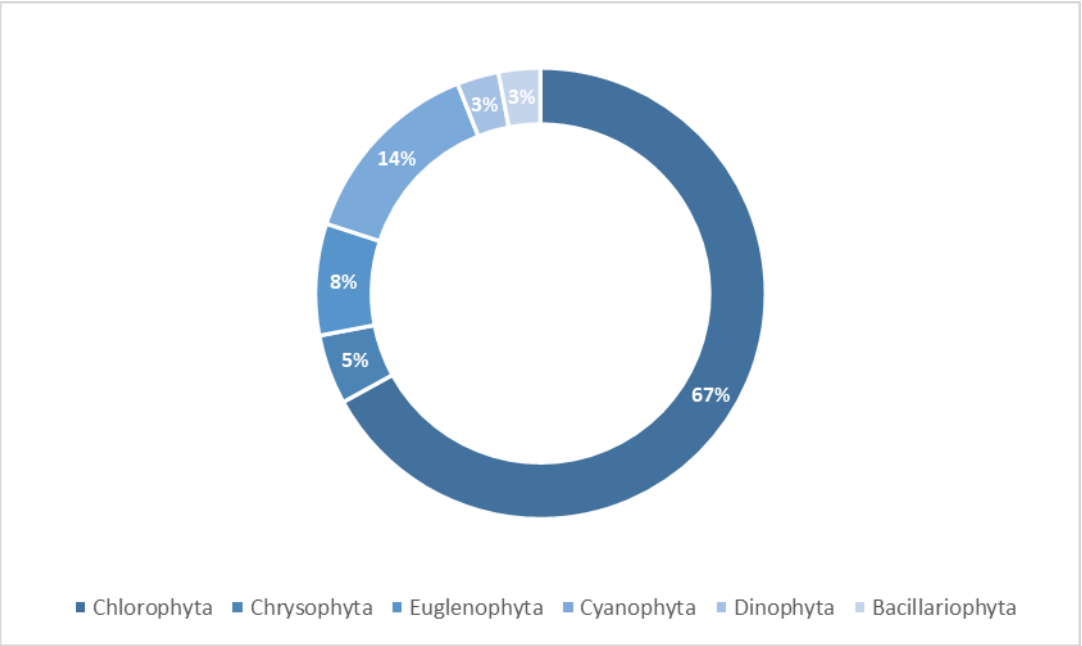


Gráfico 9-233: Densidade da comunidade em síntese de todos os pontos amostrados (CAMBRAIA, 1995) na AER

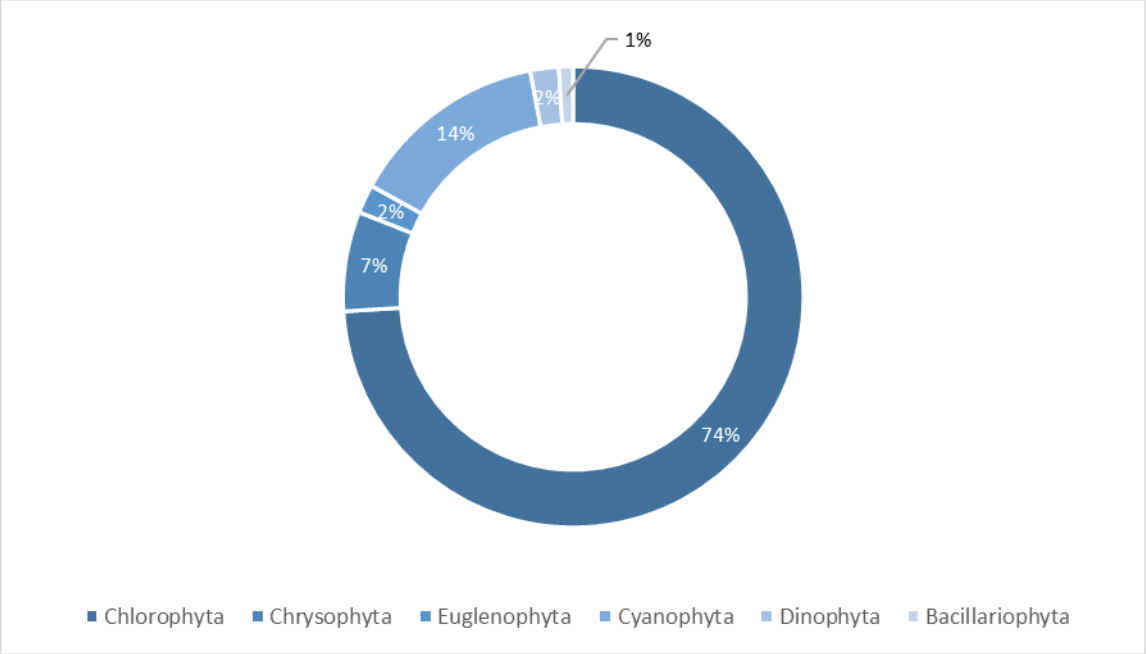


Tabela 9-161: Lista de espécies fitoplanctônicas registradas no ano de 1995 (CAMBRAIA, 1995), na AER

Filo Chlorophyta	Filo Cyanophyta	Filo Chrysophyta	Filo Dinophyta	Filo Euglenophyta
Cosmarium sp1	*Aulosira* sp	*Dinobtyon* sp1	*Peridinium* sp	*Phacus* sp
Cosmarium sp2	*Oscillatoria* sp	*Dinobtyon* sp2	-	*Trachelomonas* sp1
Cosmarium sp3	*Raphidiopsis* sp	-	-	*Trachelomonas* sp1
Staurastrum sp1	-	-	-	-
Staurastrum sp2	-	-	-	-
Staurastrum sp3	-	-	-	-
Staurastrum sp4	-	-	-	-
Ankistrodesmus gracilis	-	-	-	-
Ankistrodesmus spiralis	-	-	-	-
Chroococcus sp	-	-	-	-
Closterium sp	-	-	-	-
Coelastrum sp	-	-	-	-
Crucigenia sp	-	-	-	-
Pediastrum tetras	-	-	-	-
Scenedesmus quadricauda	-	-	-	-
Scenedesmus sp1	-	-	-	-
Scenedesmus sp2	-	-	-	-
Sphaerocystis sp	-	-	-	-
Tetraedron caudatum	-	-	-	-
Tetraedron sp	-	-	-	-

9.2.2.7.3.1.2 Zooplâncton

Foram levantadas a lista de espécies da comunidade zooplanctônica no trecho semi-lêntico do reservatório de Três Marias/MG nos anos de 2006 (Córrego Barrão e Córrego Extrema) (Tabela 9-162) e (Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia/MG (SECT), 2007).

A segunda lista corresponde a amostragens da comunidade zooplanctônica limnética nos seguintes pontos: Próximo à UHE Três Marias, Córrego Indaiá, Córrego Sucuriú, Rio São Vicente, Rio São Francisco, Rio Paraopeba e Confluência dos rios Paraopeba e São Vicente (GODINHO & GODINHO, 2003) (Tabela 9-163). A Estrutura da comunidade zooplanctônica (Gráfico 9-234), amostrada nos trabalhos supracitados, indica a relevante densidade dos grupos Rotifera, Cladocera e Copepoda, associados principalmente às características do ambiente semi-lêntico amostrado.

Tabela 9-162: Lista de Espécies Zooplanctônicas registradas no ano de 2006 (Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia/MG, 2007) na AER

Filo Rotifera	Subclasse Copepoda	Ordem Cladocera	Classe Ostracoda
Asplanchna sp.	*Nauplio Cyclopoida*	*Bosminopsis deitersi*	*Ostracoda* NI
Ascomorpha cf *saltans*	*Nauplio Calanoida*	*Bosmina hagmanni*	-
Anuraeopsis navicula	*Thermocyclops minutus*	*Bosmina longirostris*	-
Anuraeopsis fissa	*Notodiaptomus* cf *spinuliferus*	*Ceriodaphnia cornuta*	-
Brachionus falcatus	*Microcyclops anceps*	*Moina minuta*	-
Brachionus mirus	*Thermocyclops decipiens*	*Bosmina tubicen*	-
Bdelloidea	-	*Diaphanosoma spinulosum*	-
Brachionus sp.	-	*Daphnia laevis*	-
Conochilus coenobasis	-	*Illyocryptus spinifer*	-
Collotheca sp.	-	-	-
Collurella sp.	-	-	-
Filinia longiseta	-	-	-
Filinia opoliensis	-	-	-
Hexarthra sp.	-	-	-
Keratella americana	-	-	-
Keratella cochlearis	-	-	-
Keratella lenzi	-	-	-
Keratella sp.	-	-	-
Kellicottia bostoniensis	-	-	-
Lecane sp.	-	-	-
Lecane bulla	-	-	-
Lecane lunaris	-	-	-
Macrocahetus collinsi	-	-	-
Platyonus patulus	-	-	-
Ploesoma sp.	-	-	-

Filo Rotifera	Subclasse Copepoda	Ordem Cladocera	Classe Ostracoda
Polyarthra sp.	-	-	-
Ptygura sp	-	-	-
Rotifera NI	-	-	-
Sinantherina sp.	-	-	-
Testudinella patina	-	-	-
Trichocerca similis	-	-	-
Trichocerca pusilla	-	-	-
Trichocerca sp.	-	-	-

Tabela 9-163: Lista de Espécies Zooplanctônicas registradas no ano de 1998 (GODINHO & GODINHO, 2003) na AER

FILO ROTIFERA	SUBCLASSE COPEPODA	ORDEM CLADOCERA	PROTOZOA
Brachionus caudatus	*Notodiaptomus isabelae*	*Alona guttata*	*Arcella catinus*
Brachionus dolabratus	*Thermocyclops minutus*	*Bosmina hagmanni*	*Arcella vulgaris*
Collotheca sp	*Thermocyclops decipiens*	*Bosmina tubicen*	*Difflugia* sp
Conochilus coenobasis	*Paracyclopes fimbratus*	*Bosminopsis deitersi*	-
Conochilus unicornis	*Mesocyclops longisetus*	*Ceriodaphnia cornuta*	-
Filinia opoliensis	Harpacticoida	*Ceriodaphnia silvestrii*	-
Filinia terminalis	-	*Daphnia laevis*	-
Hexarthra intermedia brasiliensis	-	*Diaphanosoma fluviatile*	-
Keratella americana	-	*Ilyocryptus spinifer*	-
Keratella cochlearis	-	*Moina minuta*	-
Keratella lenzi	-	-	-
Lecane luna	-	-	-
Macrochaetus sp	-	-	-
Polyarthra sp	-	-	-
Ptygura libera	-	-	-
Sinantherina sp	-	-	-
Trichocerca capucina	-	-	-
Trichocerca cilindrica chattoni	-	-	-
Bdelloidea	-	-	-

Gráfico 9-234: Estrutura da comunidade zooplanctônica registrada nos anos de 1998 na AER

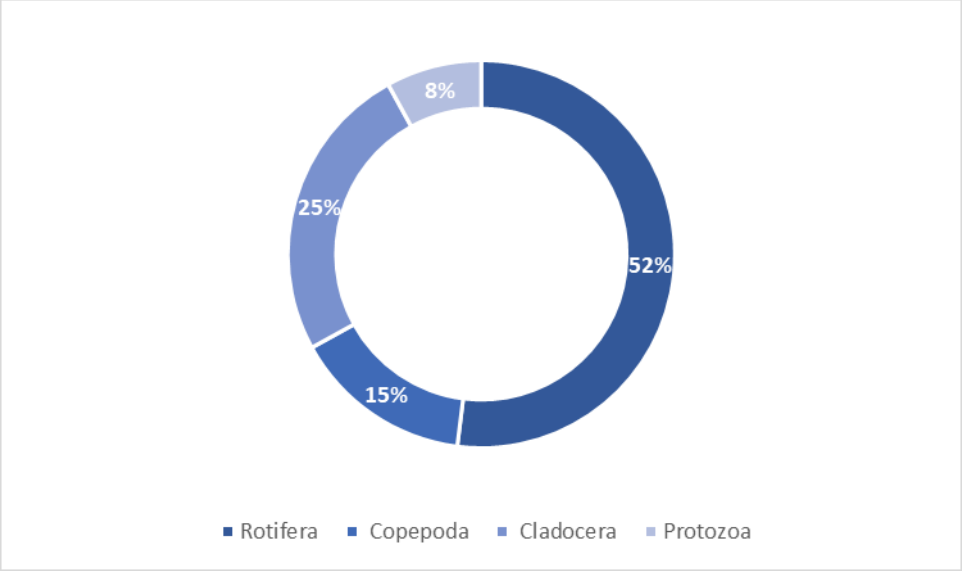
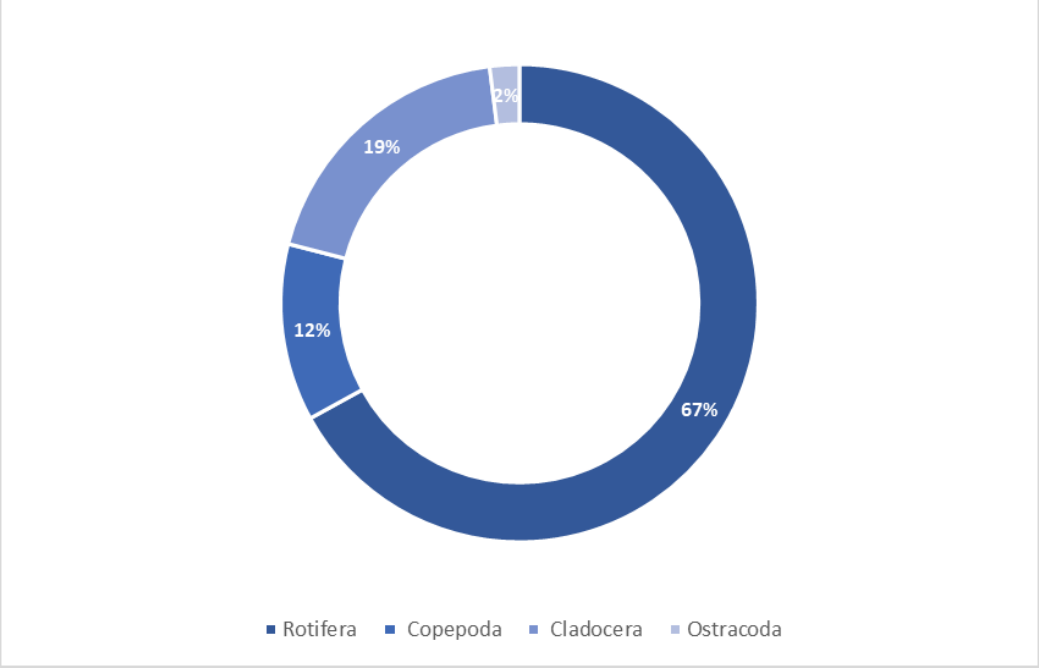


Gráfico 9-235: Estrutura da comunidade zooplanctônica registrada 2006 na AER



9.2.2.7.3.1.3 Macroinvertebrados Bentônicos

No âmbito da área de estudo regional foram encontrados, assim como as comunidades descritas anteriormente, o registro e levantamento de espécies da comunidade de macroinvertebrados bentônicos na região da represa de Três Marias/MG. Os trechos correspondem à trechos semi-lênticos.

Foram avaliadas a composição e grupos tróficos da comunidade na região litorânea à montante da área de influência do DAM BREAK. GOULART (2001), amostrou 416 organismos pertencentes a 19 taxas. Os táxons com maior número de registro foram Tenagobia (Corixidae, Heteroptera – 39,18%), *Melanoides tuberculata* (Thiridae, Gastropoda – 17,8%) e Ceratopogonidae (Diptera – 15,63%). A comunidade amostrada foi classificada em 5 guildas tróficas funcionais: Coletores-Catadores - CC; Coletores-Filtradores - CF; Raspadores - R; Fragmentadores – F; e Predadores - P). Desses grupos, a guilda de CC foi dominante em toda região amostrada

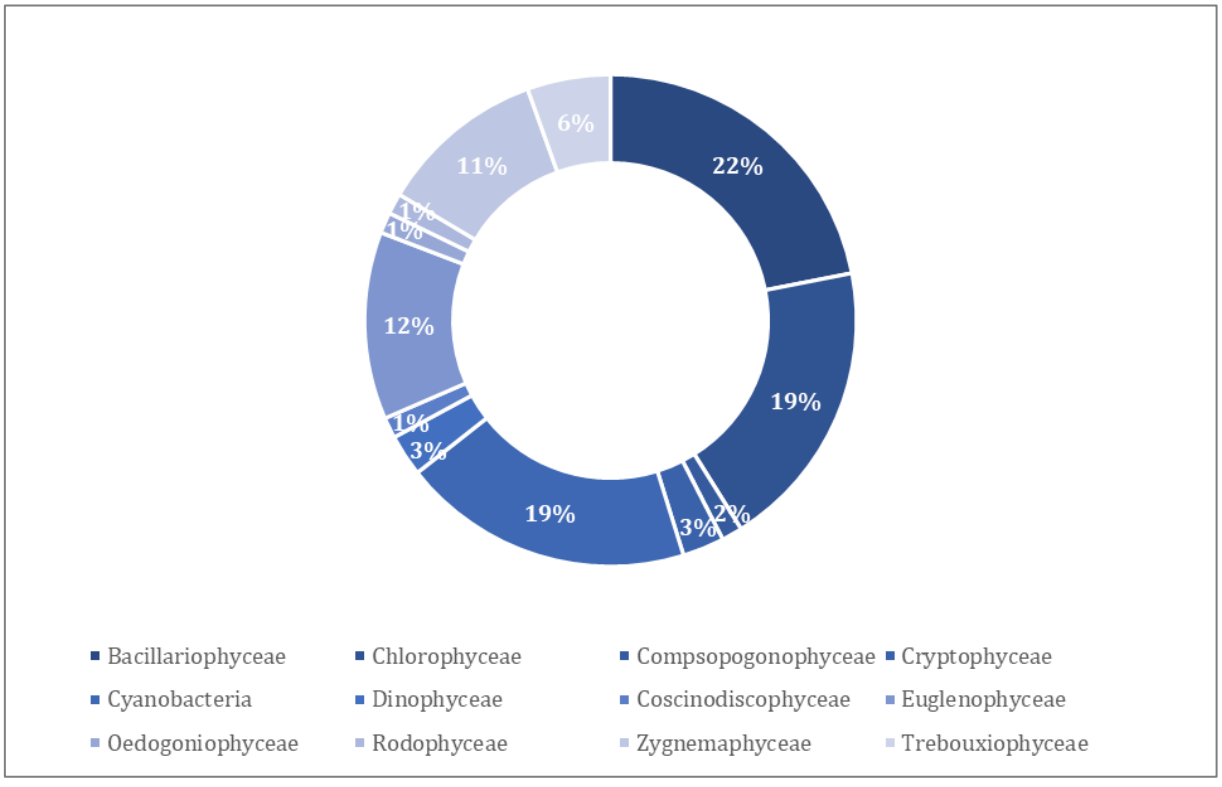
9.2.2.7.3.2 Área de Estudo Local – AEL e Área Diretamente Afetada

9.2.2.7.3.2.1 Comunidade Fitoplanctônica

9.2.2.7.3.2.1.1 Composição e Riqueza

Na área de estudo local foram identificados 72 táxons, distribuídos em 11 famílias. O grupo representado pelo maior número de táxons corresponde à família Bacillariophycea (diatomáceas), com 16 táxons registrados. Em seguida, as famílias com maior número de táxons foram Chlorophyceae (algas verdes) e Cyanobacteria (cianobactérias), ambas com 14 representantes. Em seguida, com menores números de representantes, mas apresentando relevância, foram registradas as famílias Euglenophyceae, Zygnemaphyceae e Trebouxiophyceae, com 9, 8 e 4 táxons, respectivamente (Gráfico 9-236).

Gráfico 9-236: Composição geral da comunidade fitoplanctônica nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA)



As demais famílias apresentaram dois ou menos táxons registrados. As famílias Oedogonophyceae, Cryptophyceae, Dinophyceae, embora representem baixo número de táxons, apresentam registros em amostras quantitativas, o que indica uma maior representatividade das espécies na comunidade fitoplanctônica. As demais famílias, Compsopogonophyceae, Coscinodiscophyceae e Rodophyceae, além de apresentarem poucos táxons registrados, também apresentam registros somente por meio da análise qualitativa, que tende a coletar organismos mais raros da comunidade planctônica. Dessa forma, pode-se presumir que se trata de espécies raras na área de estudo local.

A Tabela 9-164 apresenta a riqueza e densidade (org/mL) da assembleia fitoplanctônica registrada ao longo dos pontos de amostragem para conhecimento da biodiversidade local.

Tabela 9-164: Lista de táxons da comunidade fitoplanctônica registrados nas áreas de estudos (AEL e ADA)

Nome do Táxon	1ª Campanha						2ª Campanha		
	BA 01	BA 02	BA 03	BA 04	BA 05	BA 06	BA 03	BA 05	BA 06
Bacillariophyta									
Achnanthidium sp	-	-	-	-	-	-	15	-	-
Cyclotella sp	-	-	-	-	-	-	29	-	74
Cymbella sp	-	-	-	-	-	-	15	-	-
Eunotia sp	-	-	-	-	-	59	1	-	1
Eunotia sp1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Fragilaria sp	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Gomphonema parvulum (Kütz.) Kütz.	-	-	X	-	X	-	-	1	-
Navicula sp	-	15	X	-	-	-	1	-	-
Nitzschia palea (Kütz.) W. Sm.	-	1	-	-	-	-	29	-	-
Nitzschia sp	-	-	59	-	-	-	-	-	-
Pinnularia sp	1	103	-	-	-	X	-	1	-
Pinnularia nobilis (Ehrenberg) Ehrenberg	-	29	-	-	-	-	-	-	-
Selaphora sp	-	15	-	-	-	-	-	-	-
Surirella sp	-	15	-	-	-	-	-	-	-
Ulnaria ulna (Nitzch.) Comp.	-	-	X	-	X	-	-	-	-
Chlorophyceae									
Eudorina elegans Ehr.	-	-	X	-	-	-	-	-	-
Coelastrum sp	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Desmodesmus denticulatus (Lagerh.) An, T. Friedl, E. Hegew.	-	-	-	-	-	-	-	15	-
Monoraphidium contortum (Thur.) Komárk. - Legn.	-	-	-	-	-	-	44	-	-
Monoraphidium griffithii (Berk.) Komárk.-Legn.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monoraphidium irregulare (G. M. Smith) Komárk.-Legn.	-	-	-	-	-	-	74	88	192
Monoraphidium sp	-	-	-	-	-	-	15	-	1
Monoraphidium komarkovae Nyg.	-	-	X	-	-	-	-	-	-

Nome do Táxon	1ª Campanha						2ª Campanha		
	BA 01	BA 02	BA 03	BA 04	BA 05	BA 06	BA 03	BA 05	BA 06
Hariotina reticulata Dang.	-	-	X	-	-	-	-	-	-
Kephyrion sp	15	-	-	-	-	-	-	-	-
Radiococcus fottii (F.Hindák) I.Kostikov *et al.*	-	-	-	-	-	-	15	-	15
Radiococcus sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scenedesmus ecornis (Ehrenb.) Chodat	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Stauridium tetras (Ehrenb.) E. Hegew.	-	-	-	-	-	-	15	X	-
Compsopogonophyceae									
Compsopogon	-	-	-	-	X	-	-	-	-
Coscinodiscophyceae									
Aulacoseira ambigua (Grun.) Sim. var. *ambigua*	-	-	X	-	-	-	-	-	-
Cryptophyceae									
Cryptomonas sp	29	15	-	-	-	-	-	29	15
Cryptomonas marssonii Skuja	-	-	-	-	-	-	15	15	192
Cyanobacteria									
Aphanocapsa delicatissima W. et G. S. West	-	-	-	-	-	-	44	29	-
Chroococaceae não identificada	-	-	-	-	-	-	29	-	-
Cyanogranis ferruginea (Waw.) Hindák	-	-	-	-	-	-	15	103	192
Geitlerinema sp	-	-	X	-	-	-	-	X	-
Merismopedia tenuissima Lemmerm.	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Oscillatoria sp	-	-	-	-	X	-	-	-	-
Planktolyngbya limnetica (Lemmerm.) Komárek-Legn. e Cronberg	-	-	-	-	-	-	1	-	15
Planktothrix agardhii (Gom.) Anag. e Kom.	-	-	X	15	-	-	15	-	-
Chamaesiphon sp	-	-	-	-	X	-	-	-	-
Pseudabaenaceae sp1	-	-	-	-	X	-	-	29	-
Pseudabaenaceae sp2	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Raphidiopsis raciborskii (Woloszynska) Aguilera *et al.*	-	-	-	-	-	-	-	15	X
Snowella atomus Komárek e Hindák	-	-	-	-	-	-	-	-	15
Dinophyceae									
Peridinium sp	-	-	-	-	-	-	15	-	-
Peridinium sp1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Euglenophyceae									
Euglena sp	-	1	-	-	-	15	-	-	-
Euglena sp1	-	-	-	738	-	-	-	-	X
Phacus sp	-	44	-	-	-	-	-	-	-
Trachelomonas hispida (Perty) Stein emend Defl.	15	-	-	-	-	-	-	-	-
Trachelomonas similis Stokes	15	-	-	-	-	-	-	-	-
Trachelomonas sp	-	-	-	-	15	-	-	-	-
Trachelomonas volvocina Ehr.	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Trachelomonas volvocinopsis Swir.	-	1	-	-	-	-	-	-	-

Nome do Táxon	1ª Campanha						2ª Campanha		
	BA 01	BA 02	BA 03	BA 04	BA 05	BA 06	BA 03	BA 05	BA 06
Lepocinclis ovum (Ehrenb.) Lemmerm.	-	-	-	-	-	-	-	-	15
Oedogoniophyceae									
Oedogonium sp	1	-	X	-	X	X	-	-	X
Rodophyceae									
Rodophyceae sp	-	-	X	-	X	X	-	-	-
Zygnematophyceae									
Closterium sp	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Mougeotia sp	-	-	-	-	X	-	-	15	-
Spirogyra sp	-	-	-	-	X	-	-	-	-
Staurastrum nudibranchiatum Borge	-	-	X	-	-	-	-	-	-
Staurastrum leptocladum Nordsted.	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Staurastrum tetracerum (Kütz.) Ralfs var. *excavatum*	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Staurastrum tetracerum (Kütz.) Ralfs var. *tetracerum*	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Staurastrum sp	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Trebouxiophyceae									
Closteriopsis sp	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Dictyosphaerium sp	-	-	-	-	-	-	-	15	-
Nephrocytium agardhianum Nägeli	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Oocystis sp	-	-	-	-	-	-	15	-	-

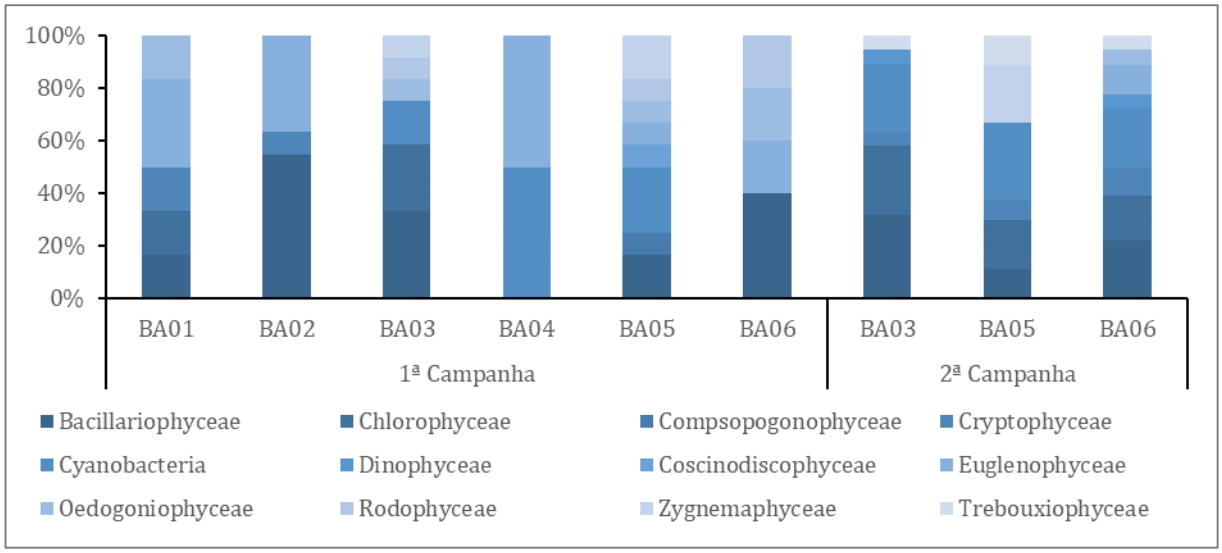
Legenda: BA – Pontos de Amostragem. Os táxons registrados com "X" correspondem ao registro na amostra qualitativa.

A composição da comunidade fitoplanctônica indica o número de táxons por família em cada ponto amostral. A comunidade fitoplanctônica variou entre os pontos, apresentando em geral uma alta heterogeneidade. No entanto, é possível observar na primeira campanha uma importância na composição do grupo das algas mixotróficas (Euglenophyceae e Cryptophyceae) (Gráfico 9-237). As espécies que compõe esses grupos possuem a capacidade de absorção de matéria orgânica para produção de energia, além da produção por meio da fotossíntese. Dessa forma, a representatividade desse grupo, como observado nos pontos BA01, BA-02 e BA-04 indicam que esses pontos apresentam um maior teor de matéria orgânica, o que favorece essas espécies. Esse resultado corrobora as observações realizadas *in situ*, onde foi possível caracterizar os pontos com baixa vazão, de características intermitentes e grande teor de matéria orgânica. Os pontos BA-03, BA-05 e BA-06 apresentaram uma composição esperada para ambientes lóticos de maior porte, com uma maior representatividade das algas verdes e diatomáceas, corroborando com as observações *in situ*.

Por sua vez, a segunda campanha, onde somente foi possível realizar amostragem em pontos de maior vazão, indicou um maior número de espécies em cada ponto, sendo observada a

representatividade das diatomáceas e algas verdes. Como destaque, os táxons pertencentes às Cyanobacterias foram representativos em todos os pontos.

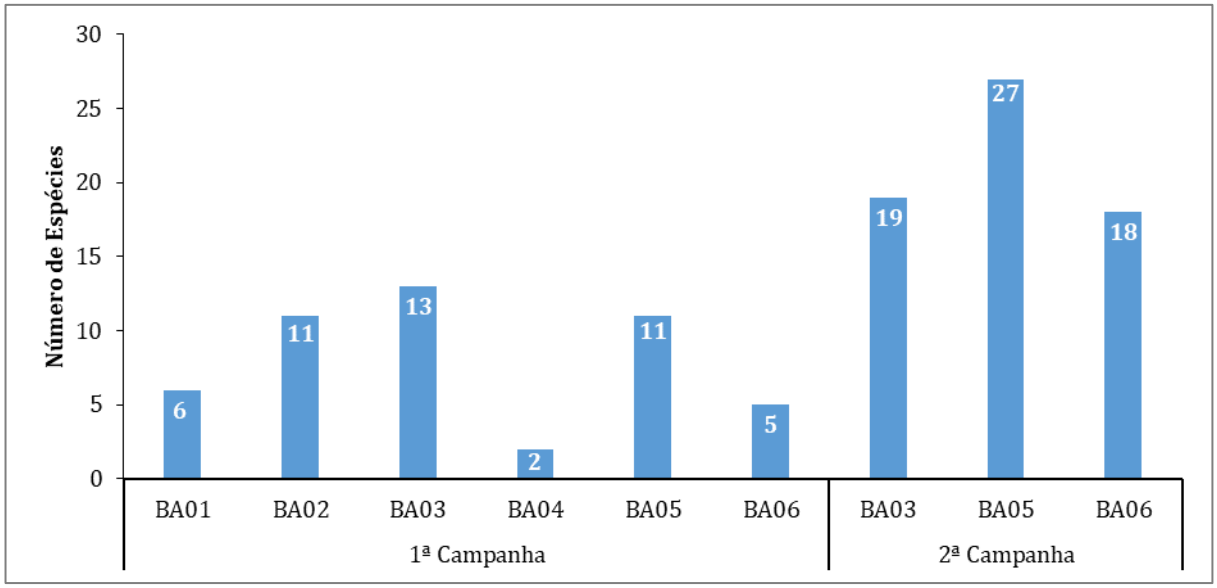
Gráfico 9-237: Composição da comunidade fitoplanctônica nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA)



Em termos de riqueza, refletindo os aspectos gerais, a maior heterogeneidade da composição da comunidade foi observada na segunda campanha de amostragem, onde houve um maior número de espécies registradas. Os pontos de características intermitentes, amostrados na primeira campanha apresentaram um baixo registro de espécimes, com exceção ao ponto BA-02. A representatividade de cada grupo pode ser conferida no Gráfico 9-237. No entanto, é possível verificar uma maior riqueza na segunda campanha, correspondendo ao período de estiagem (Gráfico 9-238).

Nessa campanha, o ponto BA-03 apresentou seis táxons representantes das diatomáceas, cinco táxons das algas verdes e cinco táxons do grupo das cianobactérias, além de registro dos grupos Trebouxiophyceae, Dinophyceae e Cryptophyceae. O ponto BA-05 apresentou oito táxons do filo Cyanobacteria, seis táxons da classe Zygnemaphyceae, cinco táxons da classe Chlorophyceae, três táxons das classes Bacillariophyceae e Trebouxiophyceae e dois táxons da classe Cryptophyceae. Por fim, o ponto BA-06 apresentou como maiores representantes as classes Bacillariophyceae e Cyanobacteria, com quatro táxons cada, três táxons da classe Chlorophyceae, dois táxons das classes Cryptophyceae e Euglenophyceae e um táxon dos grupos Dinophyceae e Trebouxiophyceae.

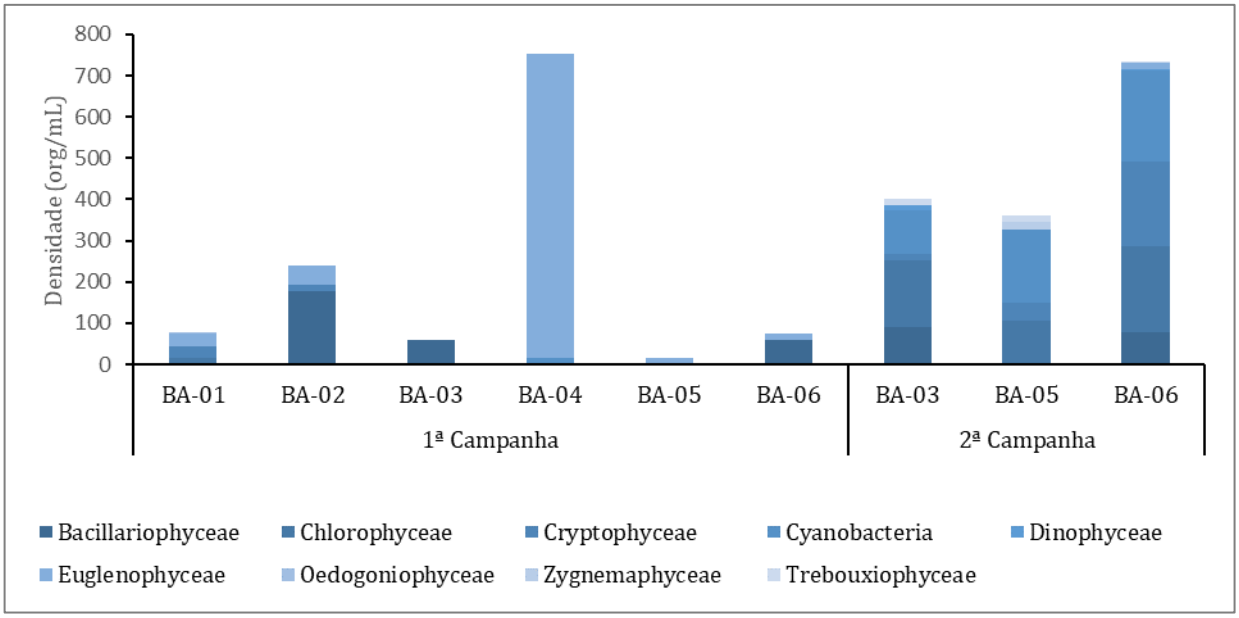
Gráfico 9-238: Riqueza da comunidade fitoplanctônica nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA)



A densidade fitoplanctônica, que indica a estrutura da comunidade, na primeira campanha, apresentou menor biomassa quando comparado ao período de estiagem, com exceção ao ponto BA-04. Em geral, contrariando a composição de espécies e a riqueza em cada ponto amostral, as principais espécies responsáveis pela densidade fitoplanctônica na primeira campanha são atribuídas à classe Bacillariophyceae e Euglenophyceae (Gráfico 9-239). As diatomáceas, devido as características físicas (paredes de sílica), possuem uma maior taxa de sedimentação, sendo assim, geralmente ocorrem em ambientes com mistura da coluna de água. Outra característica que permite uma maior ocupação em ecossistemas lóticos, se dá pela presença de pigmentos acessórios para realização de fotossíntese, uma vez que esses pigmentos otimizam a absorção de luz e as favorecem em condições de baixa transparência da água (KRUK & SEGURA, 2012). Por sua vez, as espécies da classe Euglenophyceae apresentam a capacidade de absorção de matéria orgânica, sendo a presença de maior biomassa no ponto BA-04 associada à maior concentração disponível nessa área.

A densidade observada na segunda campanha, por sua vez, segue o padrão da composição de espécies registradas. As classes Chlorophyceae, Bacillariophyceae e o filo Cyanobacteria apresentaram alta representatividade nos pontos, no entanto, destaca-se a alta biomassa da classe Cryptophyceae no ponto BA-06. Assim como as Euglenophyceae, as espécies da classe Cryptophyceae compõe o grupo dos fitoflagelados, apresentando também a capacidade na absorção de matéria orgânica. Essa maior biomassa foi associada ao ponto de menor vazão e maior teor de matéria orgânica, no Riacho da Consciência (BA-06), quando comparado aos localizados no rio São Francisco (BA-03 e BA-05), corroborando as observações em campo. As espécies do filo Cyanobacteria são beneficiadas em ambientes com maior concentração de nutrientes, indicando o potencial de aporte de nutrientes pelos tributários não intermitentes localizados ao longo da área de estudo.

Gráfico 9-239: Densidade da comunidade fitoplanctônica nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA)



9.2.2.7.3.2.1.2 Diversidade

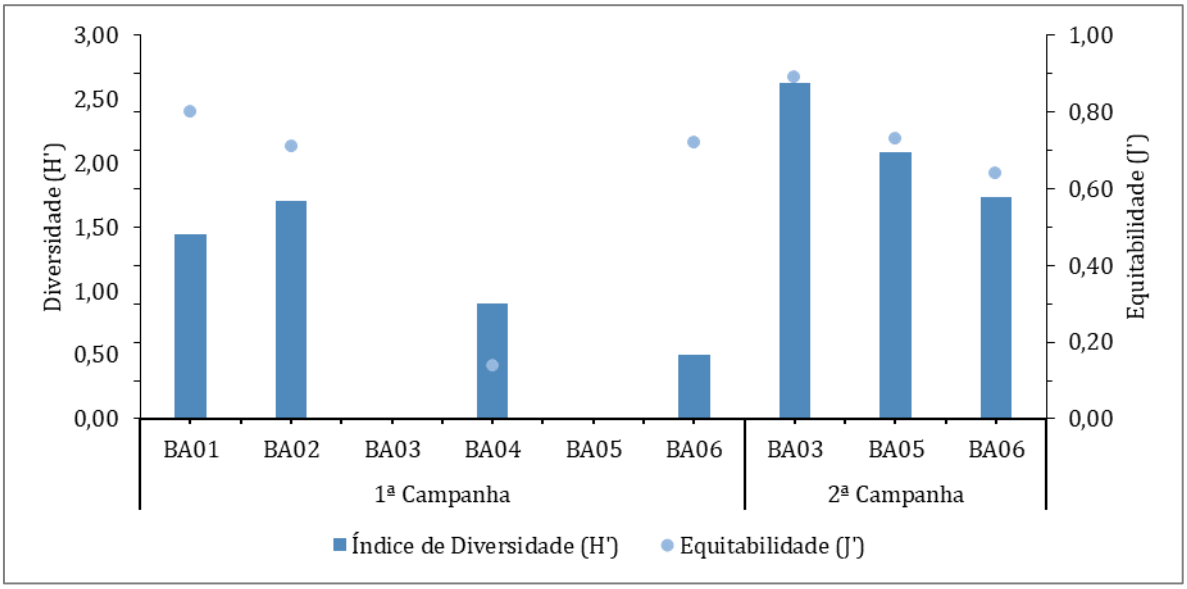
Os valores de diversidade de espécies de Shannon (H') e equitabilidade de Pielou (J') variaram acentuadamente de forma espacial e temporal. Na primeira campanha, os pontos BA-03 e BA-05 apresentaram somente um táxon em cada ponto nas amostras quantitativas, amostras utilizadas para execução do cálculo, dessa forma não apresentando resultados dos índices de diversidade. O ponto BA-03, localizado no rio São Francisco apresentou baixa densidade, como observado anteriormente, somente com o registro de um táxon da família Bacillariophyceae. O ponto BA-05, também localizado no rio São Francisco, apresentou somente um táxon da família Euglenophyceae. A ausência de valores nessas áreas na primeira campanha indica uma baixa densidade da comunidade fitoplanctônica, possivelmente associada à baixa quantidade de nutrientes e a alta vazão registrada no período.

Os demais pontos apresentaram baixos valores de diversidade, indicando uma baixa variedade/densidade de espécies nas amostras. Por sua vez, a equitabilidade de espécies apresentou valores satisfatórios nos pontos BA-01 e BA-02, indicando a baixa dominância de determinadas espécies nos pontos. Entretanto, no ponto BA-04 o valor de equitabilidade indica a dominância da espécie do gênero *Euglena* sp. Esse valor é esperado uma vez que foram identificadas somente duas espécies no ponto sendo a espécie da família Euglenophyceae encontrada em alta densidade (Gráfico 9-240).

Na segunda campanha é possível observar uma maior diversidade de espécies em todos os pontos. Esses valores refletem o maior número de grupos registrados bem como as maiores densidades de espécies. Os pontos localizados no rio São Francisco (BA-03 e BA-05) apresentaram os maiores valores de diversidade e equitabilidade, esperados para a região. Essa divergência quando comparada à primeira campanha pode ser atribuída ao menor fluxo do rio São Francisco no

período de estiagem e a maior retenção de massa d'água a montante, promovendo o aumento da produtividade primária.

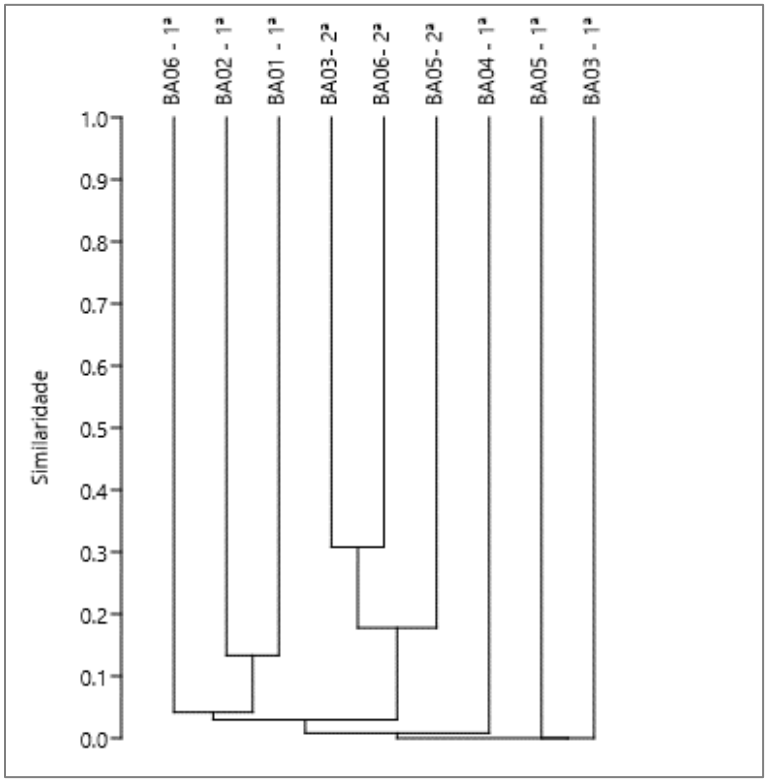
Gráfico 9-240: Diversidade e equitabilidade da comunidade fitoplanctônica registrada nas áreas de estudos (AEL e ADA)



9.2.2.7.3.2.1.3 Similaridade

Foram realizadas análises separadas entre as campanhas e analisadas posteriormente a similaridade entre os pontos amostrais de forma conjunta. Embora com valores considerados baixos de similaridade, foi possível observar um claro agrupamento dos pontos amostrais na segunda campanha (BA-03, BA-05 e BA-06), sendo o agrupamento dos pontos BA-03 e BA-06 de maior similaridade (0,30) (Gráfico 9-241). Todos esses pontos se localizam em cursos d'água de maior porte e apresentaram baixa biomassa representatividade de grandes grupos. Os pontos BA-04, BA-05 e BA-03 da primeira campanha apresentaram somente um táxon registrado, e por isso, foram agrupados. Os demais pontos na primeira campanha (BA-02 e BA-01) apresentaram composição semelhante, com ocorrência de algumas espécies em comum. Por fim, o ponto BA-06, apresentou composição pouco semelhante com os demais, sendo mais aproximado aos pontos BA-02 e BA-01.

Gráfico 9-241: Análise de agrupamento entre os pontos amostrais da comunidade fitoplanctônica nas áreas de estudos (AEL e ADA)



9.2.2.7.3.2.1.4 Espécies Bioindicadoras

Foram observadas na estrutura e composição da comunidade fitoplanctônica, grupos bioindicadores de cursos d'água ricos em matéria orgânica, como as espécies do filo Euglenophyta e Cryptophyceae (ALVES-DA-SILVA & LAITANO, 1994). Essas espécies foram identificadas em maior densidade na primeira campanha, nos pontos localizados nos cursos d'água de menor ordem.

Muitas espécies de cianobactérias são conhecidas pela capacidade de produção de toxinas. Existem diversas espécies de água doce conhecidas no Brasil, destacando algumas espécies identificadas em amostras quantitativas nesse estudo. As espécies *Aphanocapsa delicatissima,* e *Planktothrix agardhii* apresentam potencial de produção de microcistina enquanto a *Raphidiopsis* (*Cylindrospermopsis*) *raciborskii* o potencial de produção de cilindrospermopsina. A microcistina é uma substância hepatotóxica e a ingestão de água contaminada pode causar danos ao fígado, e em caráter agudo, dor abdominal, diarreia, náusea entre outros sintomas. A cilindrospermopsina, por sua vez, além de danos hepáticos, também age no sistema neuromuscular.

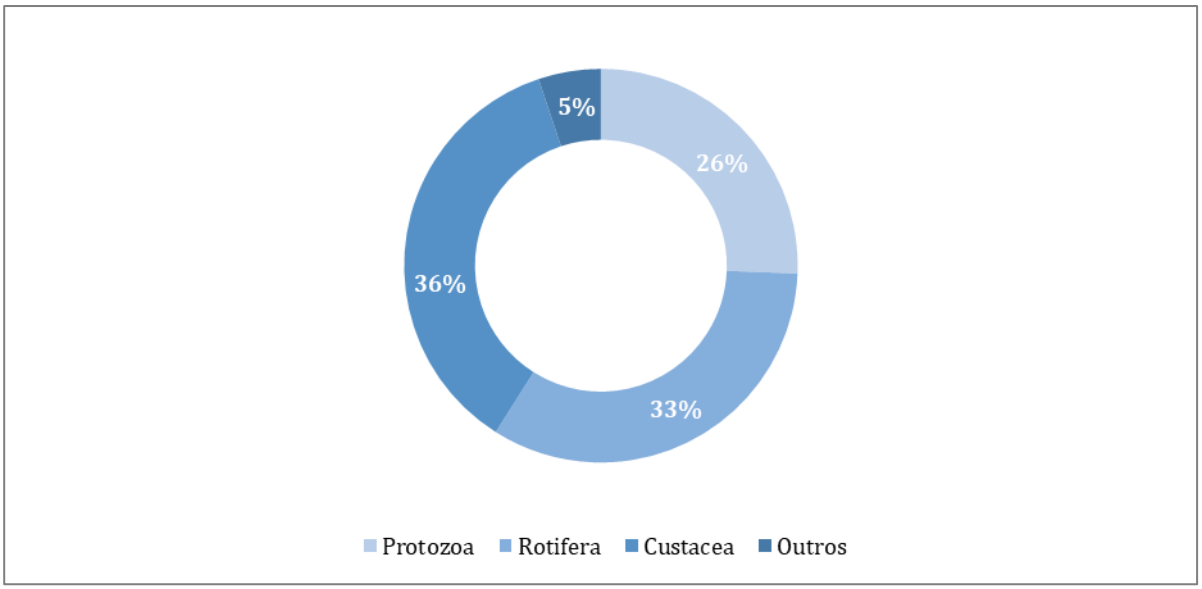
Em síntese, a baixa biomassa nos pontos na primeira campanha sugere um baixo aporte de nutrientes e caracterizam os pontos adotados na área de estudo como de características oligo/mesotróficas (REYNOLDS & DESCY, 1996). A exceção foi observada no ponto BA-04 e os pontos amostrados na segunda campanha.

9.2.2.7.3.2.2 Comunidade Zooplanctônica

9.2.2.7.3.2.2.1 Composição e riqueza

Ao todo, em toda área de estudo foram identificados 39 táxons. O subfilo Crustacea foi o mais representativo na área de estudo, com 14 táxons identificados. Esses táxons foram distribuídos em três classes, Branchiopoda (4), Phyllopoda (3) e Copepoda (7). O segundo grupo de maior representatividade foi do filo Rotifera, com 13 táxons registrados, sendo o grupo composto por três classes, Bdelloida (1), Eurotatoria (1) e Monogononta (11). Por fim, o filo Sarcodina (protozoários) apresentou 10 táxons identificados. Além desses registros foram identificadas larvas de insetos e ácaros aquáticos (Gráfico 9-242).

Gráfico 9-242: Composição geral da comunidade zooplanctônica nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA)



O filo Rotifera e o subfilo Crustacea apresenta importância nos ecossistemas aquáticos pelo papel na ciclagem de nutrientes e teia alimentar (CAMPOS, 2014; VELHO *et al.*, 1996). Por sua vez, o filo Rotifera, embora tenha uma representatividade menor em número de táxons quando comparado ao subfilo Crustacea, apresenta a maior diversidade de espécies da comunidade zooplanctônica. A Tabela 9-165 indica a riqueza de espécies da comunidade zooplanctônica registrada ao longo dos pontos de amostragem na área de estudo, para conhecimento da biodiversidade local.

Tabela 9-165: Lista de táxons da comunidade zooplanctônica registrados nas áreas de estudos (AEL e ADA)

ORGANISMO	1ª Campanha			2ª Campanha		
	BA-03	BA-05	BA-06	BA-03	BA-05	BA-06
PROTOZOA						
Filo Sarcodina						
Centropyxis aculeata	10	-	-	30	20	10

ORGANISMO	1ª Campanha			2ª Campanha		
	BA-03	BA-05	BA-06	BA-03	BA-05	BA-06
Centropyxis discoides	-	-	-	-	-	1
Centropyxis ecornis	2	20	X	1	2	5
Cucurbitella cf. *dentata*	X	-	-	-	-	-
Difflugia echinulata	-	10	-	-	-	-
Difflugia sp.	-	X	-	-	-	-
Galeripora megastoma	-	X	-	-	-	-
Netzelia corona	X	-	-	-	-	-
Pontigulasia compressa	X	-	-	-	-	-
Suiadifflugia multipora	-	10	-	-	-	-
ROTIFERA						
Classe Bdelloida						
Bdelloida	-	10	X	10	20	5
Classe Eurotatoria						
Filinia longiseta	-	-	-	-	1	-
Classe Monogononta						
Brachionus falcatus	-	-	-	-	1	-
Conochilus coenobasis	-	-	-	-	1	-
Dicranophorus sp.	X	-	-	-	-	5
Euchlanis dilatata	10	X	-	-	-	-
Keratella cochlearis	-	-	-	-	1	10
Keratella lenzi	-	-	-	-	-	5
Lecane bulla	-	10	-	-	1	-
Lecane closterocerca	-	-	-	-	-	1
Lecane leontina	-	-	-	1	-	-
Platyonus patulus	-	-	-	1	20	-
Testudinella ohlei	-	-	-	-	-	1
CRUSTACEA						
Classe Branchiopoda						
Bosmina hagmanni	-	-	-	30	40	1
Bosminopsis deitersi	-	-	-	1	-	-
Diaphanosoma spinulosum	-	-	-	-	40	-
Moina minuta	-	-	-	-	20	-
Classe Phyllopoda						
Alona sp.	X	-	-	-	-	-
Ceriodaphnia cornuta	-	-	-	20	140	5
Niczmirnovilus fitzpatricki	X	X	-	30	40	-

ORGANISMO	1ª Campanha			2ª Campanha		
	BA-03	BA-05	BA-06	BA-03	BA-05	BA-06
Classe Copepoda						
Cyclopoida (Nauplius)	10	10	-	50	80	45
Cyclopoida (Copepodito)	40	20	X	140	140	5
Calanoida (Nauplius)	-	-	-	10	40	45
Calanoida (Copepodito)	-	-	-	20	40	5
Notodiaptomus sp.	-	-	-	10	3	1
Thermocyclops decipiens	-	-	-	1	-	-
Thermocyclops minutus	20	30	-	30	20	-
OUTROS						
Larva de inseto	-	-	9	-	-	-
Hydracarina	-	-	13	-	-	-

Legenda: BA – Pontos de Amostragem. Os táxons registrados com "X" correspondem ao registro na amostra qualitativa.

Na primeira campanha, a composição de espécies da comunidade zooplanctônica foi bastante similar entre os pontos BA-03 e BA-05 (Gráfico 9-243). Ambos os pontos estão localizados na calha do Rio São Francisco. O ponto localizado no riacho da consciência (BA-06), por sua vez, apresentou também a presença de ácaros, representado pelo grupo Hydracarina e larvas de insetos, sendo, portanto, a diferença quando comparado aos demais pontos, além do menor número de táxons dos filos Sarcodina, Rotifera e do subfilo Crustaceae.

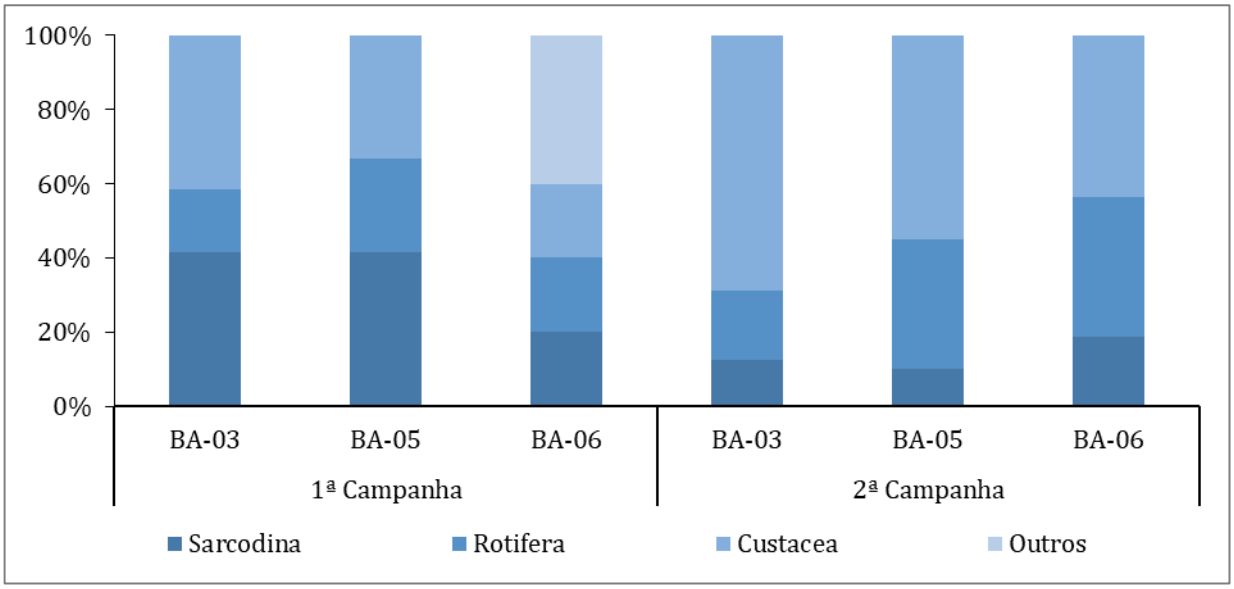
Na segunda campanha, observa-se a similaridade entre os pontos amostrais, incluindo BA-06. É possível observar uma menor representatividade dos táxons do subfilo Crustaceae do ponto BA-03 ao BA-06, com aumento da representatividade dos táxons do filo Rotifera.

O filo Sarcodina corresponde a protozoários que utilizam pseudópodes para locomoção e são comumente encontrados em ecossistemas aquáticos tropicais. Esses organismos podem desempenhar um papel importante na ciclagem da matéria nos ecossistemas aquáticos (ARNDT, 1993) e podem ser encontrados em alta densidade em determinados períodos sazonais em alguns ambientes (LANSAC-TÔHA *et al.*, 1993). São encontrados dentro desse grupo organismos de vida livre e parasitas obrigatórios.

O filo Rotifera apresentou organismos pertencentes as classes Bdelloida, Eurotatoria e Monogononta. A alta representatividade dos rotíferos é esperada em ecossistemas lênticos. Esse grupo é conhecido como o mais diverso do zooplâncton (JOSÉ DE PAGGI & PAGGI, 2007). Essa representatividade é associada à sua adaptabilidade a diferentes condições ambientais (OLIVEIRA-NETO & MORENO, 1999). Os rotíferos apresentam, além de um amplo espectro alimentar, uma ampla gama de formas e estruturas, sendo a maioria é livre nadante, mas também há formas sésseis e alguns parasitas. Dessa forma, os rotíferos habitam variados corpos de água, em grande parte água doce. Os rotíferos possuem vantagem em relação aos outros grupos do

zooplâncton por terem um curto tempo de geração e sua reprodução ser principalmente partenogenética, sendo assim organismos r-estrategistas (ESTEVES, 1998). Por fim, o subfilo Crustacea apresentou organismos das classes Branchiopoda, Phyllopoda e Copepoda. Esses grupos estão entre os microcrustáceos mais abundantes em ecossistemas aquáticos continentais (THORP E COVICH, 2001).

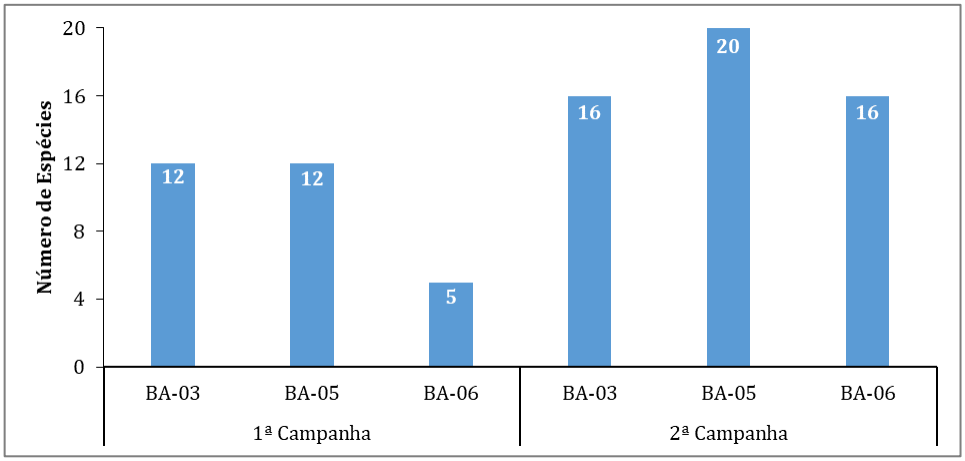
Gráfico 9-243: Composição da comunidade zooplanctônica nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA)



Ao todo, foram registrados 18 táxons na primeira campanha do levantamento da comunidade zooplanctônica. Na segunda campanha, o número de táxons passou para 27, demonstrando o aumento de riqueza nesse período (Gráfico 9-244). Na primeira campanha, os pontos BA-03 e BA-05, localizados na calha do São Francisco apresentaram o mesmo número de táxons, o ponto BA-06 localizado no riacho da Consciência, por sua vez, apresentou cinco táxons.

Na segunda campanha foram registrados 16 táxons nos pontos BA-03 e BA-06, exibindo uma similaridade entre os pontos localizados em cursos d'água de diferentes ordens. O ponto BA-05 apresentou o maior número de espécies, com 20 táxons. Esses resultados obtidos reforçam o padrão de variação sazonal observada na comunidade fitoplanctônica, onde foi registrado um maior número de táxons nos pontos amostrados.

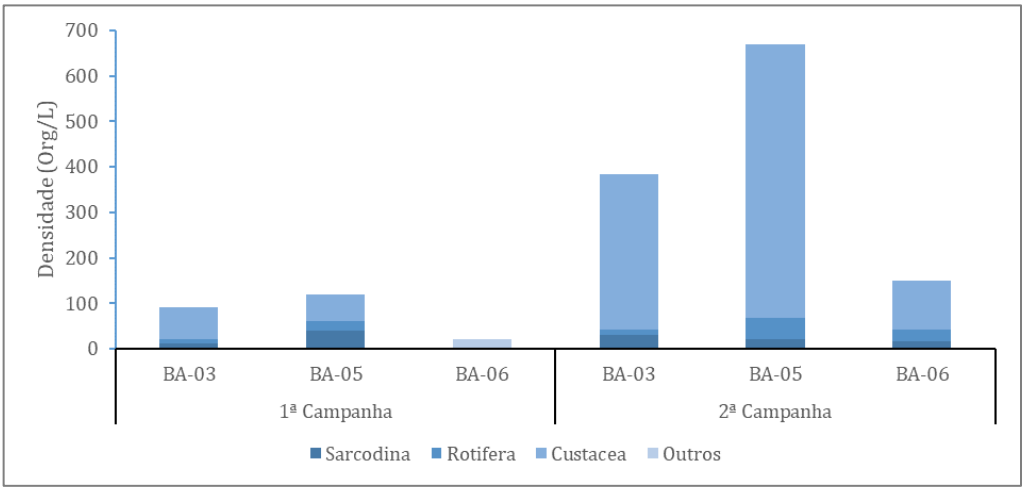
Gráfico 9-244: Riqueza da comunidade zooplanctônica nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA)



Quanto à densidade da comunidade zooplanctônica, foi observada na primeira campanha uma densidade e estrutura semelhante entre os pontos BA-03 e BA-05, refletindo a composição de espécies (Gráfico 9-245). No entanto, o ponto BA-06 apresentou uma densidade vinculada exclusivamente ao grupo polifilético "Outros", uma vez que foram registrados somente organismos da ordem Acari e larvas de insetos na amostra quantitativa.

Na campanha do período de estiagem foi observado nos pontos BA-03 e BA-05, a mesma estrutura da primeira campanha, no entanto com uma maior densidade. Por sua vez, o ponto BA-06 no riacho da Consciência apresentou uma alteração da estrutura, variação temporal, se assemelhando aos pontos localizados na calha do rio São Francisco. Essa semelhança, no entanto, não se mantém na densidade total da comunidade, uma vez que o ponto aprestou uma biomassa menor em até três vezes quando comparado aos demais pontos.

Gráfico 9-245: Densidade da comunidade zooplanctônica nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA)



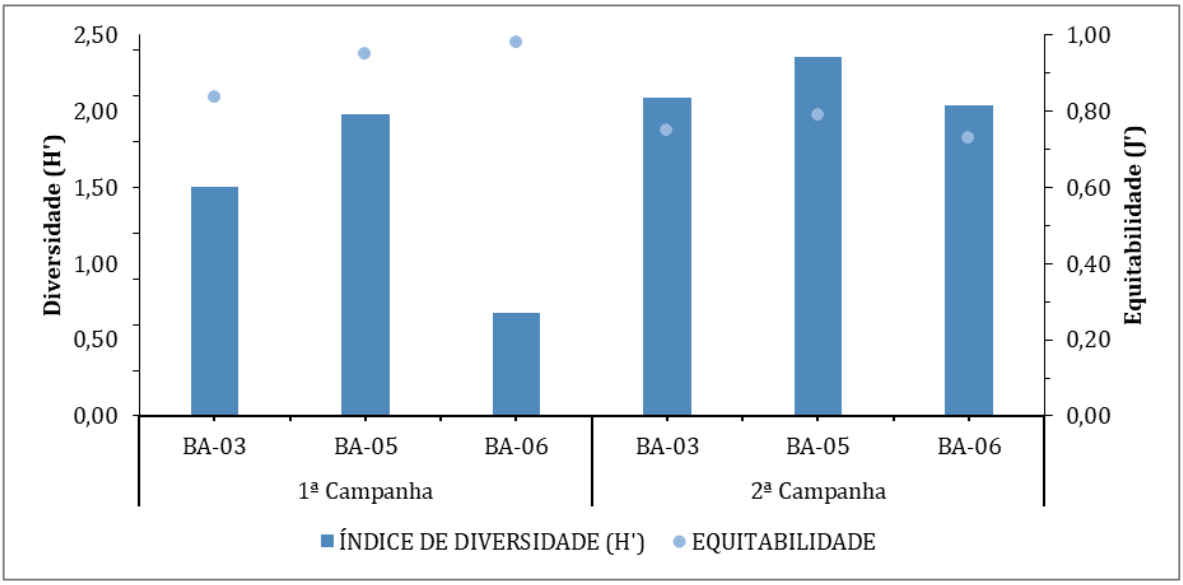
9.2.2.7.3.2.2.2 Diversidade

Na primeira campanha, o ponto BA-05 apresentou a maior diversidade de espécies (H' = 1,98), ligeiramente mais diverso que o ponto BA-03 (H' = 1,50), sendo esse ponto também localizado na calha do rio São Francisco (Gráfico 9-246). O ponto BA-06, por sua vez, apresentou o menor índice (H' = 0,68), confirmando a diferença espacial da estrutura da comunidade. A equitabilidade de Pielou (J') indicou alta equivalência entre as espécies registradas em cada ponto. Os valores variaram de J' = 0,84, no ponto BA-03, J' = BA-05 e J' = 0,98, no ponto BA-06. A alta equitabilidade do ponto BA-06 é relacionada aos únicos dois táxons identificados no ponto, que apresentaram densidades próximas.

Na segunda campanha índice de diversidade de Shannon (H') apresentou uma maior similaridade entre as regiões amostradas. O ponto BA-03 apresentou valor de H' = 2,09, BA-05 H' = 2,36 e BA-06 com H' = 2,04. Esses valores são razoáveis para a comunidade zooplanctônica. A equitabilidade, no entanto, apresentou valores menores quando comparados à primeira campanha, com J' = 0,75 no ponto BA-03, J' = 0,79 no ponto BA-05 e J' = 0,73 no ponto BA-06. Esses valores mais baixos são esperados uma vez que a riqueza foi acentuadamente maior nesses pontos.

Os resultados obtidos indicam uma heterogeneidade temporal na área de estudo, sendo possivelmente associados a efeitos de tributários ou a diferença na vazão e nível da água, ocorrido no período. Esse processo pode agir como uma fonte de homogeneização dos trechos, não sendo observadas as variações espaciais detectadas no período de seca, como já observado por CARNEY *et al.* (2015).

Gráfico 9-246: Densidade da comunidade zooplanctônica nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA)



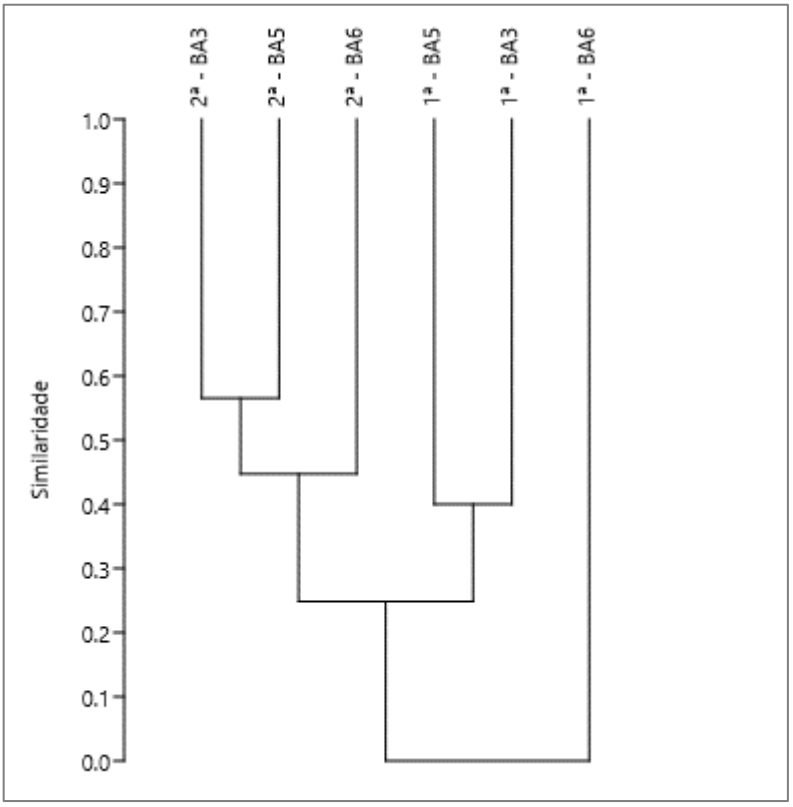
9.2.2.7.3.2.2.3 Similaridade

A análise de similaridade de Jaccard, executada para verificar a semelhança entre os pontos amostrais, considerou a estrutura da comunidade zooplanctônica entre os pontos de amostragem. Por meio do coeficiente de similaridade, foi possível verificar uma alta similaridade entre os pontos de coleta da primeira campanha, com a formação de um grupo isolado, e os pontos da primeira campanha. Essa similaridade evidencia a importância da sazonalidade na estruturação das comunidades zooplanctônicas.

O clado de maior similaridade correspondeu aos pontos coletados na segunda campanha (Gráfico 9-247). O ponto BA-03 e BA-05 na segunda campanha apresentou o coeficiente de correlação no valor de 0,56, e o ponto BA-06 apresentou coeficiente próximo à 0,45 com os pontos BA-03 e BA-05 da segunda campanha. Por sua vez, os pontos da primeira campanha apresentaram uma maior heterogeneidade, com coeficiente de 0,4 entre os pontos BA-05 e BA-03 e uma baixa similaridade com o ponto BA-06, ficando esse isolado dos demais.

Esses resultados demonstram também a importância da similaridade espacial entre os pontos amostrados. Em síntese, os pontos BA-03 e BA-05 foram agrupados em ambas as campanhas, sendo estes alocados na calha do rio São Francisco. O ponto BA-06 no período de transição de chuva/estiagem, ficou isolado, possivelmente associado às características da qualidade da água no período e com a baixa precipitação, houve uma aproximação da estrutura com os pontos localizados na calha do principal rio da região. Esses fatores podem ser associados também, ao regime de abertura e fechamento das comportas da Usina da UHE de Três Marias, a montante da região do empreendimento, a qual possibilita a mistura das águas com os principais afluentes em períodos de abertura de comportas.

Gráfico 9-247: Análise de agrupamento entre os pontos amostrais da comunidade zooplanctônica nas áreas de estudos (AEL e ADA)



9.2.2.7.3.2.2.4 Espécies Bioindicadoras

Algumas espécies identificadas na área de estudo local apresentam capacidade de síntese de qualidade da água. Por exemplo, as espécies do gênero *Ceriodaphnia*, tendem a apresentar um crescimento e colonização em ambientes de níveis tróficos moderados (mesotróficos) (VIEIRA *et al.*, 2011). Além destes, as espécies do gênero *Bosmina*, são consideradas indicadores de a ambientes de condições eutróficos (MARIANI *et al.*, 2006). Por sua vez, os indivíduos da Classe Copepoda, em geral, influenciados positivamente pela poluição. Esses organismos tendem a aumenta a densidade do número de náuplios nestes ambientes (SOUZA PEREIRA & CAMARGO, 2004). A dominância de Calanoida em relação aos Cyclopoida pode indicar baixo grau de trofia e, ainda entre os ciclopóidas, *Thermocyclops minutus* tem sido associado a ambientes oligotróficos ou mesotróficos (SIMÕES & SONODA, 2009).

Somente com o registro dessas espécies bioindicadoras, não foi possível estabelecer um padrão claro de qualidade da água nos pontos amostrados, uma vez que é observada ocorrência de espécies com diferentes atributos.

9.2.2.7.3.2.3 Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos

9.2.2.7.3.2.3.1 Composição e Riqueza

Em toda área de estudo local foram registrados 16 táxons de macroinvertebrados bentônicos. Dos registros realizados, sete táxons pertencem à classe Insecta, sendo as famílias Chironomidae e Ceratopogonidae, da ordem Diptera, e táxons das ordens Ephemeroptera, Lepidoptera, Hemiptera, Collembola e Coleoptera, família Elmidar. Além desses táxons, foram registradas as ordens Ostracoda e Maxillopoda, sendo esse último com representante da ordem Calanoida. O filo Mollusca apresentou táxons da Classe Bivalvia, com representante da família Veneroida, Classe Gastropoda, com representantes das famílias Ancilidae, Thiaridae e Ampullariidae. Por fim, foram registrados também táxons do filo Nematoda e Annelida, sendo esse último representado pela classe Oligochaeta (Tabela 9-166).

O filo Mollusca, que compreendem as ordens Bivalvia e Gastropoda foi o grupo mais representativo em toda a área do estudo (31%), seguido pela ordem Diptera (13%). Esses grupos são comumente encontrados em rios e reservatórios como os das características da área de estudo e também os principais grupos já registrados para a bacia (CALLISTO *et al.*, 2005). Os demais táxons encontrados apresentaram somente um táxon representante (Gráfico 9-248).

Gráfico 9-248: Composição geral da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA)

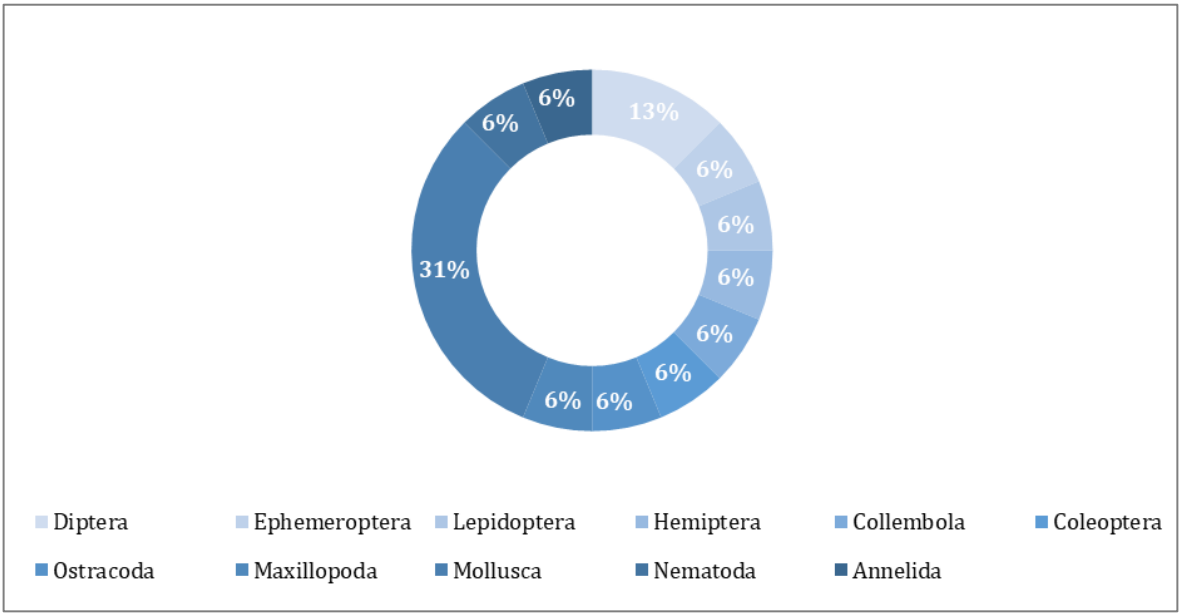


Tabela 9-166: Lista de táxons da comunidade de macroinvertebrados bentônicos registrados nas áreas de estudos (AEL e ADA)

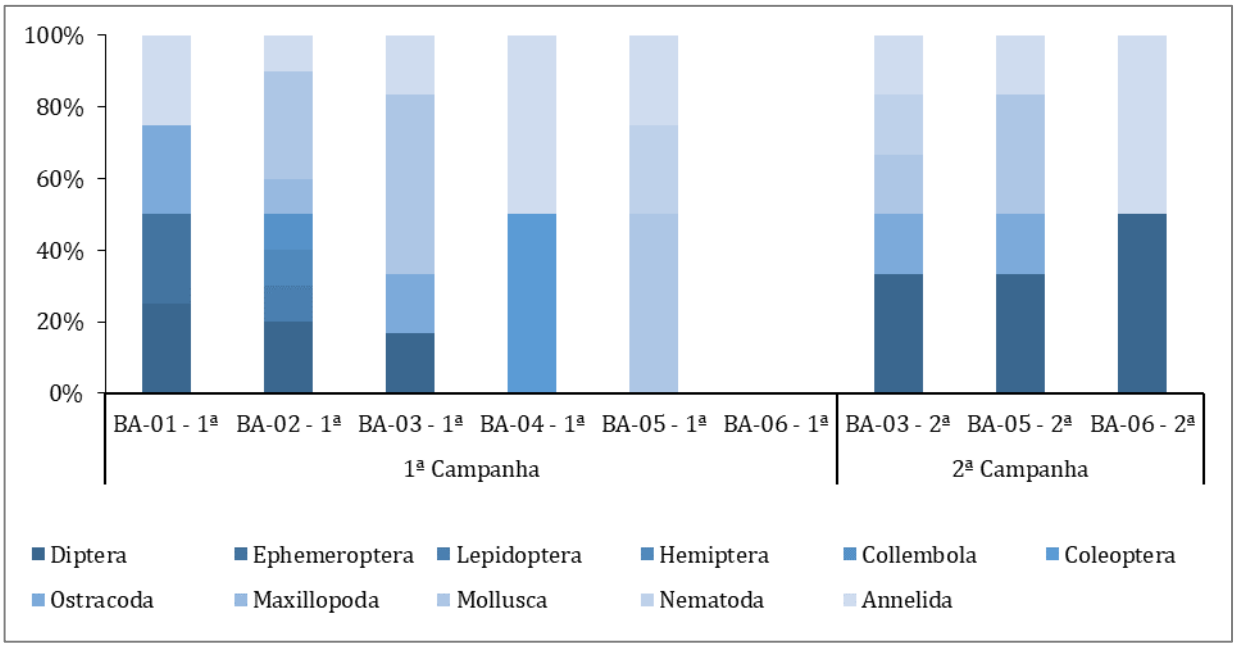
Filo	Classe	Ordem	Família	Gênero	1ª Campanha						2ª Campanha		
					BA-01	BA-02	BA-03	BA-04	BA-05	BA-06	BA-03	BA-05	BA-06
Artropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	-	-	17	8	-	-	-	2	7	1
			Ceratopogonidae	-	1	29	-	-	-	-	2	2	-
		Ephemeroptera	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
		Lepidoptera	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
		Hemiptera	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
		Collembola	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
		Coleoptera	Elmidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
	Ostracoda	-	-	-	1	-	2	-	-	-	4	3	-
	Maxillopoda	Calanoida	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
Mollusca	Bivalvia	-	-	-	-	74	2	-	3	-	-	-	-
		Veneroida	Corbiculidae	*Corbicula*	-	1	2	-	2	-	3	4	-
	Gastropoda	-	Ancilidae	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
		Mesogastropoda	Thiaridae	*Melanoides*	-	-	1	-	-	-	-	-	-
			Ampullariidae	*Pomacea*	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Nematoda	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	1	-	-
Annelida	Oligochaeta	-	-	-	5	40	4	2	7	-	1	6	1

Legenda: BA – Pontos de Amostragem.

Com o registro de espécies por táxon foi possível observar a presença do filo Annelida em todos os pontos amostrais em ambas as campanhas. A representatividade também dos táxons da ordem Diptera e do filo Mollusca também mostrou importância nos pontos estudados em ambas as campanhas (Gráfico 9-249).

As espécies do filo Annelida são caracterizados como colonizadores oportunistas e podem habitar ambientes pristinos e impactados. Os indivíduos da ordem Diptera colonizam com sucesso diferentes tipos de habitat, principalmente os ambientes aquáticos, nos quais ocorrem o desenvolvimento das larvas. Os indivíduos nesse estágio de vida podem ocupar lagoas, rios e riachos de todo os tamanhos e velocidade (COURTNEY & MERRITT, 2008). Esta ordem destaca-se por participar ativamente da composição faunística dos mais variados biótopos lacustres e fluviais, e que, geralmente na condição de larva ocorrem em elevadas densidades. Dentre as famílias registradas, a família Chironomidae apresentou alta abundância em comparação a outros grupos. Essa família possui uma alta plasticidade alimentar e capacidade adaptativa em diferentes substratos, desde gravetos, folhas, troncos submersos, rochas, macrófitas aquáticas e o sedimento (MERRIT *et al.*, 2008). O filo Mollusca é um dos grupos mais importantes para a comunidade bentônica, em termos de abundância e riqueza de espécies, principalmente em ambientes tropicais e de sedimentos finos (JONES *et al.*, 1990). Esses organismos compões uma rica fonte de recursos para outros organismos e podem representar 38% da fauna bentônica em alguns locais (LONGHURST & PAULY, 1987) ou até mesmo sua biomassa total (ANTIPOVA, 1976).

Gráfico 9-249: Composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA)



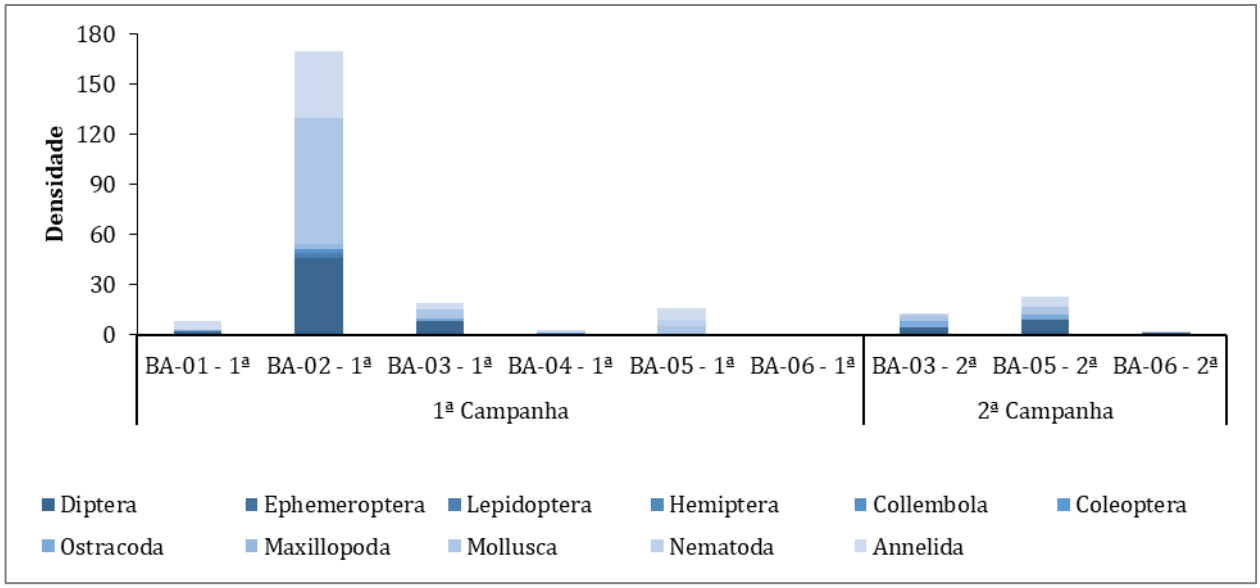
A densidade da comunidade de macroinvertebrados bentônicos seguiu o padrão da composição da comunidade, apresentada anteriormente. Destaca-se a maior abundância, principalmente relacionada a táxons do filo Mollusca nos pontos BA-02, BA-03 e BA-05, na primeira campanha e no ponto BA-03 e BA-05 na segunda campanha (Gráfico 9-250). A presença de táxons da ordem

Diptera foi de maior representatividade BA-02, BA-03 na primeira campanha e nos pontos BA-03 e BA-05 na segunda campanha. Por fim, o filo Annelida, também um dos mais representativos pode ser observado nos pontos BA-01, BA-02, BA-03, BA-04 e BA-05 na primeira campanha e no ponto BA-05 na segunda campanha. Os demais táxons não apresentaram densidade relevante para a comunidade bentônica.

Destaca-se em termos de densidade geral o ponto BA-02 na primeira campanha, onde foram registrados ao todo 170 táxons, sendo os principais o filo Annelida (40), a ordem Diptera (46 táxons) e o filo Mollusca (76). Esse ponto apresentou baixo volume de água, e por se tratar de um ambiente rico em matéria orgânica, foi preponderante para uma diferente estrutura bentônica, com o registro de táxons comuns a esse tipo de ambiente, como Diptera e Annelida.

Nos pontos amostrados na segunda campanha, foi possível observar a manutenção da estrutura e a densidade da primeira campanha.

Gráfico 9-250: Densidade da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nos pontos situados nas áreas de estudos (AEL e ADA)



9.2.2.7.3.2.3.2 Similaridade

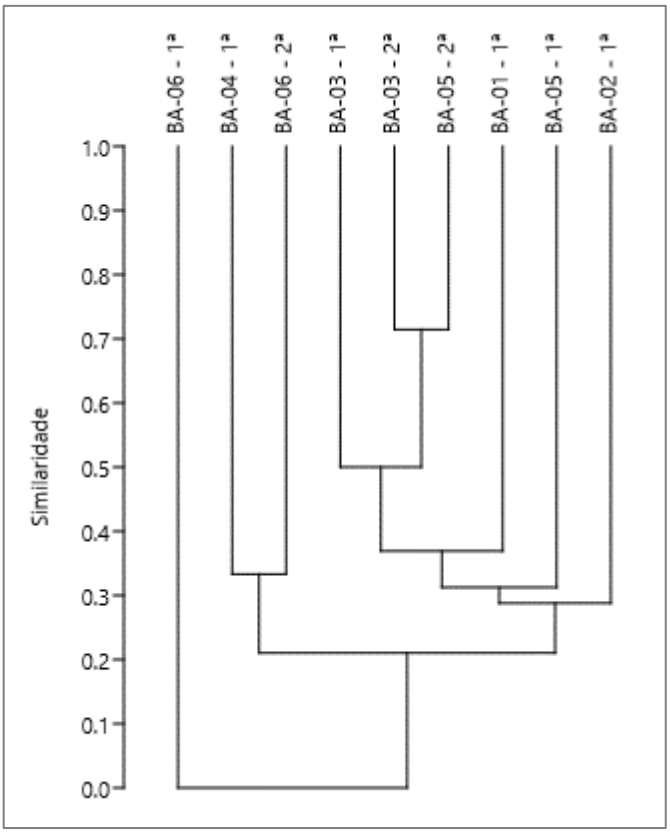
A análise de similaridade, seguindo as demais comunidades hidrobiológicas descritas nos tópicos anteriores, incluem todos os pontos separados também pelo período de amostragem (primeira e segunda coleta em períodos sazonais distintos).

O coeficiente de similaridade de Jaccard indicou uma alta similaridade entre os pontos BA-03 e BA-05 na segunda campanha, com coeficiente de 0,71. Na formação do mesmo clado, estão os pontos amostrados na primeira campanha BA-03 e BA-01, com coeficientes de similaridade de 0,5

e 0,42, respectivamente. Por meio da análise de agrupamento (*cluster analysis*) é possível verificar a baixa similaridade entre os demais pontos (Gráfico 9-251).

Os resultados obtidos por meio da análise de similaridade de Jaccard indica a baixa influência da variação sazonal na comunidade bentônica, sendo preponderante às características de cada ambiente para manutenção da comunidade presente. O regime de precipitação na região se mostra determinante para a biota bentônica nos cursos d'água de menor ordem.

Gráfico 9-251: Análise de agrupamento entre os pontos amostrais da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nas áreas de estudos (AEL e ADA)



Neste contexto, com base nos resultados obtidos em coletas distintas de campo, observa-se que a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, no geral, é formada por espécies plásticas e generalistas, adaptadas a ambientes alterados, condizentes com a paisagem e cursos d'água da região da área de estudo, em sua maior porção com forte influência e pressão antrópica

9.2.2.7.3.3 Espécies bioindicadoras da qualidade ambiental

Foram observados poucos táxons indicativos de ambiente de boa qualidade ambiental, como os táxons da ordem Ephemeroptera e Lepidoptera. Alguns indivíduos registrados são indicadores de ambientes de forte influência antrópica, como os táxons do filo Annelida (Oligochaeta) e da ordem Diptera (Chironomidae). Esses organismos foram identificados em vários pontos e em altas

densidades, no entanto podem responder a um aporte de matéria orgânica do ambiente, que pode ocorrer naturalmente.

9.2.2.7.4 Síntese Conclusiva

De modo geral, a estrutura e composição da diversidade das comunidades limnológicas foram influenciadas pela sazonalidade e características dos cursos d'água nas áreas de estudo. Tendo em vista a estrutura e composição da comunidade fitoplanctônica nas áreas de estudo, é possível concluir que a comunidade se encontra com um padrão de diversidade de espécies relevante, além de um rico registro taxonômico, obtido por meio das amostras qualitativas. Foi observada uma mudança na estrutura da comunidade fitoplanctônica entre os períodos sazonais. Essa variação temporal é esperada uma vez que os ambientes estão sujeitos ao aporte de substâncias alóctones, principalmente no início do período chuvoso, além das variações posteriores causadas pela variação física dos ambientes, como o próprio nível da água (ABOIM, 2020). Destaca-se, também, a presença de tributários intermitentes, sendo estes ambientes abastecidos principalmente pelo escoamento superficial oriundo de precipitação. Nesses ambientes, a comunidade apresentou a estrutura esperada, com um maior registro de espécies mixotróficas, ocasionado pelo sombreamento e a presença de alto teor de matéria orgânica. No período de estiagem três pontos permaneceram com água e podem ser classificados como perenes, sendo esses localizados no rio São Francisco e no riacho da Consciência. Nesse período, a comunidade apresentou estrutura esperada para ecossistemas lóticos, com a presença de algas verdes e diatomáceas, no caso do ponto de menor ordem, também o registro de espécies mixotróficas.

Uma das respostas obtidas no presente estudo pode ser relacionada à pressão sazonal na estruturação da comunidade zooplanctônica, sendo observadas mudanças na composição e densidade. Os estímulos externos promovem alterações significativas no corpo d'água e, como consequência, alteram a estrutura das comunidades, como observado em outros estudos (PICAPEDRA *et al.*, 2020). Dessa forma, é importante considerar, para fins comparativos, o período de amostragem. Dadas a estrutura e composição da comunidade zooplanctônica nas áreas estudadas, é possível concluir que a comunidade se encontra com um padrão de diversidade de espécies relevante. Foi possível observar uma consistente similaridade entre pontos localizados no mesmo curso d'água. Dessa forma, foi possível estabelecer a variável sazonal como primordial na composição e densidade das comunidades zooplanctônicas.

Em relação à comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi possível verificar a baixa influência da sazonalidade na estruturação das comunidades bentônicas na área de estudo. As características intrínsecas dos pontos de amostragem foram preponderantes para a definição dos táxons presentes, tais como a densidade quando a presença de táxons específicos. Foi possível observar uma alta similaridade entre os pontos localizados na calha do rio São Francisco na segunda campanha.

Foram detectados poucos táxons bioindicadores de boa qualidade da água em ambas as campanhas, sendo a grande maioria táxons generalistas. Essa composição pode ser atribuída às

características da região. No entanto, os resultados se mostraram importantes por evidenciar as variações sazonais e principalmente espaciais da área de estudo. Além disso, o status atual das comunidades avaliadas são importantes uma vez que a comunidade bentônica pode ser afetada por diversos fatores abióticos, como o carreamento de solo e sedimento fino para o curso d'água, que dificulta a colonização do ambiente pelos organismos (PRITCHARD & HOGG, 2002). O aporte de xenobióticos também pode selecionar espécies que compõe a comunidade, sendo esses resultados importantes para entender a dinâmica local. Neste contexto, com base nos resultados obtidos em coletas distintas de campo, observa-se que a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, no geral, é formada por espécies plásticas e generalistas, adaptadas a ambientes alterados, condizentes com a paisagem e cursos d'água da região da área de estudo, em sua maior porção com forte influência e pressão antrópica.

9.3 MEIO SOCIOECONÔMICO

9.3.1 Introdução

Esta seção contém a pesquisa realizada para caracterização socioeconômica das Áreas de Estudo Local e Regional definidas para o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias. O diagnóstico é composto pela avaliação das dinâmicas socioespaciais, percepção da população local e a análise de dados obtidos neste estudo.

Após a análise das informações apresentadas neste diagnóstico será possível compreender o panorama das localidades afetadas pelo projeto, incluindo as fragilidades e potencialidades da região. A partir desse entendimento serão realizadas análises compatíveis com o contexto local, na busca pela minoração de possíveis impactos decorrentes do planejamento, implantação, operação e fechamento do empreendimento, além da definição das áreas de influência.

A estrutura deste estudo foi ajustada em consonância com as informações solicitadas pelo **"Termo de Referência Geral para Elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para Licenciamento Prévio – (Versão 1.1)"**, elaborado pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais.

As informações sobre o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias foram disponibilizadas pela Nexa. As demais informações apresentadas neste estudo foram obtidas por meio de pesquisa de dados primários e secundários, sistematizados e analisados pela equipe multidisciplinar da Trust Gestão e Sustentabilidade Ltda.

9.3.2 Metodologia

Este estudo está fundamentado no cruzamento entre dados primários coletados diretamente na área-alvo e dados secundários, obtidos por meio de pesquisa a fontes de dados oficiais

reconhecidas. Na sequência são apresentados os métodos utilizados para coleta dos dados que compõem este estudo.

9.3.2.1 Coleta de Dados Secundários | Referencial Teórico e Dados Oficiais

Os dados secundários obtidos para compor este estudo consistem em referencial teórico especializado, artigos acadêmicos, notícias relevantes e, principalmente, bases dados oficiais disponibilizadas por órgãos públicos. O método de coleta está fundamentado em pesquisa *online*, diretamente nos *sites* raiz da fonte do dado bruto. Em casos excepcionais, utiliza-se dados tratados por outras instituições ou estudos.

Os dados do censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE são fundamentais para as análises apresentadas neste estudo, sendo assim, foram utilizados dados do censo demográfico realizado pela instituição no ano de 2010. Cabe mencionar que até a data de consolidação deste diagnóstico, os resultados do censo demográfico de 2022 haviam sido disponibilizados apenas parcialmente. A página oficial do IBGE na *internet* informa que a previsão para divulgação dos resultados consolidados é entre 2022 e 2025. Nesse sentido, sempre que disponível foram utilizados os dados mais atualizados da base do IGBE para realização das análises.

A Figura 9-112 apresenta as principais bases utilizadas como referência para este estudo.

Figura 9-112: Principais bases utilizadas para coleta de dados secundários



9.3.2.2 Coleta de Dados Primários | Pesquisa de Percepção

Como forma de obter informações diretamente do território estudado é proposta a realização de uma Pesquisa de Percepção enquanto estratégia de coleta de dados primários. Além da coleta de dados junto à população e instituições atuantes nos municípios da área de estudo regional, a pesquisa de percepção também tem como objetivo dar visibilidade ao projeto e apresentá-lo à população local.

A pesquisa com a população segue metodologia para aleatorização de amostras, de modo a garantir que não haja enviesamento na coleta de respostas. Além disso, buscou-se mesclar perguntas de múltipla escolha com questões de texto livre, de modo a ampliar as possibilidades de respostas das pessoas entrevistadas. O detalhamento dos métodos aplicados será melhor apresentado adiante neste documento, nos resultados da Pesquisa de Percepção.

9.3.3 Resultados

9.3.3.1 Caracterização dos Municípios Inseridos na Área de Estudo Regional

9.3.3.1.1 Três Marias

9.3.3.1.1.1 Contextualização Histórica do Município

As primeiras ocupações da região do município de Três Marias estiveram relacionadas à habitação indígena no sertão brasileiro no período anterior à colonização. De acordo com os dados contidos no "Diagnóstico do Patrimônio Cultural da Área de Inventário Ribeirão do Boi e Ribeirão Extrema Grande" da Prefeitura Municipal de Três Marias (2009), acredita-se que o grupo indígena dos "coroados", relacionados ao ramo étnico dos Jês ou Tapuias, tenha convivido nesse território durante o século XV.

Com a atividade colonizadora no interior do país durante o século XVII, entretanto, a busca por metais preciosos em Minas Gerais indicou a ausência de riquezas minerárias na região próxima a Três Marias. Por esse motivo, essa região, denominada como Currais, se destacou pelo desenvolvimento de outros tipos de atividades, fora à exploração mineral e, também, por um menor fluxo monetário de modo geral.

Nas sesmarias correspondentes à atual Três Marias, era comum a prática da pecuária extensiva e da agricultura de subsistência, tendo em vista a limitação da qualidade da terra local. Nesse sentido, foi possível desenvolver a atividade comercial na localidade de Andrequicé (atualmente um distrito do município de Três Marias), que passou a atuar enquanto um importante entreposto local, marcado pela presença das boiadas.

Esse contexto indica a construção paulatina da cultura sertaneja, retratada de forma central em diversas produções literárias. Dentre essas, ressalta-se a obra de João Guimarães Rosa, "Grande Sertão Veredas", inspirada pelo cotidiano do distrito de Andrequicé. Foi neste local que o autor conheceu o tropeiro Manuel Nardi, que impulsionou o surgimento da personagem principal Manuelzão. A eminente relevância desta obra como registro da história e do patrimônio cultural e natural de Três Marias motivou o tombamento em esfera municipal da última Casa de Manuel Nardi (ou Museu do Manuelzão) e das Veredas que constavam no caminho realizado pelo autor em 1952.

Simultaneamente ao período de publicação da obra, o investimento massivo em infraestrutura, promovido pelo então Presidente Juscelino Kubitschek, incentivou a realização de importantes empreendimentos na região. Essas ações influenciaram de forma significativa nas dinâmicas socioeconômicas e culturais locais, direcionando a ocupação do território para a atual sede urbana do município.

Nesse contexto se destaca a construção da Usina Hidrelétrica de Três Marias, iniciada no ano de 1957 e finalizada no ano de 1961. De modo geral, visava-se regularizar a vazão do Rio São Francisco e possibilitar o aproveitamento da água para a geração de energia elétrica. As obras, de responsabilidade da Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, foram realizadas em um curto espaço de tempo com a intenção de obedecer ao cronograma estabelecido pelo mandato do presidente da época. Dessa forma, investiu-se na contratação em massa de cerca de 10.000 pessoas, que idealmente se estabeleceriam no acampamento da CEMIG e na Vila Satélite.

O significativo aumento populacional proporcionado pelo fluxo de pequenos comerciantes, operários e de pessoas de outras regiões, entretanto, implicou no crescimento desordenado da localidade. Esse povoamento também foi incentivado por um conjunto de fatores como a criação da Companhia Mineira de Metais (atual Nexa Recursos Minerais S.A.), da rodovia federal BR-040, da capital Brasília e pela sua posição geograficamente estratégica de modo geral.

Nesse sentido, deu-se o desenvolvimento da comunidade de Barreiro Grande que corresponderia futuramente à sede municipal. O Distrito de Barreiro Grande foi elevado à categoria de município, pela Lei Estadual nº 2764, de 30 de dezembro de 1962, com terras desmembradas do município de Corinto, sendo constituído de dois distritos: Barreiro Grande (Sede) e Andrequicé. Em 1975, com a realização de um abaixo assinado organizado pela população, foi realizada a mudança do nome de Barreiro Grande para Três Marias, que conforma o nome atual do município.

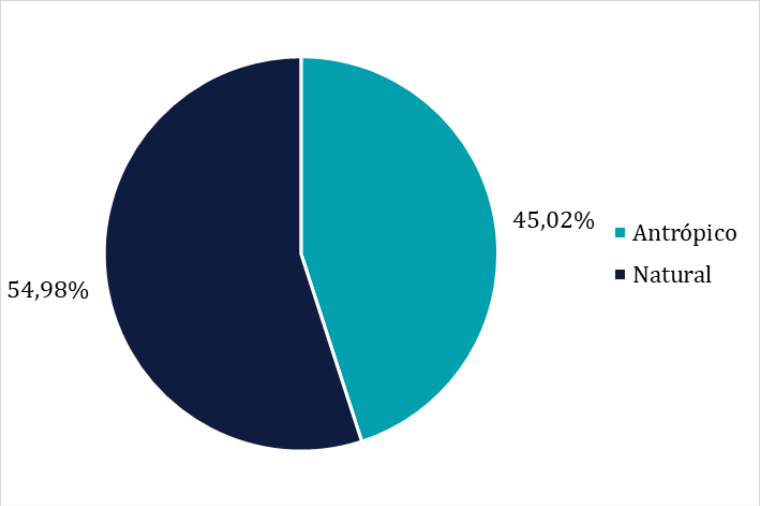
9.3.3.1.1.2 Uso e Ocupação do Solo

Três Marias possui uma extensão territorial de 2.678,253 km², se insere como um município integrante da região intermediária de Belo Horizonte, faz parte da região de influência do arranjo populacional de Belo Horizonte e está localizado a cerca de 270 quilômetros da capital mineira.

O Gráfico 9-252 apresenta a comparação entre áreas naturais e áreas de uso antrópico no território de Três Marias. Observa-se que 45,02% do território apresenta algum nível de

antropização e 54,98% mantêm características naturais. A ocorrência da formação morfológica de tabuleiros com coberturas lateríticas no município é um fator relevante que pode influenciar na proporção considerável de área da que mantém características naturais. Isso ocorre devido a seu aspecto desfavorável à ocupação humana e demais atividades antrópicas.

Gráfico 9-252: Áreas naturais x uso antrópico em Três Marias

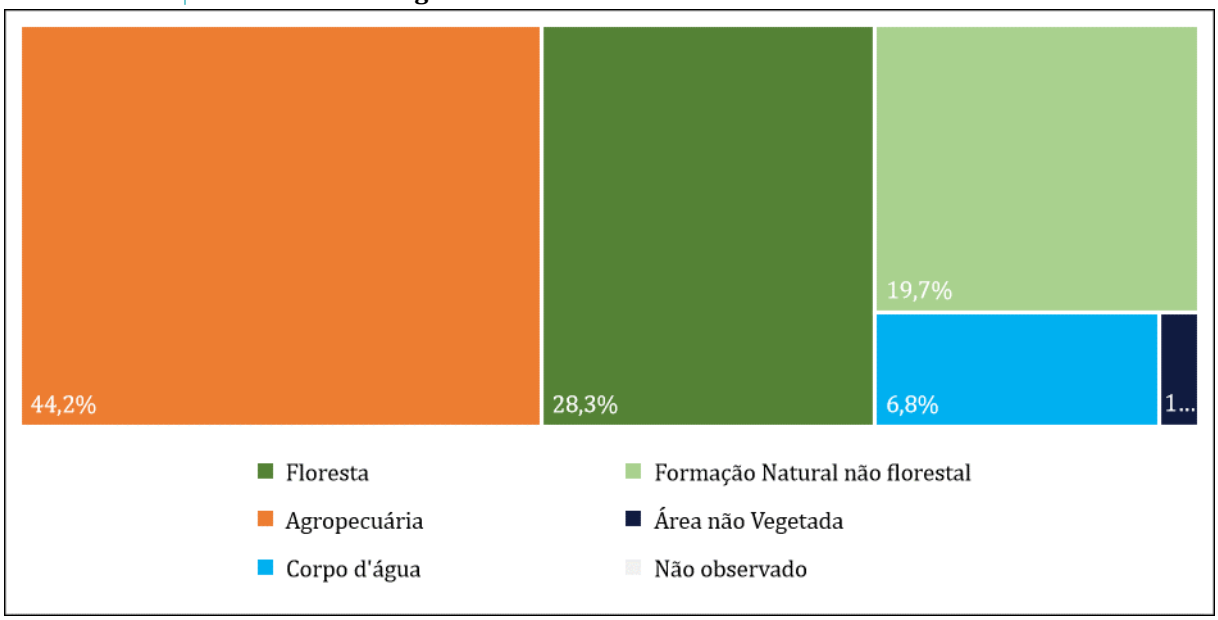


Fonte: Adaptado de MapBiomas, 2021.

O diagrama apresentado no Gráfico 9-253, demonstra que em 2021 as **áreas não vegetadas** correspondiam a 0,95% do território e contemplam áreas urbanizadas, áreas de mineração e outras tipologias. As áreas de **Floresta** (28,33%) e **Formação Natural não florestal** (19,58%) ocupam quase 1/2 da área do município e correspondem às áreas com baixo nível de antropização no território. A classe **Corpo d'água** corresponde a 6,83% da cobertura do solo e contempla rios (especialmente o rio São Francisco), lagos e aquicultura. No município destaca-se o uso **agropecuário** que corresponde a 44,21% da cobertura do solo municipal e, conforme levantamento do MapBiomas[8], dos 37.460 hectares destinados à pastagem mapeados, apenas 7% não apresentam degradação, 27% apresentam degradação moderada e, 67% apresentam degradação severa.

[8] Dados disponíveis para o ano de 2021 no MapBiomas.

Gráfico 9-253: Diagrama de áreas - Cobertura do solo em Três Marias



Fonte: Adaptado de MapBiomas, 2021.

A representação do uso e ocupação do solo em Três Marias é ilustrada na Figura 9-113. Nota-se o predomínio de áreas destinadas à agropecuária, seguido por áreas de floresta distribuídas por todo o território. Conforme metodologia do Mapbiomas, algumas áreas e estruturas da Nexa são classificadas com o tipo de uso do solo destinado à mineração, no entanto, se trata de uma área industrial, com atividades relacionadas à planta hidrometalúrgica de produção de zinco.

459000
479000
499000
519000
8004000
7984000
7964000
7944000

Rio São Francisco
Buritizeiro
Lassance
São Gonçalo do Abaeté
Três Marias
Morada Nova de Minas
Corinto
Felixlândia
MG-220
MG-415
BR-040

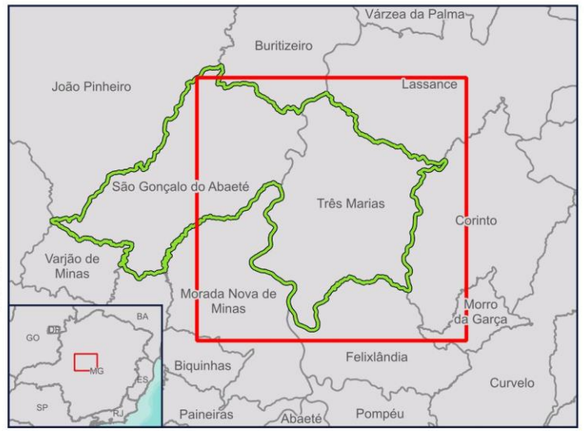
0 5 10 15 km

Legenda

- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Hidrografia
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID) do Meio Socioeconômico
- Área de Influência Indireta (AII) do Meio Socioeconômico

Classes de Uso e Ocupação do Solo:

- Floresta
- Agropecuária
- Formação Natural não Florestal
- Área não Vegetada
- Corpo D'água



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023), AID, AII, Curso d'água (Trust, 2023); Uso e Ocupação do Solo (Mapbiomas, 2021); Rodovias Estaduais, Rodovias Federais (DNIT, 2022); Hidrografia (IGAM, 2021); Limites Municipais, Limites Estaduais (IBGE, 2022).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-113: Mapa de Uso e Ocupação do Solo – Três Marias

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	02/09/2024	NXTM-DRS-EIA-UOSTM-A3-v01

9.3.3.1.1.3 Zoneamento Municipal

Em relação à esfera do planejamento urbano, Três Marias se destaca por possuir uma microrregião própria, denominada Microrregião Três Marias. Juntamente com as microrregiões de Curvelo e de Bom Despacho, essas unidades territoriais compõem a Mesorregião Central do Estado de Minas Gerais.

O Plano Diretor Participativo de Desenvolvimento Municipal de Três Marias teve suas diretrizes estabelecidas na Lei Municipal nº 1/2008. À época, foi previsto o arcabouço legal para ordenamento do território, incluindo as diretrizes para elaboração da lei de uso e ocupação do solo, lei de parcelamento do solo, código de obras e normas urbanísticas, código de posturas, legislação tributária municipal, legislação ambiental, lei de diretrizes orçamentárias dentre outros instrumentos de política urbana.

Com o objetivo de atender aos princípios básicos definidos no Plano Diretor Participativo de Desenvolvimento Municipal de Três Marias, foram estabelecidas as seguintes diretrizes:

- *I – Diretrizes de Desenvolvimento Econômico;*
- *II – Diretrizes Ambientais Integradas para o Território Municipal;*
- *III – Diretrizes para a Estrutura Urbana e do Território Municipal;*
- *IV – Diretrizes para o Sistema Viário, Trânsito e Transportes;*
- *V – Diretrizes para Regularização Fundiária;*
- *VI – Diretrizes de Saneamento e Meio Ambiente;*
- *VII – Diretrizes Integradas de Políticas Sociais;*
- *VIII – Diretrizes para a Estrutura Administrativa da Prefeitura.*

As diretrizes de desenvolvimento municipal determinadas no plano diretor serviram de aporte para a elaboração da Lei Municipal nº 2.331/2012, que estabeleceu o Uso e Ocupação do Solo de Três Marias.

De acordo com informações disponibilizadas pela Secretaria de Meio Ambiente, Desenvolvimento, Cultura e Esporte de Três Marias, apesar de a Lei Municipal de Uso e Ocupação do Solo já estar em vigor desde o momento de sua publicação, o mapa de zoneamento atualizado não se encontra disponível no momento de elaboração deste documento (outubro de 2023). Esse fato é motivado pela revisão em curso do Plano Diretor Municipal de Três Marias que se encontra em processo de aprovação na Câmara Municipal. Dessa forma, foram apontadas as zonas elencadas para o território, bem como as Áreas de Diretrizes Especiais associadas ao município.

Especificamente sobre o zoneamento, os parâmetros de ocupação de cada zona foram definidos de acordo com as estratégias de desenvolvimento de cada localidade. Para isso, foram considerados aspectos como configuração territorial, geomorfologia, disponibilidade de infraestrutura, meio ambiente, políticas públicas, economia, cultura, entre outros.

Desse modo o território municipal organiza-se em diferentes zonas de uso e ocupação do solo, listadas a seguir:

- *I – Zona Urbana da cidade de Três Marias: ZUR1, ZUR2, ZUR3, ZUR4, ZUR5, ZUR6, ZUR7, ZUR8, ZUR9, ZC1, ZC2, ZAE1, ZAE2, ZEP1, ZEP2, ZEP3, ZEP4, ZEP5, ZEP6, ZEP7, ZEP8, ZPP, ZEU;*
- *II – Zona Urbana do distrito de Andrequicé: ZUR, ZEP1, ZEP2, ZEEU, ZEU1, ZEU2, ZPP;*
- *III – Zona Urbana Especial da Orla do Lago de Três Marias: ZUR LAGO;*
- *IV – Zona de Ocupação Especial Rural/Urbana: ZUR1, ZEP1, ZPP, ZEU;*
- *V – Zona de Expansão Urbana: ZEU1, ZEU2, ZEU3, ZEU4, ZEU5, ZEU SOCIAL, ZUR 2, ZUR 8;*
- *VI – Zona Rural: ZRPP, ZRDS;*
- *VII – Áreas de Diretrizes Especiais: ADE Mineração, EDE Mananciais, ADE Bacias Hidrográficas, ADE Histórico/Paisagístico, ADE APA, ADE Central, ADE Lago Três Marias, ADE CODEVASP, ADE Aeroporto, ADE Aeronáutica, ADE Loteamentos, ADE Aldeia do Dourado.*

No contexto dos instrumentos previstos no Plano Diretor e determinados na Lei de Uso e Ocupação do Solo é instituída a Área de Diretrizes Especiais - ADE de Atividade de Mineração que consiste nas áreas ocupadas por empreendimentos minerários no território municipal, que estejam em atividade, em processo de implantação ou com autorização já concedida. Nesta ADE, são consideradas:

- *a legislação ambiental em vigor, principalmente com relação às áreas de preservação permanente e aos impactos sobre o meio ambiente natural e antrópico;*
- *a legislação ambiental em vigor com relação à recuperação das áreas mineradas após o esgotamento das jazidas;*
- *exigência de apresentação de um plano geral de mineração, para que se possa avaliar o impacto e o comprometimento do território municipal pela atividade, e se definir medidas de proteção e o empreendedor deverá apresentar obrigatoriamente o plano de trabalho.*
- *a obrigatoriedade dessas Áreas, após a recuperação prevista no item b, serem caracterizadas como Zona de Preservação Permanente e/ou serem destinadas à localização de atividades de lazer, recreação e práticas esportivas, quando estiverem localizadas na Zona Urbana e*

como Zona Rural de Preservação Permanente quando estiverem localizadas na Zona Rural devendo, neste caso, seu projeto de recuperação favorecer a integração com os conjuntos representativos do patrimônio natural do município e/ou Zona Rural de Desenvolvimento Sustentável conforme § 2º do artigo 14, respeitando a legislação pertinente.

A ADE Mananciais tem como objetivo proteger os mananciais da bacia e aumentar a fiscalização da qualidade das águas captadas para o sistema de abastecimento público por parte de órgãos municipais competentes e CODEMA em consonância com a da Lei Estadual nº. 10.793/1992 e o Plano Diretor Participativo de Três Marias.

A ADE Bacias Hidrográficas consiste na gestão ambiental integrada da Bacia do São Francisco por meio da elaboração de um zoneamento ambiental em acordo com os municípios integrantes da bacia com a finalidade de definir condicionantes para as atividades como:

"exploração econômicas, as atividades voltadas ao turismo ecológico, o turismo rural, sobre o parcelamento do solo para fins urbanos, bem como definições sobre as negociações necessárias com municípios limítrofes que abrigam parte do território de algumas dessas bacias e sub-bacias além de levantamentos e inventários sobre as áreas de Veredas, o patrimônio histórico e paisagístico considerando as diretrizes apontadas pelo Plano Diretor Participativo de Desenvolvimento Municipal de Três Marias."

As definições da ADE Histórico/Paisagístico têm como objetivo criar zonas de interesse histórico, arquitetônico e paisagístico. Isso envolve a identificação, documentação e aplicação de medidas legais, bem como o desenvolvimento de projetos para recuperar e preservar nosso patrimônio.

"áreas e edificações representando conjuntos urbanos, conjuntos paisagísticos e monumentos de interesse histórico, a serem definidas por levantamentos cadastrais e por inventários, em todo o território municipal, complementando trabalhos já realizados com este objetivo e dando continuidade a trabalhos em andamento, tendo em vista sua aprovação pelo Conselho do Patrimônio Histórico. Estas áreas, após definidas, deverão ser delimitadas com o objetivo da adoção de instrumentos legais e elaboração de projetos necessários à recuperação e preservação do patrimônio ali existente, no prazo de 12 (doze) meses contados da data de publicação desta Lei."

As definições da ADE APA visam estabelecer zoneamento de proteção principalmente das veredas e áreas de entorno, além de áreas remanescente do cerrado e em processo de regeneração:

"conforme a legislação ambiental vigente no âmbito federal e estadual, a Lei Municipal nº. 1924/2005 que dispõe sobre a política ambiental do Município de Três Marias e o Decreto nº. 1.346/2005 que a regulamenta, bem como o Decreto Municipal nº. 1.403 de 05/06/2006 que declara como áreas de preservação permanente as Veredas."

Nas definições da ADE Central, as áreas do perímetro urbano caracterizadas como Zona Comercial deverão ser objeto de melhoria na infraestrutura em geral por meio de ações como:

"elaboração e implantação de projeto de requalificação, revitalização e valorização de seu espaço relativamente a equipamentos de uso público, pontos de parada e abrigos de ônibus, tratamento de passeios, arborização, plano geral de circulação de pedestres e veículos, sinalização de trânsito e sinalização informativa mobiliário urbano, de forma integrada às ações de preservação, valorização e restauração do patrimônio histórico ali localizado e ao projeto de saneamento ambiental e tratamento paisagístico das áreas marginais do Córrego Barreiro Grande, devendo atender às disposições constantes do Código de Obras e do Código de Posturas e as deliberações do Conselho do Patrimônio Histórico, do COMDESP e do CODEMA"

No que tange a ADE Lago Três Marias além do interesse de preservação ambiental há também um interesse de potencialização da atividade turística relacionada ao lago na faixa de 500m (quinhentos metros) medidos a partir da APP (Código Florestal e Lei Estadual nº. 14.309/02 e regulamento), ao longo da do Lago, que não podem ser ocupadas ou parceladas.

"As áreas localizadas na orla do Lago de Três Marias compreendendo as áreas representadas por uma faixa de 500m (quinhentos metros) medidos a partir da APP (Código Florestal e Lei Estadual nº. 14.309/02 e regulamento), ao longo da orla do Lago, não ocupadas e não parceladas, podendo ser consideradas como áreas de preservação e de interesse turístico, constantes do Mapa Macrozoneamento Ambiental Integrado, anexo a esta Lei. Essas áreas deverão ser objeto de estudos e inventários necessários à definição de maiores e menores restrições à ocupação e uso do solo, não podendo receber nenhum tipo de intervenção no prazo de 24 (vinte e quatro) meses contados da data de publicação desta Lei, período em que deverão ser realizados os estudos, inventários e projetos que forem julgados necessários para a preservação das condições ambientais da orla e do Lago de Três Marias, devendo todo esse processo ser discutido no âmbito do COMDESP e do CODEMA, ouvido ainda o Conselho do Patrimônio Histórico, no interesse coletivo."

A ADE CODEVASP diz respeito aos terrenos de propriedade da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Paraíba.

"área que não poderá ter alteração de uso e nem ser parcelada, por estar nas margens do rio São Francisco. Se a CODEVASF se retirar, a área será caracterizada como ZPP – Zona de Preservação Permanente."

A ADE Aeroporto se trata da área do aeroporto é reservada exclusivamente para fins relacionados ao terminal aeroportuário. Caso o terminal seja desativado, não é permitido dividir essa área em lotes menores, devendo ser destinada a instalações públicas de caráter social e espaços de utilização coletiva.

A ADE Aeronáutica são áreas adjacentes à rodovia BR 040 que abrigam um conjunto residencial com características semelhantes às de um condomínio fechado, destinado aos funcionários da

Aeronáutica, devem manter os atuais padrões de divisão de terrenos, ocupação e utilização do solo.

ADE Loteamentos delimita a área dos loteamentos Comercial Três Marias e Jardim dos Pescadores.

> *"áreas pertencentes aos loteamentos Comercial Três Marias e Jardim dos Pescadores, caracterizados como ZUR 1, implantados em parte, projetados em trechos de terrenos inundáveis e área de vereda, apresentando 80% (oitenta por cento) de lotes vagos e ausência de infraestrutura de esgotos sanitários, pavimentação e drenagem pluvial, devendo ser objeto de cadastro imobiliário e cadastro fundiário detalhados, tendo em vista negociações entre o Poder Público, proprietários e empreendedores, com o objetivo de elaboração de novo projeto de parcelamento do solo liberando áreas de preservação permanente no prazo máximo de 12 (doze) meses contados da publicação desta Lei, ficando suspensa, neste período, qualquer tipo de intervenção nesta área.*

A ADE Aldeia dos Dourados visa fiscalizar e regularizar a situação dos imóveis implantados no território.

> *"Área de Diretrizes Especiais Aldeia dos Dourados – ADE Aldeia dos Dourados: loteamento próximo às margens do Rio São Francisco, distanciado cerca de 05 km (cinco quilômetros) do tecido urbano da cidade, desprovido de infraestrutura, lotes de 360m2 (trezentos e sessenta metros quadrados) sendo que 80% (oitenta por cento) estão vagos, caracterizado como ZUR 1, das edificações existentes apenas 14 (quatorze) são ocupadas por população residente e as demais utilizadas em finais de semana e feriados por população flutuante. O loteamento deverá ser objeto de cadastro imobiliário e fundiário para conhecer os lotes implantados na APP do Rio São Francisco, bem como o número de lotes vendidos e lotes ainda de propriedade do empreendedor, tendo em vista negociações para adequação do projeto liberando as áreas de preservação permanente, no prazo de 12 (doze) meses contados da publicação desta Lei, ficando suspensas, neste período, qualquer tipo de intervenção nesta área."*

Diante do exposto e considerando a íntegra do projeto de minuta de lei do Plano Diretor Participativo de Três Marias e o Zoneamento Municipal determinado na Lei de Uso nota-se o interesse do município em fomentar a diversificação econômica local baseada em atividades ligadas ao desenvolvimento sustentável, turístico e cultural do município.

Vale ressaltar que, e no contexto do Zoneamento Municipal, a ADA do Projeto de Disposição à Seco está inserida próxima à área da ADE Aldeia do Dourado.

Aponta-se que foram previstas estratégias de restrição do uso do solo, compensação e recuperação ambiental que indicam a intenção por parte do município em controlar a expansão dessas atividades no território.

O Macrozoneamento Ambiental Integrado de Três Marias (Figura 9-114) é um instrumento de ordenação territorial municipal gerado a partir do cruzamento da compartimentação geomorfológica com as restrições ao Uso e Ocupação do Solo. Esse documento serve de aporte para o gerenciamento do território a partir da concepção do Sistema de Gestão Ambiental Territorial (SISGAT).

As quatro Macrozonas associadas ao município de Três Marias são:

- *Macrozona de Preservação Ambiental (MZP); A MZP representa, principalmente, o conjunto de veredas existente na região nordeste do território municipal, as vertentes íngremes devido à alta declividade que potencializam os processos erosivos que podem interferir no sistema lacustre de Três Marias e a faixa de 500m da represa de Três Marias, exceto da zona urbana e tem como finalidade determinar restrições e até mesmo proibições para atividade de modo a preservar a qualidade da água e recursos naturais.*

- *Macrozona de Conservação Ambiental (MZC); A MZC representa as áreas entre o Compartimento Vertentes Íngremes e as margens da represa e do rio São Francisco para a elaboração de planos de gestão que explorem o potencial turístico das áreas e tem como finalidade apresentar um uso mais regulado no sentido conservacionista.*

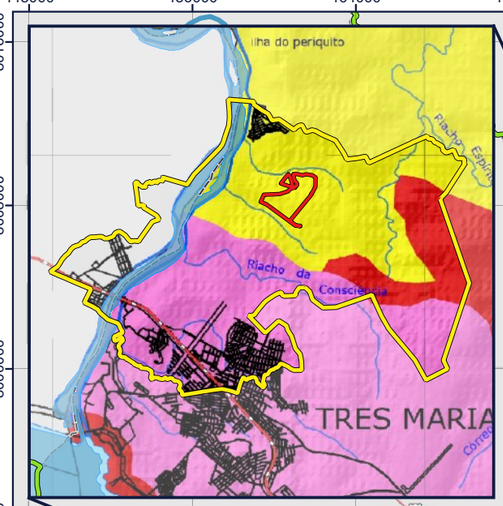
- *Macrozona de Uso Diversificado (MZDU); A MZDU representa o maior percentual de área do município e se relaciona a restrições menores onde será aplicada a legislação ambiental de modo a não prejudicar o desenvolvimento econômico municipal na zona urbana e na zona rural, além de não prejudicar o desenvolvimento econômico, visa também o controle e monitoramento das atividades para racionalizar o uso do solo.*

- *Macrozona de Expansão Urbana (MZEU); Representa a área urbana do município e seu entorno e tem como finalidade acompanhar as Lei de Uso e Ocupação do Solo, Leis de Parcelamento do Solo e diretrizes de saneamento básico do município de Três Marias.*

No contexto do Macrozoneamento Ambiental Integrado de Três Marias, a ADA do Projeto de Disposição à Seco está inserida na Macrozona de Conservação Ambiental, ou seja, áreas de potencial interesse turístico que podem apresentar um uso mais conservador.

448000 456000 464000 472000 480000 488000 496000 504000 512000 520000 528000

8016000 8008000 8000000 7992000 7984000 7976000 7968000 7960000 7952000 7944000 7936000



Buritizeiro

Rio São Francisco

Lassance

Beira-Rio

Três Marias

São Gonçalo do Abaeté

Andrequicé

Três Marias

Corinto

Morada Nova de Minas

Morada Nova de Minas

Felixândia

0 5 10 15 km

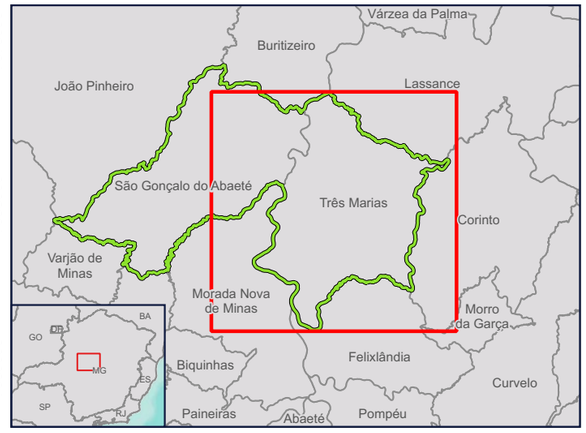
Legenda

- Localidades
- Estradas Pincipais
- Malha Urbana
- Hidrografia
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID) do Meio Socioeconômico
- Área de Influência Indireta (AII) do Meio Socioeconômico

Macrozoneamentos:

- Macrozona de Preservação Ambiental - MZPA
- Macrozona de Conservação Ambiental - MZCA
- Macrozona de Uso Diversificado - MZUD
- Macrozona de Expansão Urbana - MZEU

* Mapa principal adaptado do macrozoneamento ambiental integrado disponibilizado pela prefeitura de Três Marias, baseado nas Emendas nº 022/2008 e nº 004/2008 ao Projeto de Lei Complementar nº 01/2008.



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023); AID, AII, Curso d'Água (Trust, 2023); Macrozoneamento (Prefeitura de Três Marias, 2008); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

JAGUAR MINING INC. | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-114: Macrozoneamento Ambiental Integrado de Três Marias

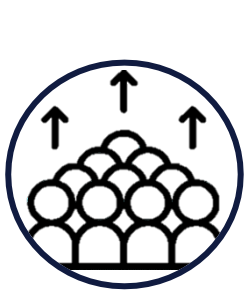
ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	30/08/2024	NXTM-DRS-EIA-ZonTM-A3-v00

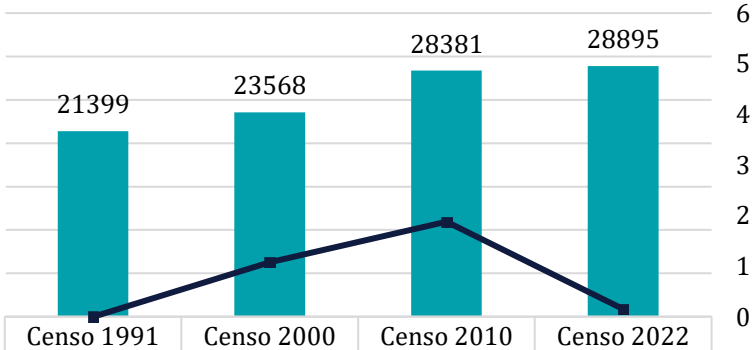
9.3.3.1.1.4 *Perfil Demográfico e Socioeconômico*

A população existente no município de Três Marias em 2022 era de 28.895 pessoas, de acordo com os dados disponibilizados pelo IBGE. Em 2010, o censo do município indicou a existência de 28.318 habitantes e uma densidade demográfica de 10,57 hab/km². Desse modo, observa-se um baixo incremento populacional de aproximadamente 1,81% na última década (IBGE, 2022).

O Gráfico 9-254 apresenta a população e a taxa de crescimento populacional absoluto por período da série histórica compreendida entre 1991 e 2022, conforme dados disponibilizados pelo IBGE. Entre 2010 e 2022, a taxa de crescimento populacional[9] em Três Marias foi 0,14986, enquanto a taxa nacional correspondia a 1,0214. Desse modo, o município apresentou um crescimento em ritmo mais lento em relação ao Brasil.

Gráfico 9-254: Variação populacional em Três Marias - 1991 a 2022





	Censo 1991	Censo 2000	Censo 2010	Censo 2022
População	21399	23568	28381	28895
Taxa de crescimento Populacional	0	1,07850	1,87567	0,14968

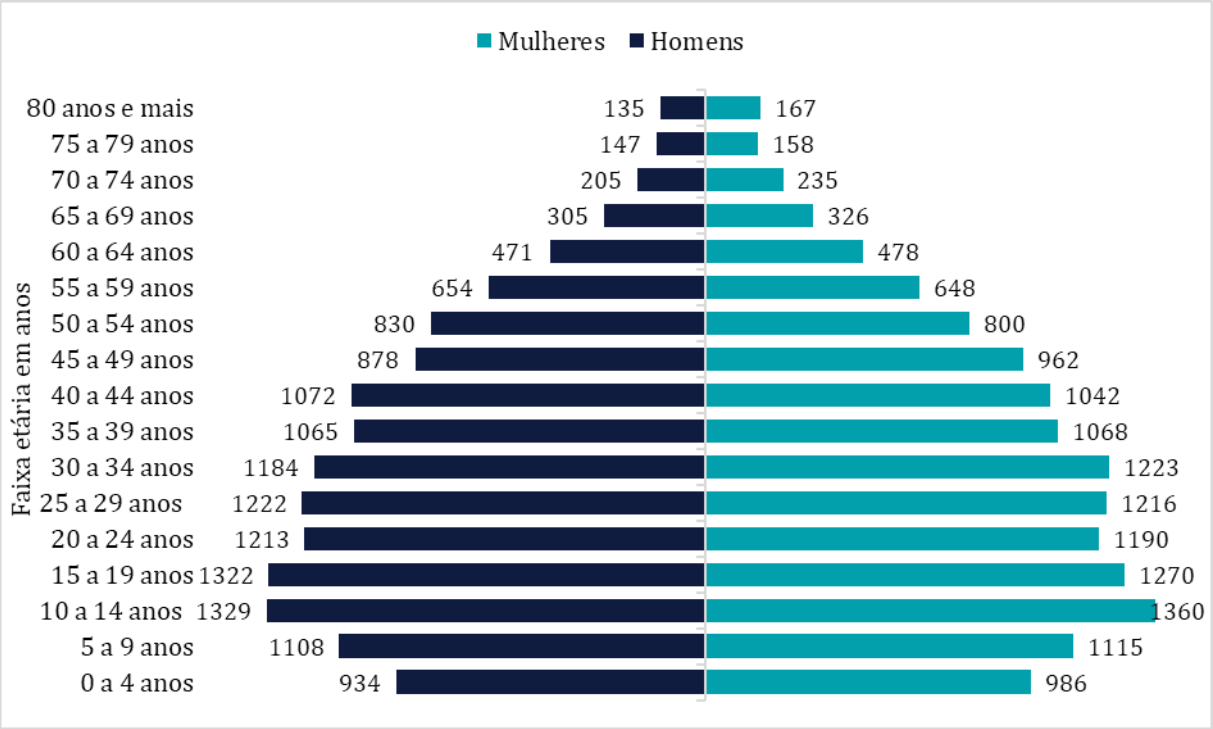
População — Taxa de crescimento Populacional

Fonte: Adaptado de Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil e IBGE, 2022.

No censo de 2010, a população de Três Marias era composta por 49,3% de mulheres e 49,7% de homens. Representada no Gráfico 9-255, a pirâmide etária do ano de 2010 aponta que, à época, a maior parte da população do município era composta por adultos entre 18 e 59 anos, sendo que a faixa etária entre 14 e 19 anos apresenta a maior concentração de pessoas.

[9] Taxa média geométrica de crescimento anual da população, calculada com base em metodologia adotada pelo IBGE.

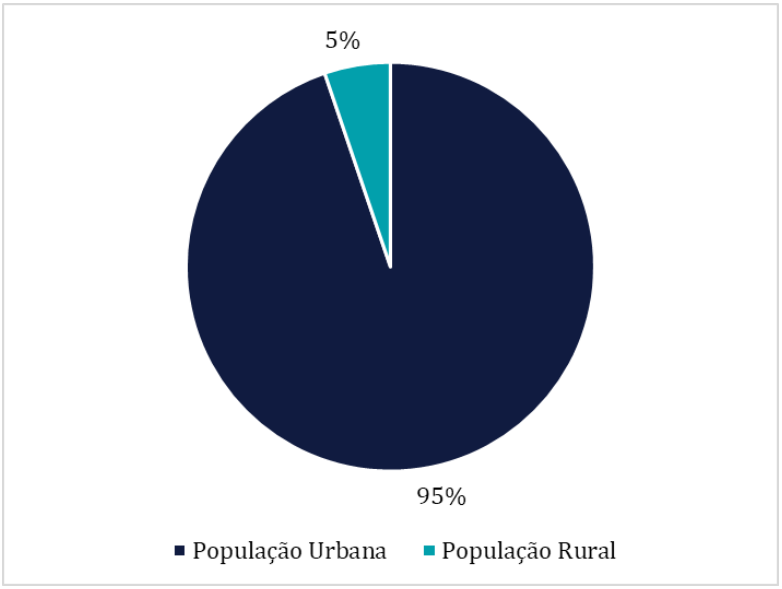
Gráfico 9-255: Pirâmide Etária de Três Marias - Censo 2010



Fonte: Adaptado de IBGE, 2010.

Conforme observado no Gráfico 9-256, em 2010 95% da população residia na zona urbana e apenas 5% dos habitantes residia na zona rural do município. Nesse sentido, estima-se que a maior parte da população tenha a possibilidade de acesso a serviços públicos de infraestrutura, característicos do meio urbano.

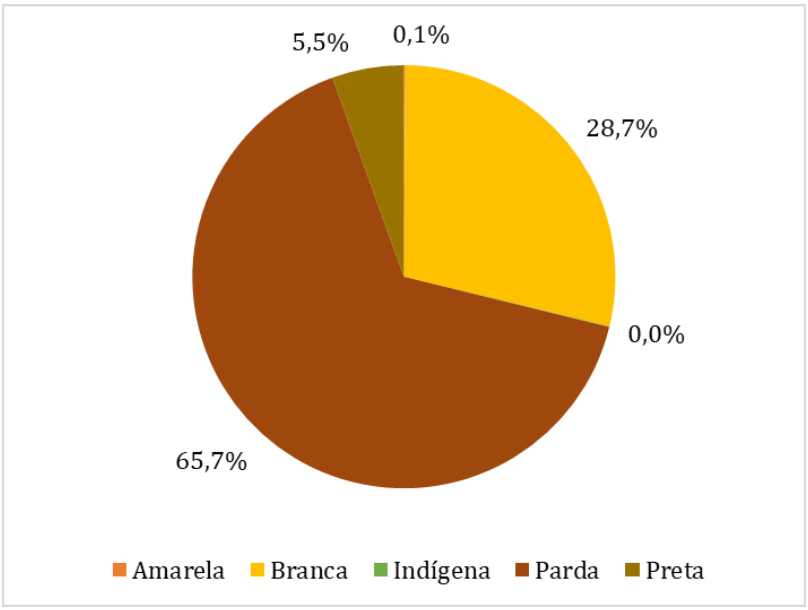
Gráfico 9-256: População Urbana x População Rural em Três Marias - Censo 2010



Fonte: Adaptado de IBGE, 2010.

De acordo com as definições do censo de 2010, o Gráfico 9-257 apresenta a estratificação por cor ou raça da população residente em domicílios particulares em Três Marias. Observa-se que a maior parte da população (65,7%) se autodeclarou como parda, seguido por brancos (28,7%), pretos (5,5%) e amarelos (0,1%).

Gráfico 9-257: Cor ou raça da população de Três Marias

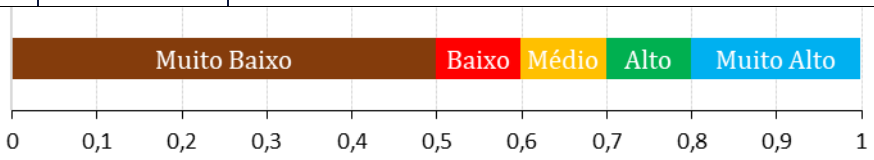


Fonte: Adaptado de IBGE, 2010.

A Tabela 9-167 apresenta os índices de desenvolvimento humano e índice de GINI para Três Marias. Observa-se que o índice de GINI, calculado em 0,52, se aproxima de uma maior igualdade na distribuição da renda no município, se comparado ao índice do Brasil (0,60). O Índice de Desenvolvimento Humano – IDHM de Três Marias é 0,752 e é considerado como **alto** (0,700)**.** Os três índices que compõe o IDHM são: IDHM Renda igual a 0,706, considerado como **médio**, IDHM Longevidade igual a 0,866, classificado como **muito alto,** e IDHM Educação, classificado como **médio** e mensurado em 0,695 pontos.

Ambos os índices - GINI e IDHM - servem como referência para uma comparação com outros municípios, estado e país acerca da qualidade de vida no município. Contudo, há que se observar que os critérios adotados para mensuração desses índices não são suficientes para informar sobre as carências de infraestrutura local, demandas da população ou outras questões relacionadas a vulnerabilidades sociais no município.

Tabela 9-167: Principais índices de desenvolvimento humano – Três Marias

	Índice de GINI **0,52**  **0,60**	O Índice de Gini varia de zero a um, o valor zero representa a situação de igualdade (todos possuem a mesma renda), já o valor um é o oposto (uma só pessoa possui toda a riqueza).
Faixas do IDHM 		
	IDHM **0,752**  **0,727**	O Índice de Desenvolvimento Humano do Município – IDHM é calculado a partir da média geométrica das três dimensões do IDHM (renda, longevidade e educação). O índice apurado em Três Marias se refere aos dados do Censo de 2010 e é classificado como **alto**.
	IDHM Renda **0,706**  **0,739**	O IDHM Renda é classificado como **médio.** O critério usado é a renda municipal per capita. Para tanto a renda de todos os residentes é somada e divide-se o resultado pelo número de pessoas que moram no município.
	IDHM Longevidade **0,866**  **0,816**	IDHM Longevidade é classificado como **muito alto**. Esse indicador considera a esperança de vida ao nascer, sintetizando as condições de saúde e salubridade locais, além da taxa do número de mortes nas faixas etárias mais precoces.
	IDHM Educação **0,695**  **0,637**	IDHM Educação é classificado como **médio.** O índice é formado pela taxa de alfabetização de pessoas acima dos 15 anos de idade (com peso dois) e a taxa bruta de frequência à escola (com peso um).

Fonte: Adaptado de Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2021.

9.3.3.1.1.5 Sistema Viário e Infraestrutura Local e Regional

O acesso viário ao município de Três Marias pode ser realizado por três vias principais: *(i)* por meio da rodovia federal BR-040, que interliga o município a São Gonçalo do Abaeté a noroeste e a Felixlândia, a sul; *(ii)* pela rodovia estadual MG-220, que conecta o município a Corinto, a leste, e; *(iii*) pela rodovia estadual MG-415, que liga a cidade a Morada Nova de Minas, a sudoeste.

A conexão entre Três Marias e a capital mineira, Belo Horizonte, se dá pela rodovia federal BR-040, em direção a noroeste.

Além das rodovias de ligação regional, o município conta com estradas vicinais utilizadas como acessos às comunidades rurais. Dentre elas é importante mencionar a Estrada da Consciência como um importante eixo de conexão entre a sede do município e as localidades rurais e que tem um trecho próximo à área do empreendimento da Nexa.

Algumas regiões do município são acessadas por meio de transporte aquático de balsas. O rio São Francisco também é utilizado para navegação de pequenas embarcações; meio de transporte adotado principalmente para atividades de pesca e recreação. Estas embarcações eventualmente são utilizadas para acesso a ilhas e municípios vizinhos, especialmente São Gonçalo do Abaeté.

A Figura 9-115 apresenta o mapa do sistema viário e infraestrutura regional de Três Marias.

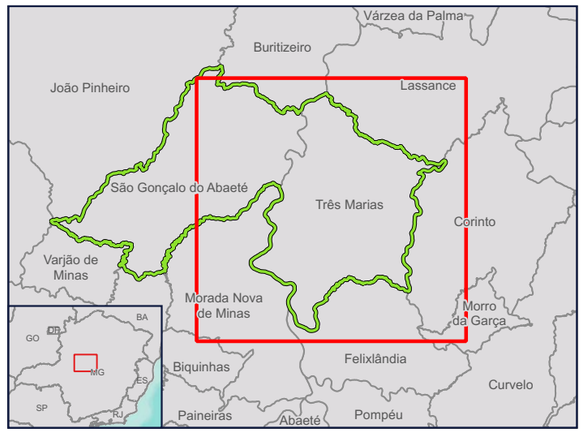
459000
479000
499000
519000
8004000
7984000
7964000
7944000

Sambaíba de Minas
Buritizeiro
Lassance
Rio São Francisco
Pirapora 2 - Três Marias C1
Três Marias - Várzea da Palma C1
Canoeiros
São Gonçalo do Abaeté
Beira-Rio
DTCEA-TRM
São Gortado 2 - Três Marias
UHE - CEMIG
Três Marias
Andrequicé
MG-220
BR-040
Três Marias
Corinto
Sete Lagoas 4 - Três Marias C1
MG-415
Morada Nova de Minas
Felixlândia
Morada Nova de Minas
São Geraldo do Salto

0 5 10 15 km

Legenda

- Localidades
- Centrais Geradoras Hidrelétricas
- Usinas Termelétricas
- Usina Hidrelétrica
- Linhas de Transmssão
- Ferrovias
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Rio São Francisco
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID) do Meio Socioeconômico
- Área de Influência Indireta (AII) do Meio Socioeconômico



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023), AID, AII, Usina Hidrelétrica, Curso d'água (Trust, 2023); Centrais Geradoras Hidrelétricas, Usinas Termelétricas, Linhas de Transmissão (ANEEL, 2023); Rodovias Estaduais, Rodovias Federais (DNIT, 2022); Ferrovias (ANTT, 2019) Rio São Francisco (IGAM, 2021); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-115: Sistema viário e infraestrutura local e regional de Três Marias

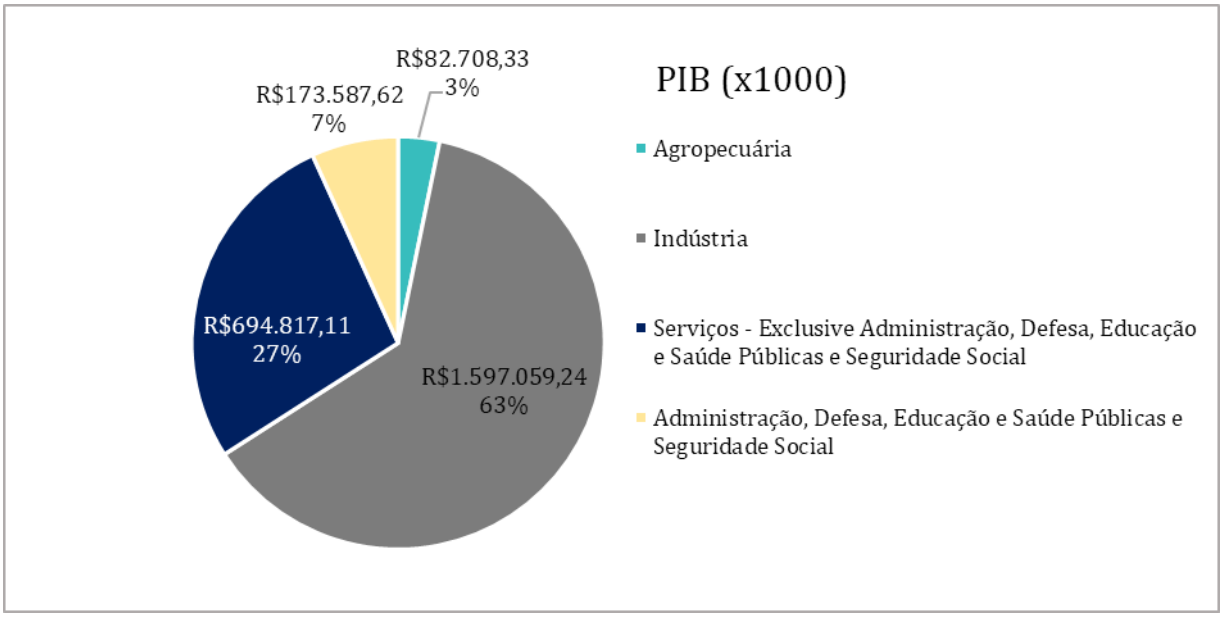
ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	30/08/2024	NXTM-DRS-RCA-SistViaTM-A3-v00

9.3.3.1.1.6 Estrutura Produtiva e de Serviços

De acordo com dados disponibilizados pelo IBGE, o PIB a preços correntes no munícipio era, em 2020, equivalente a 2.954.764,23 (x 1000) reais.

Como observado no Gráfico 9-258, o PIB era composto majoritariamente pela contribuição do setor de **Indústria** com a participação de 63%, seguido do setor de **Serviços** com 27%, **Administração, Defesa, Educação, Saúde Pública, e Seguridade Social** com 7% e por fim **Agropecuária** com 3% do produto interno bruto do município.

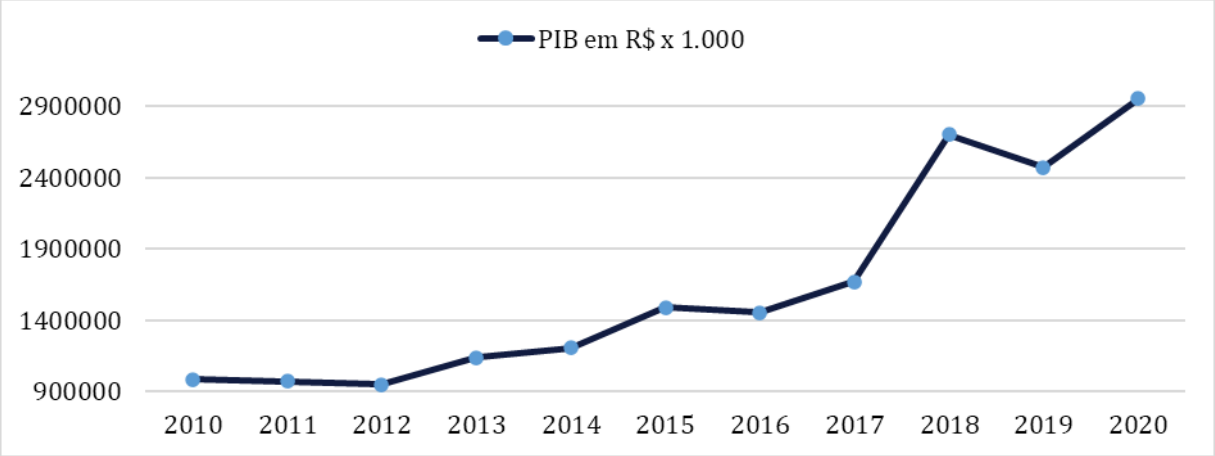
Gráfico 9-258: Composição do Produto Interno Bruto – Três Marias



Fonte: IBGE, 2020.

O Gráfico 9-259 apresenta o PIB a preços correntes em Três Marias, na série histórica entre 2010 e 2020. Nesse período, observou-se uma sutil variação positiva no PIB entre 2010 e 2011, com uma oscilação negativa registrada entre 2011 e 2012 e retomada de crescimento entre 2012 e 2015 e registro de uma variação negativa entre 2015 e 2016, um aumento expressivo entre 2016 e 2018, queda entre 2018 e 2019 voltando a apresentar variação positiva entre 2019 e 2020.

Gráfico 9-259: Produto Interno Bruto a preços correntes em Três Marias



Fonte: Adaptado de IBGE, 2020.

Segundo o Cadastro Central de Empresas – CEMPRE[10], em 2020 Três Marias possuía 816 empresas e outras organizações registradas, responsáveis pela ocupação de 7.228 pessoas.

Além da Nexa Recursos Minerais S.A., citam-se as empresas do setor industrial presentes no município: Gerdau Aços, Selm Indústria e Comércio, Cecal Indústria e Comércio Ltda., Parex Indústria Mecânica, Durafer Ferragens Vigas e Colunas, Soluções em Automação e Infraestrutura Elétrica, Tvt Mix Concreto e Premoldados. Embora não sejam as únicas indústrias do município, estas são as principais empresas do setor de relevância para a dinâmica municipal.

A sede do município concentra a maior parte dos estabelecimentos voltados à prestação de serviços, sobretudo na região central da cidade, representando 27% do PIB.

A agropecuária representa 3% do PIB de Três Marias, o que é pouco relevante se comparado aos 63% de participação do setor de indústria. O setor agropecuário destaca-se no município quando observados aspectos como o uso e ocupação do solo (cerca de metade do território é destinado à agropecuária), volume da produção, geração de emprego e infraestrutura implantada para este setor.

A Tabela 9-168 apresenta a produção pecuária de Três Marias, contendo o efetivo dos rebanhos no município em 2010 e 2020. Nesse período, observa-se variação negativa na maioria dos rebanhos. Apenas os rebanhos equino e suíno apresentaram diferença positiva.

Além disso, efetivos rebanho de codorna (150 cabeças) e aquacultura (320.000 kg) também foram registrados em 2020. Destaca-se o aumento relevante no efetivo rebanho de suíno com elevação de 1581% se comparado a 2010.

[10] Cadastro Central de Empresas – CEMPRE, produzido e disponibilizado pelo IBGE.

Tabela 9-168: Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho em Três Marias

Ano	Bovino	Codorna	Equino	Suíno	Caprino	Ovino	Galinácea o	Aquacultura (kg)
2020	28.338	150	1.071	2.270	43	50	16.000	320.000
2010	33.000	-	740	135	170	80	27.430	-
Var.	-14%	-	+45%	+1581%	-75%	-37%	-42%	-

Fonte: Adaptado de IBGE, 2020.

A Tabela 9-169 apresenta a área em hectares destinada à produção agrícola em Três Marias, no período entre 1991 e 2021. Observa-se a diminuição das áreas de lavouras temporárias entre 1991 e 2000 com aumento expressivo entre 2000 e 2010 e queda entre 2010 e 2021. As áreas destinadas a lavouras permanentes demonstraram um aumento entre os anos de 1991 e 2000, sofreram uma queda expressiva entre 2000 e 2010 e um aumento sutil entre 2010 e 2021.

Tabela 9-169: Área plantada destinada à produção agrícola em Três Marias

Ano	1991	2000	2010	2021
Lavouras Temporárias (ha)	2.652	1.552	3.401	2.823
Lavouras Permanentes (ha)	59	114	6	24

Fonte: Adaptado de IBGE, 2021.

9.3.3.1.1.7 População Economicamente Ativa, Taxa de Desemprego Municipal e Índices de Desemprego

Segundo o IBGE, o salário médio mensal dos trabalhadores em 2021 era de 2,2 salários-mínimos. Em Três Marias, a proporção de pessoas ocupadas em relação à população era de 22,1%. Em comparação aos municípios de Minas Gerais, Três Marias ocupa a 87ª melhor condição salarial do estado e a 1264ª posição se comparado aos demais municípios do país. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população de Três Marias se destaca pela 142ª posição do estado de Minas Gerais e em 1121ª em comparação a todos os 5570 municípios brasileiros de acordo com os dados de 2020.

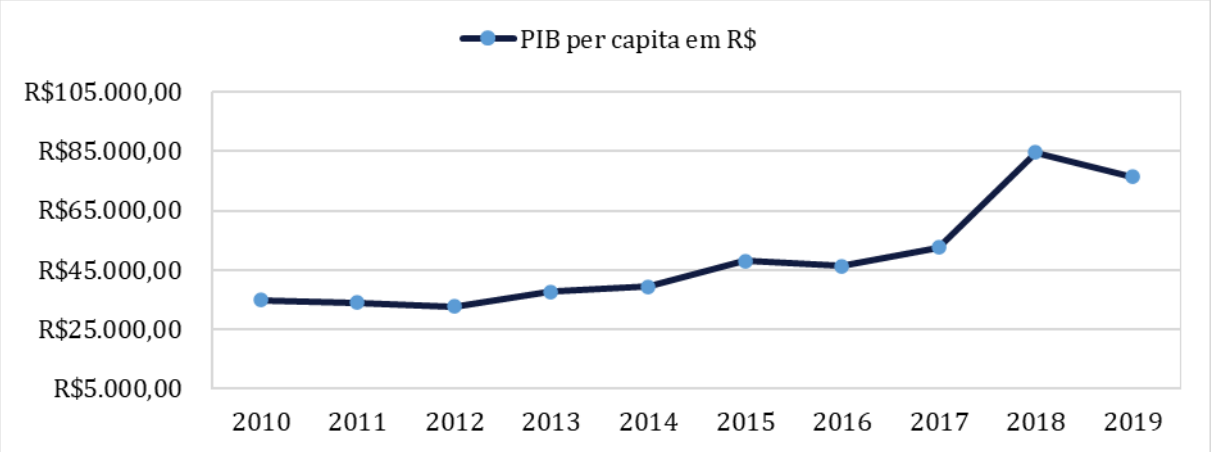
De acordo com dados fornecidos pela Nexa, em fevereiro de 2023, o corpo de funcionários diretos da empresa era equivalente a 903 pessoas, sendo 713 ativos, 24 estagiários, 29 aprendizes, 27 afastados e 115 aposentados por invalidez. A empresa registrou ainda, no mesmo período, o total de 385 empregados terceiros permanentes. Isso demonstra a relevância da empresa no setor empregabilístico do município e região.

O PIB per capita em Três Marias em 2019 era de R$90.315,57 (IBGE, 2019), o 14ª maior do estado e a 134ª posição comparado aos demais municípios do Brasil. Além disso, destaca-se também o

valor do rendimento mensal domiciliar per capita nominal de R$471,75 correspondente a menos de ½ salário-mínimo.

O Gráfico 9-260 apresenta a evolução do Produto Interno Bruto per capita de Três Marias, na série histórica compreendida entre os anos de 2010 e 2019. A partir do gráfico, é possível notar a ocorrência de variações menos significativas nos valores do PIB nos primeiros anos de análise, constituída por uma tendência geral de crescimento. Em específico, destaca-se o pico de crescimento obtido em 2018, 60,5% maior em relação ao ano anterior. Apesar de serem necessárias investigações específicas sobre a temática para a compreensão mais aprofundada deste período, esse expressivo aumento também é observado no tópico *9.3.3.1.1.8 Arrecadação Anual do Município* no ano de 2018. Em 2019, apesar do decaimento de 9,6%, o valor do PIB apresentava um aumento de R$ 41.662,12 ou 120% em relação a 2010.

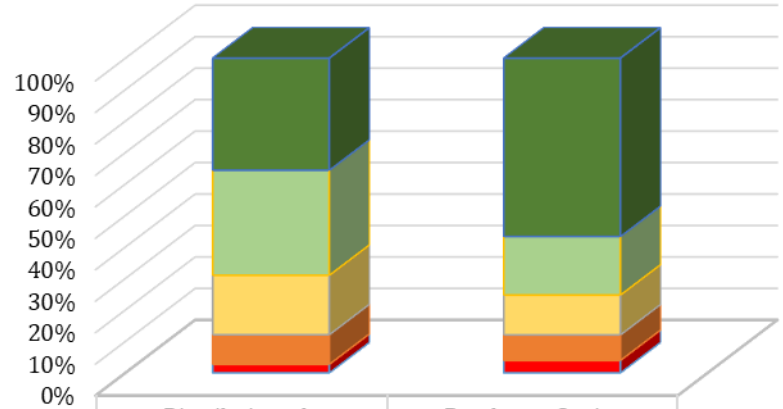
Gráfico 9-260: Série histórica do PIB per capita de Três Marias - 2010 a 2019



Fonte: IBGE, 2019.

O Gráfico 9-261 apresenta a distribuição da renda per capita para a população de Três Marias em 2010, considerando a divisão em cinco faixas de renda. O quinto mais rico de Três Marias era composto por 51,60% da população e a renda média per capita dessa faixa era R$ 1.824,94. O quinto mais pobre recebia R$ 127,09 e contemplava 3,94% da população. Além dos dados apresentados no gráfico, a renda per capita média era de R$ 645,33 e a renda per capita do décimo mais rico da população era R$ 2.730,59.

Gráfico 9-261: Distribuição da Renda Per Capita em Três Marias em 2010



	Distribuição da população	Renda per Capita
Renda per capita do quinto mais rico	51,60%	R$1.824,94
Renda per Capita do 4° quinto mais pobre	48,40%	R$598,89
Renda per Capita do 3° quinto mais pobre	27,36%	R$407,89
Renda per Capita do 2° quinto mais pobre	13,66%	R$261,35
Renda per Capita do 1° quinto mais pobre	3,94%	R$127,09

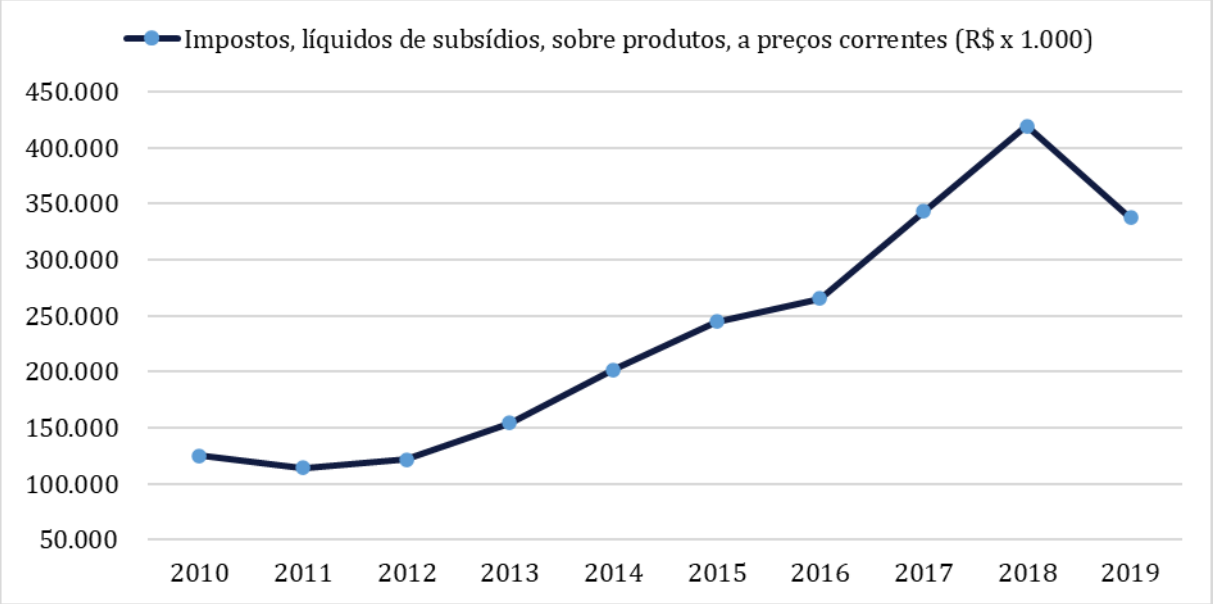
Fonte: Adaptado de IBGE, 2010.

9.3.3.1.1.8 Arrecadação Anual do Município

De acordo com o IBGE, a arrecadação de impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos, a preços correntes para o município de Três Marias era equivalente a R$ 406.591,94 (x1000) no ano de 2019.

O Gráfico 9-262 apresenta a série histórica desse dado no período entre 2010 e 2019 obtidos por meio da plataforma *online* IBGE Cidades. De modo geral, é perceptível a tendência de crescimento do valor de arrecadação entre os anos de 2011 e 2018, acrescido cerca de 268% em relação a 2011. Apenas no último ano de análise foi notável uma queda de 16,5% no valor de arrecadação de impostos no município de Três Marias, totalizado em R$ 337.562,00 ao final de 2019.

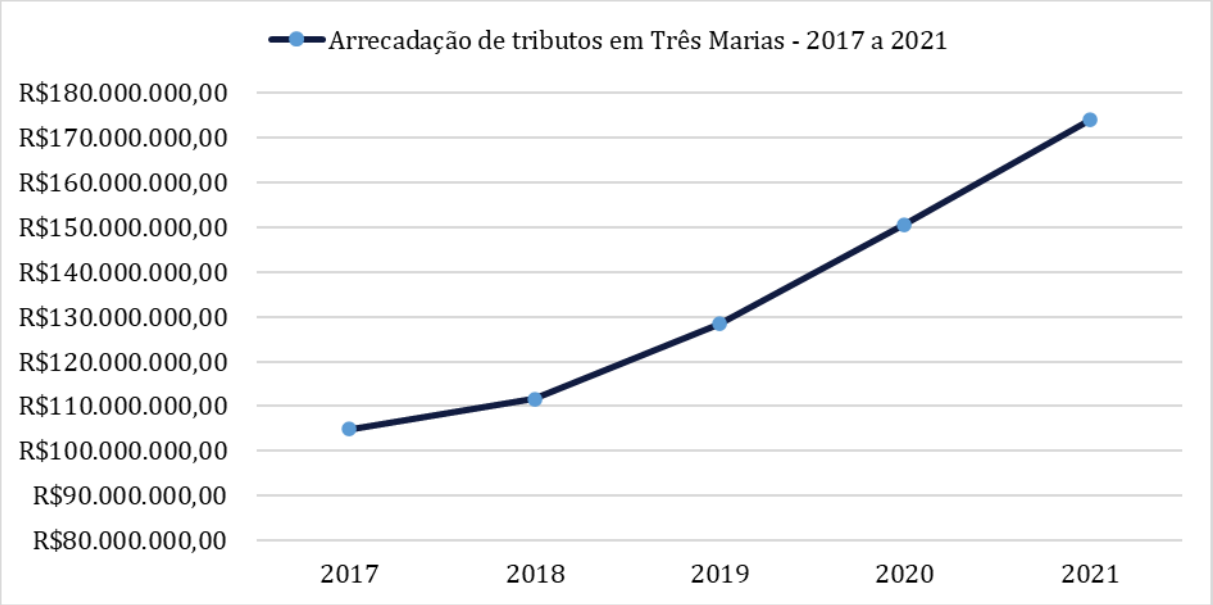
Gráfico 9-262: Arrecadação de impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos, a preços correntes em Três Marias entre 2010 e 2019



Fonte: IBGE, 2019.

De acordo com dados obtidos no portal da transparência da Prefeitura Municipal de Três Marias, a arrecadação de tributos municipais apresentada demonstrou um significativo crescimento entre os anos de 2017 e 2021. De modo geral, a variação positiva foi de 65,7%, chegando ao total de R$ 173.929.865,67.

Gráfico 9-263: Arrecadação de tributos municipais em Três Marias



Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de Três Marias, 2022.

Em relação à arrecadação de impostos municipais referentes as atividades da Nexa destacam-se o recolhimento do Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISS) e do Imposto sobre

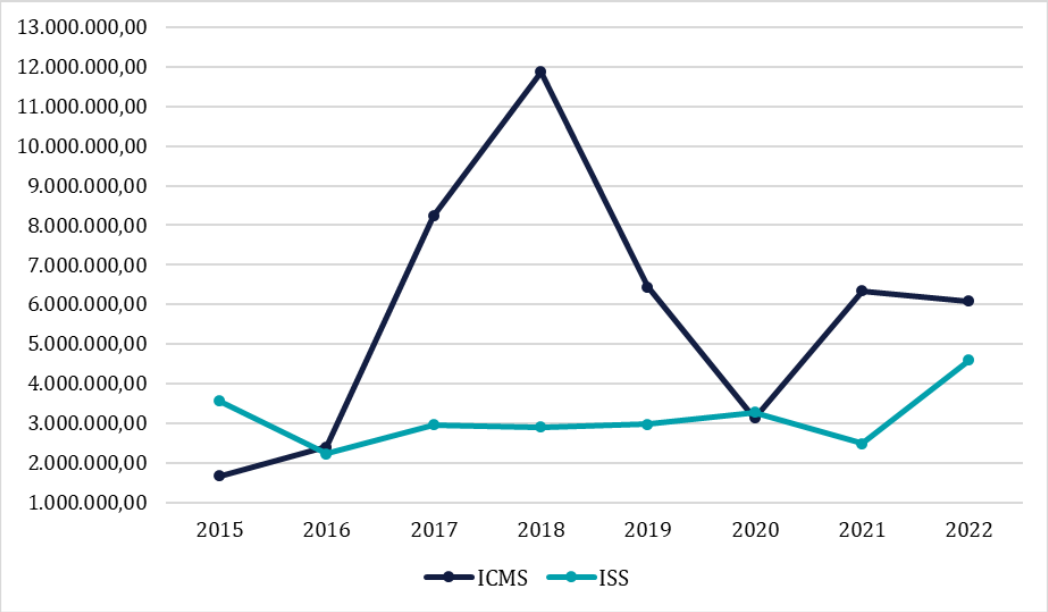
Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). O ISS, de competência municipal, incide sobre a prestação de serviços, enquanto o ICMS, tributo estadual com impacto nos municípios, recai sobre a circulação de mercadorias e serviços.

Em Três Marias, a arrecadação tributária sobre a Nexa é principalmente derivada do ICMS. Entre 2016 e 2018 a arrecadação de ICMS demonstrou o maior aumento do período apresentado atingindo o valor de R$ 11.871.819,57, posteriormente foi registrada uma queda na arrecadação desse imposto chegando a R$ 3.133.874,56 em 2020 e retomando o aumento nos anos subsequentes.

Quanto ao ISS arrecadado sobre as atividades da Nexa é possível inferir que se manteve relativamente constante no período apresentado demonstrando apenas variações menos relevantes se comparada a arrecadação de ICMS. O pico de arrecadação de ISS relativo a Nexa nesse sentido foi registrado em 2022 e equivale a R$ 4.594.690,81.

Desse modo, é possível destacar que a arrecadação de impostos relativos as atividades da Nexa no município de Três Marias representam um montante relevante no contexto tributário municipal chegando a representar cerca de 10% da receita tributária do município em 2018.

Gráfico 9-264: Tributação paga pela Nexa em Três Marias



Fonte: Adaptado de Nexa, 2024.

9.3.3.1.1.9 Patrimônio Cultural e Natural

Em Três Marias, a unidade pública responsável pela gestão do Patrimônio Cultural e Natural do município é a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, Esporte, Turismo e Cultura da Prefeitura Municipal. De modo geral, essa é a principal instituição encarregada pela promoção de atividades voltadas para o incentivo, preservação e defesa do patrimônio histórico, artístico, cultural e natural do município. Destaca-se ainda a participação de Três Marias no Programa ICMS

Patrimônio Cultural, por meio do qual é possível angariar recursos para o fortalecimento deste setor.

Para o desenvolvimento deste trabalho foi consultada, de modo *online*, a lista de bens protegidos do Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico - IEPHA, ação 2022, e a Lista de Bens Tombados do Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN. A fim de obter mais informações, foram utilizadas como referência o Cadastro Nacional de Capoeira e as Listas de Folias, Fazedores de Viola e Violeiros cadastrados pelo IPHAN.

Uma outra importante fonte de informações foi o Inventário de Proteção do Patrimônio Artístico e Cultural - IPAC, desenvolvido pela gestão municipal de Três Marias. Neste documento constam os bens inventariados do município, caracterizados a partir do seu contexto histórico, de fotos e de demais informações relevantes que, em conjunto aos mapas disponibilizados pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, Esporte, Turismo e Cultura, possibilitaram o levantamento dos pontos em questão

A Tabela 9-170 contém a quantidade de bens materiais do Patrimônio Cultural de Três Marias, estratificada por categoria, tipo e esfera de proteção sistematizada a partir das informações obtidas.

Tabela 9-170: Quantidade de Bens identificados em Três Marias

Categoria	Total bens	Proteção			Esfera		
		Inventário	Tombamento	Registro	Municipal	Estadual	Federal
Bens imóveis (BI)	**91**	90	2	0	92	0	0
Bens móveis ou integrados (BM)	**27**	27	1	0	28	0	0
Conjunto Urbano e Paisagístico (CJU)	**0**	0	0	0	0	0	0
Registro Imaterial (RI)	**1**	1	0	0	1	0	0
Registro Imaterial (RI*CEL)	**6**	3	3	0	3	2	1
Registro Imaterial (RI*FOR)	**0**	0	0	0	0	0	0
Registro Imaterial (RI*SAB)	**10**	10	0	0	10	0	0
Acervo (ARQ)	**4**	4	0	0	4	0	0
Sítio Arqueológico (SA)	**0**	0	0	0	0	0	0
Sítio Natural (SN)	**25**	25	0	0	25	0	0
TOTAL DE BENS	**164**	**160**	**6**	**0**	**163**	**2**	**1**

Sobre estes dados, é importante ressaltar que o número total de bens (164) não corresponde à soma total dos bens inventariados, tombados e registrados (166) ou à somatória dos bens inscritos em cada esfera de acautelamento (166). Essa divergência ocorre uma vez que dois dos

164 bens levantados possuem mais de um tipo de proteção e/ou são protegidos em mais de uma esfera simultaneamente, sendo assim, contados a mais em dois tópicos.

A Figura 9-116 apresenta o mapa com a espacialização dos bens culturais mapeados, incluindo a distância entre eles e a Área Diretamente Afetada do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

A Tabela 9-171 apresenta a lista do Patrimônio Cultural e Natural de Três Marias consolidadas por meio destas diferentes fontes de pesquisa e organizadas de acordo com a sua natureza e atributos. Além da listagem, foi feita também uma análise geral sobre estes bens culturais do município.

459000 479000 499000 519000

8004000 7984000 7964000 7944000

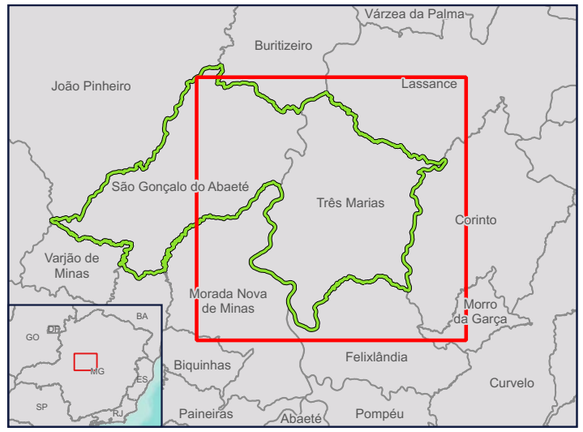
Sambaíba de Minas
Buritizeiro
São Gonçalo do Abaeté
Rio São Francisco
Lassance
Beira-Rio
Três Marias
Andrequicé
Corinto
Felixlândia
Morada Nova de Minas
São Geraldo do Salto
BR-040
MG-220
MG-415

1
2
3

0 5 10 15 km

Legenda

- Localidades
- Bens Culturais Materiais
- Bens Culturais Imateriais
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Rio São Francisco
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID) do Meio Socioeconômico
- Área de Influência Indireta (AII) do Meio Socioeconômico



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023), AID, AII, Bens Culturais, Curso d'água (Trust, 2023); Rodovias Estaduais, Rodovias Federais (DNIT, 2022); Rio São Francisco (IGAM, 2021) Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-116: Mapa de Patrimônio Cultural e Natural - Três Marias

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	30/08/2024	NXTM-DRS-RCA-BensCultTM-A3-v00

Tabela 9-171: Bens acautelados em Três Marias

ID	Denominação do bem	Endereço do bem cultural material ou local de ocorrência do bem cultural imaterial	Categoria	Nível de proteção			Tipo de proteção	Ano	Natureza do bem	Coordenadas (SIRGAS 2000|23S)	
				F	E	M				Latitude	Longitude
1	Alternador de energia elétrica da Fazenda das Pedras	Zona rural - Rio São Francisco, Espírito Santo e Guará	BM			●	INV	2011	Material	-18,0026	-45,1092
2	Antiga Capela da Fazenda Jaguatirica	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	BI			●	INV	2010	Material	-18,3460	-45,2235
3	Antiga residência da Família Mangaba	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	BI			●	INV	2010	Material	-18,4742	-45,1878
4	Antiga sede da Fazenda da Onça	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	BI			●	INV	2010	Material	-18,4418	-45,0670
5	Antigo Alojamento do D.N.E.R	R. Evandro Pimenta, 2 - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2083	-45,2419
6	Antigo Bar da Tia Quita	Sede - Três Marias, Rua Rio Grande do Norte, 141 Centro	BI			●	INV	2006	Material	-18,2046	-45,2266
7	Antigo Clube Social Barreiro Grande	Sede - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	S/R	S/R
8	Arquivo da Escola Estadual Carlos Alexandre de Oliveira	Av. João Alexandre, Andrequicé - Três Marias	ARQ			●	INV	2004	Material	-18,2783	-44,9828
9	Arquivo do Cartório de Paz e Notas de Três Marias	Rua Presidente Jhon Kennedy, 112 - Três Marias	ARQ			●	INV	2006	Material	-18,2055	-45,2271
10	Arquivo eclesiástico da Paróquia N. Sra. Mãe da Igreja	R. Pernambuco, 205 - Três Marias	ARQ			●	INV	2006	Material	-18,2054	-45,2257
11	Arquivo Escolar – Instituto Educacional Barreiro Grande – Rede Pitágoras	R. Pres. John Kennedy, 10, Centro - Três Marias	ARQ			●	INV	2006	Material	-18,2040	-45,2305

ID	Denominação do bem	Endereço do bem cultural material ou local de ocorrência do bem cultural imaterial	Categoria	Nível de proteção			Tipo de proteção	Ano	Natureza do bem	Coordenadas (SIRGAS 2000|23S)	
				F	E	M				Latitude	Longitude
12	Bar e Pensão São Jorge	Rua Matozinhos, 141, Centro - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2047	-45,2272
13	Biblioteca comunitária José Lopes Ferrão Castelo Branco	Rua Carlos Chagas, 45 - Três Marias	BI			●	INV		Material	-18,2051	-45,2284
14	Cachoeira do Guará/Três Marias	Distrito - Andrequicé	SN			●	INV	2004	Material	-18,1067	-45,0291
15	Cachoeira do Riachão/Três Marias	Distrito - Andrequicé	SN			●	INV	2004	Material	-18,1437	-44,9913
16	Capacete de Obra/Equipamento de proteção individual	Estrada para UHE Cemig, s/n, Vila Satélite - Três Marias	BM			●	INV	2006	Material	-18,2073	-45,2479
17	Capela da Tolda	Zona rural, Três Marias	BI			●	INV	2011	Material	-18,1325	-45,1052
18	Capela de Nossa Senhora Aparecida (povoado da silga)	Povoado da Silga - Três Marias	BI			●	INV	2007	Material	-17,9779	-45,1597
19	Capela de Nossa Senhora da Conceição e São Geraldo	Povoados - Forquilha dos Cabral, Pedras e Silga	BI			●	INV	2007	Material	-18,5113	-45,1024
20	Capela de Nossa Senhora do Perpétuo Socorro	Região do Rio São Francisco - Três Marias	BI			●	INV	2007	Material	S/R	S/R
21	Capela Nossa Senhora Aparecida – Vila da Mineira	Av. N. Química, 18 - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,1972	-45,2444
22	Capela Nossa Senhora das Mercês / Imóvel	Rua Carijós, s/n, Praça Guimarães Rosa, Andrequicé - Três Marias	BI			●	TMB	2012	Material	-18,2757	-44,9832
23	Capela São Pio X	Estrada para UHE Cemig, s/n, Vila Satélite - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2073	-45,2479

ID	Denominação do bem	Endereço do bem cultural material ou local de ocorrência do bem cultural imaterial	Categoria	Nível de proteção			Tipo de proteção	Ano	Natureza do bem	Coordenadas (SIRGAS 2000|23S)	
				F	E	M				Latitude	Longitude
24	Cartório de Andrequicé (Cartório de Registro Civil e Notas)	Distrito - Andrequicé	BI			●	INV	2004	Material	-18,2782	-44,9830
25	Casa da Dona Fia	Distrito - Andrequicé	BI			●	INV	2004	Material	-18,2765	-44,9835
26	Casa do João Alexandre	Distrito - Andrequicé	BI			●	INV	2004	Material	-18,2752	-44,9827
27	Casa do Manuelzão	Av. João Alexandre, Andrequicé - Três Marias	BI			●	TMB	2004	Material	-18,2762	-44,9833
28	Casa Dona Lila	Distrito - Andrequicé	BI			●	INV	2004	Material	-18,2787	-44,9813
29	Cascata das Virgens/Três Marias	Rua dos Lírios, 111 - Três Marias	SN			●	INV	2006	Material	-18,2417	-45,2216
30	Cemitério	Av. João Alexandre, Andrequicé - Três Marias	BI			●	INV	2004	Material	-18,2792	-44,9825
31	Cemitério da Cemig	Antigo Acampamento da CEMIG - Sede - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2155	-45,2467
32	Cestaria em embaúba, taquara, buriti ou bambu	Zona rural - Rio São Francisco, Espírito Santo e Guará	RI*SAB			●	INV	2011	Imaterial	S/R	S/R
33	Conjunto de Ruínas do Acampamento da Cemig/Três Marias	Sede - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2133	-45,2503
34	Córrego Barreiro Grande/Três Marias	Sede - Três Marias	SN			●	INV	2006	Material	-18,1939	-45,2346
35	Córrego Buritizinho/Três Marias	Sede - Três Marias	SN			●	INV	2006	Material	-18,2176	-45,2456
36	Córrego Seco/três marias	Sede - Três Marias	SN			●	INV	2006	Material	-18,2092	-45,2377

ID	Denominação do bem	Endereço do bem cultural material ou local de ocorrência do bem cultural imaterial	Categoria	Nível de proteção			Tipo de proteção	Ano	Natureza do bem	Coordenadas (SIRGAS 2000|23S)	
				F	E	M				Latitude	Longitude
37	Engenho ou Almanjarra	Zona rural - Rio São Francisco, Espírito Santo e Guará	BI			●	INV	2011	Material	S/R	S/R
38	Equipamento Industrial / Máquina de Costura	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	BM			●	INV	2010	Material	S/R	S/R
39	Escola Municipal Olavo Bilac	Comunidade Das Pedras, Zona Rural. 39205-000 - Três Marias	BI			●	INV	2007	Material	-18,0072	-45,1146
40	Fazenda das Pedras	Região do Rio São Francisco - Três Marias	BI			●	INV	2007	Material	-18,0046	-45,1114
41	Fazenda Jaguatirica	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	BI			●	INV	2010	Material	-18,3533	-45,2198
42	Festa de Noivado	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	RI*CEL			●	INV	2010	Imaterial	S/R	S/R
43	Festa de São Geraldo e Nossa Senhora da Imaculada Conceição.		RI*CEL			●	INV		Imaterial	S/R	S/R
44	Folias de Minas		RI*CEL		●		TMB	-	Imaterial	S/R	S/R
45	Grupo Contadores de Estórias Manuelzão		RI*SAB			●	INV		Imaterial	S/R	S/R
46	Grupo de Bordadeiras de Andrequicé		RI*SAB			●	INV		Imaterial	-18,2764	-44,9832
47	Igreja Matriz Nossa Senhora Mãe da Igreja	R. Pernambuco, 205 - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2054	-45,2257

ID	Denominação do bem	Endereço do bem cultural material ou local de ocorrência do bem cultural imaterial	Categoria	Nível de proteção			Tipo de proteção	Ano	Natureza do bem	Coordenadas (SIRGAS 2000|23S)	
				F	E	M				Latitude	Longitude
48	Imagem de Nossa Senhora da Abadia	Capela do Tolda, Zona rural - Três Marias	BM			●	INV	2011	Material	-18,1325	-45,1052
49	Imagem de Nossa Senhora das Dores	Estrada para UHE Cemig, s/n, Vila Satélite - Três Marias	BM			●	INV	2006	Material	-18,2073	-45,2479
50	Imagem de Nossa Senhora das Mercês / Móveis	Rua Carijós, s/n, Praça Guimarães Rosa, Andrequicé - Três Marias	BM			●	INV	2004	Material	-18,2757	-44,9832
51	Imagem de Nosso Senhor dos Passos	Estrada para UHE Cemig, s/n, Vila Satélite - Três Marias	BM			●	INV	2006	Material	-18,2073	-45,2479
52	Imagem de São Geraldo	Capela do Tolda, Zona rural - Três Marias	BM			●	INV	2011	Material	-18,1325	-45,1052
53	Imagem de São Geraldo / Bem móvel	Povoados - Forquilha dos Cabral, Pedras e Silga	BM			●	INV	2007	Material	S/R	S/R
54	Imagem de São Pio X	Estrada para UHE Cemig, s/n, Vila Satélite - Três Marias	BM			●	INV	2006	Material	-18,2073	-45,2479
55	Imagem de São Sebastião / Móveis	Rua Carijós, s/n, Praça Guimarães Rosa, Andrequicé - Três Marias	BM			●	INV	2004	Material	-18,2757	-44,9832
56	Imagem do Cristo Morto	Estrada para UHE Cemig, s/n, Vila Satélite - Três Marias	BM			●	INV	2006	Material	-18,2073	-45,2479
57	Imagem: Divino Espírito Santo / Móveis	Rua Carijós, s/n, Praça Guimarães Rosa, Andrequicé - Três Marias	BM			●	INV	2004	Material	-18,2757	-44,9832
58	Lago da Represa de Três Marias/Três Marias	Sede - Três Marias	SN			●	INV	2006	Material	-18,2242	-45,2590
59	Lajeado Ribeirão das Pedras	Zona rural - Rio São Francisco, Espírito Santo e Guará	SN			●	INV	2011	Material	-18,0508	-45,1107

ID	Denominação do bem	Endereço do bem cultural material ou local de ocorrência do bem cultural imaterial	Categoria	Nível de proteção			Tipo de proteção	Ano	Natureza do bem	Coordenadas (SIRGAS 2000|23S)	
				F	E	M				Latitude	Longitude
60	Lendas sobre o nome de Três Marias		RI*SAB			●	INV		Imaterial	S/R	S/R
61	Loja de costuras e loja Rose Cosméticos	Rua Marechal Deodoro da Fonseca, 48 - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2064	-45,2273
62	Mesa (Faz. Carapiá)	Zona rural - Rio São Francisco, Espírito Santo e Guará	BM			●	INV	2011	Material	-18,1516	-45,1704
63	Mesa de Centro	Capela Nossa Senhora da Mercês	BM			●	TMB	2008	Material	-18,2757	-44,9832
64	Mesa de Centro / Mobiliário da Casa de Visitas		BM			●	INV	2006	Material	-18,2235	-45,2510
65	Mesa de encostar / Móveis	Rua Carijós, s/n, Praça Guimarães Rosa, Andrequicé - Três Marias	BM			●	INV	2004	Material	-18,2757	-44,9832
66	Mobiliário Residencial / Caixa de Enxoval	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	BM			●	INV	2010	Material	-18,3679	-45,0793
67	Mobiliário Residencial / Caixotão de guardar roupas	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	BM			●	INV	2010	Material	-18,3679	-45,0793
68	Moinho, localizado na Fazenda das Pedras	Zona rural - Rio São Francisco, Espírito Santo e Guará	BI			●	INV	2011	Material	-18,0026	-45,1092
69	Monjolo e quintal da Fazenda Ponte Firme	Zona rural - Rio São Francisco, Espírito Santo e Guará	BI			●	INV	2011	Material	-18,1084	-45,1279
70	Morro do Cruzeiro/Três Marias	Rua Pedro Lourenço da Silva, s/n - Três Marias	SN			●	INV	2006	Material	-18,2059	-45,2170
71	Móvel de Apoio / Jirau	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	BM			●	INV	2010	Material	S/R	S/R

ID	Denominação do bem	Endereço do bem cultural material ou local de ocorrência do bem cultural imaterial	Categoria	Nível de proteção			Tipo de proteção	Ano	Natureza do bem	Coordenadas (SIRGAS 2000|23S)	
				F	E	M				Latitude	Longitude
72	Mutirão para capina de roça	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	RI			●	INV	2010	Imaterial	-18,3617	-45,0890
73	Nascente com Tabatinga/Três Marias	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	SN			●	INV	2010	Material	S/R	S/R
74	Ofício de Crochê e Bordado de Dona Nilza	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	RI*SAB			●	INV	2010	Imaterial	-18,4127	-45,1534
75	Ofício de ferreiro do Sr. Miguel do Roque	R. Belo Horizonte - Três Marias	RI*SAB			●	INV	2006	Imaterial	-18,2022	-45,2281
76	Passagem da Picada	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	SN			●	INV	2010	Material	-18,3722	-44,9054
77	Pedra do Mirante/Três Marias	Avenida Circuito das Águas - Três Marias	SN			●	INV	2006	Material	-18,2336	-45,2226
78	Pensão / Responsável: Olga Alves de Freitas	Distrito - Andrequicé	BI			●	INV	2004	Material	-18,2771	-44,9832
79	Porto da Barra do Rio de Janeiro da Fazenda Cambaúba	Zona rural - Rio São Francisco, Espírito Santo e Guará	SN			●	INV	2011	Material	-17,9454	-45,1188
80	Porto do Pontal do Abaeté	Zona rural - Rio São Francisco, Espírito Santo e Guará	SN			●	INV	2011	Material	-18,0420	-45,1883
81	Pressoato	Estrada para UHE Cemig, s/n, Vila Satélite - Três Marias	BM			●	INV	2006	Material	-18,2133	-45,2503
82	Primeira Câmara Municipal de Três Marias	Rua Matozinhos, 81 - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2053	-45,2275

ID	Denominação do bem	Endereço do bem cultural material ou local de ocorrência do bem cultural imaterial	Categoria	Nível de proteção			Tipo de proteção	Ano	Natureza do bem	Coordenadas (SIRGAS 2000|23S)	
				F	E	M				Latitude	Longitude
83	Primeira Delegacia da cidade de Três Marias	Sede - Três Marias Rua Marechal Deodoro da Fonseca, 16 centro	BI			●	INV	2006	Material	-18,2062	-45,2277
84	Primeira residência do Bairro Joaquim de Lima	Rua Mozart de Lima, 21 - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2106	-45,2336
85	Produção artesanal de farinha e polvilho de mandioca	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	RI*SAB			●	INV	2010	Imaterial	S/R	S/R
86	Produção de Farinha de Mandioca e Polvilho (Faz. dos Morenos)	Fazenda dos Morenos, Zona rural - Três Marias	RI*SAB			●	INV	2011	Imaterial	-17,9606	-45,1010
87	Produção de Rapadura (Faz. dos Morenos)	Fazenda dos Morenos, Zona rural - Três Marias	RI*SAB			●	INV	2011	Imaterial	-17,9606	-45,1010
88	Regulador de Tensão	Estrada para UHE Cemig, s/n, Vila Satélite - Três Marias	BM			●	INV	2006	Material	-18,2133	-45,2503
89	Relé de distância	Estrada para UHE Cemig, s/n, Vila Satélite - Três Marias	BM			●	INV	2006	Material	-18,2133	-45,2503
90	Relé de sobre corrente direcional	Estrada para UHE Cemig, s/n, Vila Satélite - Três Marias	BM			●	INV	2006	Material	-18,2133	-45,2503
91	Residência (desocupada) / Residência do Senhor Antônio Macedo	Região do Rio São Francisco - Três Marias	BI			●	INV	2007	Material	-18,0120	-45,1108
92	Residência / Responsável: Antônio Alexandre Oliveira	Distrito - Andrequicé	BI			●	INV	2004	Material	-18,2771	-44,9831
93	Residência / Responsável: Antônio Carlos Oliveira	Distrito - Andrequicé	BI			●	INV	2004	Material	-18,2771	-44,9839

ID	Denominação do bem	Endereço do bem cultural material ou local de ocorrência do bem cultural imaterial	Categoria	Nível de proteção			Tipo de proteção	Ano	Natureza do bem	Coordenadas (SIRGAS 2000|23S)	
				F	E	M				Latitude	Longitude
94	Residência / Responsável: Raimundo Antônio de Moura	Distrito - Andrequicé	BI			●	INV	2004	Material	-18,2755	-44,9837
95	Residência da Dona Cecília	Rua Ângelo Dayrell Magalhães, 9 - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2003	-45,2285
96	Residência da Dona Geralda Santos	Rua Várzea da Palma, 89 - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2060	-45,2270
97	Residência da família do Sr. Gentil Pereira	Rua Rio Grande do Norte, 120 - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2045	-45,2268
98	Residência da Sra. Euzita	Povoados - Forquilha dos Cabral, Pedras e Silga	BI			●	INV	2007	Material	-18,5218	-45,1127
99	Residência da Sra. Maria Anita Bezerra	Povoados - Forquilha dos Cabral, Pedras e Silga	BI			●	INV	2007	Material	-18,5081	-45,0987
100	Residência da Sra. Maria da Conceição da Silva	Povoados - Forquilha dos Cabral, Pedras e Silga	BI			●	INV	2007	Material	S/R	S/R
101	Residência do Senhor Francisco Costa	Povoados - Forquilha dos Cabral, Pedras e Silga	BI			●	INV	2007	Material	S/R	S/R
102	Residência do Sr. Carlito Pereira	Sede - Três Marias, Rua Pernambuco, 116 centro	BI			●	INV	2006	Material	-18,2064	-45,2259
103	Residência do Sr. Francisco	Povoados - Forquilha dos Cabral, Pedras e Silga	BI			●	INV	2007	Material	S/R	S/R
104	Residência do Sr. Gumercindo	Região do Rio São Francisco - Três Marias	BI			●	INV	2007	Material	S/R	S/R
105	Residência do Sr. Mahmud Lauar	Sede - Três Marias, Rua Engenheiro Julio Augusto, 4 DNER	BI			●	INV	2006	Material	-18,2091	-45,2428

ID	Denominação do bem	Endereço do bem cultural material ou local de ocorrência do bem cultural imaterial	Categoria	Nível de proteção			Tipo de proteção	Ano	Natureza do bem	Coordenadas (SIRGAS 2000|23S)	
				F	E	M				Latitude	Longitude
106	Residência do Sr. Miguel do Roque	Sede - Três Marias, Rua Patos de Minas, 5 Centro	BI			●	INV	2006	Material	-18,2022	-45,2282
107	Residência do Sr. Sebastião e D. Nair Pereira	Rua Marechal Deodoro da Fonseca, 182 - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2067	-45,2262
108	Residência Responsável: José Marques	Rua Marechal Deodoro da Fonseca, 14 - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2061	-45,2278
109	Residência Rua Caratinga, 196 – Resp.: Valdenice Pereira	Rua Caratinga, 196 - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2058	-45,2238
110	Rio São Francisco/Três Marias	Sede - Três Marias	SN			●	INV	2006	Material	-18,1884	-45,2514
111	Roda de Capoeira e/ou Ofício de Mestre da Capoeira		RI*CEL	●			TMB	-	Imaterial	S/R	S/R
112	Roda de Fiar (Faz. Forquilha)	Zona rural - Rio São Francisco, Espírito Santo e Guará	BM			●	INV	2011	Material	-18,4127	-45,1534
113	Ruína da antiga casa de visitas da Codevasf	Rua Oitis, 77 - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2235	-45,2510
114	Ruína do antigo Grupo Escolar Juscelino Kubitscheck de Oliveira do Acampamento da Cemig	Antigo Acampamento da CEMIG - Sede - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2149	-45,2515
115	Ruína do Hospital São Francisco do	Antigo Acampamento da CEMIG - Sede - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2155	-45,2467

ID	Denominação do bem	Endereço do bem cultural material ou local de ocorrência do bem cultural imaterial	Categoria	Nível de proteção			Tipo de proteção	Ano	Natureza do bem	Coordenadas (SIRGAS 2000|23S)	
				F	E	M				Latitude	Longitude
	Acampamento da Cemig										
116	Ruínas da Antiga Capela do Manuelzão	Povoado da Silga - Três Marias	BI			●	INV	2007	Material	-17,9807	-45,1597
117	Ruínas da casa de 04 famílias	Antigo Acampamento da CEMIG - Sede - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2119	-45,2498
118	Ruínas da Casa de Visitas da Cemig	Antigo Acampamento da CEMIG - Sede - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2172	-45,2515
119	Ruínas da Delegacia	Antigo Acampamento da CEMIG - Sede - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2070	-45,2554
120	Ruínas da Oficina / Borracharia da Cemig	Antigo Acampamento da CEMIG - Sede - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2032	-45,2545
121	Ruínas da República dos Professores	Antigo Acampamento da CEMIG - Sede - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2138	-45,2514
122	Ruínas das casas de 01 família	Antigo Acampamento da CEMIG - Sede - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2139	-45,2541
123	Ruínas das casas de 02 famílias	Antigo Acampamento da CEMIG - Sede - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2131	-45,2508
124	Ruínas do Alojamento dos operadores	Antigo Acampamento da CEMIG - Sede - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2144	-45,2525
125	Ruínas do Armazém dos americanos	Antigo Acampamento da CEMIG - Sede - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2142	-45,2512
126	Ruínas do Clube da Cemig	Antigo Acampamento da CEMIG - Sede - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2117	-45,2489
127	Ruínas do Frigorífico da Cemig	Antigo Acampamento da CEMIG - Sede - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2141	-45,2510
128	Ruínas do Matadouro da Cemig	Antigo Acampamento da CEMIG - Sede - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2021	-45,2562

ID	Denominação do bem	Endereço do bem cultural material ou local de ocorrência do bem cultural imaterial	Categoria	Nível de proteção			Tipo de proteção	Ano	Natureza do bem	Coordenadas (SIRGAS 2000|23S)	
				F	E	M				Latitude	Longitude
129	Ruínas do Restaurante do Acampamento da Cemig	Antigo Acampamento da CEMIG - Sede - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2150	-45,2528
130	Salão Ideal	Rua Pernambuco, 130 - Três Marias	BI			●	INV	2006	Material	-18,2063	-45,2260
131	Sede da antiga Fazenda do Guará (atual Fazenda Coqueiral)	Zona rural - Rio São Francisco, Espírito Santo e Guará	BI			●	INV	2011	Material	-18,3176	-44,8922
132	Sede da Fazenda Bom Retiro	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	BI			●	INV	2010	Material	-18,3679	-45,0793
133	Sede da Fazenda Bonfim	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	BI			●	INV	2010	Material	S/R	S/R
134	Sede da Fazenda Borá Manso	Zona rural - Rio São Francisco, Espírito Santo e Guará	BI			●	INV	2011	Material	-18,3656	-45,1105
135	Sede da Fazenda Cabeceira da Forquilha	Zona rural - Rio São Francisco, Espírito Santo e Guará	BI			●	INV	2011	Material	-18,2305	-45,1202
136	Sede da Fazenda Cabeceira das Pedras	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	BI			●	INV	2010	Material	S/R	S/R
137	Sede da Fazenda Cabeceira das Pedras	Zona rural - Rio São Francisco, Espírito Santo e Guará	BI			●	INV	2011	Material	S/R	S/R
138	Sede da Fazenda Cabeceira do Mato	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	BI			●	INV	2010	Material	-18,4339	-45,1928
139	Sede da Fazenda Carapiá, também conhecida como Fazenda do Duca	Zona rural - Rio São Francisco, Espírito Santo e Guará	BI			●	INV	2011	Material	-18,1516	-45,1704

ID	Denominação do bem	Endereço do bem cultural material ou local de ocorrência do bem cultural imaterial	Categoria	Nível de proteção			Tipo de proteção	Ano	Natureza do bem	Coordenadas (SIRGAS 2000|23S)	
				F	E	M				Latitude	Longitude
140	Sede da Fazenda da Extrema	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	BI			●	INV	2010	Material	S/R	S/R
141	Sede da Fazenda das Minhocas	Zona rural - Rio São Francisco, Espírito Santo e Guará	BI			●	INV	2011	Material	-18,2025	-45,1761
142	Sede da Fazenda do Capão Barreiro	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	BI			●	INV	2010	Material	S/R	S/R
143	Sede da Fazenda do Cercado	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	BI			●	INV	2010	Material	-18,3617	-45,0890
144	Sede da Fazenda dos Buracos	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	BI			●	INV	2010	Material	S/R	S/R
145	Sede da Fazenda Lajeado	Zona rural - Rio São Francisco, Espírito Santo e Guará	BI			●	INV	2011	Material	-18,1823	-45,1675
146	Sede da Fazenda Santa Catarina	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	BI			●	INV	2010	Material	S/R	S/R
147	Sede da Fazenda São José, também conhecida como Fazenda da Tolda	Zona rural - Rio São Francisco, Espírito Santo e Guará	BI			●	INV	2011	Material	-18,2305	-45,1202
148	Sede da Fazendinha	Zona rural - Rio São Francisco, Espírito Santo e Guará	BI			●	INV	2011	Material	-18,1951	-45,2313
149	Sede Fazenda Boqueirão	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	BI			●	INV	2010	Material	S/R	S/R
150	Sofá/ Mobiliário da Casa de Visitas		BM			●	INV	2006	Material	-18,2235	-45,2510
151	Terço de São Sebastião (Faz. Lajeado)	Fazenda Lageado, Zona rural - Três Marias	RI*CEL			●	INV	2011	Imaterial	-18,1823	-45,1675

ID	Denominação do bem	Endereço do bem cultural material ou local de ocorrência do bem cultural imaterial	Categoria	Nível de proteção			Tipo de proteção	Ano	Natureza do bem	Coordenadas (SIRGAS 2000|23S)	
				F	E	M				Latitude	Longitude
152	Trajetória de vida e saberes de Dona Zenaide	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	RI*SAB			●	INV	2010	Imaterial	S/R	S/R
153	Veículo de Transporte / Carro de Boi	Zona rural - Ribeirão do Boi e Extrema	BM			●	INV	2010	Material	-18,4127	-45,1534
154	Venda do Sr. Gumercindo	Região do Rio São Francisco - Três Marias	BI			●	INV	2007	Material	S/R	S/R
155	Vereda Baeta	Zona rural	SN			●	INV	2009	Material	S/R	S/R
156	Vereda Canindé	Zona rural	SN			●	INV	2009	Material	S/R	S/R
157	Vereda da Tolda	Zona rural	SN			●	INV	2009	Material	S/R	S/R
158	Vereda Minhoca	Zona rural	SN			●	INV	2009	Material	S/R	S/R
159	Vereda Pindaíba	Zona rural	SN			●	INV	2009	Material	S/R	S/R
160	Vereda Ponte Firme	Zona rural	SN			●	INV	2009	Material	S/R	S/R
161	Vereda São José	Zona rural	SN			●	INV	2009	Material	S/R	S/R
162	Vereda São Miguel	Zona rural	SN			●	INV	2009	Material	S/R	S/R
163	Vereda Tigre	BR-040 - KM280 - Três Marias	SN			●	INV	2009	Material	-18,2370	-45,2121
164	Veredão Três Marias	Sede - Três Marias	SN			●	INV	2006	Material	-18,2407	-45,1938
165	Saberes, Linguagens e Expressões Musicais da Viola em Minas Gerais		RI*CEL		●		TMB	-	Imaterial	S/R	S/R
166	Voltímetro	Estrada para UHE Cemig, s/n, Vila Satélite - Três Marias	BM			●	INV	2006	Material	-18,2133	-45,2503

O Patrimônio Cultural do município de Três Marias é notável pelo caráter material dos bens acautelados analisados, que se encontram principalmente sob proteção da gestão municipal por meio do inventário. De forma mais detalhada, predominam bens do tipo imóveis, como estruturas arquitetônicas, rurais, urbanas, de importância institucional e religiosa. Há, ainda, uma quantidade considerável de bens móveis, integrados, imateriais e naturais protegidos institucionalmente pelo município de Três Marias.

De forma geral, é possível afirmar que uma parcela significativa do Patrimônio Cultural de Três Marias é composta por construções civis situadas no contexto urbano. Segundo o Inventário de Proteção do Patrimônio Cultural de Três Marias (2014), essas edificações fazem parte de um importante acervo de estruturas arquitetônicas características das primeiras décadas de desenvolvimento socioeconômico desse território, elaborados, em sua maioria, sem um planejamento técnico prévio. Por retratarem parte importante da história de formação do município, a preservação e conservação dessas residências são consideradas de significativo interesse público pela gestão municipal.

Dessas estruturas inventariadas, cita-se: a Residência sob responsabilidade de José Marques, a Residência do Sr. Sebastião e D. Nair Pereira, a Residência do Sr. Carlito Pereira, a Residência da Dona Geralda Santos, a Residência Rua Caratinga, 196, a Residência do Sr. Miguel do Roque, a Residência da Dona Cecília, a Primeira residência do Bairro Joaquim de Lima, a Residência do Sr. Mahmud Lauar, a Casa do João Alexandre, a Residência sob responsabilidade de Raimundo Antônio de Moura, Casa da Dona Fia, a Residência sob responsabilidade de Antônio Carlos Oliveira, a Residência sob responsabilidade de Antônio Alexandre Oliveira, a Casa Dona Lila, a Residência do Sr. Gumercindo, a Residência (desocupada) sob responsabilidade do Senhor Antônio Macedo, a Residência do Senhor Francisco Costa, a Residência da Sra. Euzita, a Residência do Sr. Francisco, a Residência da Sra. Maria Anita Bezerra, a Residência da Sra. Maria da Conceição da Silva, a Antiga residência da Família Mangaba e a Residência da família do Sr. Gentil Pereira (Foto 9-291).

| Foto 9-291:Fachada da Residência da família do Sr. Gentil Pereira



Além do caráter residencial, parte das edificações históricas do município se associam a antigos pontos de comércio e/ou de serviços relevantes para o contexto de fundação da cidade. Dessa forma, fazem parte do Inventário Municipal salões, cemitérios, bares, escolas e pensões como a Escola Municipal de Olavo Bilac, o Antigo Clube Social Barreiro Grande, o Antigo Alojamento do D.N.E.R, o Cemitério de Andrequicé, o Bar e Pensão São Jorge, a Loja de Costuras e Loja Rose Cosméticos, o Antigo Bar da Tia Quita, o Salão Ideal, a Venda do Sr. Gumercindo, além da Pensão sob responsabilidade de Olga Alves de Freitas (Foto 9-292).

| Foto 9-292: Pensão localizada em Andrequicé



A atividade político-institucional também se destaca no âmbito do Patrimônio Cultural de Três Marias. A Primeira Câmara Municipal e a Primeira Delegacia da cidade datadas da década de 1960 são importantes exemplos nesse sentido, da mesma forma que as ruínas da Casa de Visitas da Companhia Desenvolvimento Vale São Francisco (CODEVASF), seus mobiliários e os bens relacionados à Usina Hidrelétrica - UHE Três Marias.

A UHE de Três Marias foi um empreendimento promovido pela CEMIG na década de 1950, visando a maior navegabilidade do Rio São Francisco e o aproveitamento das águas para geração de energia. Para além da construção da barragem no município, a sua implantação esteve relacionada à criação de diversas estruturas que se tornaram símbolos desse momento histórico para o município. Nesse sentido, os acampamentos, hospitais, escolas e restaurantes criados para aporte dos operários, além de móveis e outros objetos relacionados ao local, foram inventariados pela gestão municipal.

Na atualidade, a maior parte dessas construções se encontram em estado de ruína. Citam-se, assim, o Conjunto de Ruínas do Acampamento da CEMIG (Foto 9-293), as Ruínas do Restaurante do Acampamento da CEMIG, a Ruína do antigo Grupo Escolar Juscelino Kubitscheck de Oliveira do Acampamento da CEMIG, a Ruína do Hospital São Francisco do Acampamento da CEMIG, as Ruínas das casas de 01 família, as Ruínas das casas de 02 famílias, as Ruínas da casa de 04 famílias, as Ruínas do Alojamento dos operadores, as Ruínas da Casa de Visitas da CEMIG, as Ruínas da Delegacia, as Ruínas da Oficina/Borracharia da CEMIG, as Ruínas do Matadouro da CEMIG, as Ruínas do Frigorífico da CEMIG, Ruínas do Armazém dos americanos, as Ruínas da República dos Professores e as Ruínas do Clube da CEMIG.

Foto 9-293: Área da antiga Vila da CEMIG



Os arquivos históricos do município são outra fonte de informações sobre a formação dos aspectos sociais-econômicos e culturais locais. Em específico, os arquivos do Cartório de Paz e Notas de Três Marias, do Instituto Educacional Barreiro Grande, do Cartório de Registro Civil e da Escola Estadual Carlos Alexandre de Oliveira contêm dados de significativa relevância para a localidade segundo a Prefeitura de Três Marias.

No que tange à esfera religiosa do Patrimônio Cultural de Três Marias, existem diversas capelas, igrejas, estruturas e objetos acautelados pelo município. Sobre as edificações sacras, podem ser citadas a Igreja Matriz Nossa Senhora Mãe da Igreja, a Capela Nossa Senhora Aparecida na Vila da Mineira (Foto 9-294), a Capela de Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, a Capela de Nossa Senhora

Aparecida (povoado da Silga), a Capela Nossa Senhora das Mercês, as Ruínas da Antiga Capela do Manuelzão, a Capela de Nossa Senhora da Conceição e São Geraldo, a Capela da Tolda, a Antiga Capela da Fazenda Jaguatirica e a Capela São Pio X.

Foto 9-294: Capela de Nossa Senhora Aparecida, Vila da Mineira



Já referente aos bens imóveis, destacam-se as imagens de São Pio X, de Nosso Senhor dos Passos, do Cristo Morto, de Nossa Senhora das Mercês, de São Sebastião, do Divino Espírito Santo, de São Geraldo, de Nossa Senhora da Abadia, de São Geraldo, além do Arquivo eclesiástico da Paróquia Nossa Senhora Mãe da Igreja.

Nesse sentido, também é possível mencionar a mesa de encostar da Capela de Nossa Senhora das Mercês em Andrequicé, observada na Foto 9-295. O móvel é um exemplar das técnicas empregadas no século XVIII e, portanto, possui significativa relevância para o cenário municipal. Segundo o relato de moradores, ressalta-se que o interesse de proteção deste bem partiu de agentes da própria comunidade tendo como motivação a preservação da memória local.

Foto 9-295: Mesa de encostar da Capela Nossa Senhora das Mercês



Outros elementos de Três Marias que compõem o Patrimônio Cultural Municipal são aqueles associados ao meio rural. De acordo com as pesquisas realizadas, as sedes das fazendas da Onça, das Pedras, Jaguatirica, do Guará (atual Fazenda Coqueiral), Cabeceira do Mato, Cabeceira das Pedras (Foto 9-296), do Cercado, Bonfim, dos Buracos, Santa Catarina, da Extrema, do Capão Barreiro, Bom Retiro, Boqueirão, Borá Manso, São José (ou fazenda da Tolda), Cabeceira da Forquilha, Carapiá (ou Fazenda do Duca), Lajeado, das Minhocas e Fazendinha são importantes estruturas que fazem parte do inventário do município.

Integrado a essas localidades, existem ainda relevantes bens móveis considerados de interesse público. Como exemplo, podem ser citados o Monjolo e quintal da Fazenda Ponte Firme, o Moinho da Fazenda das Pedras (Foto 9-297), o Engenho ou Almanjarra da Fazenda Cabeceira das Pedras, o Alternador de energia elétrica da Fazenda das Pedras, a Mesa da Fazenda Carapiá, a Roda de Fiar da Fazenda Forquilha, a Máquina de Costura, o Caixotão de guardar roupas e Caixa de Enxoval, o Móvel de Apoio denominado como Jirau e o Carro de Boi da Fazenda Cabeceira das Pedras.

Foto 9-296: Sede da Fazenda Cabeceira das Pedras



Foto 9-297: Moinho da Fazenda das Pedras



Fonte: Prefeitura de Três Marias, 2014.

O Inventário de Três Marias também contempla córregos, rios, passagens, veredas e outros recursos naturais da região. Sobressaem-se, assim, a Cascata das Virgens, a Pedra do Mirante, o Morro do Cruzeiro, o Córrego Barreiro Grande, o Córrego Seco, o Córrego Buritizinho, o Lago da Represa de Três Marias, o Rio São Francisco, a Cachoeira do Riachão, a Cachoeira do Guará, a Vereda Ponte Firme, a Vereda da Tolda, a Vereda São Miguel, a Vereda São José, a Vereda Canindé, a Vereda Baeta, a Vereda Minhoca, a Vereda Pindaíba, a Vereda Tigre, a Veredão Três Marias, a Passagem da Picada, a Nascente com Tabatinga, o Lajeado Ribeirão das Pedras, o Porto da Barra do Rio de Janeiro da Fazenda Cambaúba e o Porto do Pontal do Abaeté.

Para além da importância ambiental, alguns desses pontos se relacionam diretamente aos aspectos culturais da população local. O Rio São Francisco (Foto 9-298) e o Lago de Três Marias, por exemplo, possuem considerável significado para a identidade ribeirinha, bem como para o surgimento do município, de modo geral. O Porto da Barra do Rio de Janeiro também pode ser citado nesse contexto, tendo em vista sua relevância para a escrita da obra Grande Sertão: Veredas de João Guimarães Rosa.

Foto 9-298: Vista do Rio São Francisco e sede, a partir da UHE Três Marias



As práticas, celebrações e os saberes tradicionais são fundamentais para a compreensão do Patrimônio Cultural do município. Fazem parte do Inventário de Três Marias o Mutirão para capina de roça, a Festa de Noivado, o Terço de São Sebastião, a Festa de São Geraldo e Nossa Senhora da Imaculada Conceição, o Ofício de ferreiro do Sr. Miguel do Roque, o Oficio de Crochê e Bordado de Dona Nilza, a Produção artesanal de farinha e polvilho de mandioca, a Trajetória de vida e saberes de Dona Zenaide, a Cestaria em embaúba, taquara, buriti ou bambu, a Produção de Rapadura, a Produção de Farinha de Mandioca e Polvilho, o Grupo de Bordadeiras de Andrequicé, o Grupo Contadores de Estórias Manuelzão e as Lendas sobre o nome de Três Marias.

Segundo o IPHAN, as Rodas de Capoeira e/ou Ofício de Mestre de Capoeira também fazem parte do cenário cultural de Três Marias. Reconhecida oficialmente desde 2008 por meio do Livro de Registro das Formas de Expressão e do Livro de Registro de Saberes do IPHAN, essa prática é uma importante expressão de cantos, danças, dentre outros símbolos e rituais de herança africana recriados no Brasil. De acordo com o Cadastro Nacional de Capoeira, foi identificada a existência de um grupo de capoeira no município no bairro Joaquim de Lima. Uma das pessoas envolvidas em sua fundação é o mestre Sr. Manoel Santos, conhecido popularmente como “Pantera” e registrado oficialmente pelo IPHAN.

No que tange ao cenário estadual, as Folias de Reis são uma importante forma de manifestação religiosa reconhecidas desde 2017 pela Deliberação CONEP nº 01/2017. No município de Três Marias, segundo IEPHA (2020), essa celebração geralmente associada à prática católica acontece a partir da atuação de diferentes grupos. Podem ser citados, assim, a existência da Folia de Reis de Andrequicé, da Folia de Reis Estrela Divina, da Folia das Pedras, da Folia de Reis Menino Jesus, da Folia de Reis Nossa Senhora de Fátima.

Uma outra prática de relevância para o Estado de Minas Gerais faz referência aos “Saberes, Linguagens e Expressões Musicais da Viola em Minas Gerais”, reconhecidos pelo CONEP por meio da Deliberação nº 10/2018. Conforme lista disponibilizada pelo IEPHA referente ao ano de 2022, ao menos 10 violeiros e um fazedor de viola são registrados em Três Marias. Dentre os estilos levantados, foram apontados o pagode, a polca, a guarânia, o tango, a pantaneira, o cipó preto, a catira, o cateretê, o sertanejo raiz e toque do onça.

9.3.3.1.1.10 Patrimônio Arqueológico

Apesar da existência de evidências arqueológicas pré-coloniais em muitas regiões próximas de Três Marias, no vale do São Francisco (Prous 1992), os levantamentos bibliográficos e a verificação do Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos e do Banco de Dados – Sítios Arqueológicos de Minas Gerais (www.iphan.gov.br), não indicaram registros arqueológicos prévios na área do empreendimento e no município de Três Marias. Além disso, o Relatório de Avaliação de Impacto ao Patrimônio Arqueológico referente ao Alteamento dos Módulos Central e Oeste 1 (El. 602,0 m) do Depósito de Rejeitos Murici da Unidade Três Marias não indicou a existência de sítios arqueológicos na área próxima à ADA do Projeto Disposição a Seco em questão. De acordo com o estudo, a área em uma perspectiva histórica pode ser caracterizada da seguinte forma:

> *"A ADA, embora seja irrigada pelas sub-bacias dos córregos Retiro Velho e Matinha, possui solo pouco propício para o cultivo. Durante o caminhamento não foi identificado qualquer potencial arqueológico. De todo modo, cabe destacar que grande parte da superfície estava recoberta por vegetação, seja pasto ou folhas secas do cerrado.*
>
> *Considerando sua baixa aptidão para o cultivo, a ADA parece pouco propícia para a instalação de aldeias de povos horticultores-ceramistas, nem tampouco ocorrem formações geológicas propícias para a extração de matéria prima para a elaboração de instrumentos líticos. É possível que a área tenha sido frequentada por caçadores-coletores no passado, haja vista a presença até hoje de animais como onça parda, veado, tapeti, capivara, quati, mão pelada, mico estrela entre outros, contudo não foi identificada nenhuma evidência arqueológica em sondagens ou caminhamento pela ADA.*
>
> *Em relação ao período histórico, conforme apresentado na contextualização anterior, a ocupação recente da região se deu no século XX. As únicas evidências de ocupação humana identificadas na proximidade do ponto 64, área de empréstimo 2, remetem ao período contemporâneo, pós-industrial."*

Nesse sentido, não foram identificados bens arqueológicos já acautelados e/ou com potencial de proteção na área de estudo.

9.3.3.1.1.11 Povos e Comunidades Indígenas, Quilombolas e Tradicionais

Para compreender sobre os Povos e Comunidades Indígenas, Quilombolas e Tradicionais de Três Marias, foram analisadas informações de diferentes plataformas *online*. De modo geral, foram acessados o Censo Demográfico de 2010, a Base de Informações sobre os Povos Indígenas e Quilombolas e o Cadastro de Localidades Quilombolas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Além disso, os dados do Centro de Documentação Eloy Ferreira da Silva, da Fundação Cultural Palmares, do Instituto Socioambiental e do Sistema Estadual de Redes em Direitos Humanos SER-DH da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Social de Minas Gerais também foram utilizados como referência.

De acordo com as pesquisas realizadas, não foram identificadas comunidades indígenas ou quilombolas no município de Três Marias. Os resultados parciais disponibilizados pelo censo 2022, indicam 58 pessoas quilombolas residentes em Três Marias, todas elas fora de territórios quilombolas. Ainda conforme levantamento do censo 2022, foram cadastradas 23 indígenas residentes fora de terras indígenas.

9.3.3.1.1.12 Atrativos Turísticos

Três Marias é parte integrante do Circuito Turístico do Lago de Três Marias, uma associação de direito privado composta por uma estrutura organizacional (presidente, vice-presidente, tesoureiro e secretário) e associados.

O Circuito é formado pelos municípios de Abaeté, Arapuá, Cedro do Abaeté, Estrela do Indaiá, Matutina, Morada Nova de Minas, São Gonçalo do Abaeté, Serra da Saudade, Tiros, Varjão de Minas e Três Marias e tem sua sede localizada em espaço cedido pela Prefeitura Municipal em Três Marias.

Ao analisar a vocação turística de Três Marias é possível identificar uma série de atrativos, localizados tanto na área urbana quanto na área rural do município. Nesse sentido, cita-se as paisagens naturais enquanto bens de significativa relevância para a região, bem como o patrimônio arquitetônico, imaterial e potenciais bens arqueológico identificados neste território.

É possível destacar o Rio São Francisco enquanto um local propício ao desenvolvimento de atividades de lazer em Três Marias, tanto ao longo do seu curso quanto em sua represa principal. Para além da beleza cênica desse elemento, a abundância dos recursos naturais permite a prática da pesca amadora e de esportes aquáticos, bem como outras atividades de recreação nas localidades denominadas Prainhas. Dessa forma, esse é um importante bem natural e cultural do município que possui certa influência no fluxo de pessoas no território.

A presença das Veredas no município também é um ponto de interesse para a atividade do turismo. Essas formações vegetais ocupam vales rasos, produtores de água, que promovem a criação de um ecossistema específico, de grande relevância biológica. Em conjunto com o papel ambiental e paisagístico, as Veredas possuem significativa relevância para o Patrimônio Municipal. Em 2013, as Veredas Ponte Firme, Tolda e São José foram tombadas pela municipalidade por fazerem parte do trajeto realizado pelo autor João Guimarães Rosa. Observa-se, assim, o potencial turístico relacionado à visitação dessas formações, seja de forma pontual ou por meio de circuitos.

Um outro aspecto relevante para este setor referente a Três Marias são as práticas tradicionais da localidade. As celebrações religiosas e as formas de artesanato do município, por exemplo, são expressões singulares da cultura local, repassadas entre os moradores por gerações. O significativo valor cultural desses saberes pode incentivar o interesse de demais pessoas e promover o turismo nessas comunidades.

Associada à vocação religiosa e história do município, destaca-se como atrativo turístico a presença da Igreja Nossa Senhora das Mercês (Foto 9-299), erguida no século XVIII e foi tombada como

patrimônio cultural municipal em 2010. Além de concentrar interesse estilístico, histórico e religioso a igreja guarda um acervo de imagens importante de móveis e peças sacras.

Foto 9-299: Vista do interior da Igreja Nossa Senhora das Mercês.



Fonte: Portal Minas Gerais, 2023.

Localizada no povoado de Silga, a Capela de Manuelzão é também uma estrutura arquitetônica relevante para o município. Originalmente construída em pau-a-pique, pintada com cal e barrada com um tom forte de azul, possuía uma cruz e não possuía sino, entretanto, devido a seu estado avançado de degradação foi totalmente reconstruída.

A Igreja da Satélite atua como um acervo que abriga imagens inventariadas e artigos dos antigos moradores trabalhadores da Vila da Satélite e é também um ponto aberto à visitação.

A Casa do Artesão de Três Marias também convida turistas a visitar a localidade, além de ser um espaço de exposição de artigos artesanais produzidos na cidade também é também um espaço para comercialização desses artigos.

Composta por três quedas d'água que surgem em meio a paredões e cânions de cerca de 18 metros de altura, a Cascata das Virgens (Foto 9-300) é um dos elementos naturais responsáveis por atrair visitantes a Três Marias.

Foto 9-300: Cascata das Virgens



Fonte: Portal Minas Gerais, 2023.

Outro ponto relevante para visitação no município é a Pedra do Mirante de onde é possível ter uma vista do lago de Três Marias.

Os eventos que ocorrem no município também são atrativos importantes para a cidade, entre eles citam-se a 1ª Corrida Virtual SECETUR 2021, a 1ª Etapa do Campeonato Brasileiro de Canoagem Descida Sprint e a Seletiva para o Campeonato Mundial de Sprint 2021, o Encontro de Carreiros de Carros de bois da Região do Lago de Três Marias, a Expômarias, a Festa Literária de Três Marias, o Música na Praça e o Festival Gastronômico de Três Marias.

9.3.3.1.1.13 Localidades

A localização dos aglomerados rurais, povoados e localidades de Três Marias e a relação deles com a ADA pode ser observada na Figura 9-117.

459000 479000 499000 519000

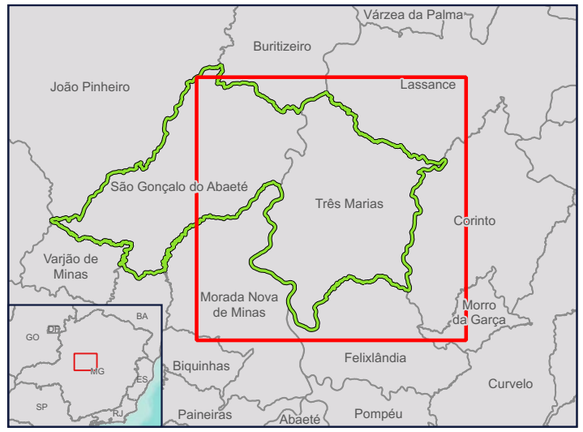
8004000 7984000 7964000 7944000

Buritizeiro
Barra do Rio de Janeiro
Silga
Pedras
Lassance
Canoeiros
Pontal do Abaeté
Porto do Pontal
Mateus José
Escadinha
Tolda
Ilha da Cachoeira Grande
Ilha do Periquito
Ilha da Catuaba
Aldeia dos Dourados
Vila dos Albanos
São Gonçalo do Abaeté
Nova Esperança
Beira-Rio
Vila da Mineira
Bairro Chico Alexandre
Bairro São Jorge
UHE - CEMIG
Centro
Três Marias
Vila Cemig
Andrequicé
MG-220
Ribeirão do Boi
Três Marias
BR-040
Corinto
MG-415
Patrimônio/
Forquilha dos Cabral
Morada Nova de Minas
Felixlândia

0 5 10 15 km

Legenda

- Localidades
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Rio São Francisco
- Cursdo d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID) do Meio Socioeconômico
- Área de Influência Indireta (AII) do Meio Socioeconômico



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023), AID, AII, Localidades, Curso d'água (Trust, 2023); Rodovias Estaduais, Rodovias Federais (DNIT, 2022); Rio São Francisco (IGAM, 2021); Limites Municipais, Limites Estaduais (IBGE, 2022).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-117: Localização de aglomerados rurais, povoados e localidades de Três Marias

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	30/08/2024	NXTM-DRS-RCA-LocalidaesTM-A3-v00

9.3.3.1.1.13.1 Três Marias (Distrito Sede)

O distrito sede de Três Marias se localiza próximo à divisa de São Gonçalo do Abaeté, na porção noroeste do município. No que tange aos acessos ao distrito, as rodovias asfaltadas BR-040 e MG-220 podem ser citadas enquanto as principais vias de conexão.

De modo geral, a Sede corresponde à maior parcela urbanizada de Três Marias, na qual se concentram as principais estruturas de saúde, educação, transporte, cultura, dentre outros. A distribuição desses recursos e da ocupação no geral pode ser observada em duas grandes frações, separadas no sentido sudeste-noroeste pela rodovia federal BR-040. Ainda que haja essa segmentação, ambas as partes se caracterizam pela presença de um traçado predominantemente regular.

No que tange à ocupação desse território, um outro elemento de destaque é a Usina Hidrelétrica de Três Marias, concluída em meados do século XX. Como apontado no tópico *9.3.3.1.1.1 Contextualização Histórica do Município*, esse empreendimento é um dos responsáveis pelo início do desenvolvimento econômico, social e cultural local e esteve associado à criação de estruturas como escolas e áreas de habitação, por exemplo.

A Usina se encontra instalada no Rio São Francisco, fundamental para o contexto físico-ambiental e cultural do município. Esse recurso natural se associa diretamente à formação da memória individual e coletiva da população local, além de se relacionar às atividades de lazer, pesca e turismo. Ademais, o rio atua ainda como fronteira, distinguindo os territórios de São Gonçalo do Abaeté e de Três Marias.

Assim como as demais estruturas da Nexa, o projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais também se localiza no distrito em questão. Dentre elas, é possível citar a planta industrial, estradas e barragens de utilização da empresa, que influenciam diretamente na dinâmica econômica e social do local.

9.3.3.1.1.13.2 Andrequicé (Distrito)

Andrequicé é um dos distritos do município de Três Marias, localizado na Zona Rural a cerca de 32 km da mancha urbana principal. Em relação aos acessos, é possível citar a rodovia asfaltada MG-220 enquanto um importante canal de conexão.

Nessa localidade, pode ser observada a presença de uma malha viária predominantemente irregular, que sugere um tipo de ocupação não planejada do distrito. Historicamente, esse povoamento foi incentivado pelas atividades comerciais desenvolvidas em Andrequicé no contexto do século XVII e XVIII, como indicado no tópico *9.3.3.1.1.1 Contextualização Histórica do Município*.

A formação de Andrequicé também se relaciona diretamente aos aspectos culturais, tendo em vista a presença de diversos bens, materiais e imateriais, na localidade. Nesse sentido, podem ser citados as Folias dos Reis, as Pastorinhas, as Bordadeiras, as Quitandeiras, as Benzedeiras, o mel e as ervas enquanto importantes exemplos.

Além disso, também fazem parte do acervo patrimonial de Andrequicé a Capela Nossa Senhora da Mercês, o cemitério, diferentes residências históricas, o cartório de Andrequicé, o Arquivo da Escola Estadual Carlos Alexandre de Oliveira, as cachoeiras do Riachão e do Guará e a Casa do Manuelzão, personagem criada por Guimarães Rosa.

O distrito de Andrequicé não apresenta quaisquer instalações ou infraestruturas pertencentes à Nexa, e sua localização em relação à ADA do projeto é de aproximadamente 20 quilômetros em linha reta.

9.3.3.1.1.13.3 Silga (Povoado)

Silga é um povoado no município de Três Marias, localizado na Zona Rural a norte da sede municipal e seu acesso se dá por uma estrada municipal sem pavimentação. A sede do povoado não possui pavimentação e não conta com iluminação pública.

O uso e ocupação do solo de Silga é marcado por um baixo adensamento com presença de chácaras com tipologias residenciais térreas e fazendas com usos voltados a atividades de plantio e criação de animais. Ademais, não foram identificados grandes empreendimentos nesse território.

No que tange aos equipamentos públicos e às atividades culturais locais, a Capela de Nossa Senhora Aparecida pode ser considerada como uma importante referência. Desde 2007 essa estrutura arquitetônica é parte constituinte do Inventário Municipal e, portanto, possui considerável relevância para o Patrimônio Cultural de Três Marias.

A distância entre o povoado e a ADA do projeto é de cerca de 20 quilômetros em linha reta.

9.3.3.1.1.13.4 Pedras (Povoado)

Pedras é uma comunidade da Zona Rural de Três Marias localizada a norte da sede municipal. A principal forma de acesso a esse ponto é por meio de uma estrada municipal não pavimentada. O povoado não possui vias com infraestrutura de pavimentação e/ou de iluminação pública.

Da mesma forma que outras comunidades da Zona Rural, a ocupação desse local é caracterizada pela baixa densidade, com a presença esparsada de estruturas residenciais térreas e fazendas com usos voltados a atividades de plantio e criação de animais.

A Cachoeira das Pedras em conjunto com o Córrego de Marcinho são dois bens de cunho físico-natural que se destacam na localidade. Há ainda, a relevante presença da sede da Fazenda das Pedras e da Escola Municipal Olavo Bilac no local, constituintes do Patrimônio Cultural de Três Marias.

O povoado, inserido no distrito Sede de Três Marias está localizado a cerca de 20 quilômetros em linha reta da ADA do projeto.

9.3.3.1.1.13.5 Forquilha dos Cabral/Patrimônio (Povoado)

Forquilha do Cabral é um povoado de Três Marias localizado a sudeste da sede municipal, no distrito de Andrequicé. A principal forma de acesso a essa localidade é por meio da rodovia Juscelino Kubistchek, havendo também outras possibilidades por meio de estradas locais não pavimentadas.

Essa ocupação é caracterizada por um conjunto de construções térreas de caráter aparentemente residencial, concentradas próximas à principal rodovia da localidade. De modo geral, a malha é distribuída de modo racionalizado e conta com áreas extensas dedicadas ao plantio.

Além disso nesse povoado existem alguns pontos atendidos por melhores condições de infraestrutura, tendo em vista a presença de pavimentação e iluminação pública em parte das vias locais. Parte dessa região também é denominada como Patrimônio.

O povoado se distância cerca de 40 quilômetros em linha reta da ADA do projeto de Disposição à Seco de Resíduos Industriais.

9.3.3.1.1.13.6 Escadinha (Povoado)

Escadinha é uma localidade situada na Zona Rural de Três Marias, a norte da sede municipal. No que tange às formas de acesso a área, os principais canais identificados são as vias municipais não pavimentadas do local e o Rio São Francisco.

A tipologia de uso e ocupação desse território indica um povoamento potencialmente mais recente, direcionado à oferta de serviços e moradia. Nesse sentido, é possível observar uma malha regular, criada a partir de ramificações perpendiculares de um eixo principal até o limite do Rio São Francisco. Além disso, nota-se a presença de bares e de diferentes opções de hospedagem, provavelmente voltados para a prática do turismo local.

A distância aproximada entre o povoado e a ADA do projeto é de 10 quilômetros em linha reta.

9.3.3.1.1.13.7 Ribeirão do Boi (Povoado)

Ribeirão do Boi é uma comunidade de Três Marias localizada a sudeste da sede municipal, no distrito de Andrequicé. A principal forma de acesso a esse povoado é por meio da rodovia federal BR-040 e por meio de estradas locais não pavimentadas.

De modo geral, essa região é caracterizada pela ocupação esparsada de ranchos e fazendas próximos às margens do ribeirão de mesmo nome da localidade. Por meio da vista satélite foram identificados tanto o uso residencial quanto comercial, incluindo atividades de plantio, de hospedagem e de criação de animais.

Não foram observadas estruturas de equipamentos públicos e/ou de grandes empreendimentos no povoado.

O povoado está localizado a cerca de 24 quilômetros da ADA do empreendimento em linha reta.

9.3.3.1.1.13.8 Aldeia do Dourado (Povoado)

Aldeia do Dourado é um povoado de Três Marias, situada a norte da Sede do município. Assim como em outras áreas da Zona Rural, o principal acesso se dá por meio da Estrada da Consciência. Esse canal e as demais vias locais se destacam pela ausência de pavimentação e/ou infraestruturas de iluminação pública.

Nessa localidade é possível indicar a predominância de uma malha racionalizada, constituída por um traçado majoritariamente perpendicular. Sobre a distribuição das construções, observa-se uma concentração de residências às margens do Rio São Francisco com acesso direto ao rio.

No que tange às atividades identificadas na Aldeia do Dourado, pode ser citada predominância do uso residencial por meio de casas de veraneio, caracterizadas pela ocupação esporádica. Além disso, em menor escala e a predominância há também o uso comercial e de serviços por meio de estruturas de hospedagem, *camping*, pequenos comércios e um clube de pescadores. Não foi indicada a existência da equipamentos públicos na área em questão.

Um ponto sensível dessa localidade é a proximidade com a parte da infraestrutura industrial da Nexa, principalmente no que diz respeito às barragens de resíduo industrial da região e a área de inserção do Projeto de Disposição à Seco de Resíduos Industriais. A distância entre a comunidade e a ADA do empreendimento é de cerca de dois quilômetros em uma linha ortogonal.

9.3.3.1.1.13.9 Barra do Rio de Janeiro (Povoado)

Barra do Rio de Janeiro é uma localidade de Três Marias, situada a norte da Sede do município. Assim como em outras áreas da Zona Rural, o principal acesso se dá por meio de estradas municipais sem pavimentação e sem iluminação pública.

Nesse local, destacam-se estruturas arquitetônicas de caráter residencial e/ou relacionadas à atividade de serviços, organizadas em uma malha de traçado regular. De modo geral, essas construções se encontram localizadas próximas ao encontro do Rio São Francisco com o Rio de Janeiro.

No local não foram identificados grandes empreendimentos e equipamentos públicos, afora o clube local denominado Clube dos Loanglo.

A distância entre o povoado e a ADA do empreendimento é de cerca de 28 quilômetros em uma linha ortogonal.

9.3.3.1.1.13.10 Ilhas da Catuaba, Periquito e Cachoeira Grande (Povoados)

As localidades Ilha da Catuaba, Ilha do Periquito e Ilha do Cachoeira Grande se situam ao longo do Rio São Francisco. O acesso a essas localidades é realizado em sua maioria através de embarcações.

A ocupação dessas ilhas é caracterizada pela presença de estruturas residenciais e pela oferta de serviços de hospedagem em alguns casos. Além disso, nota-se também a prática do plantio e da criação de animais em menor escala.

As distâncias entre as ilhas de Catuaba, Periquito e Cachoeira Grande e a Área da ADA do empreendimento são aproximadamente de 1,5 quilômetros, 2,5 quilômetros e quatro quilômetros em linha reta, respectivamente. A proximidade das ilhas, especialmente da Ilha de Catuaba em relação à ADA, é um fator relevante a ser considerado, principalmente no que diz respeito ao potencial de influência das atividades que envolvem o projeto na dinâmica de vida das localidades.

9.3.3.1.1.13.11 Vila da Mineira (Bairro)

Vila da Mineira é uma localidade situada na Zona Urbana de Três Marias, próxima à Sede Municipal. O acesso a essa área pode ser realizado por meio de vias que contam com a infraestrutura de pavimentação e iluminação.

De modo mais específico, esse local surgiu a partir da necessidade de alocação de operários da Companhia Mineira de Metais - CMM (agora, Nexa Recursos Minerais S.A.), durante a segunda metade do século XX. Com esse objetivo foi criado em 1970 um conjunto residencial nesse território que atualmente corresponde a um dos bairros do município.

Observa-se, assim, a presença de uma malha urbana racionalizada com destaque para o uso residencial. Para além da habitação, é possível observar, também, a presença do Clube da Mineira e da Capela de Nossa Senhora Aparecida.

A Capela de Nossa Senhora Aparecida é um importante elemento histórico que retrata o contexto em questão. Segundo as informações contidas no IPAC de Três Marias, a capela foi inaugurada em 1977 tendo como base o financiamento proporcionado pela então Companhia Mineira de Metais. Em 2006 essa estrutura arquitetônica passou a ser considerada como parte do Patrimônio Cultural do município por meio do Inventário.

A distância aproximada entre o bairro e a ADA do projeto é de aproximadamente quatro quilômetros em linha reta.

9.3.3.1.1.13.12 Porto do Pontal (Povoado)

Porto do Pontal é um povoado situado às margens do Rio São Francisco na Zona Rural do município de Três Marias a norte da Sede Urbana. Uma importante característica dessa região é a proximidade com o encontro do Rio Abaeté com o Rio São Francisco, conhecido como Pontal do Abaeté. A principal forma de acesso a essa área é por meio de estradas municipais rurais e/ou por meio do Rio São Francisco.

No que tange aos aspectos do uso e ocupação desse território, observa-se a presença de construções potencialmente relacionadas à atividade residencial, comercial e de serviços. Nesse sentido,

destacam-se ranchos, um bar local e localidades que oferecem hospedagem. De forma geral essas estruturas estão organizadas de modo racionalizado em faixas de lotes que conectam uma via local principal ao Rio São Francisco.

Não foram identificadas estruturas de pavimentação, iluminação pública e/ou equipamentos públicos nesse local.

O povoado se distância da ADA do projeto cerca de 15 quilômetros em linha reta.

9.3.3.1.1.13.13 Tolda (Povoado)

Tolda é uma localidade situada na Zona Rural de Três Marias à noroeste da mancha urbana do município. De modo geral, a região pode ser caracterizada pela baixa densidade de ocupação humana e de construções, com predomínio de áreas de plantio e da prática da pecuária.

O local também se destaca pela presença de estruturas arquitetônicas históricas, importantes para o Patrimônio Cultural local. Inventariada em 2011 por meio do poder municipal, a Capela da Tolda é um relevante exemplo nesse sentido.

A distância aproximada entre a sede do povoado e a ADA do projeto é de aproximadamente 13 quilômetros em linha reta.

9.3.3.1.1.14 Condição, Serviços e Infraestrutura Existente

9.3.3.1.1.14.1 Estrutura Organizacional da Prefeitura

A fim de identificar a Estrutura Organizacional de Três Marias foram consultadas principalmente as informações disponíveis pelo portal *online* da Prefeitura Municipal. Em sequência, apresenta-se a lista dos gabinetes, secretarias e procuradorias existentes no município:

- *Gabinete;*
- *Procuradoria Geral;*
- *Secretaria Municipal de Administração;*
- *Secretaria Municipal de Agricultura;*
- *Secretaria Municipal de Assistência Social;*
- *Secretaria Municipal de Educação;*
- *Secretaria Municipal da Fazenda;*
- *Secretaria Municipal de Meio Ambiente;*
- *Secretaria Municipal de Obras;*

- *Secretaria Municipal de Planejamento;*
- *Secretaria Municipal de Saúde;*
- *Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, Cultura, Esporte e Turismo.*

Foram encontrados, ainda, dados quantitativos acerca da equipe responsável pela administração direta e indireta em Três Marias. A Tabela 9-172 indica as parcelas de estatutários, celetistas, comissionados, estagiários e profissionais sem vínculo permanente associados a estes setores.

Tabela 9-172: Composição do quadro de pessoal da administração de Três Marias

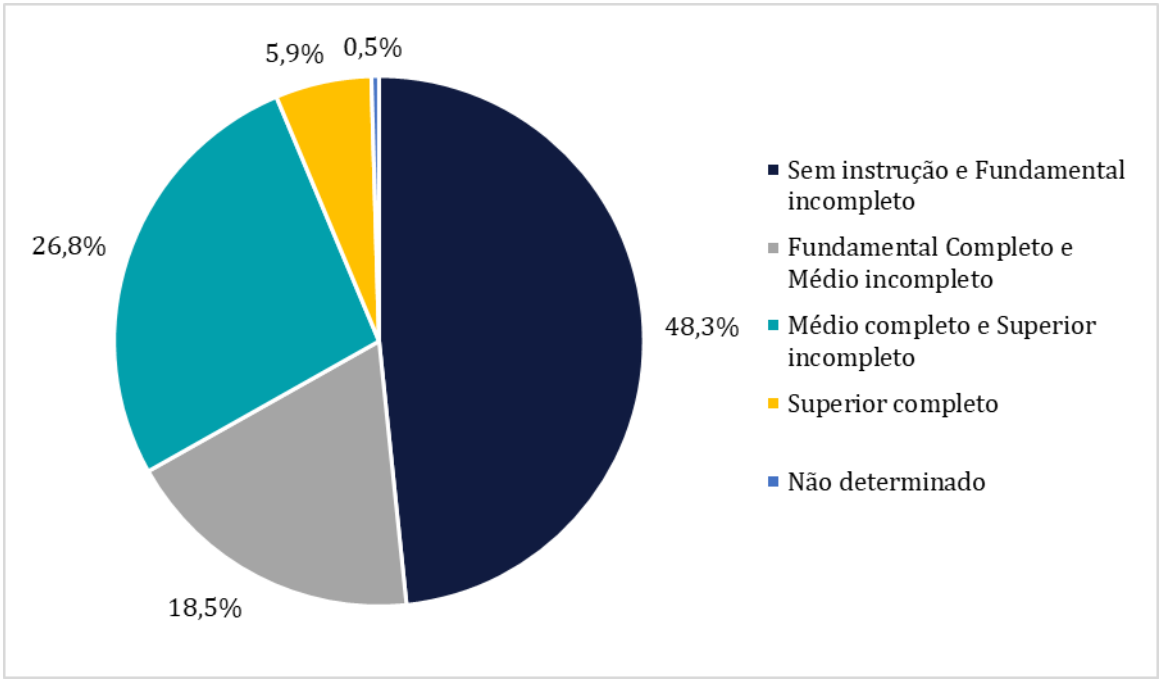
Categoria	Natureza da administração	
	Indireto	Direta
Estatutários	6	791
Celetistas	0	0
Comissionados	0	52
Estagiários	0	0
Sem vínculo permanente	0	854
Total	**6**	**1.697**

A partir da análise é possível perceber a predominância de cargos do tipo direto em Três Marias, responsáveis pelo emprego de 1.697 pessoas. A maior parte destas pessoas (854) não possuem vínculo permanente e não há registro de contratados celetistas, ou seja, possuem vínculos empregatícios regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho - CLT.

9.3.3.1.1.14.2 Educação

O censo IBGE (2010) fornece informações acerca do grau de instrução da população com idade superior a 10 anos no município de Três Marias. A partir da análise dos dados é possível inferir que, no período referido, um percentual relevante (48%) do universo dos entrevistados não possuía instrução formal ou não havia concluído o ensino fundamental, 18,5% possuíam o ensino fundamental completo e médio incompleto, 26,8% possuíam o ensino médio completo e superior incompleto, uma pequena parcela de 5,9% possuíam o ensino superior completo e 0,5% não determinado. De modo geral, é possível inferir que a maior parte da população entrevistada não possui um grau de instrução muito avançado ou não possui instrução formal alguma (Gráfico 9-265).

Gráfico 9-265: Nível de instrução da população de Três Marias



Fonte: IBGE, 2010.

Realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP, o Censo Escolar de 2022 apurou que Três Marias possui 5.340 estudantes da educação básica na rede estadual e municipal, dos quais quatro encontram-se em escolas municipais rurais. No mesmo período, apurou-se que o número de estudantes da educação especial era equivalente a 191 alunos no município, todos em escolas na área urbana. A taxa de escolarização de crianças entre seis e 14 anos de idade em Três Marias era de 98,6% em 2010 (IBGE, 2010).

Em 2021, o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB[11] para as escolas de Três Marias de ensino fundamental da rede pública nos anos iniciais foram 5,9 e 5,5 para os anos finais. O índice referente aos anos iniciais, demonstrou uma queda em relação ao levantamento de 2019 (6,7). Comparando os resultados com as médias verificadas em Minas Gerais, é possível perceber a similaridade dos dados estaduais e municipais, principalmente em relação aos índices do ensino fundamental, que se diferenciam por 0,2. Além disso, a proporção municipal da rede pública de ensino médio é superior em 0,4 em relação às taxas mineiras.

O município de Três Marias possui no total 43 instituições de ensino básico das quais 28 encontram-se em funcionamento e sem restrições de atividades, uma atende exclusivamente alunos com deficiência e 14 estão com suas atividades paralisadas. Dentre as 28 instituições em atividade, o município possui cinco escolas estaduais, 18 escolas municipais e cinco instituições privadas.

[11] Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP - Censo Educacional 2019

Com relação às etapas e modalidades de ensino ofertadas no município, tem-se: **educação infantil** em 16 instituições; **Ensino Fundamental** em 10 instituições; **Ensino Médio** em três instituições; **Educação Profissional** em três instituições; e **Educação de Jovens e Adultos** em quatro instituições.

De acordo com os dados disponíveis pela plataforma e-MEC, Três Marias possui diferentes instituições referentes ao Ensino Superior. Em específico, foram identificadas 10 instituições deste setor no município, tanto à distância quanto presenciais.

A Tabela 9-173 apresenta as informações básicas sobre as instituições de ensino básico no município que se encontram ativas, obtidas a partir da consulta ao Catálogo de Escolas do INEP.

Tabela 9-173: Instituições de Ensino Ativas em Três Marias

Instituição	Modalidade de Ensino					Local		Tipo		Gestão			
	Infantil	Fundamental	Médio	Jovens e Adultos	Profissionalizant	Urbana	Rural	Pública	Privada	Federal	Estadual	Municipal	Privada
Escola Estadual Ermírio de Morais			●		●	●		●			●		
Escola Estadual Presidente Juscelino Kubitschek de Oliveira		●				●		●			●		
Escola Municipal Rosa Pedroso de Almeida	●	●				●		●				●	
Escola Municipal Geralda Márcia Pereira Gonçalves	●	●				●		●				●	
Escola Estadual Carlos Alexandre de Oliveira		●				●		●			●		
Escola Estadual João Guimarães Rosa		●				●		●			●		
Escola Municipal Olavo Bilac		●					●	●				●	
Escola Municipal Policena Alves de Amorim	●	●				●		●				●	
Instituto Educacional Barreiro Grande	●	●	●			●			●				●
Centro Municipal de Educação Infantil Lar da Criança	●					●		●				●	
Escola Municipal Irene Castelo Branco	●	●				●		●				●	
Escola Municipal Professor Johnsen	●	●		●		●		●				●	

Instituição	Modalidade de Ensino					Local		Tipo		Gestão			
	Infantil	Fundamental	Médio	Jovens e Adultos	Profissionalizant	Urbana	Rural	Pública	Privada	Federal	Estadual	Municipal	Privada
Escola Estadual João Guimarães Rosa		●	●	●		●		●			●		
Pré-escolar Municipal Doce Mel	●					●		●				●	
Centro Municipal de Educação Infantil Proinfancia Pequeno Polegar	●					●		●				●	
Centro Municipal de Educação Infantil Cantinho da Criança	●					●		●				●	
Núcleo Educacional Doce Mundo	●	●				●		●				●	
Associação de Pais e Amigos Escola Geralda Nascimento				●		●			●				●
Escola Municipal Prefeito Joaquim Candido Gonçalves	●	●				●		●				●	
Escola Municipal Clarinda Firmina Araujo Santos		●				●		●				●	
Escola Municipal Vereador Carlindo Nascimento Gaia		●				●		●				●	
Escola Municipal Antônio Fonseca Leal		●				●		●				●	
Núcleo Educacional Castelinho Encantado		●				●			●				●
Escola Municipal Memorial Zumbi	●	●				●		●				●	
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial Três Marias CFP Ademar Marra					●	●			●				●
Centro Municipal de Educação Lucilenia Antônio De Oliveira Criança	●					●		●				●	
Centro Municipal de Educação Infantil Proinfancia Naiara Jessica Oliveira Criança	●					●		●				●	

9.3.3.1.1.14.3 Saneamento básico

9.3.3.1.1.14.3.1 Sistema de Abastecimento de Água

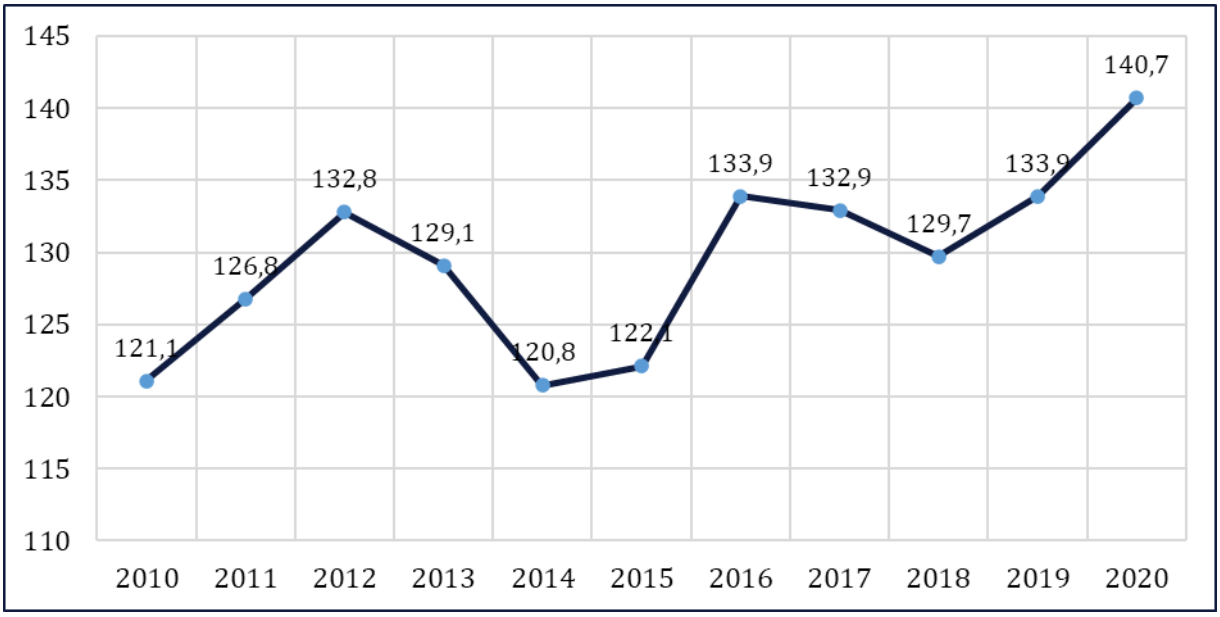
Em relação ao abastecimento de água em Três Marias, a fornecedora responsável é a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA. Três Marias possui uma Política Municipal de Saneamento

Básico e um Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB, importantes instrumentos para estabelecimento de diretrizes específicas para diagnóstico, gestão e planejamento de melhorias na infraestrutura de saneamento básico.

O Gráfico 9-266 apresenta o consumo médio de água per capita do sistema público de abastecimento em Três Marias, na série histórica entre 2010 e 2020. De modo geral, é possível notar uma variação do consumo médio nesse período, principalmente entre 2010 e 2016. Observa-se, assim, um pico de consumo em 2012 totalizado em 132,8 L/hab./dia, seguido de uma queda de 9% até 2014. Até 2016 há um aumento de 10,8%, que decaí nos próximos dois anos. Após essa etapa, predomina a tendência ao maior consumo de água diário por habitante entre 2018 e 2020.

A média aritmética do consumo no período é de 129,43 L/hab./dia, com um desvio padrão de 6,29 L/hab./dia. Desse modo, é possível estimar que o consumo médio de água em Três Marias esteja na faixa entre 135,72 e 123,15 L/hab./dia.

Gráfico 9-266: Consumo médio de água per capita por dia em Três Marias entre 2010 e 2020



Fonte: Adaptado de: SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2022.

Segundo dados do censo IBGE 2010, toda a população urbana de Três Marias (31.008 pessoas ou 6.088 domicílios) é atendida pelo abastecimento de água por meio da rede geral. Já no meio rural, 2.078 domicílios possuem acesso à rede geral de água, enquanto 343 utilizam de poços ou nascentes em sua propriedade. Ademais, 153 residências rurais apresentam outras formas de abastecimento.

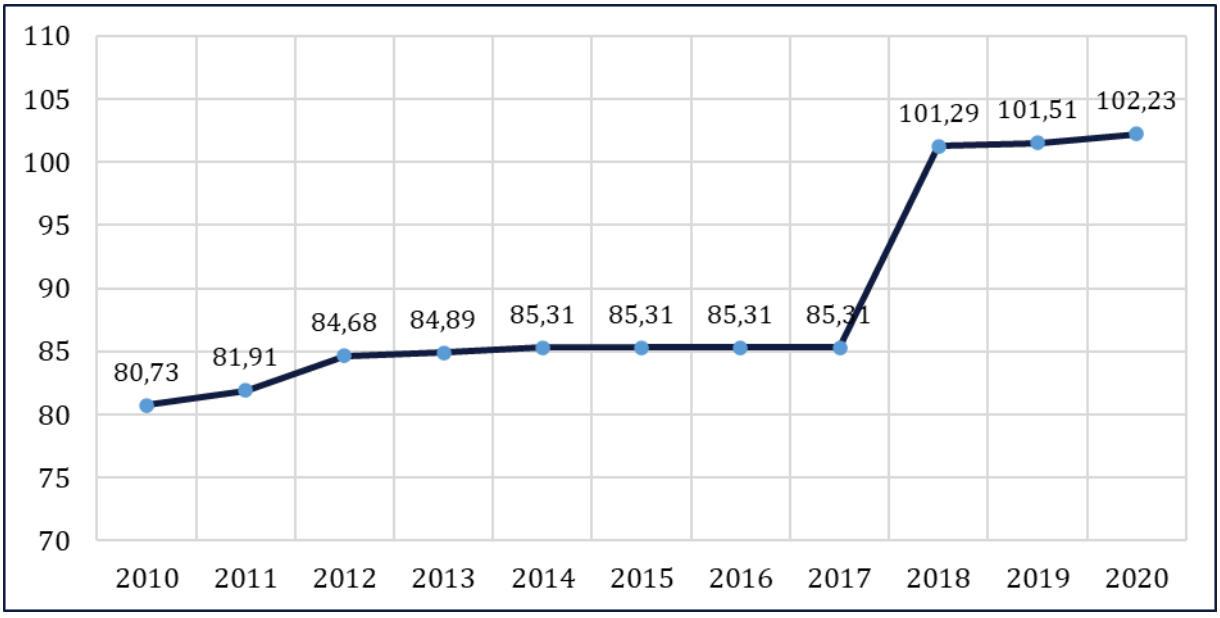
9.3.3.1.1.14.3.2 Sistema de Esgotamento Sanitário

No município de Três Marias, pouco mais da metade dos domicílios (59,16%) é atendida pelo sistema de esgotamento sanitário e 100% do esgoto coletado é tratado. Dentre as formas de esgotamento sanitário identificadas no município, citam-se a rede geral como a principal forma utilizada e a fossa

séptica, fossa rudimentar, vala, curso d'água ou outro como as demais alternativas adotadas no município de acordo com os dados de 2020 do SNIS.

A extensão da rede de esgotos em Três Marias é apresentada a seguir considerando a série histórica compreendida entre os anos de 2010 e 2020. Desde o início, é possível notar a ocorrência de um pequeno aumento de 4,9% entre os anos de 2010 e 2012, totalizando em cerca de 84,5 km desse sistema. Esse valor se mantém relativamente estável até 2017, a partir do qual nota-se o crescimento de 18,7% referente ao ano de 2018. Vale ressaltar que até o último ano de análise não há significativas variações desse registro (Gráfico 9-267).

Gráfico 9-267: Extensão da rede de esgotos de Três Marias



Fonte: Adaptado de: SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2022.

9.3.3.1.1.14.3.3 Sistema de Drenagem Pluvial

Em relação à drenagem de água das chuvas, a Secretaria de Municipal de Obras e Serviços Urbanos indica que não há um Plano Diretor de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas - DMAPU para Três Marias. Este instrumento é considerado de significativa importância no âmbito da drenagem urbana uma vez que busca planejar a distribuição da água no território, bem como procurar alternativas para as áreas de baixo e elevado risco.

Os registros consultados apontam que em Três Marias existe um sistema de drenagem destinado exclusivamente ao escoamento de águas pluviais, por mais que não haja um tratamento específico para esse volume coletado.

A infraestrutura do município deste setor é composta ainda por 60 vias pavimentadas ou com meio fio, que representam 80,0% de todas as ruas. Dessas vias, seis possuem redes ou canais de águas pluviais subterrâneos, além de possuírem 83 bocas de lobo, 63 bocas de leão. Não há poços de visita registrados em Três Marias.

Apesar de existirem cursos d'água de caráter perene, ou seja, que permanecem com água mesmo durante períodos de estiagem, não existem parques lineares.

9.3.3.1.1.14.3.4 Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

No município de Três Marias, a Secretaria Municipal de Obras - SEMOBS é o principal órgão responsável pela gestão do serviço de limpeza urbana e pelo manejo de resíduos sólidos. Apesar da importância do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos para o desenvolvimento de ações em prol da minimização de impactos provocados pela geração de resíduos, em Três Marias não foi indicada a existência deste instrumento.

Conforme informações fornecidas pela Nexa, em 2023 foi realizada a elaboração da Política Municipal de Resíduos Sólidos com apoio técnico da Nexa e a perspectiva é que em 2024 seja elaborado o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS).

Conforme dados disponíveis pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, os serviços de coleta regular, transporte e destinação de resíduos sólidos de Três Marias são taxados pela administração. A cobrança é realizada por meio de uma parcela conjunta ao Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana - IPTU realizado anualmente.

Sobre esses serviços ofertados em escala municipal, destaca-se, ainda, a relação com um plano intermunicipal de gestão, denominado de Consórcio Regional de Saneamento Básico Central de Minas. Segundo informações do site oficial, esse grupo, constituído em 2010, reúne 20 municípios com o objetivo de alcançar a gestão adequada de resíduos sólidos.

Além dos serviços oferecidos pela Prefeitura Municipal, há também a participação de catadores de materiais recicláveis independentes e/ou associados a grupos organizados relacionados a este setor. Em 2020, havia o registro de uma entidade associativa em Três Marias, composta por uma equipe de 18 membros.

Os resíduos sólidos domiciliares e os resíduos públicos recolhidos em Três Marias pelos agentes públicos totalizam cerca de 6.570,00 toneladas por ano. De acordo com o SNIS, o volume total de resíduos é manejado no próprio município.

Conforme dados disponibilizados na plataforma online da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA), a tipologia de utilizada para a disposição de resíduos sólidos de Três Marias é o lixão localizado a cerca de um quilômetro a nordeste da sede municipal e cerca de 500 metros a sudoeste da ADA do empreendimento.

De acordo com informações disponibilizadas no site da Prefeitura Municipal de Três Marias, em outubro de 2023, a Secretaria de Meio Ambiente publicou uma licitação para tomada de preço de uma empresa especializada em engenharia sanitária e ambiental. Os serviços incluem a elaboração de estudos ambientais e projeto básico, consultoria para o Licenciamento Ambiental Simplificado

(LAS) do futuro Aterro Sanitário Municipal na nova área localizada na Fazenda Consciência. Além disso, o projeto prevê a readequação e encerramento do atual depósito de lixo do município.

9.3.3.1.1.14.4 Saúde

Com o intuito de compreender as condições de Saúde em Três Marias, foram consultados os dados relacionados à estrutura existente e à morbidade do município disponibilizados pela plataforma *online* do IBGE Cidades.

Nesse município foram identificadas estruturas institucionais específicas da área de saúde, importantes para o planejamento e funcionamento geral desse setor. Dentre essas, é possível citar a existência de um Conselho e de um Fundo de Saúde em escala municipal, além do Plano Municipal de Saúde.

De acordo com o IBGE, em 2009 foram identificadas 19 unidades de saúde em Três Marias, destinados em sua maioria à esfera pública (14). De forma mais detalhada, 12 são direcionadas para o atendimento ambulatorial e cinco para serviços de apoio à diagnose e terapia, que contam no total com três equipamentos do tipo eletrocardiógrafo e um do tipo Raio X. Destaca-se ainda a existência de 51 leitos de internação nesse local, todos relacionados ao âmbito privado e utilizados pelo Sistema Único de Saúde.

Além dessas estruturas físicas, o município também oferece o Programa Saúde da Família, uma metodologia de atendimento que busca priorizar as ações de saúde a partir do núcleo familiar.

Apesar da infraestrutura disponível, é registrada a ocorrência de 175 óbitos anualmente em Três Marias. De modo geral essa parcela é composta em sua maioria por homens (107), referentes à faixa etária superior a 60 anos.

Especificamente em relação à mortandade de crianças, Três Marias ocupa a 2ª posição em comparação à região geográfica imediata. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, os índices do município indicam que a cada 1000 infantes nascidos vivos, 13,12 vêm à óbito por alguma razão.

Dentre as causas de mortes no município, há a predominância de questões associadas ao aparelho circulatório. Em seguida, pode-se citar também a ocorrência de problemas no aparelho respiratório, doenças infecciosas e outras.

9.3.3.1.1.14.5 Segurança pública

A estrutura organizacional de Segurança Pública do município de Três Marias conta com o aporte de uma delegacia da Polícia Militar do estado de Minas Gerais, de uma Delegacia de Polícia Civil, de uma Cadeia e de um Fórum do Tribunal de Justiça, localizados na sede do município. O município de Três Marias pertence a 14ª Região de Curvelo. Em Curvelo há o 42º Batalhão responsável pela 226ª Companhia de Polícia Militar de Três Marias.

A Companhia dispõe de efetivo existente de 28 policiais militares (PMs), sendo que o previsto seria de 29 PMs. Além disso, há seis viaturas de quatro rodas e três motocicletas na Companhia. Há ainda, no município, o 3º Grupamento da Polícia de Meio Ambiente de Três Marias, cujo efetivo existente de oito PMs é pequeno, dado a extensa área municipal e especificidades ambientais da região, como a dinâmica de chacreamentos, a ocupação de áreas de veredas e o controle da pesca no período de defeso, conforme apresentando anteriormente.

Não há Corpo de Bombeiros Militar no município, apenas voluntários civis. No caso de ocorrências de maior porte, é solicitado atendimento ao Corpo de Bombeiros de Curvelo (a 130 km).

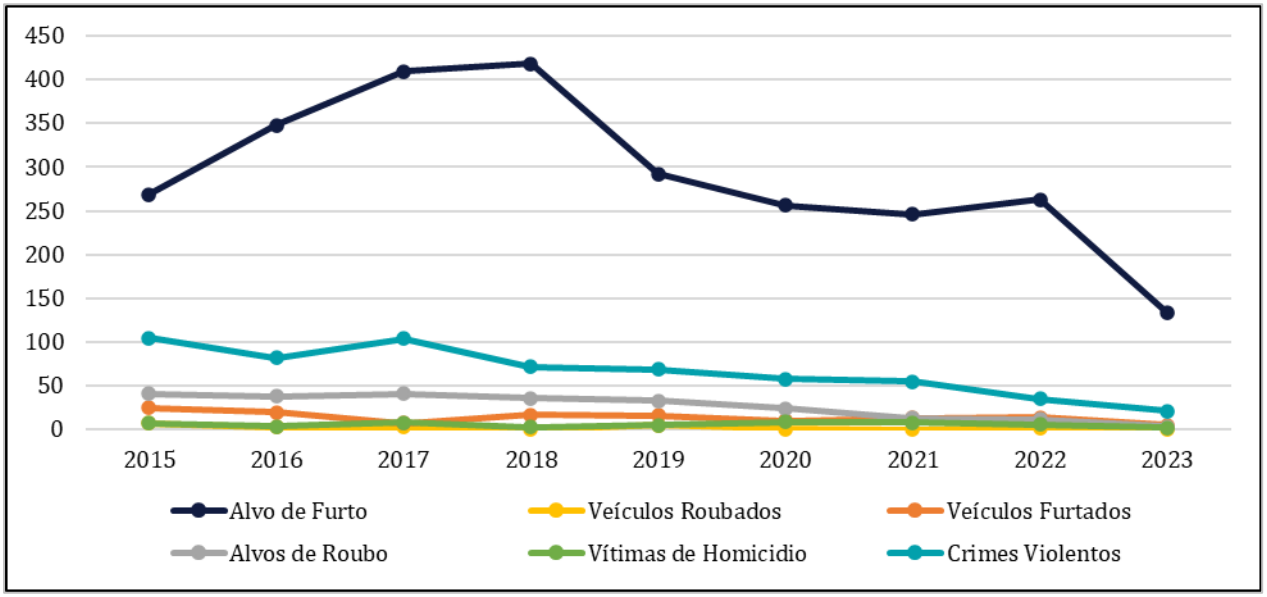
O município conta ainda com o Projeto Vizinho Protegido, um programa de segurança preventiva que tem como finalidade evitar furtos e assaltos.

No que tange à existência de outras estruturas desse setor, também é possível citar a presença do Conselho Comunitário de Segurança Pública- CONSEP no município.

Para a análise desse setor foram considerados os dados gerais disponibilizados pela Secretaria de Estado de Justiça e Segurança Pública (SEJUSP) por meio da sua plataforma *online* oficial de Dados Abertos. Dessa forma, foram levantadas informações do período entre 2015 e 2023 relacionadas aos casos de Alvo de Furto, Veículos Roubados, Veículos Furtados, Alvos de Roubo, Vítimas de Homicídio e Crimes Violentos.

Abaixo, o Gráfico 9-268 sintetiza os índices de Segurança Pública contabilizados no município de Três Marias. De modo geral, é notável uma queda nos índices de violência nos últimos 8 anos em todos os índices analisados, principalmente em relação aos casos de furto. Ademais, as ocorrências de veículos roubados e vítimas de homicídio durante esse período se mantêm predominantemente estável.

Gráfico 9-268: Índices de Segurança Pública de Três Marias



Fonte: Adaptado de: Secretaria de Estado de Justiça e Segurança Pública (SEJUSP), 2023.

9.3.3.1.1.14.6 Transporte

Para obter informações acerca do transporte coletivo de Três Marias foi consultada principalmente as informações disponíveis pelo portal *online* da Prefeitura Municipal da localidade, pela plataforma *online Quero Passagem*® e pelo *Google Maps* ®.

Três Marias conta com um terminal rodoviário e com a prestação de serviços de transporte coletivo da empresa Viação Sertaneja que fornece nove linhas de transporte coletivo municipal e oito linhas de transporte coletivo intermunicipal listadas na sequência.

Linhas municipais:

- *Praça Castelo Branco / CEMIG;*
- *Praça Castelo Branco / Beira Rio;*
- *Praça Castelo Branco / Ipiranga;*
- *Praça Castelo Branco / Jardim dos Pescadores;*
- *Praça Castelo Branco / Joaquim de Lima;*
- *Praça Castelo Branco / Mineira;*
- *Praça Castelo Branco / Parques das Gemas;*
- *Praça Castelo Branco / Parque das Nações;*
- *Praça Castelo Branco / Praia.*

Linhas intermunicipais:

- *Três Marias-MG / Belo Horizonte-MG;*
- *Três Marias-MG /Felixlândia-MG;*
- *Três Marias-MG / João Pinheiro-MG;*
- *Três Marias-MG / Luzilândia Do Oeste-MG;*
- *Três Marias-MG /Paracatu-MG;*
- *Três Marias-MG /Paraopeba-MG;*
- *Três Marias-MG / Sete Lagoas-MG.*

O município conta, também, com o fornecimento de uma linha de transporte coletivo interestadual da empresa Expresso União que conecta Três Marias a Brasília.

Outro meio de transporte utilizado no município para travessia do rio São Francisco e Represa Três Marias são as balsas. As balsas utilizadas nas travessias possuem capacidade de transporte tanto de carros como de caminhões e ônibus respeitando-se o limite de carga. O serviço de travessia de balsa é prestado para conexão entre o município de Três Maria e Morada Nova de Minas pelos seguintes portos:

- *Porto Novo;*
- *Porto Melancias;*
- *Porto São Vicente;*
- *Porto Extrema;*
- *Porto Indaiá de Cima;*
- *Porto Indaiá de Baixo.*

9.3.3.1.1.14.7 Energia elétrica

Em Três Marias, dos 8.794 domicílios levantados em 2010, 98,90% têm acesso à energia elétrica. A principal estrutura de geração de energia elétrica no município é a Usina Hidrelétrica de Três Marias, gerenciada pela Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG. A usina foi construída em 1961 pela Comissão do Vale do São Francisco - CVSF e possui em Três Marias a estrutura do reservatório de água e a subestação de energia.

De forma mais específica, a barragem existente totaliza 75 metros de altura, 2.700 metros de comprimento e 600 metros de largura. Dessa forma, o empreendimento é capaz de armazenar 19.459 hm^3 e gerar 396 MW de energia a partir de 6 Unidades Geradoras. Segundo as informações consultadas a energia obtida é destinada ao Sistema Interligado Nacional - SIN e coordenada pelo Operador Nacional do Sistema.

A distribuição de energia também é realizada pela CEMIG. Nesse território, foi indica a existência de duas linhas de transmissão, sendo elas as linhas Três Marias – Várzea da Palma C1 e Sete Lagoas 4 – Três Marias C1, ambas sob voltagem de 345 kV. A localização geral dessas estruturas pode ser observada na Figura 9-118.

Especificamente sobre a LT 345 Kv Três Marias – Várzea da Palma C1, é possível observar a significativa proximidade com a ADA do empreendimento pretendido para a região. Apesar disso, a linha de transmissão e a ADA se cruzam em apenas um ponto no qual a ADA se relaciona com a estrutura do Depósito de Rejeitos Murici. A relação entre a linha de transmissão, a sua faixa de servidão (correspondente a 20m do eixo do cabeamento), o DRM e a ADA do Projeto Disposição à Seco de Resíduos Industriais constam ilustrada por meio da Figura 9-118.

| Figura 9-118: Detalhe entre a ADA do empreendimento e a infraestrutura de energia elétrica municipal



9.3.3.1.1.14.8 Comunicação

A fim de caracterizar o setor de comunicação em Três Marias, foram analisados principalmente os dados disponibilizados pela Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL acerca da cobertura de operadoras no local a partir da plataforma *online* Portal Brasileiro de Dados Abertos. A partir das informações obtidas foi possível constatar a atuação de quatro operadoras na área, bem como a possibilidade de acesso a serviços de telefonia por parte significativa dos moradores.

A Tabela 9-174 contém a relação entre as operadoras ativas em junho de 2022 em Três Marias e as porcentagens de cobertura de cada uma delas em relação aos moradores, aos domicílios e à área do município.

Tabela 9-174: Operadoras atuantes e sua capacidade de cobertura em Três Marias

Operadora	% Moradores cobertos	% Domicílios cobertos	% Área coberta
TIM	88,47	87,78	3,73
CLARO	91,55	90,83	5,17
OI	88,82	88,09	3,63
VIVO	95,12	94,19	7,85
TODAS	95,34	94,42	9,04

Fonte: Adaptado de ANATEL – Portal Brasileiro de Dados Abertos, 2022

De acordo com as informações obtidas, é possível perceber que a grande maioria dos moradores (95,34%) e domicílios (94,42%) possui acesso aos serviços de telecomunicações do município. Ainda que o número de pessoas e domicílios atendidos seja consideravelmente alto, nota-se que a maior parte do território (90,06%) não se encontra dentro da cobertura ofertada. Estima-se, portanto, que a área não atendida esteja associada a áreas de baixa densidade de ocupação, de modo a influenciar minimamente nas taxas analisadas do município.

Em Três Marias, destacam-se as operadoras VIVO e CLARO enquanto principais empresa responsáveis pela oferta de cobertura de moradores, domicílios e área do território. Segundo os dados da ANATEL, a concessionária que atende em menor porcentagem esse município é a TIM.

Foram levantadas também informações acerca do acesso à internet no município, categorizados de acordo com o tipo de tecnologia e capacidade de cobertura em relação aos moradores, domicílios e área, como indicado na Tabela 9-175.

Tabela 9-175: Tecnologia de internet disponível e sua capacidade de cobertura em Três Marias

Tecnologia	% Moradores cobertos	% Domicílios cobertos	% Área coberta
2G	91,57	90,84	5,24
3G	94,94	94,00	6,18
4G	95,26	94,33	8,35
Todas	95,34	94,42	9,04

Fonte: Adaptado de ANATEL – Portal Brasileiro de Dados Abertos, 2022

A partir da análise, percebe-se que parcela significativa dos moradores (95,34%) e dos domicílios (94,42%) possui acesso a algum grau de internet dos tipos 2G, 3G e 4G. Ainda que inexista o acesso à internet 5G, segundo a ANATEL, estes pontos indicam um grande potencial de contato dos moradores com o meio virtual por meio de serviços de telefonia.

Ademais, foram identificados diferentes canais de comunicação em Três Marias, relacionados especialmente a rádios e jornais. Dos jornais, destacam-se o Jornal de Três Marias, o Portal Três

Marias e o Já Três Marias enquanto a principal rádio apontada é a 87.9 FM.

Vale citar também que o número de DDD utilizado para ligações telefônicas em Três Marias é 38.

9.3.3.1.1.14.9 Habitação

Para a caracterização do setor de Habitação de Três Marias foram analisadas as legislações municipais vigentes obtidas pelo site da Prefeitura Municipal em conjunto com os dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE em sua plataforma *online*. A partir das pesquisas realizadas, é possível afirmar que o município possui programas e planos voltados para essa questão em seu território, desenvolvidos a partir de uma estrutura administrativa responsável especificamente por este setor.

De acordo com o IBGE, a administração da cidade possui um Conselho Municipal, responsável por integrar as políticas de habitação aos demais setores de política urbana. Além disso, é apontada também a existência de um Fundo Municipal responsável por receber e distribuir recursos financeiros e de um Plano Municipal direcionado especificamente para este fim.

A partir desta estrutura, os dados contidos no IBGE Cidades (2020) indicam que a Prefeitura Municipal realiza uma série de atividades direcionadas para a ampliação do exercício deste direito em Três Marias. Dentre essas ações, destaca-se a melhoria de unidades habitacionais da cidade, bem como a oferta de lotes e a realização da regularização fundiária para a titulação normatizada dos indivíduos proprietários de terra neste território.

Há, ainda, programas sociais ofertados pelo Poder Público que proporcionam auxílio financeiro e/ou outros tipos de benefícios especificamente relacionados à habitação. Dentre estes, é válido citar o custeio do aluguel social para parcela da população e o registro de famílias interessadas em outros programas realizado pela Prefeitura Municipal.

Neste sentido, destaca-se também a presença de edificações em Três Marias construídas a partir da atuação do Programa Minha Casa Minha Vida do Governo Federal referente ao ano de 2015 e do Programa Lares – Habitação Popular da Companhia de Habitação do Estado de Minas Gerais - COHAB em 2011.

O Plano Diretor do município (2008) é um outro instrumento de gestão pública com medidas voltadas para este setor. De acordo com o documento, o município integra o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social - SNHIS, que visa o desenvolvimento de atividades voltados para esse âmbito. À época, são citadas também a intenção de implementação de programas de habitação na Zona Rural de Três Marias e a criação de uma Secretaria de Habitação e Coordenação Urbana.

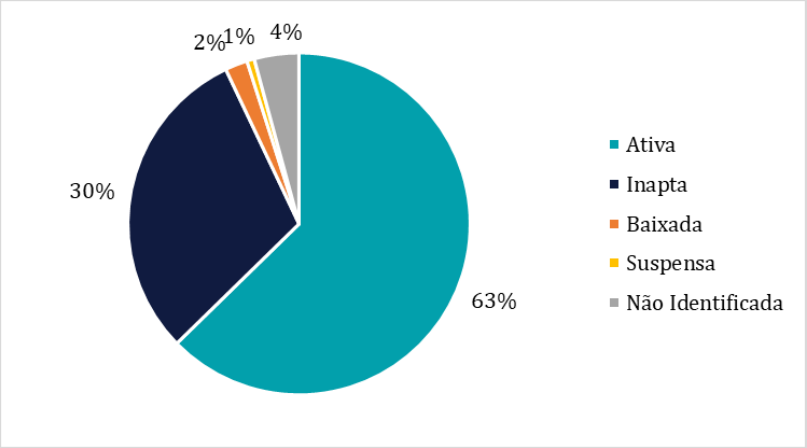
Essas ações são de significativa relevância tendo em vista a presença de problemáticas associadas à questão habitacional em Três Marias. O cadastro consultado pela plataforma do IBGE Cidades, por exemplo, indica a ocorrência de ocupações urbanas e de lotes não regularizados neste município, possivelmente relacionados à precariedade das condições de moradia disponíveis.

9.3.3.1.1.14.10 Organizações da Sociedade Civil – OSC

As informações sobre as Organizações da Sociedade Civil de São Gonçalo do Abaeté foram obtidas por meio do acesso à plataforma online do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e do portal do Ministério da Fazenda, mediante consultas de CNPJ na página da Receita Federal.

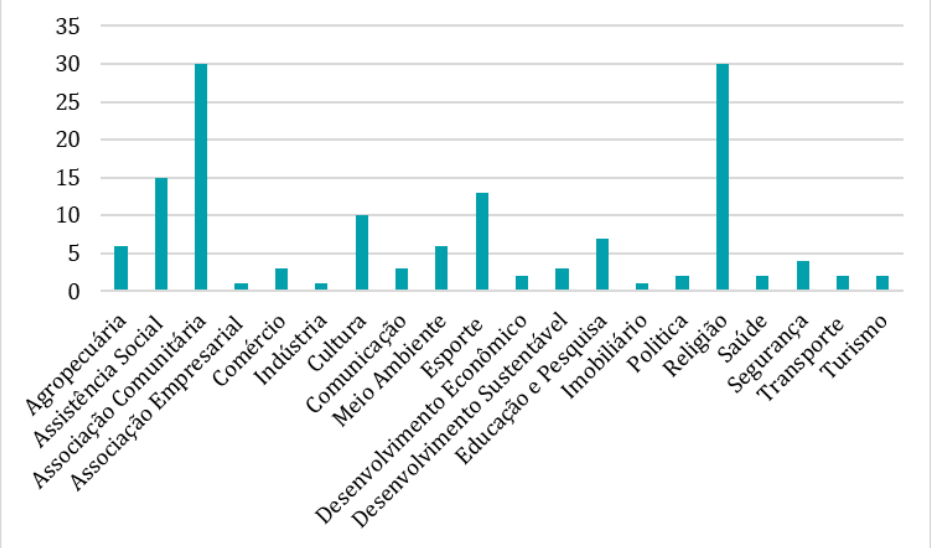
De acordo com a base de dados referentes a 2021, disponibilizada pelo IPEA através do Mapa das Organizações da Sociedade Civil, identificou-se a existência de 36 Organizações da Sociedade Civil (OSC) cadastradas em São Gonçalo do Abaeté. Dentro desse universo de 36 OSC registradas, 22 encontram-se em situação cadastral "Ativa", seis estão classificadas como "Inaptas", uma está "Baixada", e oito não puderam ser identificadas, conforme demonstrado no Gráfico 9-269.

Gráfico 9-269: Situação cadastral das Organizações da Sociedade Civil de Três Marias



Destaca-se que, em relação às áreas de atuação das OSC em situação cadastral ativa, a agropecuária representa o maior percentual no município, com um total de seis OSC. Além disso, há cinco associações relacionadas à Assistência Social, 4 religiosas, e diversas outras OSC, como evidenciado no Gráfico 9-270.

Gráfico 9-270: Área de atuação das Organizações da Sociedade Civil de Três Marias



De forma mais específica, foram levantadas as organizações da sociedade civil, entre elas ONGs, associações e outros, conforme Tabela 9-176 apresentada na sequência.

Tabela 9-176: Organizações da Sociedade Civil de Três Marias

Razão Social	Atuação	Data de Início	Endereço	CNPJ	Status
Ação Social Paroquial da Paroquia Nsa. Mãe da Igreja		07/04/1995	Rua Felinto Muller 312, J.K	00.533.702/0001-30	Inapta
Agência para o Desenvolvimento Econômico e Social de Três Marias-MG	Associações patronais e profissionais	10/04/2001	Rua Várzea Da Palma 281, Centro	04.393.808/0001-37	Ativa
Agência para o Desenvolvimento Local, Integrado e Sustentável de Três Marias-MG e Região		31/08/2004	Rua Várzea Da Palma 281, Centro	07.082.920/0001-45	Ativa
Amil		20/12/2011	Rua Matozinhos 06, Centro	15.786.776/0001-56	Inapta
Assembleia de Deus Missão Ministério de Três Marias/MG	Religião	23/07/2010	Avenida Santos Dumont 182, Centro	12.629.426/0001-98	Ativa
Associação Atlética Banco do Brasil Três Marias		21/09/1980	Praça Castelo Branco 03, Centro	20.199.964/0001-18	Baixada
Associação Atlética Mineira de Metalurgistas	Cultura e recreação	22/02/1980	Avenida Votocel S/N, Vila Votorantim Metais	20.199.931/0001-78	Ativa
Associação Beneficente de Apoio a Família - ABAF		22/09/2009	Rua Rui Barbosa 05, Joaquim De Lima	11.347.616/0001-50	Inapta
Associação Beneficente Educativa de Três Marias	Assistência social	25/04/1990	Avenida Santos Dumont 182, Centro	20.572.715/0001-26	Ativa
Associação Beneficente Presbiteriana de Três Marias		18/05/2005	Rua John Kennedy S/N, Centro	07.395.264/0001-30	Inapta
Associação Bíblica e Cultural de Três Marias	Religião	07/01/2000	Rua Nova Codevasf 15, Santa Catarina	03.582.372/0001-61	Ativa
Associação Clube do Cavalo Andrequicé e Três Marias - ACCATM		18/03/2014	Rua Joao Alexandre De Oliveira 15, Andrequicé	20.434.100/0001-33	Inapta

Razão Social	Atuação	Data de Início	Endereço	CNPJ	Status
Associação Clube do Galope de Três Marias		09/11/2007	Praça Castelo Branco 07, Centro	09.222.166/0001-27	Inapta
Associação Comercial, Industrial, Agropecuária e de Prestação de Serviços de Três Marias	Associações patronais e profissionais	15/03/1983	Rua Várzea Da Palma 281, Centro	20.208.369/0001-00	Ativa
Associação Comunidade Evangélica Realeza de Deus	Religião	18/12/2009	Rua Curvelo 220, Centro	11.955.801/0001-27	Inapta
Associação Comunitária da Comunidade Rural da Tolda e Adjacências - ACCRTA		06/07/2018	Estrada Da Tolda S/N, Zona Rural	30.942.195/0001-50	Ativa
Associação Comunitária de Andrequicé		10/04/1986	Avenida Joao Alexandre S/N, Andrequicé	20.212.593/0001-67	Ativa
Associação Comunitária do Bairro Comercial Três Marias	Associação de atividades não especificadas anteriormente	13/07/1997	Rua Jose Batista Pereira 880, Comercial T Marias	02.105.213/0001-03	Ativa
Associação Comunitária do Bairro Ermírio de Moraes		29/03/2007	Rua B 0017, Ermirio De Morais	09.248.031/0001-30	Inapta
Associação Comunitária do Bairro Ipiranga		16/03/1988	Rua Geraldo Gomes Dos Santos 274, Ipiranga	20.215.679/0001-43	Ativa
Associação Comunitária do Bairro Jardim dos Pescadores e Adjacências -Professor Johansen Comercial e Chácaras	Desenvolvimento e defesa de direitos	01/01/2011	Rua Jose Batista Pereira 880, Jardim Dos Pescadores	Não identificado	Não identificado
Associação Comunitária do Bairro Joaquim de Lima e Adjacências		01/01/1985	Rua Cecerio Martins 08, Joaquim De Lima	Não identificado	Não identificado
Associação Comunitária do Bairro Nova Três Marias		16/09/2002	Rua G 177, Nova Três Marias	05.751.444/0001-82	Baixada
Associação Comunitária Do Bairro Novo Horizonte		09/09/1993	Rua Das Palmas 180, Novo Horizonte	20.573.382/0001-50	Inapta
Associação Comunitária do Bairro Progresso e Adjacência		22/02/1996	Avenida Nova Codevasf 51, Progresso	01.055.265/0001-50	Inapta
Associação Comunitária do Bairro Residencial Náutico da Cidade de Três Marias - MG		17/04/2002	Avenida Beira Mar 480, Residencial Naútico	05.086.351/0001-80	Ativa

Razão Social	Atuação	Data de Início	Endereço	CNPJ	Status
Associação Comunitária do Bairro São Geraldo	Desenvolvimento e defesa de direitos	24/07/1996	Rua Santa Isabel 40, São Geraldo	01.325.444/0001-60	Inapta
Associação Comunitária do Bairro São Jorge		27/09/1989	Rua Viana 746, São Jorge	20.572.525/0001-09	Ativa
Associação Comunitária do Bairro Votorantim		22/02/2011	Avenida Votocel S/N, Votorantim	13.317.230/0001-20	Inapta
Associação Comunitária do Bomfim e Adjacência		25/09/2007	Rodovia Br 040 Km 315 B.Hte / Brasília S/N, Zona Rural	09.354.958/0001-55	Inapta
Associação Comunitária dos Bairros Ermírio de Moraes, Chico Alexandre e Santa Rosa		29/03/2007	Rua F 38, Ermirio De Moraes	09.248.031/0001-30	Inapta
Associação Comunitária dos Bairros Parque das Nações I e II		31/01/2005	Rua Espanha 09, Parque Das Nações	07.382.398/0001-17	Inapta
Associação Comunitária dos Chacreiros Grota da Marmelada e Adjacências	Outras organizações da sociedade civil	07/02/2014	Estrada Da Curimata S/N, Fazenda Marmelada	19.774.068/0001-56	Ativa
Associação Comunitária dos Empreendedores da Praia Mar de Minas - ACEP		16/01/2017	Rua Travessia Do Lago S/N, Praia Mar De Minas	26.979.569/0001-34	Inapta
Associação Comunitária Rural Porto Das Melancias e Adjacências-ASPOMEL	Associação de atividades não especificadas anteriormente	24/09/2010	Rodovia Br 040 Km 305 01, Zona Rural	12.971.345/0001-71	Ativa
Associação Comunitária Rural Ribeirão do Boi		12/01/2011	Rua Curvelo 526, São Jorge	13.538.597/0001-74	Inapta
Associação Cultural Buritirama		13/09/2019	Rua Viena 609, São Jorge	34.860.846/0001-13	Inapta
Associação Cultural Esportiva de Três Marias - ACE-TM		04/04/2018	Rua Uberaba 08	31.055.541/0001-40	Ativa
Associação da Fazendinha Comunitária	Desenvolvimento e defesa de direitos	12/09/1996	Avenida Travessia Sn, Parque Diadorim	01.423.509/0001-00	Ativa
Associação da Folia De Reis Nossa Senhora de Fatima		09/05/2016	Rua Cicero Martins 13, Joaquim De Lima	27.438.398/0001-07	Ativa
Associação da Política Solidaria		26/10/2001	Avenida Felinto Muller 196, Jk	04.765.383/0001-40	Inapta

Razão Social	Atuação	Data de Início	Endereço	CNPJ	Status
Associação das Comunidades Forquilha, Morrinhos E Buracos		24/10/2005	Fazenda Forquilha Dos Cabral S/N, Trs Marias	07.655.237/0001-50	Inapta
Associação das Comunidades Lajeado, Carapina e Córrego das Minhocas	Associações de atividades não especificadas anteriormente	01/01/2008	Fazenda Lajeado A 15 Km De Três Marias Sn	Não identificado	Não identificado
Associação de Artesãos, Artistas Plásticos e Produtores Caseiros de Três Marias	Desenvolvimento e defesa de direitos	16/03/2001	Rua Travessa Guimaraes Rosa 08, Parque Diadorim	04.639.547/0001-92	Ativa
Associação de Bombeiros Civil, Voluntários de Três Marias		13/03/2013	Avenida Campos Gerais 79, Parque Diadorim	17.819.708/0001-71	Ativa
Associação de Bombeiros Civis Voluntários do Alto São Francisco - BOMCIVASF	Outras organizações da sociedade civil	11/09/2013	Rua Votocel S/N, Vila Da Mineira	18.977.701/0001-40	Ativa
Associação de Capoeira Cultura Viva de Três Marias -ACCVTM	Outras organizações da sociedade civil	30/12/2014	Rua Alfa 60, Alto Dos Pinheiros	22.629.296/0001-47	Ativa
Associação de Catadores de Materiais Reaproveitáveis e Amigos - Três Marias	Associações de atividades não especificadas anteriormente	22/12/2006	Rua Ceara 170, Centro	08.698.254/0001-37	Ativa
Associação de Desenvolvimento do Ensino Superior de Três Marias - ADESTM		24/02/2003	Rua Pernambuco 16, Centro	05.528.449/0001-40	Inapta
Associação de Desenvolvimento Econômico Comunitário - Grupo Artesanal do Peixe Defumado		17/03/2008	Via Br 040 Km 281 S/N, Vila Cmm	09.524.768/0001-39	Inapta
Associação de Natação e Hidroginástica - ANHI		28/11/2013	Rua Hum 117, Joaquim De Lima	19.359.138/0001-00	Ativa
Associação de Novidades Jovens Turística de Três Marias		26/05/2006	Praça Castelo Branco 07, Centro	08.062.156/0001-09	Ativa
Associação de Pais E Amigos dos Excepcionais - TM	Assistência social	17/09/1993	Rua Engenheiro Júlio Augusto 08, Enseada Do Lago	20.573.408/0001-60	Ativa

Razão Social	Atuação	Data de Início	Endereço	CNPJ	Status
Associação de Pescadores e Aquicultores de Três Marias e Adjacências		03/06/2014	Rua Presidente John Kennedy 30, Centro	20.409.373/0001-28	Ativa
Associação do Conselho Nacional de Política Social do Político Partidário do Brasil - ACNPSPP-BR		06/04/2017	Rua Sebastiao Alves Leite 25, Cidade Florença	27.586.284/0001-04	Ativa
Associação do Grupo Comunitário das Pedras		24/11/1986	Fazenda Pedras, Zona Rural	20.215.372/0001-42	Ativa
Associação dos Agricultores Familiares de Três Marias e Região	Associações de atividades não especificadas anteriormente	18/04/2007	Avenida Travessia S/N, Parque Diadorim	08.798.994/0001-45	Ativa
Associação dos Agricultores Familiares e Demais Produtores da Sub-Bacia Hidrográfica do Córrego Vereda Grande e Adjacências		16/12/2009	Rua São Cristóvão 621, Ipiranga	11.756.398/0001-07	Ativa
Associação dos Amigos Familiares E Portadores De Câncer De Três Marias/MG-ABRAÇA		03/07/2008	Rua Presidente John Kennedy 38, Centro	10.355.122/0001-54	Ativa
Associação dos Apicultores De Andrequicé		29/11/2018	Rua São Paulo 180, Andrequicé	32.135.951/0001-64	Ativa
Associação dos Aposentados e Pensionistas de Três Marias	Assistência social	27/09/1993	Rua Manuelzão Miguelina 10, Parque Diadorim	73.448.748/0001-25	Ativa
Associação dos Bombeiros Voluntários e Equipes de Resgate de Minas Gerais		15/01/2019	Rua Prefeito Adão De Almeida E Silva 301, Centro	32.448.449/0001-03	Ativa
Associação dos Chacreiros da Fazenda Santa Cruz		30/04/2013	Fazenda Santa Cruz Gleba 50 1, Zona Rural	18.083.383/0001-74	Inapta
Associação dos Corretores de Imóveis e Imobiliárias De Três Marias	Associações patronais e profissionais	02/10/2012	Rua Marechal Deodoro Da Fonseca 195, Centro	16.984.886/0001-95	Inapta
Associação dos Moradores da Aldeia do Dourado	Associações de atividades não especificadas anteriormente	18/01/1999	Rua Manoel Lopes S/N, Aldeia Do Dourado	03.195.836/0001-87	Ativa
Associação dos Moradores do Bairro Marabá, Sebastiao Alves e Joaquim Candido	Desenvolvimento e defesa de direitos	27/11/2012	Rua Amazonas 64, Sebastiao Alves	17.335.832/0001-61	Ativa

Razão Social	Atuação	Data de Início	Endereço	CNPJ	Status
Associação dos Moto Taxistas e Moto Fretes de Três Marias - Minas Gerais - AMOTAMOF		25/05/2017	Rua Oswaldo Pedroso De Almeida E Silva 1001, Francisco Alexandre	27.897.451/0001-20	Ativa
Associação dos Municípios do Circuito Turístico do Lago Três Marias		22/03/2002	Avenida Santos Dumont 01, Centro	04.999.242/0001-91	Ativa
Associação dos Músicos de Três Marias		10/07/2020	Rua Das Palmas 48, Novo Horizonte	37.676.002/0001-05	Ativa
Associação dos Pescadores e Piscicultores Familiares de Três Marias-APPIF-MG	Outras organizações da sociedade civil	16/12/2008	Avenida Pedro Alvares Cabral 38, Joaquim De Lima	10.580.304/0001-29	Suspensa
Associação dos Portadores de Deficiências, Familiares e Simpatizantes	Desenvolvimento e defesa de direitos	07/05/2003	10a Rua Corinto 104, Sebastiao Alves	05.653.172/0001-88	Ativa
Associação dos Produtores de Hortifrutigranjeiros de Três Marias		17/07/2006	Rua Presidente John Kennedy Sn , Centro	08.474.956/0001-37	Inapta
Associação dos Proprietários do Residencial Lake Ville - Aprelville Três Marias - MG	Desenvolvimento e defesa de direitos	26/10/2012	Rua 02 30, Residencial Lake Ville	17.160.113/0001-57	Ativa
Associação dos Universitários e Secundaristas de Três Marias	Desenvolvimento e defesa de direitos	26/04/2001	Rua Benjamim Constant Sn, JK	04.639.549/0001-81	Ativa
Associação Espírita Estrela Guia		21/10/2013	Chácara Fazenda Santa Cruz 61, Zona Rural	19.247.003/0001-52	Ativa
Associação Evangélica de Três Marias	Religião	24/07/2001	Avenida Santos Dumont 182, Centro	04.569.910/0001-40	Ativa
Associação Municipal de Mototaxistas de Três Marias/Mg		07/11/2018	Praça Castelo Branco 02, Centro	31.959.329/0001-08	Ativa
Associação Recreativa do Tradição Esporte Clube		31/07/2002	Campo Da Cemig S/N, Acampamento Cemig	05.208.721/0001-05	Ativa
Associação Regional de Proteção Ambiental das Gerais	Desenvolvimento e defesa de direitos	23/11/2001	Rua Carlos Chagas 15, Centro	04.798.423/0001-50	Ativa

Razão Social	Atuação	Data de Início	Endereço	CNPJ	Status
Associação Rural de Santa Catarina e Adjacência		01/01/1998	Fazenda Santa Catarina Sn, Zona Rural	Não identificado	Não identificado
Associação Socioeducativa e Cultural TM		01/01/2006	Rua Tome De Souza 27, Comercial Três Marias	Não identificado	Não identificado
Associação União Rural Pela Terra		08/11/2002	Rua Santa Lucia 150, Centro	05.453.875/0001-62	Inapta
Câmara de Dirigentes Lojista de Três Marias	Associações patronais e profissionais	23/12/1996	Rua Várzea Da Palma 281, Centro	01.600.405/0001-23	Ativa
Caritas Paroquial de Três Marias-Mg - CTM		10/12/2001	Avenida Pedro Alvares Cabral 02, Joaquim De Lima	04.829.286/0001-73	Inapta
Centro de Convivência Amigos da Terceira Idade	Desenvolvimento e defesa de direitos	25/07/2001	Avenida Dos Trabalhadores 03, Distrito Pequena Empresa I	04.639.551/0001-50	Ativa
Clube de Pesca de Sete Lagoas	Desenvolvimento e defesa de direitos	25/09/1986	Fazenda da Escadinha S/N, Zona Rural	20.212.718/0001-59	Ativa
Comunidade Católica de Vida e Aliança Kairos		22/12/2003	Alameda Circuito Das Águas 10, Cidade Turística B	06.061.647/0001-00	Ativa
Comunidade Evangélica Monte Sinai		06/07/2016	Rua Felinto Muller 158, Centro	07.304.893/0002-99	Ativa
Confederação Educativa Beneficente do Brasil - CEBB	Educação e pesquisa	21/02/1990	Rua Sucupira 52, Joaquim De Lima	20.572.673/0001-23	Ativa
Congregação Crista no Brasil	Religião	18/11/1983	Rua Tocantins 112, Balsamao	20.208.419/0001-40	Ativa
Conselho Comunitário de Segurança Pública Do Município de Três Marias	Desenvolvimento e defesa de direitos	20/06/2005	Rua Sagarana 10, Parque Diadorim	07.534.060/0001-33	Ativa
Conselho de Ação Comunitária de Três Marias	Associações de atividades não especificadas anteriormente	04/03/1988	Rua Jonh Kennedy 175, Centro	20.215.653/0001-03	Inapta
Consórcios dos Municípios do Lago de Três Marias		17/08/2001	Rua Idalmo Mourão 29, Dner	04.639.543/0001-04	Inapta

Razão Social	Atuação	Data de Início	Endereço	CNPJ	Status
Entidade Sete Estrelas Kairos	Desenvolvimento e defesa de direitos	22/07/2002	Alameda Circuito Das Águas 10, Cidade Turística	05.164.266/0001-93	Ativa
Escola Fonte da Esperança		24/06/1998	Rua Fernão Dias 840, Balsamao	02.626.412/0001-67	Inapta
Esparta Futebol Clube		14/08/1985	Rua Amazonas 137, Sebastião Alves	20.211.017/0001-03	Baixada
Espartano Futebol Clube		09/06/1981	Avenida Oiapoque 57, Andrequicé	20.206.942/0001-38	Inapta
Federação das Associações Comerciais e Empresariais do Estado de Minas Gerais		16/05/2018	Rua Várzea Da Palma 281, Centro	17.449.612/0001-69	Ativa
Fraternidade Espírita Crista Ponto de Luz	Associações de atividades não especificadas anteriormente	19/11/2007	Rua Brusck 16, Progresso	09.353.460/0001-78	Ativa
Fraternidade Feminina da Loja Maçônica Estrela de Três Marias		07/11/2014	Rua Carlos Chagas 15, Centro	21.433.509/0001-06	Ativa
Fundação de Saúde Três Marias	Saúde	29/11/1973	Rodovia Brasília / Belo Horizonte Km 438, Parque Diadorim	18.048.223/0001-94	Ativa
Fundação Rádio Comunitária Três Marias		21/03/2000	Rua Isaac Newton 03, Jk	03.703.199/0001-02	Inapta
Fundação Sagres	Atividades de TV aberta	01/10/2000	Av. Felinto Muller 255, JK	04.079.355/0001-79	Ativa
Fundação Salua Daura de Arte e Cultura	Cultura e recreação	19/10/2000	Avenida Santos Dumond 121, Centro	04.136.857/0001-94	Ativa
Grupo Fraternal Espírita Raio de Sol	Religião	22/04/1991	Rua Rio Grande Do Norte 87, Centro	20.572.905/0001-43	Ativa
Harmonização e Bem Viver		01/01/2003	Rua Das Orquídeas 169,	Não identificado	Não identificado
Igreja Batista Getsêmani ou Primeira Igreja Batista Renovada de Três Marias	Religião	07/08/2009	Avenida Getúlio Vargas 189, Centro	11.054.235/0001-82	Ativa
Igreja Batista O Senhor e Nossa Justiça	Religião	20/07/2011	Rua Sonia 52, Novo Horizonte	13.999.777/0001-53	Inapta

Razão Social	Atuação	Data de Início	Endereço	CNPJ	Status
Igreja do Evangelho Quadrangular	Religião	03/11/1997	Rua Matozinhos 289, Centro	62.955.505/8857-62	Ativa
Igreja Evangélica Assembleia de Deus de Três Marias		18/03/1987	Rua Fernão Dias 840, São Jorge	20.215.489/0001-26	Ativa
Igreja Evangélica Assembleia de Deus Nova Vida Com Cristo		04/01/2019	Avenida Juscelino Kubitschek 268, Jardim Dos Pescadores	32.352.354/0001-91	Ativa
Igreja Evangélica Jesus Paz e Vida	Religião	20/06/2011	Avenida Santos Dumont 268, Centro	13.835.470/0001-17	Ativa
Igreja Mundial do Poder De Deus		25/04/2016	Rua Felixlândia 137, Centro	02.415.583/2281-64	Ativa
Igreja Pentecostal Quero Falar Com Deus		13/12/2005	Rua Rio Do Boi 135, Johnson	20.266.766/0001-20	Inapta
Igreja Presbiteriana Ebenezer de Três Marias	Religião	01/12/1988	Rua Presidente John Kennedy 29, Parque Diadorim	20.572.327/0001-45	Ativa
Igreja Universal do Reino de Deus	Religião	01/04/2002	Avenida Getúlio Vargas 18, Parque Diadorim	29.744.778/3676-51	Ativa
Instituto de Apoio A Família		21/05/2013	Rua Das Andorinhas 26, Progresso	18.288.834/0001-00	Ativa
Instituto Educacional e Cultural Millenium	Outras organizações da sociedade civil	19/09/2014	Avenida Votocel 40, Vila Cmm	21.589.527/0001-73	Inapta
Instituto Educacional Fazer o Bem - Três Marias		28/12/2015	Avenida Getúlio Vargas 189, Centro	25.990.283/0001-97	Inapta
Instituto Opara - Cultura, Meio Ambiente e Cidadania	Associações de atividades não especificadas anteriormente	28/06/2007	Rua Um 88, Joaquim De Lima	08.975.480/0001-18	Inapta
Instituto Restauração Paz e Vida	Outras organizações da sociedade civil	04/07/2013	Rua Pernambuco 339, Centro	18.484.833/0001-30	Ativa
Instituto Sirga - Sertão Independente e Reflexivo do Geral Apaixonante - de Cultura, Comunicação e Meio Ambiente		18/03/2008	Rua John Kennedy 36, Centro	09.479.413/0001-75	Ativa

Razão Social	Atuação	Data de Início	Endereço	CNPJ	Status
Instituto Vereda - Cidadania e Desenvolvimento Sustentável		20/09/2011	Avenida Santos Dumont S/N, Aeroporto	14.376.351/0001-06	Inapta
Instituto Vida Nova - IVN		12/04/2013	Rua Carlos Chagas 86, Centro	18.242.342/0001-83	Inapta
Lar dos Idosos Antônio Frederico Zanan	Assistência social	13/01/1999	Rua São Vicente De Paulo 02, Joaquim De Lima	02.928.082/0001-64	Ativa
Liga Trimariense de Desportos	Cultura e recreação	14/08/1981	Praça Castelo Branco Sn, Centro	20.206.975/0001-88	Ativa
Lions Clube de Três Marias	Desenvolvimento e defesa de direitos	06/03/1986	Rua Carlos Chagas S/N, Centro	20.212.577/0001-74	Ativa
Loja Maçônica Estrela de Três Marias	Desenvolvimento e defesa de direitos	11/04/1985	Rua Benjamim Constant 270, Centro	20.210.928/0001-08	Ativa
Mitra Arquidiocesana de Diamantina	Religião	13/10/1998	Avenida Pedro Alvares Cabral 2, Joaquim De Lima	20.078.531/0048-78	Ativa
Mitra Arquidiocesana de Diamantina	Religião	16/03/1989	Rua Pernambuco 205, Centro	20.078.531/0035-53	Ativa
Organização Não Governamental Rede Verde		05/08/2005	Avenida Felinto Muller 17, J K	07.576.162/0001-11	Inapta
Primeira Igreja Batista em Três Marias		30/01/1987	Rua Curitiba 158, Jk	20.215.430/0001-38	Ativa
Sociedade de Ação Comunitária Canaã	Desenvolvimento e defesa de direitos	15/04/1997	Avenida Felinto Muller 865, Ipiranga	01.940.015/0001-00	Ativa
Sociedade dos Amigos do Memorial Manuelzão E de Revitalização de Andrequicé	Desenvolvimento e defesa de direitos	20/04/2005	Praça Uma Estoria de Amor 01, Andrequicé	07.428.656/0001-59	Ativa
Sociedade Mantenedora do Instit. Educ. Barreiro Grande	Educação e pesquisa	09/02/1971	Rua John Kennedy 10, Centro	19.995.224/0001-09	Ativa
Sociedade Protetora dos Animais de Três Marias/MG		23/08/2013	Rua Buganvilia 210, Novo Horizonte	18.968.855/0001-76	Ativa
SOS São Francisco		26/09/2005	Rua Almerinda Lourenco Do Amaral 57, Santa Rosa	07.769.871/0001-13	Inapta

Razão Social	Atuação	Data de Início	Endereço	CNPJ	Status
Templo Uramo do Amanhecer de Três Marias M/G da Ordem Espiritualista Crista Vale do Amanhecer	Religião	26/03/1991	Gleb Sete Da Faz Forquilha Sn, Nova Tres Marias	20.572.897/0001-35	Inapta
Velório Comunitário de Três Marias		16/12/2012	Rua Matozinhos 865, Centro	15.251.147/0001-21	Inapta
Vida - Voluntários Integrados em Defesa Ambiental		26/09/2001	Praça Da Matriz S/N, Centro	04.707.947/0001-98	Ativa
Videira Igreja em Células		03/07/2012	Rua Luiz Ineco Fidelis 15, Cidade Florença	16.382.623/0001-06	Ativa
Vila Nova Esporte Clube		14/08/1985	Rua 10 30, Parque Diadorim	20.210.993/0001-33	Ativa

Fonte: Adaptado de IPEA – Mapa das Organizações da Sociedade Civil, 2022

9.3.3.1.2 São Gonçalo do Abaeté

9.3.3.1.2.1 Contextualização Histórica do Município

De acordo com as informações consultadas, as primeiras formas de ocupação do município atual de São Gonçalo do Abaeté estiveram atreladas ao povoamento promovido por comunidades indígenas durante o período anterior à colonização e nos primeiros séculos dessa atividade. De acordo com a Câmera Legislativa de São Gonçalo do Abaeté (2020), há indícios de que nesse local habitavam as comunidades indígenas Temiminós, Borrachudos e Abaetés, homenageados pela nomeação de importantes cursos d'água da região.

A partir do movimento das bandeiras no contexto de interiorização nacional no século XVIII, foi confirmada a presença de importantes minerais preciosos próximos a localidade em questão. De modo geral, identificou-se a existência de diamante e ouro nos leitos dos rios, que impulsionaram a atividade minerária e influenciaram diretamente nas dinâmicas socioeconômicas e culturais regionais.

No início do século XIX, a fim de fiscalizar o desenvolvimento dessa atividade econômica e garantir o benefício da Coroa Portuguesa, foram instalados quartéis generais em diferentes pontos do território. Dentre esses, se destaca o Quartel General de Abaeté, associado às cercanias do então distrito Santo Antônio de Tiros. Nesse local situava-se o povoado de São Gonçalo do Abaeté, formado em 1911 pela instalação de um pequeno grupo de pessoas.

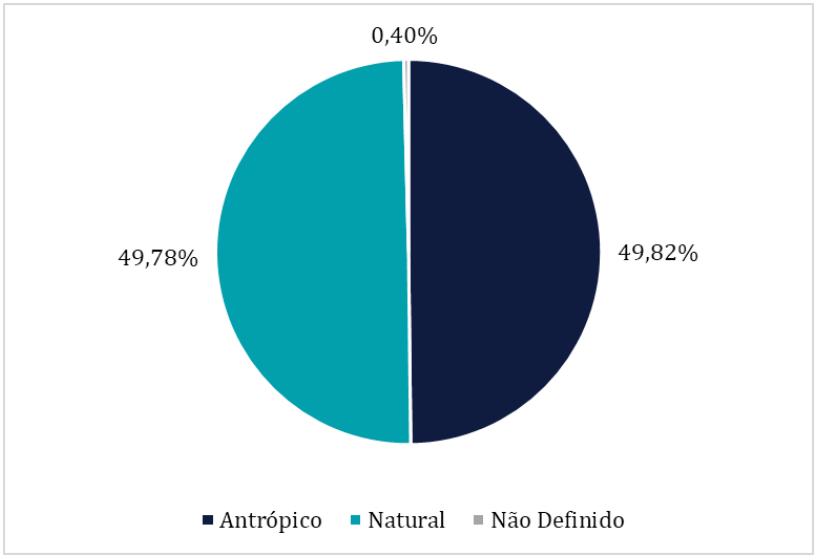
Em 1928, foi construída a Paróquia de São Gonçalo do Abaeté, um importante marco do desenvolvimento dessa comunidade. Posteriormente, a população desse povoado insistiu na oficialização do município, realizada em 1943 por meio do Decreto-Lei nº 1.058.

9.3.3.1.2.2 Uso e Ocupação do Solo

São Gonçalo do Abaeté possui uma extensão territorial de 2.692,545km², se insere como um centro local integrante do arranjo populacional de Patos de Minas - Centro Sub-regional A, microrregião de Paracatu e mesorregião Noroeste de Minas. O município se insere, ainda, na região imediata de Patos de Minas, região intermediária de Patos de Minas e está localizado a cerca de 370 km de distância da capital mineira, Belo Horizonte.

O Gráfico 9-271 apresenta a comparação entre áreas naturais e áreas de uso antrópico no território de São Gonçalo do Abaeté. Observa-se que cerca de 49,82% do território apresenta algum nível de antropização e cerca de 49,78% mantêm características naturais.

Gráfico 9-271: Áreas naturais x uso antrópico em São Gonçalo do Abaeté



Fonte: Adaptado de MapBiomas, 2021.

A representação dos usos e ocupação do solo em São Gonçalo do Abaeté é observada na Figura 9-119. As áreas mais preservadas do território, com menor nível de antropização, estão distribuídas em pequenas manchas por todo território. A presença da atividade industrial se destaca na porção nordeste do município, enquanto a agropecuária pode ser observada distribuída por todo o território e com a área majoritariamente destinada a pastagem e monocultura de eucalipto.

405000 427000 449000 471000

8019000 7999000 7979000 7959000

Buritizeiro

Rio São Francisco

BR-040

João Pinheiro

BR-365

São Gonçalo do Abaeté

Morada Nova de Minas

Três Marias

Varjão de Minas

MG-060

Tiros

MG-220

Patos de Minas

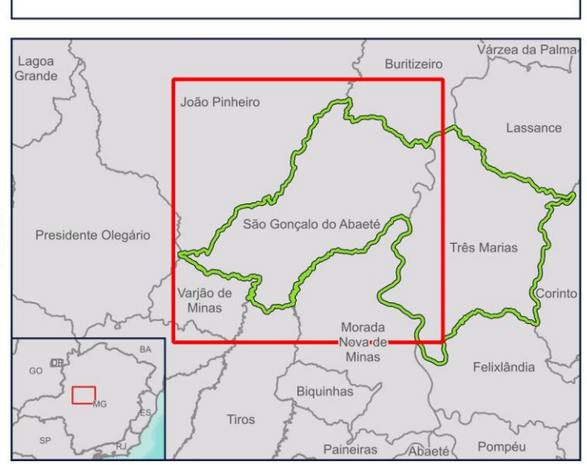
0 5 10 15 km

Legenda

- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Hidrografia
- Curso d'água/Represa Três Marias
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID) do Meio Socioeconômico
- Área de Influência Indireta (AII) do Meio Socioeconômico

Classes de Uso e Cobertura do Solo:

- Floresta
- Agropecuária
- Formação Natural não Florestal
- Área não Vegetada
- Corpo D'água



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023), AID, AII, Curso d'água (Trust, 2023); Uso e Ocupaçã do Solo (Mapbiomas, 2021); Rodovias Estaduais, Rodovias Federais (DNIT, 2022); Hidrografia (IGAM, 2021); Limites Municipais, Limites Estaduais (IBGE, 2022).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-119: Mapa de Uso e Ocupação do Solo – São Gonçalo do Abaeté

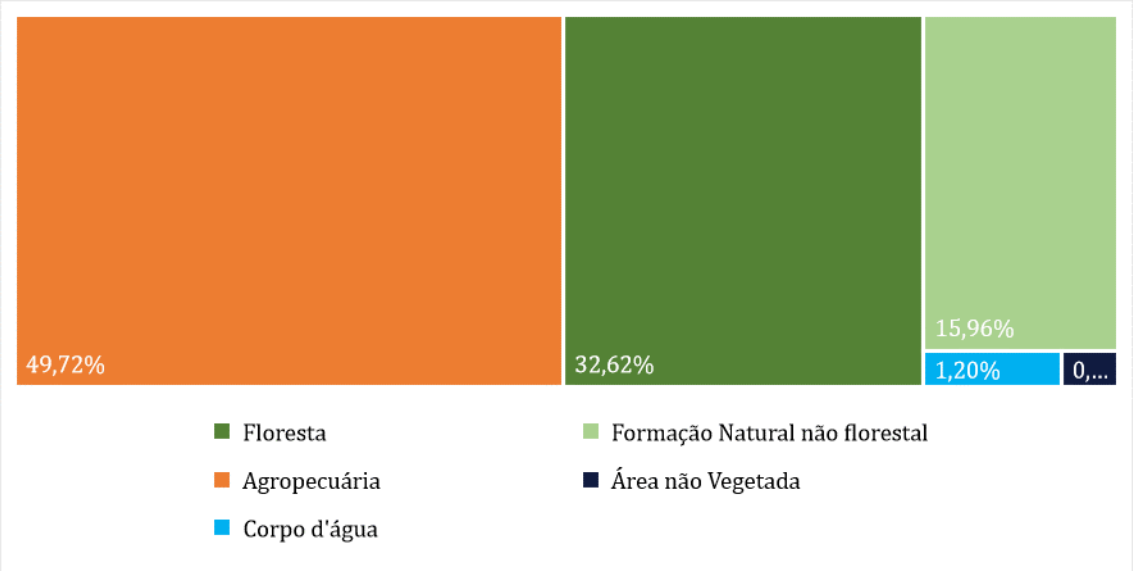
ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	02/09/2024	NXTM-DRS-EIA-UOSSGA-A3-v00

Conforme informações disponíveis no censo agropecuário de 2017[12], São Gonçalo do Abaeté possuía, à época, 396 estabelecimentos agropecuários que ocupavam 178.905 hectares. Sobre a regularização fundiária, 89,90% das terras estão sob regime do proprietário, inclusive as terras tituladas coletivamente e 2,68% são terras arrendadas.

O diagrama apresentado no Gráfico 9-272, demonstra que em 2021, 49,72% do território apresentava uso agropecuário. Conforme levantamento do MapBiomas[13], dos 78.432 hectares destinados à pastagem, cerca de 10,77% não apresentam degradação, 21,30% apresentam degradação moderada e, 67,91% apresentam degradação severa.

As **áreas não vegetadas** correspondem a 0,50% do território e contemplam áreas urbanizadas, mineração e outras tipologias. As áreas de **Floresta** (49,72%) ocupam cerca de 1/2 da área do município e correspondem às áreas com baixo nível de antropização no território. A classe **Corpo d'água** corresponde a 1,20% da cobertura do solo e contempla rios, lagos e aquicultura.

Gráfico 9-272: Diagrama de áreas- Cobertura do solo em São Gonçalo do Abaeté



Fonte: Adaptado de MapBiomas, 2021.

9.3.3.1.2.3 Zoneamento Municipal

Em relação à esfera do planejamento urbano, São Gonçalo do Abaeté é um dos municípios que compõem a Microrregião de Paracatu. Juntamente com microrregião de Unaí, essas unidades territoriais compõem a Mesorregião do Noroeste do Estado de Minas Gerais.

A Lei Federal nº 10.257/2001, conhecida como o "Estatuto da Cidade", é uma legislação brasileira que regula a política urbana e o desenvolvimento das cidades. De acordo com essa lei, a elaboração de um Plano Diretor Municipal é obrigatória para cidades com mais de 20 mil habitantes, bem como

[12] Dados disponíveis para o ano de 2017 no Censo Agropecuário
[13] Dados disponíveis para o ano de 2021 no MapBiomas.

para aquelas situadas em áreas de especial interesse turístico, aquelas onde existem ou estão sendo construídas grandes obras e aquelas que fazem parte de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas.

Como São Gonçalo do Abaeté, conforme informações fornecidas pela Agência Senado, não se enquadra em nenhuma dessas condições, não está legalmente obrigada a elaborar um Plano Diretor Municipal. Portanto, a ausência desse plano na cidade é justificada com base nos critérios estabelecidos pelo Estatuto da Cidade.

É importante mencionar ainda, o Plano Diretor de Turismo de São Gonçalo do Abaeté, elaborado em 2020 em parceria com a Prefeitura Municipal de São Gonçalo do Abaeté, a Nexa e o Instituto Votorantim com execução realizada pelo Turismo 360.

A abordagem adotada para a elaboração do documento considerou a extensão geográfica do município assim como as peculiaridades de cada localidade para a definição de ações e diretrizes de estruturação do turismo que valorizam a diversificação da oferta e a integração territorial.

Em São Gonçalo do Abaeté foram identificadas três realidades territoriais e turísticas distintas. A Sede Municipal que se destaca pela sua maior disponibilidade de serviços públicos, produção rural, garimpo e shows, o bairro Beira Rio que se destaca pelos serviços de hospedagem, alimentação atrativos naturais e pesca e o distrito de Canoeiros que se destaca pela Produção rural, cachoeiras, cultura do carro de boi e festas religiosas.

As estratégias estabelecidas no Plano Diretor de Turismo de São Gonçalo do Abaeté foram organizadas em eixos estratégicos, macro programas e ações que se aplicam de maneira transversal em todo território ou de maneira específica a cada território de acordo com sua particularidade. São eles;

- *Eixo Estratégico Governança: possui como macroprogramas a Gestão Municipal, Gestão compartilhada, Monitoramento e Educação e propõe ações transversais com o objetivo fortalecer a gestão do turismo no território, estimulando e incentivando a participação dos diferentes atores.*

- *Eixo Estratégico Oferta: possui como macroprogramas o Empreendedorismo; Atividades na natureza; Eventos; Cultura; Profissionalismo e Comercialização que propõe ações tanto transversais como específicas as localidades com o intuito de diversificar a oferta turística a partir de uma abordagem territorial.*

- *Eixo Estratégico Infraestrutura: possui como macroprogramas o Acesso, Comunicação, Segurança e Saúde que propõe ações tanto transversais como específicas as localidades de melhoria da infraestrutura turística e de apoio para o município.*

- *Eixo Estratégico Promoção: possui como macroprogramas a Estratégia; Comunicação Institucional; Comunicação Online e Mercado que propõe ações tanto transversais de*

estratégias de definição de público-alvo, mercado, comportamento dos turistas e posicionamento online.

De maneira mais específica das ações propostas que implicam no ordenamento territorial citam-se as ações pontuais nas localidades:

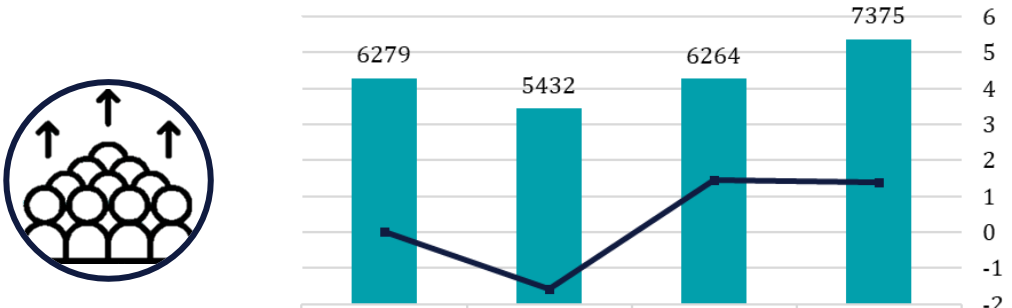
- **Bairro Beira Rio - macroprograma Atividades Turísticas do Eixo Estratégico Oferta**
  - **Construir quatro novas rampas para embarque no Rio São Francisco (na região): Morada dos Peixes; Av. Beira Rio; Pontal do Abaeté e Cachoeira Grande.**
  - **Criar área de camping para pescadores amadores que pescam no bairro Beira Rio, com área delimitada e estrutura adequada.**

9.3.3.1.2.4 Perfil Demográfico e Socioeconômico

A população registrada no município de São Gonçalo do Abaeté em 2022 era de 7.375 pessoas de acordo com os dados disponibilizados pelo IBGE. Em 2010, o censo do município indicou a existência de 6.264 habitantes e uma densidade demográfica de 2,33 hab./km^2. Desse modo, observa-se um incremento populacional de aproximadamente 17,74% na última década (IBGE, 2022).

O Gráfico 9-273 apresenta a população e a taxa de crescimento populacional absoluto por período da série histórica compreendida entre 1991 e 2022, conforme dados disponibilizados pelo IBGE. No período entre 2010 e 2022, a taxa de crescimento populacional[14] em São Gonçalo do Abaeté foi 1,36994, enquanto a taxa nacional correspondia a 1,0214. Desse modo, o município apresentou um crescimento em ritmo mais rápido em relação ao Brasil de modo geral.

Gráfico 9-273: Variação populacional em São Gonçalo do Abaeté - 1991 a 2022

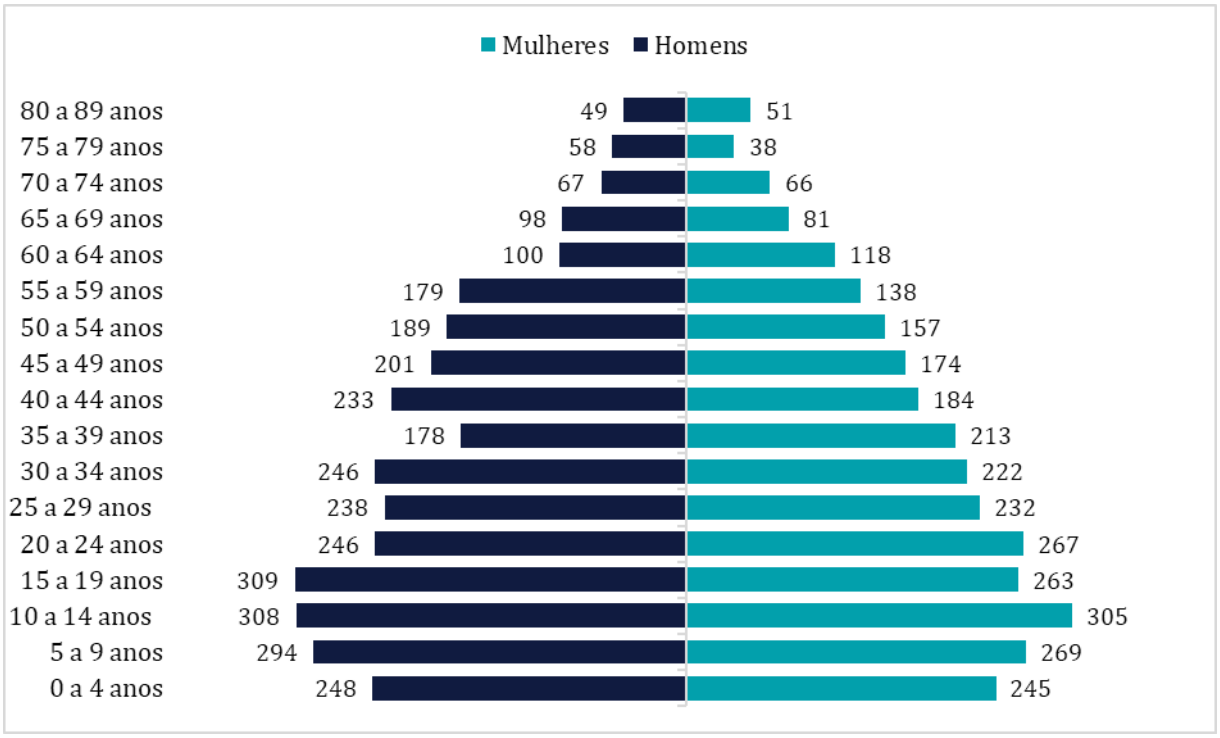


Fonte: Adaptado de Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil e IBGE, 2022.

[14] Taxa média geométrica de crescimento anual da população, calculada com base em metodologia adotada pelo IBGE.

No censo de 2010, a população do município era composta por 48% de mulheres e 52% de homens. Representada no Gráfico 9-274 a pirâmide etária do ano de 2010 aponta que, à época, a maior parte da população do município era composta por adultos entre 18 e 59 anos, sendo que a faixa etária entre 0 e 19 anos apresenta a maior concentração de pessoas.

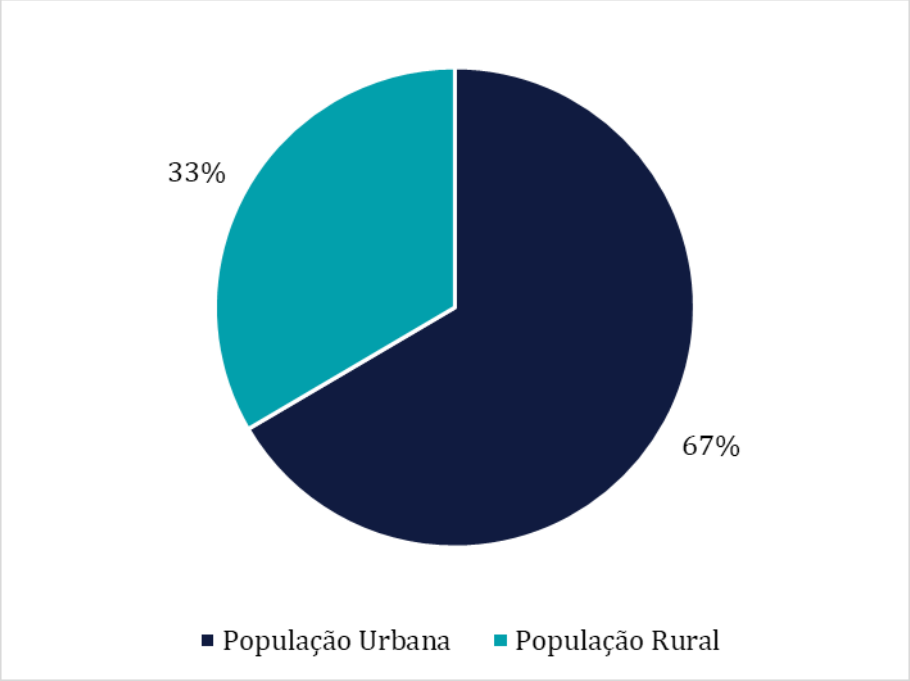
Gráfico 9-274: Pirâmide Etária (2010) - São Gonçalo do Abaeté



Fonte: IBGE, 2010.

Conforme se observa no Gráfico 9-275, em São Gonçalo do Abaeté 67% da população reside na zona urbana e apenas 33% dos habitantes residem na zona rural do município. Nesse sentido, estima-se que a maior parte da população tenha a possibilidade de acesso a serviços públicos de infraestrutura característicos do meio urbano.

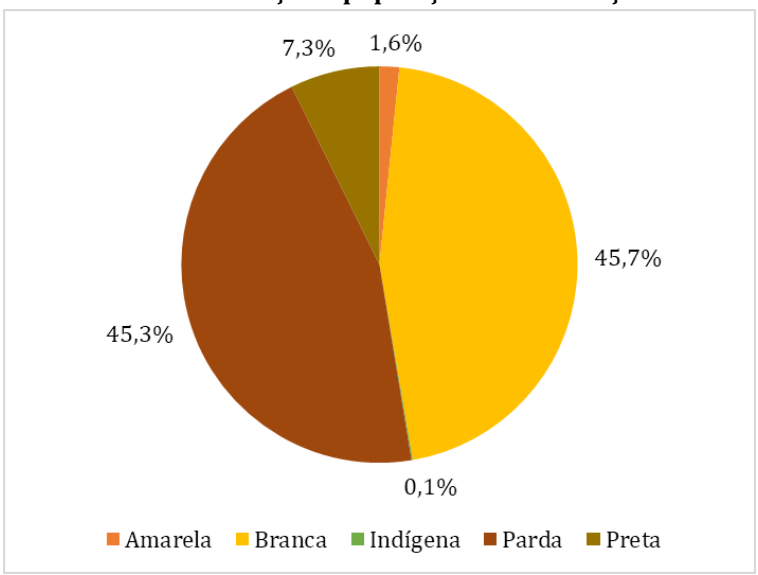
Gráfico 9-275: População Urbana x População Rural em São Gonçalo do Abaeté - Censo 2010



Fonte: Adaptado de IBGE, 2010.

De acordo com as definições do censo de 2010, o Gráfico 9-276 apresenta a estratificação por cor ou raça da população residente em domicílios particulares em São Gonçalo do Abaeté. Observa-se que a maior parte da população se autodeclarou como parda (45,7%) e branca (45,3%), seguida por pretos (7,3%), amarelos (1,6%) e indígenas (0,1%).

Gráfico 9-276: Cor ou raça da população de São Gonçalo do Abaeté



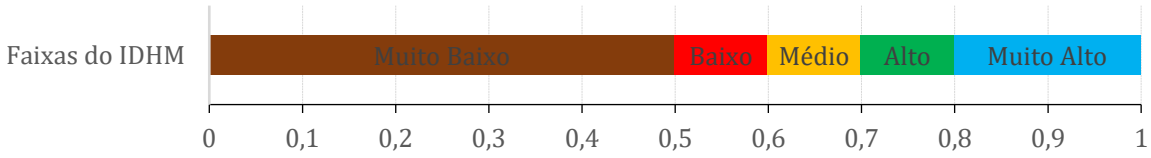
Fonte: Adaptado de IBGE, 2010.

A Tabela 9-177 apresenta os índices de desenvolvimento humano e índice de GINI para São Gonçalo do Abaeté. Observa-se que o índice de GINI, calculado em 0,47, se aproxima de uma maior igualdade na distribuição da renda no município, se comparado ao índice do Brasil (0,60). O Índice de

Desenvolvimento Humano – IDHM de São Gonçalo do Abaeté é 0,670 e, portanto, se enquadra dentro da classificação **média** (0,600 a 0,700)**.** Os três índices que compõe o IDHM são: IDHM Renda igual a 0,665 e considerado como **médio**, IDHM Longevidade igual a 0,796 e classificado como **alto** e IDHM Educação, índice classificado como **baixo** e mensurado em 0,568 pontos.

Ambos os índices - GINI e IDHM - servem como referência para uma comparação com outros municípios, estados e país acerca da qualidade de vida no município. Contudo, há que se observar que os critérios adotados para mensuração desses índices não são suficientes para informar sobre as carências de infraestrutura local, demandas da população ou outras questões relacionadas a vulnerabilidades sociais no município.

Tabela 9-177: Principais índices de desenvolvimento humano – São Gonçalo do Abaeté

	Índice de GINI **0,47** **0,60**	O Índice de Gini varia de zero a um, o valor zero representa a situação de igualdade (todos possuem a mesma renda), já o valor um é o oposto (uma só pessoa possui toda a riqueza).
		
	IDHM **0,670** **0,727**	O Índice de Desenvolvimento Humano do Município – IDHM é calculado a partir da média geométrica das três dimensões do IDHM (renda, longevidade e educação). O índice apurado em São Gonçalo do Abaeté se refere aos dados do Censo de 2010 e é classificado como **médio**.
	IDHM Renda **0,665** **0,739**	O IDHM Renda é classificado como **médio.** O critério usado é a renda municipal per capita. Para tanto a renda de todos os residentes é somada e divide-se o resultado pelo número de pessoas que moram no município.
	IDHM Longevidade **0,796** **0,816**	IDHM Longevidade é classificado como **alto**. Esse indicador considera a esperança de vida ao nascer, sintetizando as condições de saúde e salubridade locais, além da taxa do número de mortes nas faixas etárias mais precoces.
	IDHM Educação **0,568** **0,637**	IDHM Educação é classificado como **baixo.** O índice é formado pela taxa de alfabetização de pessoas acima dos 15 anos de idade (com peso dois) e a taxa bruta de frequência à escola (com peso um).

Fonte: Adaptado de Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2021.

9.3.3.1.2.5 Sistema Viário e Infraestrutura Local e Regional

O acesso viário ao município de São Gonçalo do Abaeté pode ocorrer por meio da rodovia estadual MG-060, que interliga o município a João Pinheiro e Varjão de Minas a sudoeste e a Morada Nova de Minas e Tiros a sudeste. O município pode também ser acessado pela rodovia federal BR-365 que o conecta a Varjão de Minas a Nordeste e a João Pinheiro a noroeste.

O acesso de São Gonçalo do Abaeté a capital mineira, Belo Horizonte se dá pela rodovia federal BR-040 a sudeste, cerca de 370 quilômetros.

Além das rodovias de ligação regional, o município conta com estradas vicinais utilizadas como acessos às comunidades rurais e o transporte tipo balsa para travessia do rio Indaiá para acesso ao município de Morada Nova.

A Figura 9-120 apresenta o sistema viário e infraestrutura regional de São Gonçalo do Abaeté.

405000 427000 449000 471000

8019000 7999000 7979000 7959000

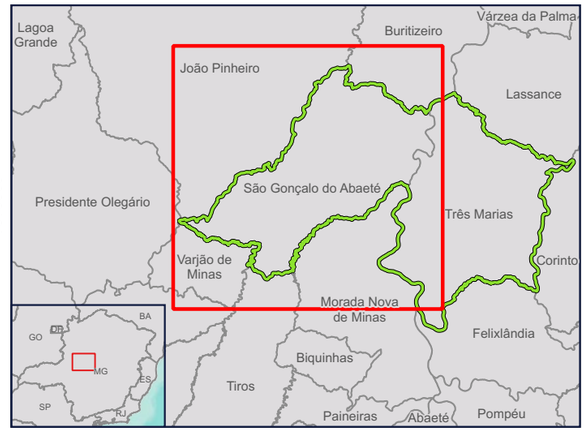
São Sebastião
Buritizeiro
Rio São Francisco
JK
BR-040
Luzilândia do Oeste
Canoeiros
João Pinheiro
BR-365
Pirapora 2 - Três Marias C1
Veredas
Várzea da Palma C1
Beira-Rio
Três Marias 3
São Gonçalo do Abaeté
DTCEA-TRM
WD
UHE - CEMIG
Três Marias
Sete Lagoas 4 - Três Marias C1
São Gotardo 2 - Três Marias
São Gonçalo do Abaeté
Morada Nova de Minas
Três Marias
Varjão de Minas
MG-060
Tiros
MG-220
Lagoa Seca
Canastrão
Patos de Minas
Bom Sucesso de Patos

0 5 10 15 km

405000 427000 449000 471000

Legenda

- Localidades (IBGE)
- Centrais Geradoras Hidrelétricas
- Usinas Termelétricas
- Usina Hidrelétrica
- Linhas de Transmssão
- Ferrovias
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Rio São Francisco
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID) do Meio Socioeconômico
- Área de Influência Indireta (AII) do Meio Socioeconômico



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023), AID, AII, Usina Hidrelétrica, curso dágua (Trust, 2023); Centrais Geradoras Hidrelétricas, Usinas Termelétricas, Linhas de Transmissão (ANEEL, 2023); Rodovias Estaduais, Rodovias Federais (DNIT, 2022); Ferrovias (ANT, 2019) Rio São Francisco (IGAM, 2021); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-120: Sistema viário e infraestrutura local e regional de São Gonçalo do Abaeté

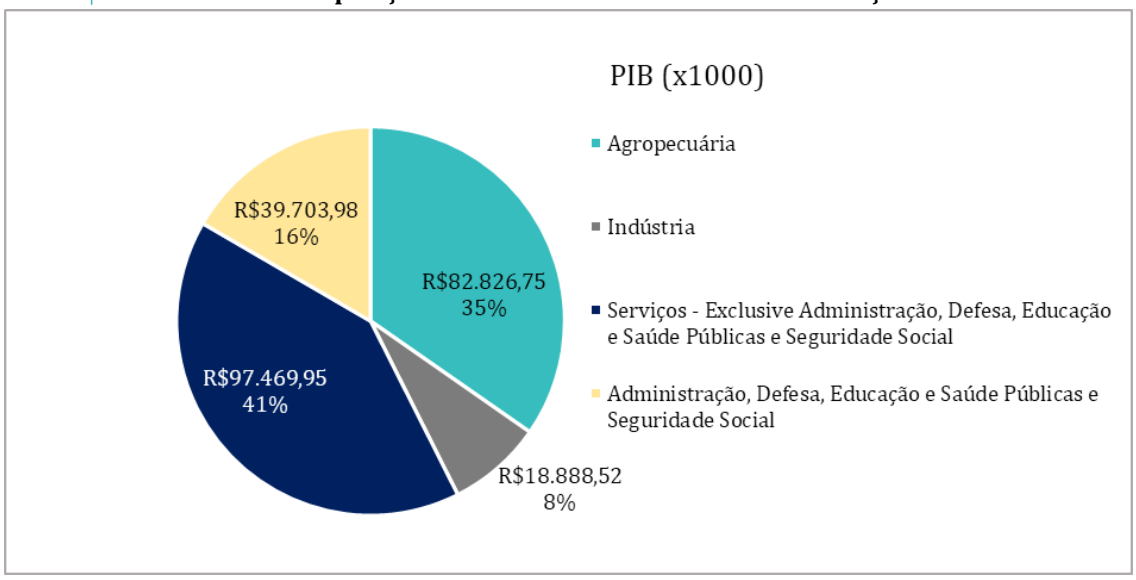
ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	30/08/2024	NXTM-DRS-RCA-SistViaSGA-A3-v00

9.3.3.1.2.6 Estrutura Produtiva e de Serviços

De acordo com dados disponibilizados pelo IBGE, o PIB a preços correntes no munícipio era, em 2020 equivalente a 258.168,74 (x 1000) reais.

Como observado no Gráfico 9-277, o PIB era composto pela contribuição do setor de **Serviços** com a participação de 41%, seguido do setor de **Agropecuária** com 35%, **Administração, Defesa, Educação, Saúde Pública, e Seguridade Social** com 16%, e por fim, **Indústria** com 8% do produto interno bruto do município.

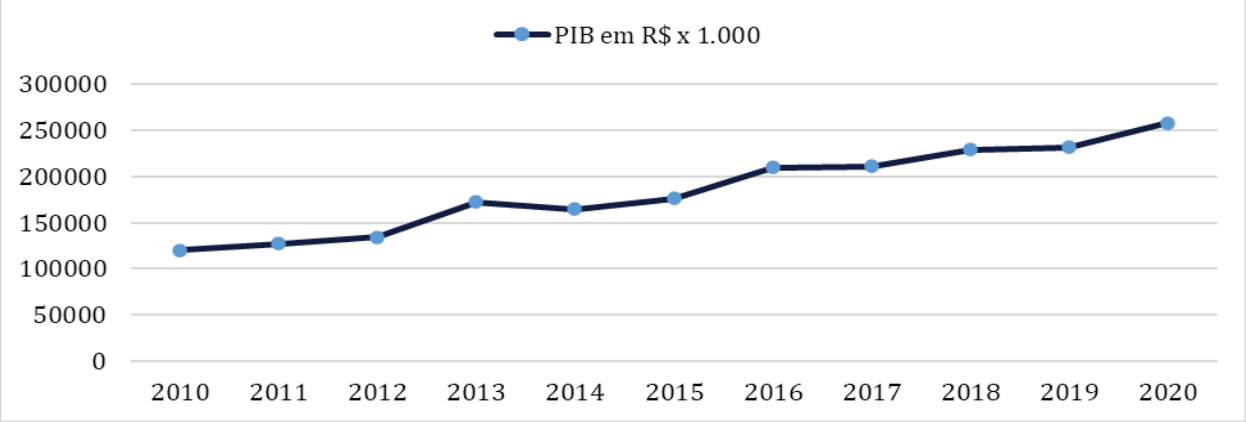
Gráfico 9-277: Composição do Produto Interno Bruto – São Gonçalo do Abaeté



Fonte: IBGE, 2020.

O Gráfico 9-278 apresenta o PIB a preços correntes em São Gonçalo do Abaeté, na série histórica entre 2010 e 2020. Nesse período, observou-se uma variação positiva o PIB entre 2010 e 2013, com uma oscilação negativa registrada entre 2013 e 2014 e retomada de crescimento entre 2014 e 2020.

Gráfico 9-278: Produto Interno Bruto a preços correntes em São Gonçalo do Abaeté



Fonte: Adaptado de IBGE, 2020.

Segundo o Cadastro Central de Empresas – CEMPRE[15], em 2020 São Gonçalo do Abaeté possuía 159 empresas e outras organizações registradas, responsáveis pela ocupação de 1.379 pessoas.

Citam-se como empresas do setor industrial presentes no município: Gar Mineração, Liga 10, Lekker Alimentos Ltda., UTM Processamento De Madeira Ltda. Embora não sejam as únicas indústrias do município, estas são as principais empresas do setor.

A sede do município concentra a maior parte dos estabelecimentos voltados à prestação de serviços, sobretudo na região central da cidade.

A agropecuária representa 35% do PIB de São Gonçalo do Abaeté, o que é muito relevante e fica atrás somente dos 41% de participação do setor de serviços na composição do PIB. O setor agropecuário destaca-se ainda no município quando observados aspectos como o uso e ocupação do solo (cerca de 1/2 do território é destinado à agropecuária), volume da produção, geração de emprego e infraestrutura implantada para este setor.

A Tabela 9-178 apresenta a produção pecuária de São Gonçalo do Abaeté, contendo o efetivo dos rebanhos no município em 2010 e 2021. Nesse período, observa-se variação negativa na maioria dos rebanhos. Apenas os rebanhos bovino e suíno apresentaram diferença positiva no rebanho de 5% e 8% respectivamente.

Tabela 9-178: Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho em São Gonçalo do Abaeté

Ano	Bovino	Bubalino	Equino	Suíno	Caprino	Ovino	Galináceo	Aquacultura (kg)
2021	44.837	54	1.185	4.360	24	236	18.050	4.800
2010	42.847	-	1.337	4.038	86	180	20.089	-
Var.	+5%	-	-11%	+8%	-72%	+31%	-10%	-

Fonte: Adaptado de IBGE, 2021.

A Tabela 9-179 apresenta a área em hectares destinada à produção agrícola em São Gonçalo do Abaeté, no período entre 1991 e 2021. Nesse período, observa-se a diminuição das áreas de lavouras temporárias entre 1991 e 2000 com aumento entre 2000 e 2010 e queda entre 2010 e 2021. As áreas destinadas a lavouras permanentes sofreram uma queda considerável entre os anos de 1991 e 2000 com um aumento entre 2000 e 2021 no município.

Tabela 9-179: Área plantada destinada à produção agrícola em São Gonçalo do Abaeté

Ano	1991	2000	2010	2021
Lavouras Temporárias (ha)	19.856	7.945	9.998	6.201
Lavouras Permanentes (ha)	1.214	154	521	607

[15] Cadastro Central de Empresas – CEMPRE, produzido e disponibilizado pelo IBGE.

Fonte: Adaptado de IBGE, 2021.

9.3.3.1.2.7 População Economicamente Ativa, Taxa de Desemprego Municipal e Índices de Desemprego

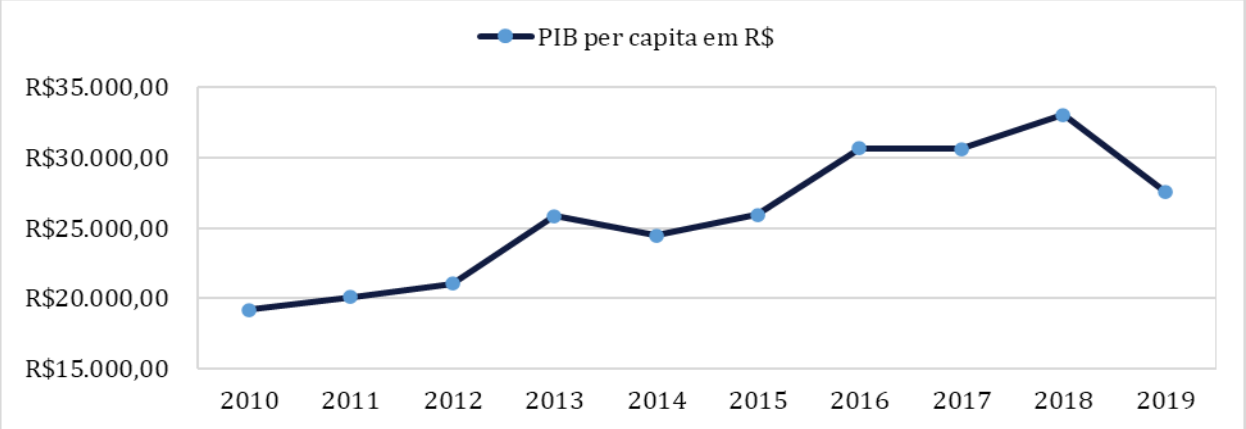
Conforme dados do IBGE, o salário médio mensal dos trabalhadores em 2021 era de 1,7 salários-mínimos. Em São Gonçalo do Abaeté, a proporção de pessoas ocupadas em relação à população era de 16,3%. Em comparação aos municípios de Minas Gerais, São Gonçalo do Abaeté se encontra na 390ª melhor condição salarial do estado e ocupa a 3962ª posição se comparado aos demais municípios do país. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população de São Gonçalo do Abaeté está na 286ª do estado de Minas Gerais e a 1960ª em comparação a todos os 5570 municípios brasileiros de acordo com os dados de 2020.

Como mencionado no tópico *"9.3.3.1.1.7 População Economicamente Ativa, Taxa de Desemprego Municipal e Índices de Desemprego"* referente ao município de Três Marias, a Nexa tem uma contribuição relevante no que tange a geração de empregos na região, incluindo no município de São Gonçalo do Abaeté, especialmente moradores do bairro Beira Rio.

O PIB per capita em São Gonçalo do Abaeté em 2019 era de R$ 30.520,01 (IBGE, 2019), o 156ª maior do estado e a 1666ª posição comparado aos demais municípios do Brasil. Além disso, destaca-se também o valor do rendimento mensal domiciliar per capita nominal de R$ 440,00, correspondente a menos de ½ salário-mínimo.

O Gráfico 9-279 apresenta a evolução do Produto Interno Bruto per capita de São Gonçalo do Abaeté, na série histórica compreendida entre os anos de 2010 e 2019. A partir da análise do gráfico nota-se uma tendência de crescimento entre os anos de 2010 e 2013, ainda que existam períodos de maior e menor crescimento neste contexto, entre 2013 e 2018 foi registrado um período de oscilação apesar da tendencia de crescimento e entre 2018 e 2019 houve uma queda considerável, quebrando o ritmo de crescimento registrado nos últimos intervalos mencionados. De modo geral, o PIB per capita de São Gonçalo do Abaeté sofreu um aumento de cerca de R$ 13.860,78 ou 72,2% nos 8 primeiros anos de análise. Após 2018, entretanto, é possível observar um decaimento de 16,5% da arrecadação deste setor, chegando em R$ 27.599,80.

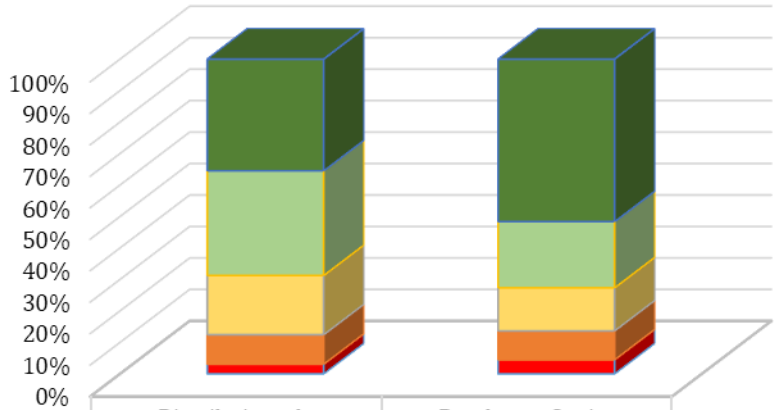
Gráfico 9-279: Série histórica do PIB per capita de São Gonçalo do Abaeté - 2010 a 2019



Fonte: IBGE, 2019.

O Gráfico 9-280 indica a distribuição da renda per capita para a população de São Gonçalo do Abaeté em 2010, considerando a divisão em cinco faixas de renda. O quinto mais rico de São Gonçalo do Abaeté era composto por 51,60% da população e a renda média per capita dessa faixa era R$ 1.298,19. O quinto mais pobre recebia R$ 112,19 e contemplava 4,46% da população. Além dos dados apresentados no gráfico, a renda per capita média era de R$ 502,57 e a renda per capita do décimo mais rico da população era R$ 1.847,50.

Gráfico 9-280: Distribuição da Renda Per Capita em São Gonçalo do Abaeté em 2010



	Distribuição da população	Renda per Capita
Renda per capita do quinto mais rico	51,60%	R$1.298,19
Renda per Capita do 4° quinto mais pobre	48,40%	R$528,77
Renda per Capita do 3° quinto mais pobre	27,36%	R$344,21
Renda per Capita do 2° quinto mais pobre	13,66%	R$231,16
Renda per Capita do 1° quinto mais pobre	4,46%	R$112,19

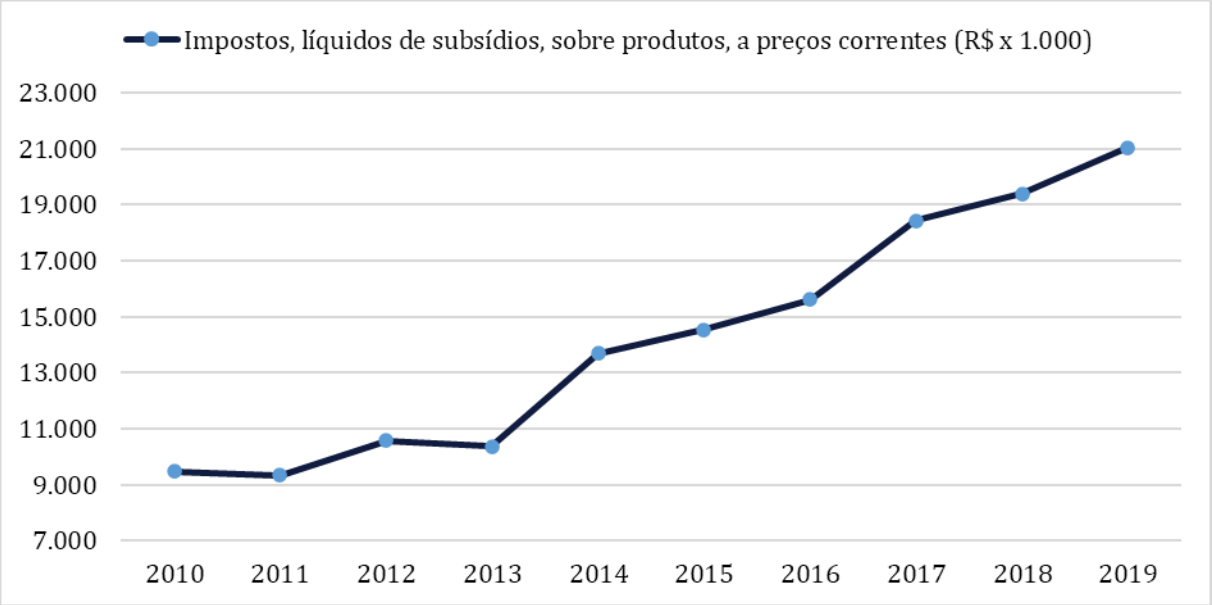
Fonte: Adaptado de IBGE, 2010.

9.3.3.1.2.8 Arrecadação Anual do Município

A Arrecadação de impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos, a preços correntes, conforme definição do IBGE, para o município de São Gonçalo do Abaeté era equivalente a R$ 19.279,54 (x1000) no ano de 2019.

O Gráfico 9-281 abaixo sistematiza os dados obtidos por meio da plataforma *online* IBGE Cidades em uma sequência histórica entre 2010 e 2019. Apesar de quedas em 2011 e 2013, a arrecadação deste setor em São Gonçalo do Abaeté apresentou uma tendencia positiva ao longo do período analisado. De forma mais específica, o maior valor arrecadado refere-se ao último ano de análise, totalizado em R$ 21.047,00. Nesse sentido, é possível identificar um aumento de cerca de 122% em relação a 2010.

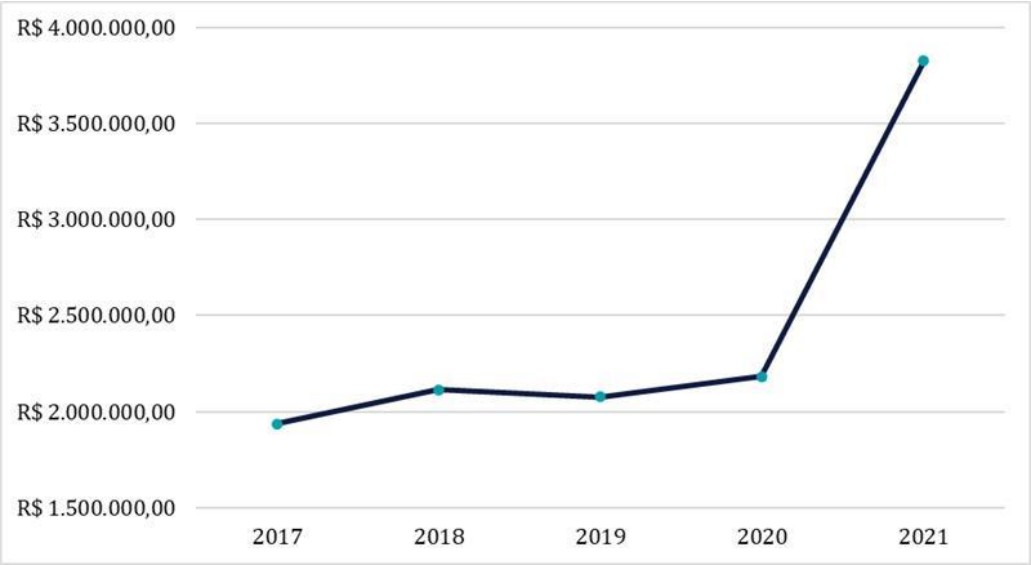
Gráfico 9-281: Arrecadação de impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos, a preços correntes em São Gonçalo do Abaeté entre 2010 e 2019



Fonte: IBGE, 2019.

A partir do portal da transparência da Prefeitura Municipal de São Gonçalo do Abaeté, também foi possível obter os valores das arrecadações de impostos, taxas e contribuições municipais entre 2017 e 2021. De modo geral, a arrecadação de impostos no município apresenta um ritmo de crescimento relativamente baixo entre 2017 e 2019 e uma significativa variação entre 2019 e 2020 quando demonstrou um aumento de cerca de 75% na arrecadação. Vale destacar que o menor valor arrecadado nesse período foi equivalente a R$1.936.931,70 em 2017 e o maior valor arrecadado no período foi R$3.825.648,74 em 2021.

Gráfico 9-282: Arrecadação de tributos municipais em São Gonçalo do Abaeté



Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de São Gonçalo do Abaeté, 2022.

9.3.3.1.2.9 Patrimônio Cultural e Natural

Em São Gonçalo do Abaeté a unidade pública responsável pela gestão do Patrimônio Cultural e Natural do município é a Secretaria Municipal de Educação, Cultura, Esporte e Lazer da Prefeitura Municipal. De modo geral, essa é a principal instituição encarregada pela promoção de atividades voltadas para o incentivo, preservação e defesa do patrimônio histórico, artístico, cultural e natural do município. Destaca-se ainda a participação de São Gonçalo do Abaeté no Programa ICMS Patrimônio Cultural, por meio do qual é possível angariar recursos para o fortalecimento deste setor.

Para o desenvolvimento deste trabalho foi consultada a lista de bens inventariados disponibilizada pelo site da Prefeitura Municipal de São Gonçalo do Abaeté que indicaram os bens acautelados na esfera municipal. A Tabela de Relação de Bens Protegidos do Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico - IEPHA, ação 2022, e a Lista de Bens Tombados do Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN, também foram importantes bases acessadas de modo online para a realização deste estudo. A fim de obter mais informações, foram utilizadas como referência o Cadastro Nacional de Capoeira e as Listas de Folias, Fazedores de Viola e Violeiros cadastrados pelo IPHAN.

Para essa análise somente foi possível ter acesso aos bens patrimoniais de São Gonçalo do Abaeté protegidos por meio do tombamento. A Tabela 9-180 a seguir contém a classificação desses bens por meio da divisão por categoria, tipo e esfera de proteção.

Tabela 9-180: Quantidade de Bens tombados em São Gonçalo do Abaeté

CATEGORIA	TOTAL BENS	TOMBAMENTO	INVENTÁRIO	ESFERA		
				Municipal	Estadual	Federal
Bens imóveis (BI)	**4**	1	3	4	0	0

CATEGORIA	TOTAL BENS	TOMBAMENTO	INVENTÁRIO	ESFERA		
				Municipal	Estadual	Federal
Conjunto Urbano e Paisagístico (CJU)	**8**	5	3	8	0	0
Registro Imaterial (RI*CEL)	**3**	2	1	1	2	0
Registro Imaterial (RI*SAB)	**1**	1	0	0	0	1
TOTAL DE BENS	**16**	**9**	**0**	**13**	**2**	**1**

A Figura 9-121 apresenta o mapa com a espacialização, incluindo a distância entre os bens acautelados em São Gonçalo do Abaeté e a Área Diretamente Afetada do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

A Tabela 9-181 apresenta a lista do Patrimônio Cultural e Natural de São Gonçalo do Abaeté consolidadas por meio das diferentes fontes de pesquisa supracitadas e organizadas de acordo com a sua natureza e atributos. Além da listagem, foi feita também uma análise geral sobre estes bens culturais do município

405000 427000 449000 471000

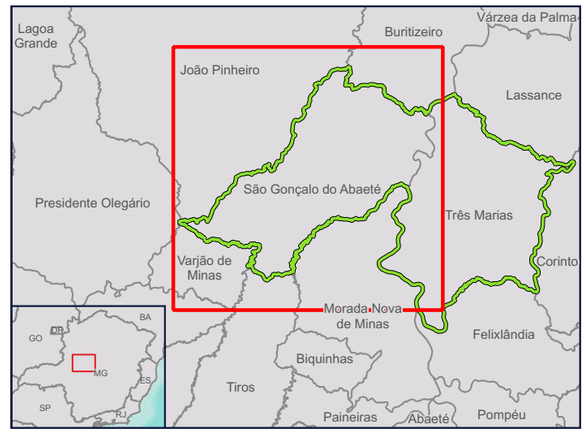
8019000 7999000 7979000 7959000

São Sebastião
Buritizeiro
Rio São Francisco
BR-040
Luzilândia do Oeste
Canoeiros
4
3
6
Canoeiros
BR-365
João Pinheiro
Cachoeira Comprida IV
Cachoeira Comprida II
Cachoeira Comprida I
Cachoeira Comprida III
Cachoeira Comprida V
Sítio Arqueológico Cachoeira
Sítio Arqueológico Bela Vista
Veredas
Sítio Arqueológico Estiva
2
5
São Gonçalo do Abaeté
Sítio Arqueológico Vista Alta
Beira-Rio
Três Marias
1
São Gonçalo do Abaeté
12
1
10
13
14
11
São Gonçalo do Abaeté
Morada Nova de Minas
Três Marias
MG-060
Tiros
Canastrão
MG-220
0 5 10 15 km

405000 427000 449000 471000

Legenda

- Bens Culturais Materiais
- Bens Arqueológicos
- Localidades (IGBE)
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Rio São Francisco
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID) do Meio Socioeconômico
- Área de Influência Indireta (AII) do Meio Socioeconômico



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023), AID, AII, Bens Culturais, Bens Arqueológicos, Curso d'água (Trust, 2023); Rodovias Estaduais, Rodovias Federais (DNIT, 2022); Rio São Francisco (IGAM, 2021) Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-121: Mapa de Patrimônio Cultural, Natural e Arqueológico – São Gonçalo do Abaeté

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	30/08/2024	NXTM-DRS-RCA-BensCultSGA-A3-v00

Tabela 9-181: Bens tombados em São Gonçalo do Abaeté

ID	Denominação do bem	Endereço do bem cultural material ou local de ocorrência do bem cultural imaterial	Categoria	Nível de proteção			Tipo de proteção	Ano	Natureza do bem	Coordenadas (SIRGAS 2000|23S)	
				F	E	M				Latitude	Longitude
1	Cachoeira Curral das Éguas		CP			●	TMB	2003	Material	S/R	S/R
2	Cachoeira de Paina		CP			●	TMB	2003	Material	S/R	S/R
3	Cachoeira do Frade - Canoeiros	Vilarejo dos Canoeiros	CP			●	TMB	2003	Material	-18,0319	-45,4893
4	Cachoeira do Grumixá - Canoeiros	Vilarejo dos Canoeiros	CP			●	TMB	2003	Material	-18,0293	-45,5008
5	Cachoeira Ponte de Pedra		CP			●	TMB	2003	Material	-18,1856	-45,3473
6	Capela de N. Sra. de Imaculada Conceição e São Sebastião	Vilarejo dos Canoeiros	BI			●	TMB	2003	Material	-18,0384	-45,5242
7	Folias de Minas		RI*CEL		●		TMB	-	Imaterial	S/R	S/R
8	Modo artesanal de fazer Queijo de Minas nas regiões do Serro; Serra da Canastra; e Salitre/Alto Paranaíba		RI*SAB	●			TMB	-	Imaterial	S/R	S/R
9	Saberes, Linguagens e Expressões Musicais da Viola em Minas Gerais		RI*CEL		●		TMB	-	Imaterial	S/R	S/R
10	Pórtico Municipal	MG-050 / Avenida São Vicente	BI			●	INV	2021	Material	-18,3356	-45,8354
11	Estádio Municipal de Futebol João Luiz de Brito	Av. Getúlio Vargas, 503-641 - São Gonçalo do Abaeté, MG	BI			●	INV	2022	Material	-18,3406	-45,8313

ID	Denominação do bem	Endereço do bem cultural material ou local de ocorrência do bem cultural imaterial	Categoria	Nível de proteção			Tipo de proteção	Ano	Natureza do bem	Coordenadas (SIRGAS 2000|23S)	
				F	E	M				Latitude	Longitude
12	Gruta Nossa Senhora de Lourdes	MG-050, 1km a noroeste do fim da avenida Padre João de Matos	CP			●	INV	2021	Material	-19,8551	-44,6110
13	Praça Messias Mattos ou Praça da Matriz	Distrito Sede de São Gonçalo do Abaeté	CP			●	INV	2022	Material	-18,3391	-45,8375
14	Praça João Batista Porto	Distrito Sede de São Gonçalo do Abaeté	CP			●	INV	2022	Material	-18,3403	-45,8371
15	Muralismo "Arte além dos muros"		BI			●	INV	2022	Material	S/R	S/R
16	Fanfarra	Praça da Igreja Matriz de Nossa Senhora Imaculada Conceição	RI*CEL			●	INV	2021	Imaterial	S/R	S/R

O Patrimônio Cultural de São Gonçalo do Abaeté se destaca pela predominância de bens tombados em âmbito municipal que se associam principalmente à esfera material. Deste universo, a maior parte refere-se a presença de conjuntos naturais e paisagísticos da localidade, havendo, ainda, importantes estruturas arquitetônicas de cunho religioso. De forma menos expressiva são registrados bens imateriais em São Gonçalo do Abaeté, referentes a celebrações e saberes tradicionais locais.

Em relação às paisagens naturais protegidas pela municipalidade, são citadas a Gruta Nossa Senhora de Lourdes, a Cachoeira Curral das Éguas, a Cachoeira do Grumixá, a Cachoeira Ponte de Pedra e a Cachoeira do Frade enquanto importantes bens para o Patrimônio Cultural e Natural local. Em específico, a Cachoeira do Grumixá e do Frade (Foto 9-301) estão localizadas na Zona Rural do município, próximas ao vilarejo dos Canoeiros.

Foto 9-301: Cachoeira do Frade em São Gonçalo do Abaeté



Fonte: Secretaria do Estado e Turismo de Minas Gerais

Também situada no povoado de Canoeiros, está a Capela de Nossa Senhora de Imaculada Conceição e São Sebastião (Foto 9-302). Essa edificação é caracterizada pela presença de traços arquitetônicos referentes ao contexto de interiorização e ao povoamento de Minas Gerais a partir da busca por minerais preciosos no século XVIII. Além da importância histórica, essa construção está associada à prática de expressões culturais de significativa relevância municipal, como missas e celebrações religiosas anuais.

Os registros de hábitos e práticas culturais também podem ser percebidos por meio dos bens imateriais do município. Os estudos realizados apontam que a maior parte destes bens correspondem a celebrações, formas de expressão e saberes tradicionais relacionados à religiosidade, música e culinária. Dentre estes, se destacam o Modo Artesanal de fazer queijo minas, a fanfarra, as Folias de Minas e as Violas de Minas.

| Foto 9-302: Vista da Capela de Nossa Senhora de Imaculada Conceição e São Sebastião em São Gonçalo do Abaeté



Fonte: Ipatrimônio

De acordo com o IEPHA, as Folias de Reis são uma forma de manifestação religiosa de significativa importância para o Estado de Minas Gerais, reconhecidas pela Deliberação CONEP nº 01/2017. No município de São Gonçalo do Abaeté foram identificadas a existência da Folia de Reis de Canoeiros, a Folia de Santos Reis e a Folia do Geremias.

Ainda em esfera estadual, é possível citar a presença de expressões culturais associadas aos "Saberes, Linguagens e Expressões Musicais da Viola em Minas Gerais", oficialmente reconhecida pelo IEPHA por meio da Deliberação nº 10/2018. No caso, os dados levantados por meio da plataforma oficial do Instituto referentes a 2020 indicam a existência de dois violeiros no município.

No que tange às estruturas arquitetônicas protegidas pelo inventário municipal, podem ser citados o Pórtico Municipal, o Estádio Municipal de Futebol João Luiz de Brito e outras estruturas urbanísticas como a Praça Messias Mattos, a Praça João Batista Porto e o Muralismo "Arte além dos muros".

9.3.3.1.2.10 Patrimônio Arqueológico

A fim de compreender as características arqueológicos do município de São Gonçalo do Abaeté, foram utilizados principalmente os dados do Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos - CNSA disponibilizados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN em sua plataforma *online*.

Em São Gonçalo do Abaeté foi identificado um sítio arqueológico registrado no Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - CNSA/IPHAN e 10 por meio do Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão - SICG, como sintetizado na Tabela 9-182.

Tabela 9-182: Sítios Arqueológicos Cadastrados em São Gonçalo do Abaeté

Fonte	Identificação	Nome	Distância da ADA (km)
CNSA	MG02134	Cachoeira Comprida II	18,9 km
SICG	-	Sítio Arqueológico Estiva	4,9 km
SICG	-	Sítio Arqueológico Vista Alta	6,6 km
SICG	-	Sítio Arqueológico Bela Vista	6,4 km
SICG	-	Sítio Arqueológico Cachoeira	7,3 km
SICG	-	Cachoeira Comprida I	11,3 km
SICG	-	Cachoeira Comprida II	18,9 km
SICG	-	Cachoeira Comprida III	22,2 km
SICG	-	Cachoeira Comprida IV	20,4 km
SICG	-	Cachoeira Comprida V	25, 0 km
SICG	-	Canoeiros	35,0 km

Fonte: IPHAN, 2022

Em relação às suas respectivas características, os sítios Cachoeira Comprida I, II, III, IV e V se encontram conservados de modo regular e majoritariamente preservados. Especificamente sobre o Cachoeira Comprida II, ressalta-se a presença de artefatos líticos lascados, localizados em uma área privada.

Já o sítio arqueológico Canoeiros, considera a Capela de Nossa Senhora de Imaculada Conceição e São Sebastião, igreja do século XVIII, e entorno imediato incluindo a presença de cerâmica histórica na praça e antigas edificações. De acordo com a ficha consultada, a edificação apresenta um grau íntegro de preservação e um bom estado de conservação.

Um outro registro arqueológico do município de São Gonçalo do Abaeté é o Cachoeira. Essa localidade apresenta vestígios datados dos períodos pré-colonial e histórico, distribuídos à céu aberto em um raio de 20 m do seu ponto central. O sítio insere-se próximo às margens de um córrego perene local, em uma área de vegetação de mata ciliar.

De forma similar, o sítio Estiva também corresponde aos períodos pré-colonial e histórico e se encontra à céu aberto em uma área de vegetação de mata ciliar. Nesse local há ainda indícios de materiais situados em pontos de pastagem, em uma área com árvore espaças.

Segundo o Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão é possível citar ainda a presença dos sítios Vista Alta e Bela Vista em São Gonçalo do Abaeté. No sítio Bela Vista, em específico, é registrada a presença de materiais lítico do tipo lascado associados ao período pré-colonial.

De acordo com informações disponíveis na ficha do IPHAN, o Sítio Arqueológico Vista Alta, é um sítio arqueológico pré-colonial formado por material lítico lascado.

9.3.3.1.2.11 Povos e Comunidades Indígenas, Quilombolas e Tradicionais

A fim de compreender sobre os Povos e Comunidades Indígenas, Quilombolas e Tradicionais de São Gonçalo do Abaeté, foram consultadas diferentes plataformas online. De modo geral, foram acessados o Censo Demográfico de 2010, a Base de Informações sobre os Povos Indígenas e Quilombolas e o Cadastro de Localidades Quilombolas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Além disso, os dados do Centro de Documentação Eloy Ferreira da Silva, da Fundação Cultural Palmares, do Instituto Socioambiental e do Sistema Estadual de Redes em Direitos Humanos da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Social também foram utilizados como referência.

Não foram identificadas comunidades quilombolas ou terras indígenas em São Gonçalo do Abaeté. De acordo com o censo do IBGE, em 2010, seis pessoas se autodeclararam indígenas residentes em domicílios particulares no município de São Gonçalo do Abaeté. A pesquisa aponta que desse grupo, todas tinham o rendimento equivalente a até dois salários-mínimos e que atuavam no mercado de trabalho por meio da carteira assinada. Já em 2022, a o censo IBGE indicou a existência de quatro pessoas indígenas.

Conforme o censo demográfico 2022 do IBGE não foram cadastradas pessoas quilombolas em São Gonçalo do Abaeté.

9.3.3.1.2.12 Atrativos Turísticos

As informações acerca dos atrativos turísticos de São Gonçalo do Abaeté foram obtidas principalmente por meio do acesso à plataforma online do *Visite Beira Rio em São Gonçalo do Abaeté* e *Plano Setorial da Pesca e Turismo do Beira Rio* que possui a finalidade de apresentar as riquezas singulares do bairro Beira Rio tanto belezas naturais quanto culturais.

Em São Gonçalo do Abaeté é possível identificar uma série de atrativos turísticos, localizados tanto na área urbana quanto na área rural do município. Nesse sentido, é possível citar as paisagens naturais enquanto bens de significativa relevância para a região, bem como o patrimônio arquitetônico, arqueológico e cultural identificado nesta localidade.

O Plano Setorial da Pesca e Turismo do Beira Rio é uma iniciativa que faz parte da estratégia de atuação social da Nexa Recursos Minerais S.A. com apoio do Instituto Votorantim e tem como finalidade planejar e estimular o turismo no bairro Beira Rio em São Gonçalo do Abaeté, de modo a fortalecer o turismo local.

A presença de paisagens e elementos naturais no município são fatores que estimulam o ecoturismo em São Gonçalo do Abaeté. As principais atrações turísticas do município estão associadas a presença do Rio São Francisco e a dinâmica pesqueira que existe na localidade.

No município é possível realizar passeios náuticos com destinos para usina hidrelétrica de Três Marias, Cachoeira Grande, passeios na represa Três Marias, trilhas para a cachoeira do Frade, cachoeira do Garimpo e Cachoeira Córrego Fundo.

As vivências culturais também são atrativos turísticos, dentre elas citam-se a pesca e preparo do peixe, Trilha, Cachoeira e Gastronomia Mineira no Recanto da Zezé e Visita a Andrequicé – introdução ao mundo do Manuelzão (personagem que fez parte da obra de Guimarães Rosa).

Os eventos tradicionais da cidade também são considerados importantes atrativos turísticos. Citam-se como eventos relevantes em São Gonçalo do Abaeté a Expo São Gonçalo, a Festa do Peão, a Barqueta e o festival Gastronômico Beira Rio.

São Gonçalo do Abaeté conta com a disponibilidade da infraestrutura de 13 instalações para receber visitante que são o Hotel 3 irmãos, Hotel e Restaurante Belas Águas, Pousada Canto do Rio, Pousada Chalés do Velho Chico, Pousada Doce Rio Pousada, Estância Modelo, Pousada Maria das Flores, Pousada Vila Mantilla, Chalés do Calangal Pesca, Hotel fazenda Tia Dora, Pousada América, Pousada Norberto, Pousada Recanto das Estrelas.

Sobre os bens arqueológico de São Gonçalo do Abaeté, que também são elementos potenciais de estímulo ao turismo, cita-se Sítio Arqueológico Estiva, Sítio Arqueológico Vista Alta, Sítio Arqueológico Bela Vista, Sítio Arqueológico Cachoeira, Cachoeira Comprida I, Cachoeira Comprida II, Cachoeira Comprida III, Cachoeira Comprida IV, Cachoeira Comprida V, Canoeiros.

9.3.3.1.2.13 Localidades

A localização dos aglomerados rurais, povoados e localidades de São Gonçalo do Abaeté pode ser observado na Figura 9-122.

405000
427000
449000
471000
8019000
7999000
7979000
7959000

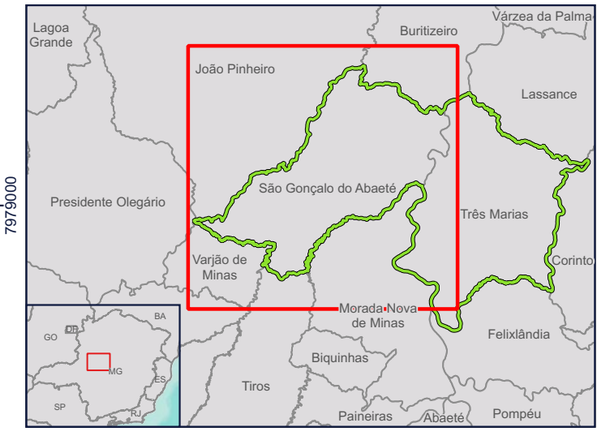
Buritizeiro
Rio São Francisco
Porto do Pontal
Pontal do Abaeté
Canoeiros
João Pinheiro
BR-365
Mateus José
Tanques
Escadinha
BR-040
São Gonçalo do Abaeté
Lagoa do Garimpo
São Gonçalo do Abaeté
Lagoinha
Três Marias
Morada Nova de Minas
Lagoa do Canastrão
Varjão de Minas
MG-060
Tiros
Patos de Minas
0 5 10 15 km

Localidades Próximas à ADA

Ilha da Cachoeira Grande
Ilha do Periquito
Aldeia dos Dourados
Ilha da Catuaba
Vila dos Albanos
Nova Esperança
Beira-Rio
Bairro Chico Alexandre
Vila da Mineira
Bairro São Jorge
Centro
Três Marias
UHE - CEMIG
Vila Cemig

Legenda

- Localidades
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Rio São Francisco
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Drireta (AID) do Meio Socioeconômico
- Área de Influência Indrireta (AII) do Meio Socioeconômico



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023), AID, AII, Localidades, Curso d'água (Trust, 2023); Rodovias Estaduais, Rodovias Federais (DNIT, 2022); Rio São Francisco (IGAM, 2021); Limites Municipais, Limites Estaduais (IBGE, 2022).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-122: Localização de aglomerados rurais, povoados e localidades de São Gonçalo do Abaeté

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	30/08/2024	NXTM-DRS-RCA-LocalidadesSGA-A3-v00

9.3.3.1.2.13.1 São Gonçalo do Abaeté (Distrito Sede)

O distrito sede de São Gonçalo do Abaeté se localiza próximo à divisa de João Pinheiro, Presidente Olegário e Varjão de Minas, na porção sudoeste do município. No que tange aos acessos ao município, é possível citar as rodovias asfaltadas MG-060 e BR-040 e outras estradas não pavimentadas.

A Sede corresponde à maior parcela urbanizada de São Gonçalo do Abaeté, nas quais se concentram as principais estruturas de saúde, educação, transporte, cultura, dentre outros. Parte da malha viária à oeste da Av. Getúlio Vargas do município se caracteriza pela regularidade da malha viária, enquanto outra parcela à leste possui maior irregularidade de modo geral.

São Gonçalo do Abaeté coleciona diversos elementos culturais e artísticos relacionados à construção e consolidação da cidade, que compõem o acervo do Patrimônio Cultural do município. Dentre esses, é possível citar tanto edificações religiosas quanto civis de caráter histórico, que retratam o contexto desde o século XVIII.

Além da importância material, existem também importantes eventos e manifestações culturais locais que acontecem na sede municipal. A Expo São Gonçalo e Festa do Peão são dois exemplos nesse sentido.

Em relação à infraestrutura pública no distrito em questão, é apontada a existência de um sistema de abastecimento de água e de tratamento de esgoto sanitário disponível à população. Segundo a análise realizada, esses dois serviços são oferecidos pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA.

Um importante elemento natural presente na sede municipal é o Córrego do Lenço.

O distrito sede de São Gonçalo do Abaeté não apresenta quaisquer instalações ou infraestruturas pertencentes à Nexa, e sua localização em relação à ADA do projeto é de aproximadamente 68 quilômetros em linha reta.

9.3.3.1.2.13.2 Canoeiros (Distrito)

A sede do distrito de Canoeiros está localizada a cerca de 60 quilômetros a nordeste da sede municipal de São Gonçalo do Abaeté. O principal acesso a sede do distrito é a rodovia MG-060 seguida pela BR-365 e BR-040.

A infraestrutura pública da sede do distrito é composta por pavimentação da maior parte das vias, iluminação pública em alguns pontos e abastecimento de água.

Um importante equipamento presente na localidade é a Escola Municipal João Batista que possui quadra de esportes coberta.

A Folia de Reis de Canoeiros é a principal manifestação cultural identificada em Canoeiros, foi registrada pelo IEPHA por sua importância cultural para o Estado no conjunto das Folias de Minas e contribui para a perpetuação da cultura local.

Como elemento físico natural de relevância destaca-se a presença da Cachoeira do Garimpo localizada a três quilômetros da sede do distrito e pode ser acessada por uma trilha, a vereda Galho Grande e o Córrego do Frade.

A sede do distrito de Canoeiros está localizada a cerca de 38 quilômetros em linha reta da ADA do empreendimento.

9.3.3.1.2.13.3 Lagoa do Canastrão (Povoado)

Lagoa do Canastrão é uma comunidade de São Gonçalo do Abaeté localizada a cerca de 20 quilômetros a sudeste da sede municipal. O principal acesso a essa comunidade acontece por meio da rodovia MG-060 que é asfaltada até o aceso principal ao povoado onde também se localizam a maior parte das edificações.

A infraestrutura pública de Lagoa do Canastrão é composta por pavimentação parcial das duas principais vias de acesso ao povoado, iluminação pública em alguns pontos e abastecimento de água. Além disso, o povoado ainda conta com a Escola Municipal Lagoa do Canastrão e quadra poliesportiva.

Lagoa do Canastrão apresenta uma estrutura urbana pouco desenvolvida com malha viária com traçado irregular que acompanha o ritmo da ocupação. Apenas um quarteirão apresenta maior densidade de ocupação enquanto as demais ocupações ocorrem de maneira mais distribuídas pelo território.

As manifestações tradicionais da localidade são muito relevantes e possuem um grande valor artístico-cultural. A Festa da Lagoa do Canastrão, por exemplo, é uma importante atividade cultural realizada no povoado.

Em Lagoa do Canastrão vale ressaltar também a existência de importantes bens naturais. Nesse sentido é cita-se o Córrego Olhos D'água e o Córrego cachoeira.

Lagoa do Canastrão está localizado a cerca de 60 quilômetros da ADA do projeto em linha reta.

9.3.3.1.2.13.4 Lagoinha (Povoado)

Lagoinha é um povoado de São Gonçalo do Abaeté, localizado à cerca de 30 quilômetros a leste da sede municipal. O principal acesso a essa comunidade acontece por meio da rodovia MG-060 que é pavimentada, seguida por uma estrada municipal sem pavimentação.

O povoado apresenta uma infraestrutura urbana pouco desenvolvida sem malha viária definida e com ocupações que ocorrem de maneira mais distribuídas pelo território.

Em Lagoinha vale ressaltar também a existência do Córrego Grande como um importante bem natural presente na localidade.

Lagoinha está localizado a cerca 50 de quilômetros em linha reta da ADA do empreendimento.

9.3.3.1.2.13.5 Tanques (Povoado)

Tanques é uma comunidade localizada no distrito de Canoeiros a cerca de 60 quilômetros a nordeste da sede municipal. O principal acesso a essa comunidade acontece por meio das rodovias pavimentadas MG-060, seguida pela BR-365 e por uma estrada municipal sem pavimentação.

Tanques não apresenta uma infraestrutura urbana e não possui malha viária definida ou vias pavimentadas. A ocupação de seu território ocorre em baixa densidade com sítios distribuídos pela comunidade.

Um importante equipamento presente na localidade é a Escola Municipal Tanques.

Como elemento físico natural de relevância destaca-se a presença do Córrego Grotão e o Córrego Barreiro.

O povoado de Tanques se distancia da ADA do projeto cerca de 38 quilômetros em linha reta.

9.3.3.1.2.13.6 Pontal do Abaeté (Povoado)

A comunidade Pontal do Abaeté se localiza à 120 quilômetros a nordeste da sede municipal as margens do encontro dos rios São Francisco e Abaeté. O acesso a comunidade é realizado por meio das rodovias pavimentadas BR-65 e BR-040 e um trecho de estrada municipal não pavimentada.

Pontal do Abaeté apresenta uma infraestrutura urbana composta por malha viária pavimentada com traçado irregular, iluminação pública e abastecimento de água. A ocupação de seu território ocorre com maior densidade na sede da comunidade e menor densidade no restante do território com sítios e diversos empreendimentos voltados a estadia e pesca distribuídos pela comunidade.

Um importante equipamento presente na localidade é a Escola Municipal de Pontal do Abaeté

Como elemento físico natural de relevância destaca-se a presença do Rio São Francisco e Rio Abaeté que margeiam a comunidade.

Pontal do Abaeté está localizado a cerca 15 quilômetros em linha reta da ADA do empreendimento.

9.3.3.1.2.13.7 Beira Rio (Distrito/Bairro)

O Distrito Beira Rio está localizado em uma região ribeirinha às margens do rio São Francisco e sua sede se encontra a cerca de 70 quilômetros da sede do município e próximo à divisa com o a

cidade de Três Marias. Seu acesso à sede municipal ocorre por meio das rodovias pavimentadas MG-060, BR-365 e BR-040.

A sede do distrito Beira Rio é classificado como bairro e possui uma estrutura urbana composta por vias pavimentadas com traçado regular, iluminação pública e abastecimento de água.

Um importante equipamento público presente na localidade é a Escola Municipal Olinto Gonçalves de Melo com quadra esportiva coberta.

O turismo vinculado a práticas de pesca e recreação é uma alternativa de atividade de desenvolvimento econômico local de grande relevância na região que influência na dinâmica da localidade que possui diversos empreendimentos, como pousadas, chácaras e sítios voltados para este fim.

O bairro conta ainda com iniciativas de incentivo ao turismo como o Plano Setorial da Pesca e Turismo do Beira Rio que faz parte da estratégia de atuação social da Nexa Recursos Minerais S.A. com apoio do Instituto Votorantim.

As manifestações tradicionais do bairro são muito relevantes e possuem um grande valor artístico-cultural. O Festival Gastronômico Beira Rio, por exemplo, é uma importante atividade cultural realizada no bairro.

Como elemento físico natural de relevância destaca-se a presença do Rio São Francisco.

Um ponto sensível dessa localidade é a proximidade com a parte da infraestrutura industrial da Nexa, principalmente no que diz respeito à planta industrial. A distância entre a comunidade e a ADA do Projeto de Disposição à Seco de Resíduos Industriais é de cerca de três quilômetros e meio em uma linha reta.

9.3.3.1.2.13.8 Mateus José (Povoado)

Mateus José é um povoado localizado às margens do rio Abaeté cerca de 100 quilômetros da sede do município e próximo à divisa com o a cidade de Três Marias. O acesso da sede a localidade ocorre por meio das rodovias pavimentadas MG-060, BR-365 e BR-040.

De modo geral Mateus José não possui uma estrutura urbana definida.

Como elemento físico natural de relevância destaca-se a presença do Rio Abaeté.

O povoado Mateus José está localizado na divisa dos distritos Canoeiros e Beira Rio e se distância da ADA do projeto cerca de 15 quilômetros em linha reta.

9.3.3.1.2.13.9 Vila dos Albanos (Povoado)

Vila dos Albanos localiza-se às margens do rio São Francisco a cerca de 100 quilômetros da sede do município e próximo à divisa com Três Marias. O acesso da sede a localidade ocorre por meio das rodovias pavimentadas MG-060, BR-365 e BR-040.

O povoado não conta com uma estrutura urbana bem definida e o território é majoritariamente ocupado por empreendimentos voltados a recreação e lazer associados a pesca e lazer como chácaras, sítios, pousadas.

Como elemento físico natural de relevância destaca-se a presença do rio São Francisco.

A Vila do Albanos está localizada a aproximadamente dois quilômetros em linha reta da ADA do projeto. A proximidade da Vila a ADA do projeto é um fator relevante a ser considerado, principalmente no que diz respeito ao potencial de influência das atividades que envolvem o projeto na dinâmica de vida das localidades.

9.3.3.1.2.13.10 Lagoa do Garimpo (Povoado)

O povoado Lagoa do Garimpo está situado no município de João Pinheiro. No entanto, devido à sua localização na divisa entre os municípios, seu território abrange também uma parte do município de São Gonçalo do Abaeté, que fica a cerca de 15 quilômetros a noroeste da sede deste último município. O acesso à sede desse povoado é possível por meio de rodovias pavimentadas, especificamente a MG-060 e a BR-365, além de um trecho de estrada municipal não pavimentada.

A região do povoado inserida dentro do perímetro municipal de São Gonçalo do Abaeté é marcada pela presença relevante da Fazenda Pirulito, uma das unidades do Grupo Farroupilha do ramo agrícola. As atividades do grupo na região ocupam cerca de 5000 hectares e além de seus de sua produção de algodão, soja, milho e tomate também é reconhecida por ter a maior capacidade de armazenamento em silos e de sementes.

Como elemento físico natural de relevância destaca-se a presença do Rio Santo Antônio.

O povoado de lagoa do Garimpo se distancia da ADA do projeto cerca de 75 quilômetros em linha reta.

9.3.3.1.2.14 Condição, Serviços e Infraestrutura Existente

9.3.3.1.2.14.1 Estrutura Organizacional da Prefeitura

A fim de identificar a Estrutura Organizacional de São Gonçalo do Abaeté foi consultado principalmente as informações disponíveis pelo portal *online* e rede social da Prefeitura Municipal da localidade. Em sequência, é listado os gabinetes, secretarias e procuradorias existentes no município:

- *Vice-prefeito;*
- *Secretaria Municipal de Governo e Planejamento;*
- *Secretaria Municipal de Controladoria Geral;*
- *Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos;*
- *Secretaria Municipal de Desenvolvimento Regional;*
- *Secretaria Municipal de Desenvolvimento Social;*
- *Secretaria Municipal de Saúde;*
- *Secretaria Municipal de Administração e Tributos;*
- *Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Turismo, Pesca e Aquicultura;*
- *Secretaria Municipal da Fazenda;*
- *Secretaria Municipal de Educação, Cultura, Esporte e Lazer.*

Foram encontradas ainda dados quantitativos acerca da equipe responsável pela administração direta em São Gonçalo do Abaeté. Não há administração indireta no município. A Tabela 9-183 indica as parcelas de estatutários, celetistas, comissionados, estagiários e profissionais sem vínculo permanente associados a este setor.

Tabela 9-183: Composição do quadro de pessoal da administração de São Gonçalo do Abaeté

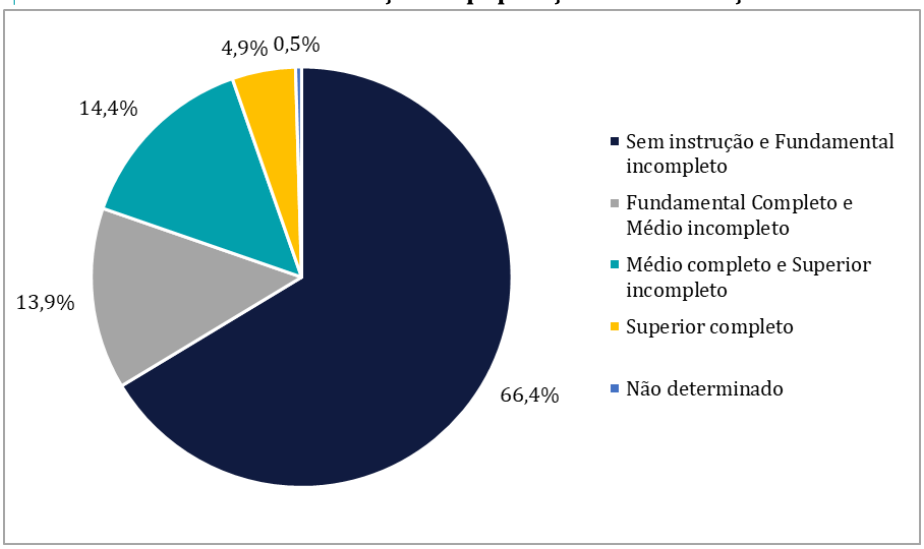
Categoria	Natureza da administração	
	Indireta (não há)	Direta
Estatutários	-	289
Celetistas	-	0
Comissionados	-	73
Estagiários	-	4
Sem vínculo permanente	-	88
Todas	**-**	**454**

A partir da análise é possível perceber a administração é feita apenas de maneira direta em São Gonçalo do Abaeté e é responsável por empregar de 454 pessoas. A maior parte destas pessoas (289) são estatuários, cujas funções estão regulamentadas por um estatuto específico, não há registro de contratados celetistas, ou seja, pessoas que possuem vínculos empregatícios regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) e 88 pessoas não possuem vínculo empregatício.

9.3.3.1.2.14.2 Educação

O censo IBGE (2010) fornece informações acerca do grau de instrução da população com idade superior a 10 anos no município de São Gonçalo do Abaeté. A partir da análise dos dados é possível inferir que, no período referido, um percentual relevante (66%) do universo dos entrevistados não possuía instrução formal ou não havia concluído o ensino fundamental, 13,9% possuíam o ensino fundamental completo e médio incompleto, 14,4% possuíam o ensino médio completo e superior incompleto, uma pequena parcela de 4,9% possuíam o ensino superior completo e 0,5% não determinado. De modo geral, é possível inferir que a maior parte da população entrevistada não possui um grau de instrução muito avançado ou não possui instrução formal alguma.

Gráfico 9-283: Nível de instrução da população de São Gonçalo do Abaeté



Fonte: IBGE, 2010.

Realizado pelo INEP, o Censo Escolar de 2022 apurou que São Gonçalo do Abaeté possui 1.113 estudantes da educação básica na rede estadual e municipal, dos quais cerca de 165 encontram-se em escolas municipais rurais. No mesmo período, apurou-se que o número de estudantes da educação especial era equivalente a 43 alunos no município, sendo oito de escolas municipais rurais. A taxa de escolarização de crianças entre 6 e 14 anos de idade[16] em São Gonçalo do Abaeté era de 98,2% em 2010.

Em 2021, o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB[17] para as escolas de ensino fundamental da rede pública nos anos iniciais foram 5,8 e 5,4 para os anos finais. O índice referente aos anos iniciais, demonstrou uma queda em relação ao levantamento de 2019 (6,4) e o índice dos anos finais registrou um aumento em relação ao ano de ao mesmo período (4,8). Comparando os resultados com as médias verificadas em Minas Gerais, é possível perceber a similaridade dos dados estaduais e municipais, principalmente em relação aos índices do ensino

[16] Taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade: IBGE, Censo Demográfico 2010
[17] Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP - Censo Educacional 2019

fundamental, que se diferenciam por 0,2. Além disso, a proporção municipal da rede pública de ensino médio é superior em 0,1 em relação às taxas mineiras.

O município conta com nove instituições de ensino básico, todas em pleno funcionamento. Desse número oito não apresentam restrições de atendimento e uma possui atendimento exclusivo para pessoas com deficiência. Além disso, dessas escolas, sete são municipais, uma estadual e outra corresponde à esfera privada.

Com relação às etapas e modalidades de ensino ofertadas no município, tem-se: **educação infantil** em cinco instituições; **Ensino Fundamental** em três instituições; **Ensino Médio** em uma instituição; e **Educação de Jovens e Adultos** em duas instituições.

Não foram identificadas instituições de ensino superior com cursos de graduação presenciais ou à distância em São Gonçalo do Abaeté de acordo com as informações disponíveis no portal e-MEC.

A partir da consulta ao Catálogo de Escolas do INEP, foi possível identificar as instituições de ensino em São Gonçalo do Abaeté. A Tabela 9-184 contém as informações básicas das instituições identificadas no município, incluindo a modalidade de ensino, local, tipo – se pública ou privada, e a dependência administrativa (gestão).

Tabela 9-184: Instituições Ativas de Educação em São Gonçalo do Abaeté

Instituição	Modalidade de Ensino					Local		Tipo		Gestão			
	Infantil	Fundamental	Médio	Jovens e Adultos	Profissionalizante	Urbana	Rural	Pública	Privada	Federal	Estadual	Municipal	Privada
Escola Municipal Professor Martinho Matos		●						●				●	
Escola Municipal Professor Maria José Dutra		●		●				●				●	
Escola Estadual Zico Mendonça		●	●					●			●		
Escola Municipal João Batista Braga	●	●						●				●	
Escola Municipal Quatro Irmãos	●	●						●				●	
Escola Municipal Olinto Gonçalves de Melo de Ensino Fundamental	●	●						●				●	

Instituição	Modalidade de Ensino					Local		Tipo		Gestão			
	Infantil	Fundamental	Médio	Jovens e Adultos	Profissionalizante	Urbana	Rural	Pública	Privada	Federal	Estadual	Municipal	Privada
Escola Municipal Educação Infantil Criança Feliz	●							●				●	
Associação de Pais e Amigos da Escola Esperança de Vida		●		●					●				●
Centro Municipal de Educação Infantil Dona Maria Braga de Oliveira	●							●				●	

Fonte: Adaptado de INEP, Censo Escolar 2021.

9.3.3.1.2.14.3 Saneamento Básico

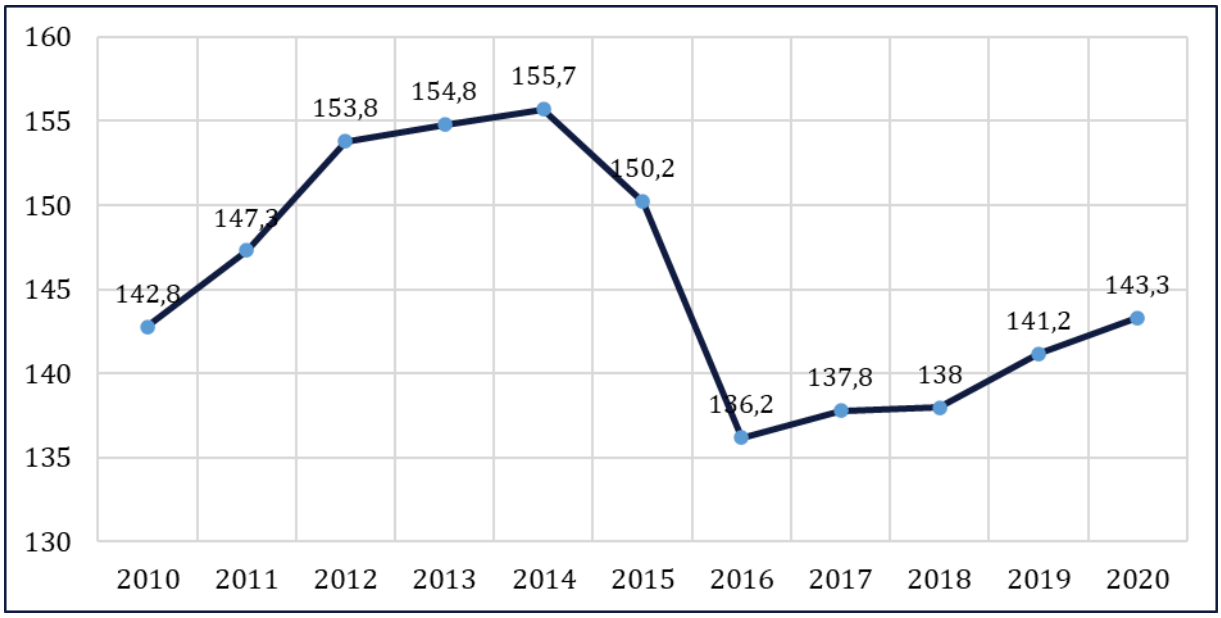
9.3.3.1.2.14.3.1 Sistema de Abastecimento de Água

O abastecimento de água em São Gonçalo do Abaeté é realizado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA. São Gonçalo do Abaeté possui uma Política Municipal de Saneamento Básico e um Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB, importantes instrumentos para estabelecimento de diretrizes específicas para diagnóstico, gestão e planejamento de melhorias na infraestrutura de saneamento básico.

O Gráfico 9-284 apresenta o consumo médio de água per capita do sistema público de abastecimento em São Gonçalo do Abaeté, na série histórica entre 2010 e 2020. Do início do ano de análise até 2014 é possível observar uma tendência de crescimento do consumo diário de água por habitante, totalizado em uma parcela de 8,6% a mais. Apesar disso, nos dois anos seguintes a média de consumo registrada apresenta uma diminuição total de 12,5%, chegando a 136,2 L/hab./dia. De 2016 a 2020 é retomado o aumento do consumo de água pela população de São Gonçalo do Abaeté totalizado em 143,3 L/hab./dia no último ano analisado.

A média aritmética do consumo no período é de 145,5 L/hab./dia, com um desvio padrão de 7,2 L/hab./dia. Desse modo, é possível estimar que o consumo médio de água em São Gonçalo do Abaeté esteja na faixa entre 138,4 e 152,7 L/hab./dia.

Gráfico 9-284: Consumo médio de água per capita por dia em São Gonçalo do Abaeté entre 2010 e 2020



Fonte: Adaptado de SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2022.

Segundo dados do censo IBGE 2010, 1.285 domicílios da área urbana de São Gonçalo do Abaeté são atendidos pelo abastecimento de água por meio da rede geral. Já no meio rural, 305 domicílios possuem acesso à rede geral de água, enquanto 252 utilizam de poços ou nascentes em sua propriedade e 33 armazenam águas pluviais em cisterna. Ademais, 132 residências rurais apresentam outras formas de abastecimento.

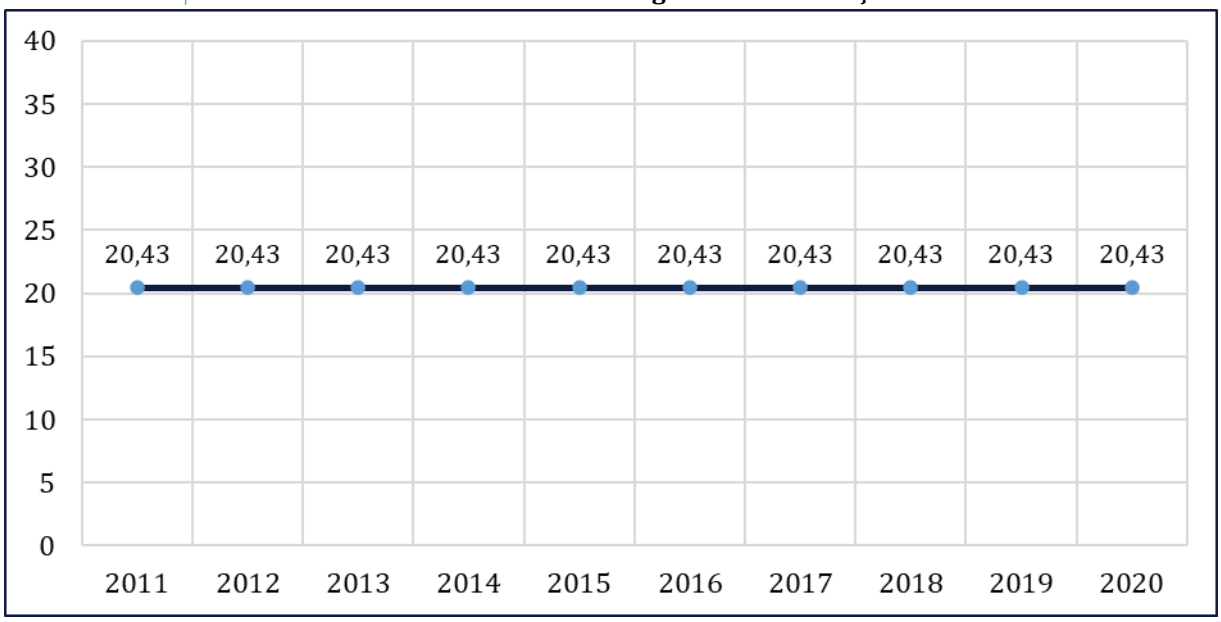
No município em questão a água disponibilizada pela rede geral é tratada, conforme aponta o Plano Municipal de Saneamento Básico de São Gonçalo do Abaeté. Para tanto, são realizados procedimentos referentes à abordagem convencional composta pelas etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção de pH.

9.3.3.1.2.14.3.2 Sistema de Esgotamento Sanitário

No município de São Gonçalo do Abaeté um percentual relevante dos domicílios (74,58%) é atendido pelo sistema de esgotamento sanitário e 86,60% do esgoto coletado é tratado. Dentre as formas de esgotamento sanitário identificadas no município, citam-se a rede geral como a principal forma utilizada e a fossa séptica, fossa rudimentar, vala, curso d'água ou outro como as demais alternativas adotadas no município de acordo com os dados de 2020 do SNIS.

A extensão da rede de esgotos em São Gonçalo do Abaeté é apresentada a seguir considerando ainda a série histórica compreendida entre os anos de 2011 e 2020. A partir da análise é possível notar que a estrutura de esgoto se manteve sem alterações ao longo deste período.

Gráfico 9-285: Extensão da rede de esgotos de São Gonçalo do Abaeté



Fonte: Adaptado de SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2022

9.3.3.1.2.14.3.3 Sistema de Drenagem Pluvial

Em relação à drenagem de água das chuvas, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente Turismo Pesca e Aquicultura indica que não há um Plano Diretor de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas - DMAPU em São Gonçalo do Abaeté. Este instrumento é considerado de significativa importância no âmbito da drenagem urbana uma vez que busca planejar a distribuição da água no território, bem como procurar alternativas para as áreas de baixo e elevado risco.

Os registros consultados apontam que São Gonçalo do Abaeté possui um sistema de drenagem exclusivo para o escoamento de águas pluviais. Apesar disso, o Plano Municipal de Saneamento Básico da localidade ressalta que em alguns pontos desse sistema existem conexões clandestinas com a rede de esgotamento sanitário, de forma que parte do lançamento de esgoto seja feito no sistema de drenagem do município. O volume coletado dessa rede em questão não é tratado.

A infraestrutura deste setor no município é composta ainda por 13 bocas de lobo distribuídas em 52 vias pavimentadas ou com meio fio (94,5% de todas as ruas). Ademais, ressalta-se que em 1 via há uma rede de canal pluvial subterrâneo e que não existem bocas de leão ou poços de visita nessa localidade.

Em 2016, o Plano Municipal de Saneamento Básico apontou que a infraestrutura instalada deste setor não possuía capacidade de drenagem o suficiente para proporcionar um sistema efetivo. Dessa forma, há o registro do surgimento de problemas impulsionados pela taxa de escoamento superficial da água no município como a erosão do solo e de drenos existentes.

Em São Gonçalo do Abaeté, apesar de existirem cursos d'água de caráter perene, ou seja, que permanecem com água mesmo durante períodos de estiagem, não existem parques lineares.

9.3.3.1.2.14.3.4 Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

No município de São Gonçalo do Abaeté, a Secretaria de Obras e Serviços Públicos é a principal responsável pela gestão do serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Para tanto, um importante instrumento de planejamento é o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, que indica as ações a serem desenvolvidas em prol da minimização de impactos provocados pela geração de resíduos.

Conforme dados disponíveis pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), os serviços de coleta regular, transporte e destinação de resíduos sólidos de São Gonçalo do Abaeté não são taxados pela administração. Especificamente sobre o serviço de coleta, o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) aponta a realização diária no bairro Centro, enquanto em outros bairros a frequência é de duas a três vezes por semana.

Vale ressaltar ainda que os serviços ofertados são destinados à escala municipal e, portanto, não estão relacionados a consórcios intermunicipais de gestão ou prestação de serviços.

Além dos serviços oferecidos pela Prefeitura Municipal, há também a participação de catadores de materiais recicláveis independentes de acordo com as informações de 2020.

Os resíduos sólidos domiciliares (RDO) e os resíduos públicos (RPU) recolhidos em São Gonçalo do Abaeté totalizam cerca de 1.056 toneladas por ano. De acordo com o SNIS, este volume é manejado em sua totalidade no próprio território.

No ano da realização do Plano Municipal de Saneamento Básico do município (2016) e em anos anteriores a esse há indicações do direcionamento de resíduos coletados em São Gonçalo do Abaeté para um empreendimento irregular de posse da Prefeitura Municipal. Segundo o documento, o vazadouro possuía uma área estimada de 5.000 m^2, na qual não foi observada a presença de infraestruturas necessárias para o controle de poluentes de modo geral. Além disso, nesse período também foi apontada existência de animais no local e a prática da queima como forma de diminuição do volume disposto.

Conforme dados disponibilizados na plataforma online da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA), a tipologia de utilizada para a disposição de resíduos sólidos de São Gonçalo do Abaeté é o lixão localizado a cerca de 3,5 quilómetros a sudeste da sede municipal e cerca de 50 quilômetros metros a sudoeste da ADA do empreendimento.

9.3.3.1.2.14.4 Saúde

Com o intuito de compreender as condições de Saúde em São Gonçalo do Abaeté, foram consultados os dados relacionados à estrutura existente e à morbidade do município disponibilizados pela plataforma online do IBGE Cidades.

Nesse município foram identificadas estruturas institucionais específicas da área de saúde, importantes para o planejamento e funcionamento geral desse setor. Dentre essas, é possível citar a existência de um Conselho e de um Fundo de Saúde em escala municipal, além do Plano Municipal de Saúde.

De acordo com o IBGE, em 2009 foram identificadas 5 unidades de saúde em São Gonçalo do Abaeté, destinados em parte à esfera pública (4) e à esfera privada (1). De forma mais detalhada, 4 são direcionadas para o atendimento ambulatorial e 1 para serviços de apoio à diagnose e terapia, que contam no total com 1 equipamento de eletrocardiografia. Além dessas estruturas, o município também oferece o Programa Saúde da Família, uma metodologia de atendimento que busca priorizar as ações de saúde a partir do núcleo familiar.

A Pesquisa MUNIC – Perfil dos Municípios Brasileiros de 2021 indica que os serviços ofertados em São Gonçalo do Abaeté atendem as atividades da Atenção Básica de Saúde em sua plenitude. Nesse sentido, os atendimentos referentes a essa categoria não necessitam de transferência para outras localidades.

No município analisado a infraestrutura de saúde disponível não oferta leitos para internação, seja do âmbito público ou privado.

É registrada a ocorrência de 34 óbitos anualmente em São Gonçalo do Abaeté. De modo geral, a parcela predominante é composta por homens (22) referentes à faixa etária superior a 60 anos. Sobre os dados de mortandade infantil em São Gonçalo do Abaeté não foi possível obter informações de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Dentre as principais causas de mortes em São Gonçalo do Abaeté, há a predominância de questões associadas ao aparelho circulatório. Em seguida, pode-se citar também a ocorrência de outras causas externas nesse cenário.

9.3.3.1.2.14.5 Sistema Viário

Com a finalidade de compreender a dinâmica do sistema viário de São Gonçalo do Abaeté, foram consultadas informações fornecidas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento-SNIS e realizada uma análise a partir de imagens de satélite do município disponibilizadas pelo *Google Maps.*

O município de São Gonçalo do Abaeté possui 55 vias públicas em áreas urbanas delas 52 possuem pavimentação e meio fio ou semelhante.

O sistema viário municipal é ordenado por duas avenidas principais, a Avenida Getúlio Vargas e Avenida Padre João Matos. Estas vias, somadas a rua Doze de Junho e Rua São Vicente são os principais eixos viários para distribuição do tráfego e direcionamento do fluxo para as vias locais urbanas.

Os acessos as comunidades rurais do município se dão por estradas municipais sem pavimentação.

9.3.3.1.2.14.6 Segurança pública

A estrutura organizacional de Segurança Pública do município de São Gonçalo do Abaeté conta com o aporte de uma delegacia de Polícia Civil e uma delegacia da Polícia Militar localizados na sede do município.

O município de São Gonçalo do Abaeté, por sua vez, pertence à 10ª Região da Polícia Militar de Patos de Minas. Em Patos de Minas está instalado o 15º Batalhão de Polícia Militar responsável pelo 2º Grupamento da Polícia Militar de São Gonçalo do Abaeté. Há ainda o 4º Grupamento de Polícia de Meio Ambiente no município, além de um Subdestacamento no bairro Beira Rio, próximo à cidade de Três Marias.

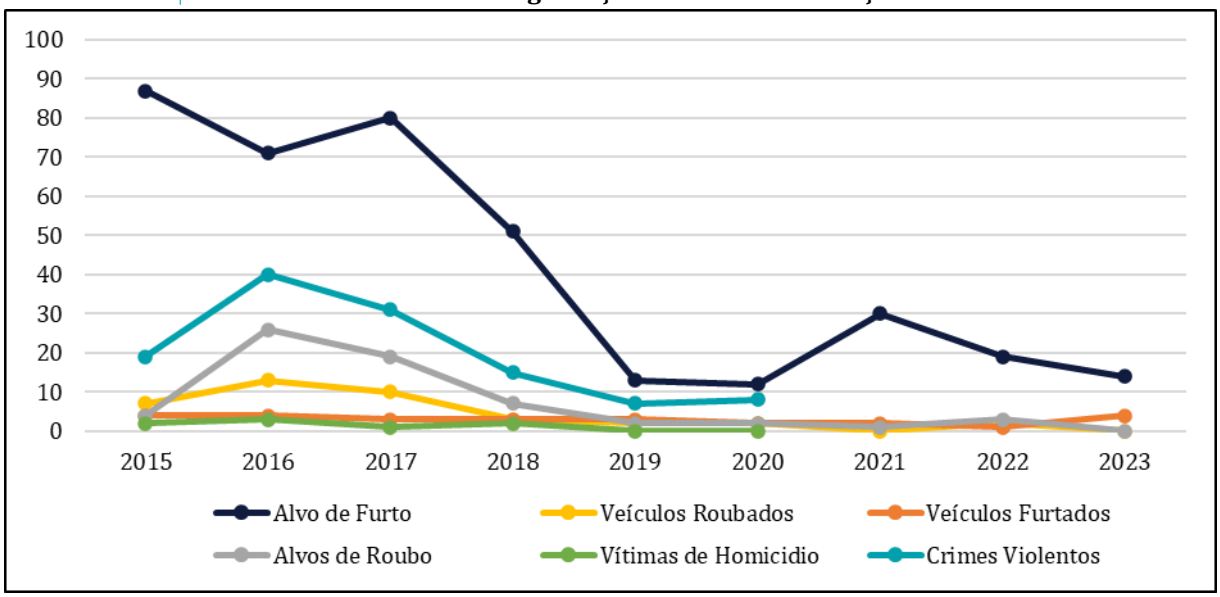
No que tange a existência de outras estruturas desse setor, também é possível citar a presença do Conselho Comunitário de Segurança Pública- CONSEP no município.

Não foram encontradas informações acerca da existência de presídio, fórum ou qualquer outra entidade ou projeto relacionado a segurança pública na cidade.

Para a análise desse setor foram considerados os dados gerais disponibilizados pela Secretaria de Estado de Justiça e Segurança Pública (SEJUSP) por meio da sua plataforma *online* oficial de Dados Abertos. Dessa forma, foram levantadas informações do período entre 2015 e 2023 relacionadas aos casos de Alvo de Furto, Veículos Roubados, Veículos Furtados, Alvos de Roubo, Vítimas de Homicídio e Crimes Violentos.

O Gráfico 9-286 apresentado a seguir apresenta os índices de Segurança Pública contabilizados no município de São Gonçalo do Abaeté. A partir do gráfico, observa-se que uma queda significativa nos Alvos de Furto entre 2015 e 2019, seguida de um crescimento e decaimento desses casos até 2023. De acordo com a fonte acessada, desde 2019 não foram registrados crimes violentos e/ou relacionados a homicídios no município. Além disso, os casos de roubo e de veículos furtados se mantêm predominantemente estáveis na série histórica e se situam abaixo de 10 em 2023.

Gráfico 9-286: Índices de Segurança Pública de São Gonçalo do Abaeté



Fonte: Adaptado de Secretaria de Estado de Justiça e Segurança Pública, 2023.

9.3.3.1.2.14.7 Transporte

Com o objetivo de obter informações sobre os serviços de transporte oferecidos no município foram consultadas plataformas *online* do *Google Maps* e *sites* de oferta de prestação de serviço de transporte coletivo.

São Gonçalo do Abaeté conta com um terminal rodoviário e com a prestação de serviço de transporte coletivo de uma empresa de transporte rodoviário (Gontijo) que fornece a linha intermunicipal da sequência;

- *São Gonçalo do Abaeté-MG / Patos de Minas-MG.*

9.3.3.1.2.14.8 Energia elétrica

Em São Gonçalo do Abaeté, entre os 2.012 domicílios levantados em 2010, 96,52% têm acesso à energia elétrica.

Da mesma forma que no município de Três Marias, em São Gonçalo do Abaeté a principal unidade fornecedora de energia é a Usina Hidrelétrica (UHE) de Três Marias. A geração e distribuição de energia nesse território é realizada pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG).

Ainda sobre a transmissão desse bem, foi indica a existência de duas linhas, denominadas São Gotardo 2 – Três Marias C1 e Pirapora 2 – Três Marias C1. Ambas atuam sob voltagem de 345 kV e se encontram há uma distância significativa da ADA do empreendimento em questão (Figura 9-118).

9.3.3.1.2.14.9 Comunicação

A fim de caracterizar o setor de comunicação em São Gonçalo do Abaeté, foram analisados principalmente os dados disponibilizados pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) acerca da cobertura de operadoras no local a partir da plataforma *online* Portal Brasileiro de Dados Abertos. A partir das informações obtidas foi possível constatar a atuação de cinco operadoras na área, bem como a possibilidade de acesso a serviços de telefonia por parte significativa dos moradores.

A Tabela 9-185 contém a relação entre as operadoras ativas em junho de 2022 em São Gonçalo do Abaeté e as porcentagens de cobertura de cada uma delas em relação aos moradores, aos domicílios e à área do município.

Tabela 9-185: Operadoras atuantes e sua capacidade de cobertura em São Gonçalo do Abaeté

Operadora	% Moradores cobertos	% Domicílios cobertos	% Área coberta
ALGAR	0,01	0,01	0,01
OI	4,55	3,84	0,67
VIVO	77,97	77,03	9,71
CLARO	9,34	7,90	4,32
TIM	74,66	73,57	5,07
Todas	**78,72**	**77,85**	**11,52**

Fonte: Adaptado de ANATEL – Portal Brasileiro de Dados Abertos, 2022

De acordo com as informações obtidas, é possível perceber que uma parcela significativa dos moradores (78,72%) e domicílios (77,85%) possui acesso aos serviços de telecomunicações do município. Há, assim, indícios de uma favorável estrutura de comunicação disponível, a ser averiguada por meio do levantamento de dados em campo.

Ainda que o número de pessoas e domicílios atendidos seja consideravelmente alto, nota-se que uma parcela significativa do território (88,48%) não se encontra dentro da cobertura ofertada. Estima-se, portanto, que a área não atendida esteja associada a áreas de baixa densidade de ocupação, de modo a influenciar minimamente nas taxas analisadas do município.

Em São Gonçalo do Abaeté se destaca a operadora VIVO enquanto principal empresa responsável pela oferta de cobertura de moradores, domicílios e área do território. Segundo os dados da ANATEL, a concessionária que atende em menor porcentagem esse município é a Algar.

Foram levantadas também informações acerca do acesso à internet no município, categorizados de acordo com o tipo de tecnologia e capacidade de cobertura em relação aos moradores, domicílios e área, como indicado na Tabela 9-186.

Tabela 9-186: Tecnologia de internet disponível e sua capacidade de cobertura em São Gonçalo do Abaeté

Tecnologia	% Moradores cobertos	% Domicílios cobertos	% Área coberta
2G	72,93	71,65	7,26
3G	76,90	75,82	6,81
4G	78,60	77,74	11,11
Todas	**78,72**	**77,85**	**11,52**

Fonte: Adaptado de ANATEL – Portal Brasileiro de Dados Abertos, 2022

A partir da análise, percebe-se que parcela significativa dos moradores (78,72%) e dos domicílios (77,85%) possui acesso a algum grau de internet dos tipos 2G, 3G e 4G. Ainda que inexista o acesso à internet 5G segundo a ANATEL, estes pontos indicam um grande potencial de contato dos moradores com o meio virtual por meio de serviços de telefonia.

Ademais, dos canais de comunicação em São Gonçalo do Abaeté se destacam as rádios Rádio Montanheza FM (93.5 FM), Rádio Boa Vista FM (96.5 FM), Rádio Liberdade FM (87.9 FM), Rádio Única FM (92.5 FM), Rádio Tropical FM (94.7 FM), Rádio Alternativa FM (97.3 FM) e Rádio Serta FM (105.9 FM).

O Código para realização de Discagem Direta à Distância (DDD) desta localidade é 38.

9.3.3.1.2.14.10 Habitação

Para a caracterização do setor de Habitação de São Gonçalo do Abaeté foram analisadas as legislações municipais vigentes obtidas pelo site da Prefeitura Municipal em conjunto com os dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em sua plataforma *online*. De forma geral, o município aparenta possuir alguns importantes instrumentos de planejamento, ainda que seja notável a limitação do desenvolvimento de programas e planos nesse sentido.

De acordo com o IBGE Cidades, a administração da cidade possui um Conselho Municipal, encarregado por integrar as políticas de habitação aos demais setores de política urbana. Além disso, é apontada também a existência de um Plano Municipal de Habitação articulado ao Plano Diretor do município que busca desenvolver alternativas relacionadas às questões habitacionais.

Segundo os dados consultados, entre 2018 e 2019 não foram desenvolvidas construções, aquisições ou melhorias nas unidades habitacionais do município ou, ainda, a regularização fundiária ou urbanização de assentamentos informais. A única ação registrada em São Gonçalo do Abaeté em prol da ampliação do exercício deste direito é o cadastro e/ou levantamento de famílias interessadas em programas sociais de habitação. Apesar disso, não foi possível identificar quais são esses programas em questão.

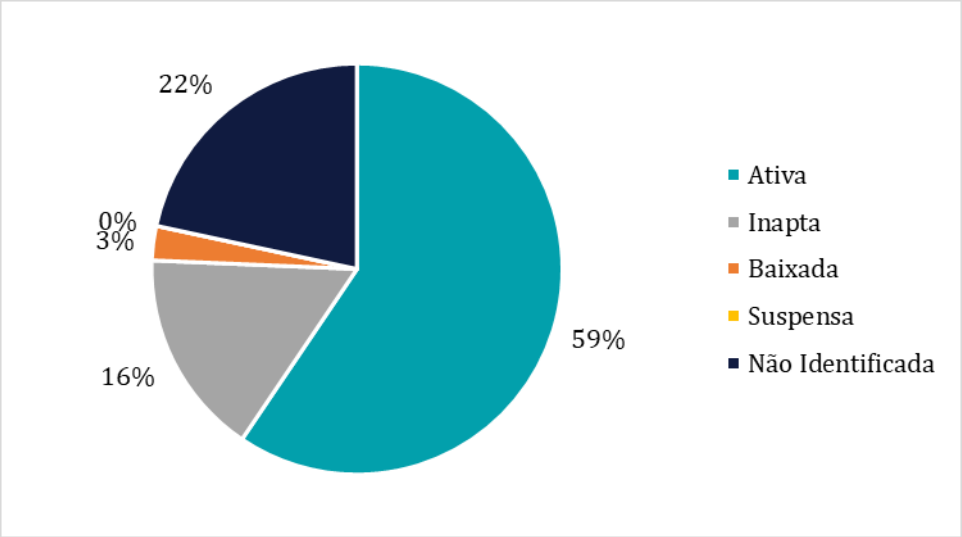
O cadastro consultado pela plataforma do IBGE Cidades, indica a ocorrência de lotes não regularizados neste município. Dessa forma, há indícios de problemáticas relacionadas à precariedade das condições de moradia e a outras vulnerabilidades sociais nesse território.

9.3.3.1.2.14.11 Organizações da Sociedade Civil

As informações sobre as Organizações da Sociedade Civil de São Gonçalo do Abaeté foram obtidas por meio do acesso à plataforma online do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e do portal do Ministério da Fazenda, mediante consultas de CNPJ na página da Receita Federal.

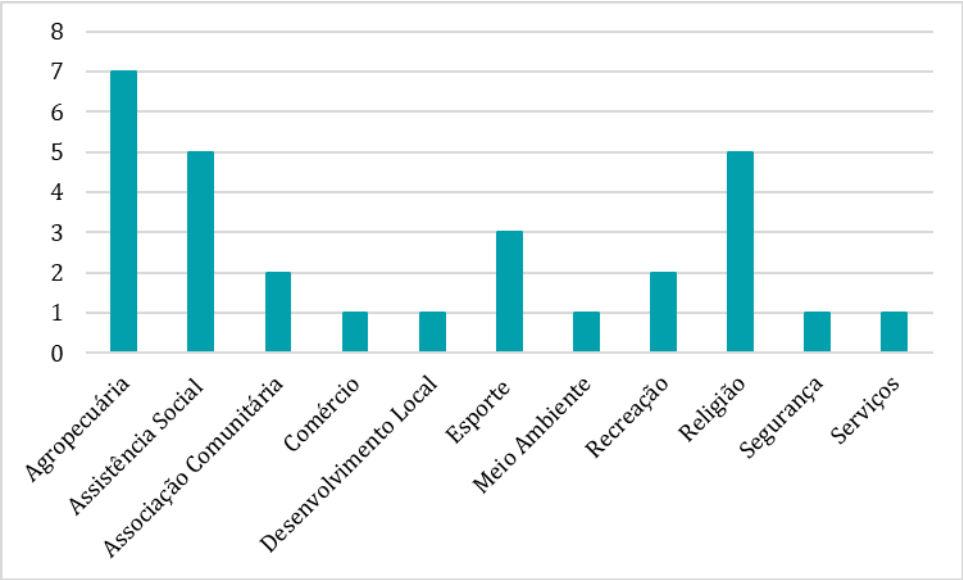
De acordo com a base de dados referentes a 2021, disponibilizada pelo IPEA através do Mapa das Organizações da Sociedade Civil, identificou-se a existência de 36 Organizações da Sociedade Civil (OSC) cadastradas em São Gonçalo do Abaeté. Dentro desse universo de 36 OSC registradas, 22 encontram-se em situação cadastral "Ativa", seis estão classificadas como "Inaptas", uma está "Baixada", e oito não puderam ser identificadas, conforme demonstrado no Gráfico 9-287.

Gráfico 9-287: Situação cadastral das Organizações da Sociedade Civil de São Gonçalo do Abaeté



Destaca-se que, em relação às áreas de atuação das OSC em situação cadastral ativa, a agropecuária representa o maior percentual no município, com um total de seis OSC. Além disso, há cinco associações relacionadas à Assistência Social, 4 religiosas, e diversas outras OSC, como evidenciado no Gráfico 9-288.

Gráfico 9-288: Área de atuação das Organizações da Sociedade Civil de São Gonçalo do Abaeté



De forma mais específica, foram levantadas as organizações da sociedade civil, entre elas ONGs, associações e outros, conforme Tabela 9-187 apresentada na sequência.

Tabela 9-187: Organizações da Sociedade Civil de São Gonçalo do Abaeté

Razão Social	Atuação	Data de Início	Endereço	CNPJ	Status
Assoc. Pais Amigos Excepcionais APAE-São Gonçalo do Abaete	Assistência Social	04/09/1995	Rua Doze de Junho 362, Centro	00.796.696/0001-04	Ativa
Associação Beira Rio Esporte Clube - ABREC	Esporte	29/05/2017	Rua Beira S/N, Beira Rio	27.838.530/0001-60	Inapta
Associação Comercial e Empresarial de São Gonçalo do Abaete	Comércio	11/11/2015	Rua Acre 13, da Luz	23.826.557/0001-81	Ativa
Associação Comunitária de São Gonçalo do Abaete		01/01/2009	Rua Presidente Juscelino Kubitscheck Oliveira 120, Centro	Não identificada	Não identificada
Associação Comunitária dos Moradores Bairro Sta Monica		01/01/1994	Praça Costa E Silva 252, Centro	Não identificada	Não identificada
Associação Comunitária dos Moradores do Bairro Da Luz	Associação Comunitária	01/09/1994	Avenida Padre Joao Mattos 252, Centro	00.188.024/0001-16	Inapta
Associação Comunitária dos Moradores do Bairro Nova Esperança		01/01/2005	Rua Diamantes 50, Nova Esperança	Não identificada	Não identificada

Razão Social	Atuação	Data de Início	Endereço	CNPJ	Status
Associação Comunitária Maranata		01/01/2005	Rua Antônio Jose Dutra 142, Centro	Não identificada	Não identificada
Associação de Produtores Rurais de Tanques	Agropecuária	11/01/2008	Tanques S/N, Zona Rural	09.331.741/0001-20	Ativa
Associação dos Moradores e Produtores Rurais da Fazenda Morada dos Peixes	Associação Comunitária	15/07/2016	Fazenda Morada Dos Peixes Sn, Zona Rural	26.165.547/0001-30	Ativa
Associação dos Pequenos Produtores Rurais de Canoeiros	Agropecuária	17/02/1995	Avenida Liberato Pacheco De Lima 102, Canoeiros	00.465.925/0001-08	Baixada
Associação dos Produtores Rurais de Caraíbas	Agropecuária	30/08/2001	Povoado de Caraíbas S/N, Caraíbas	04.758.713/0001-70	Ativa
Associação dos Produtores Rurais do Beira Rio	Agropecuária	22/06/1998	Fazenda Beira Rio S/N, Zona Rural	02.799.521/0001-86	Ativa
Associação dos Trabalhadores de São Gonçalo do Abaeté-MG		01/01/1997	Praça Messias Matos 30, Centro	Não identificada	Não identificada
Associação dos Trabalhadores Servidores Publicos de São Gonçalo do Abaeté	Serviços	03/05/1990		22.235.196/0001-36	Inapta
Associação Esperança e Vida São Gonçalo do Abaeté	Assistência Social	20/06/2005	Rua Diamantes 50, Nova Esperança	07.659.852/0001-34	Ativa
Associação Grupo Mulheres Diamante	Assistência Social	17/06/2019	Rua Juscelino Kubitschek 439, Centro	33.948.078/0001-91	Ativa
Associação Independente de Pescadores de Joao Pinheiro e São Gonçalo ~~do~~ Abaeté	Agropecuária	24/06/2008	Rua Dois 30, Beira Rio	10.277.048/0001-03	Ativa
Associação São Gonçalo Esporte Clube	Esporte	07/03/1992	Rua Acre 270, Luz	23.090.574/0001-01	Ativa
Associação União de Pequenos Produtores	Agropecuária	03/01/2023	Avenida Getúlio Vargas 733, Centro	49.169.482/0001-05	Ativa
Associação União Evangélica de Pequenos Produtores Rurais		01/01/2003	Avenida Getúlio Vargas 733, Centro	Não identificada	Não identificada
Caritas Paroquial de São Gonçalo do Abaete	Religião	01/01/1981	Praça Messias Mattos 11, Centro	21.294.830/0001-49	Inapta

Razão Social	Atuação	Data de Início	Endereço	CNPJ	Status
Clube dos Piraquaras	Recreação	14/06/1985	Loc. Margem Rio S. Francisco S/N, Canoeiros	21.241.898/0001-60	Ativa
Clube Recreativo São Gonçalense		01/01/1987	Rua Salvador Guilherme 58, Bairro Da Luz	Não identificada	Não identificada
Clube Recreativo Tiradentes	Recreação	21/02/1992	Avenida Padre Joao Mattos Sn, Centro	23.090.467/0001-75	Ativa
Conselho Comunitário de Desenvolvimento Rural Lag Canas	Desenvolvimento Local	06/10/1995	Rua Povoado de Lagoa do Canastrão 01, Zon Rural	00.867.233/0001-96	Ativa
CONSEP - Conselho Comunitário de Segurança Pública do Bairro Beira Rio	Segurança	03/12/2009	Rua Cinco 55, Beira Rio	11.456.215/0001-38	Ativa
Creche Municipal Criança Feliz		01/01/1994	Rua Dezesseis Sn, Varjão		
Igreja Comunidade Crista Milagre Sou Um	Religião	04/07/2016	Rua Abaete 20, Pontal do Abaete	15.504.003/0002-10	Ativa
Igreja Pentecostal Deus e Amor	Religião	31/03/2015	Rua Tiradentes 17, Centro	43.208.040/0180-00	Ativa
Lar Vicentino Confrade Joao Regino de Oliveira	Assistência Social	02/10/1981	Avenida Getúlio Vargas 733, Centro	20.734.026/0001-70	Ativa
Mitra Diocesana de Patos de Minas	Religião	21/10/1971	Praça Messias Mattos 522, Centro	17.832.866/0023-77	Ativa
Obra Social N S da Gloria Fazenda da Esperança	Assistência Social/Religião	13/09/2004	Buriti Da Espraiada S/N, Canoeiros	48.555.775/0039-22	Ativa
Organização da Sociedade Civil de Interesse Público - OSCIP Peixes, Pessoas e Água	Meio Ambiente	19/05/2008	Rua Três 18, Beira Rio	09.628.016/0001-18	Inapta
Pastoral da Criança da Paroquia Imaculada Conceição de São Gonçalo do Abaete	Religião	17/06/1999	Rua Doze de Junho 522, Centro	03.224.564/0001-04	Inapta
Sindicato Rural de São Gonçalo do Abaeté	Agropecuária	28/12/1979	Rua do Acre 3, Luz	20.747.176/0001-19	Ativa
Tiradentes Esporte Clube	Esporte	16/06/1983	Avenida Getúlio Vargas 295, Centro	20.726.154/0001-72	Ativa

Fonte: Adaptado de IPEA – Mapa das Organizações da Sociedade Civil, 2022

9.3.3.2 Pesquisa de Percepção com Instituições da Área de Estudo Regional – AER

9.3.3.2.1 Métodos Aplicados

Na sequência são apresentados os eixos temáticos, os questionários, o material complementar, a amostragem, o público-alvo, as formas de abordagem, e os procedimentos empregados nesse estudo, bem como a sua organização temporal em um cronograma. De modo geral, as estratégias adotadas têm como objetivo evitar o enviesamento da pesquisa de percepção e garantir a distribuição geográfica das amostras e obtidas.

9.3.3.2.1.1 Eixos Temáticos

O questionário para realização de entrevistas com as instituições inseridas na Área de Estudo Regional-AER foi desenvolvido com base nos eixos temáticos apresentados na Tabela 9-188.Para proceder a pesquisa de percepção foi adotado o método de pesquisa tipo *survey*, com questionários semiestruturados direcionados as instituições, incluindo representantes do poder público e organizações da sociedade civil da Área de Estudo Regional do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade Nexa. Nos itens apresentados a seguir, serão indicados de modo mais detalhado os métodos aplicados na pesquisa.

O questionário utilizado para realização das entrevistas mescla questões de múltipla escolha com questões de texto livre, de modo a coletar as percepções dos entrevistados de forma mais abrangente. Para contextualização do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, foi elaborado mapa contendo a localização das estruturas, comunidades do entorno, vias e elementos relevantes para que os entrevistados pudessem compreender o contexto da intervenção proposta.

Tabela 9-188: Eixos temáticos para pesquisas de percepção das instituições inseridas na AER

EIXO TEMÁTICO	INSTITUIÇÕES INSERIDAS NA AER
Principais ações desenvolvidas pela instituição	●
Percepção sobre o município e sua população	●
Principais demandas da população em relação à instituição	●
Percepção Ambiental	●
Percepções sobre responsabilidade social e desenvolvimento sustentável	●
Percepção sobre a Nexa	●
Percepção sobre o Projeto de Disposição à Seco de Resíduo Industrial	●

9.3.3.2.1.2 Questionários

Para entrevistas com as instituições inseridas na AER tendo em vista que o volume de pesquisa é consideravelmente menor em relação a comunidade em termos numéricos, o tratamento dos dados coletados não se apresentava como um desafio para a análise dos resultados. Nesse sentido, foi utilizado modelo de entrevista semiestruturada com questões discursivas, em sua maioria. O roteiro da entrevista encontra-se disponível no Anexo 4.

Vale ressaltar que os questionários contemplaram questões relacionadas as principais atividades desenvolvidas pelas instituições, aos aspectos socioambientais, com os impactos do empreendimento. Além disso, os entrevistados foram perguntados, em questões distintas, sobre os impactos positivos e negativos do empreendimento.

9.3.3.2.1.3 Material Complementar

Para contextualização do empreendimento e compreensão dos impactos nas localidades e nos municípios em que estão inseridas, foi utilizado material complementar como ferramenta de suporte à aplicação dos questionários por meio da apresentação de material gráfico impresso contendo as seguintes informações:

- *Projeto básico com vistas do Projeto de Disposição à Seco do Resíduo Industrial e informações sobre o empreendimento;*
- *Estudo de visadas simplificado – imagens comparativas entre a situação real e a situação prevista após a implantação do projeto (fotomontagem). Foram escolhidos três pontos de observação com visadas diretas para o empreendimento.*
- *Mapa de localização contendo a pilha de material e Área Diretamente Afetada (ADA), incluindo áreas operacionais, áreas de empréstimo, acessos e informações complementares para ilustração do projeto.*

O material utilizado como suporte à realização da pesquisa encontra-se disponível no Anexo 5.

9.3.3.2.1.4 Público-Alvo (STAKEHOLDERS)

O público-alvo da pesquisa de percepção é dividido entre comunidade da AEL e instituições, incluindo representantes do poder público dos municípios de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté e organizações da sociedade civil. A Tabela 9-189 as principais instituições a serem consultadas nesse processo.

Tabela 9-189: Público-alvo da pesquisa de percepção

Município	Instituição
Três Marias	Secretaria Municipal de Planejamento
	Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Cultura, Esporte e Turismo

	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
	Secretaria Municipal de Agricultura
	Secretaria Municipal de Saúde
	Secretaria Municipal de Educação
	Secretaria Municipal de Obras
	Secretaria Municipal de Assistência Social
	Associação Comercial e Empresarial (ACE) e Câmara de Dirigentes e Lojistas (CDL)
	Aldeia do Dourado
São Gonçalo do Abaeté	Secretaria de Governo e Planejamento
	Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico
	Secretaria de Obras e Serviços Públicos
	Secretaria de Educação, Cultura, Esporte e Lazer
	Secretaria Municipal de Saúde
	Secretaria de Desenvolvimento Social
	Secretaria de Meio Ambiente, Turismo, Pesca e Aquicultura

9.3.3.2.1.5 Abordagem Junto ao Público-Alvo

Para abordagem junto ao público-alvo, procedeu-se a apresentação da seguinte mensagem-chave:

> *"Bom dia/tarde, meu nome é (nome do profissional), trabalho para a empresa Trust, uma consultoria independente contratada pela Nexa para realizar uma pesquisa de percepção socioambiental sobre o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias da Nexa em Três Marias (MG).*
>
> *Este trabalho faz parte da elaboração do Estudo de Impacto Ambiental do projeto e contempla parte das atividades de licenciamento ambiental. O principal objetivo é ouvir a comunidade e representantes públicos sobre sua percepção do projeto para a região.*
>
> *Os Depósitos de Rejeitos da Nexa estão seguros e não têm qualquer problema de estabilidade. Se não houver alguma dúvida ou problemas podemos iniciar a entrevista?"*

Devidamente uniformizados, os entrevistadores ao realizarem o contato inicial com um entrevistado, além de exporem a mensagem-chave também, apresentaram uma Carta de apresentação emitida pela Nexa explicando os motivos do levantamento, indicando a Trust Gestão e Sustentabilidade Ltda. como a empresa responsável pelo trabalho e apresentando um contato de referência da Nexa para esclarecimento de possíveis dúvidas e confirmação das informações prestadas pelos entrevistadores.

9.3.3.2.1.6 Procedimentos em Caso de Recusas e Ausências

De modo a tornar o processo de entrevistas com as instituições mais dinâmico e eficiente foram realizados contatos via e-mail, ligação ou mensagem de Whatsapp com os respectivos responsáveis pelas instituições e organizações da sociedade civil para agendamento das entrevistas. Desse modo foi possível desenvolver um cronograma com o mapeamento das entrevistas a serem realizadas no período dedicado às atividades de campo.

9.3.3.2.1.7 Consentimento de Uso De Dados de Acordo com a Lei Geral De Proteção De Dados

Em todas as entrevistas é realizado pela equipe Trust, o aviso legal indicando que o uso dos dados coletados na pesquisa de percepção se daria exclusivamente no âmbito do processo de licenciamento do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade Três Marias. Na sequência, a pessoa entrevistada é questionada se concorda com os termos de privacidade da pesquisa e autoriza o uso dos dados para o processo de licenciamento do projeto em questão.

Os entrevistadores são instruídos a lerem o termo de consentimento juntamente com o entrevistado e, quando solicitado pela pessoa entrevistada, é apresentado o cadastro consolidado.

9.3.3.2.1.8 Período de Realização do Levantamento

As pesquisas com as instituições associadas ocorreram no período entre 21 e 25 de agosto de 2023.

9.3.3.2.2 Resultados da Pesquisa de Percepção com Instituições em Três Marias

9.3.3.2.2.1 Percepção sobre o Município e sua População

A Tabela 9-190 apresenta a relação das instituições procuradas e as pessoas de referência entrevistadas no município de Três Marias. Ressalta-se que duas das instituições previstas no público-alvo da pesquisa não puderam ser entrevistadas. A ASFAZ - Associação Fazendinha Comunitária e a Secretaria Municipal de Assistência Social de Três Marias não teve disponibilidade para atender a equipe em campo no período de realização da pesquisa.

Tabela 9-190: Lista de instituições entrevistadas em Três Marias

Nome da Instituição	Pessoa de Referência	Observações
Secretaria Municipal do Meio Ambiente	Leidiana	Entrevista realizada 21/08/23
Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, Cultura, Esporte e Turismo	Ana Flávia	Entrevista realizada 23/08/23
Secretaria Municipal de Educação	Adenize Maria dos Reis	Entrevista realizada 24/08/23
Secretaria Municipal de Obras	Aldo Nasser Borges	Entrevista realizada 23/08/23

Nome da Instituição	Pessoa de Referência	Observações
Secretaria Municipal de Saúde	Maria José Rodrigues Ferreira	Entrevista realizada 24/08/23
Secretaria Municipal de Agricultura	Aberto Barbosa da Fonseca	Entrevista realizada 23/08/23
Associação de Moradores da Aldeia do Dourado	Manuel Marcelino Pereira de Freitas	Entrevista realizada 24/08/23
Secretaria Municipal de Assistência e Promoção Social	Paulo Emílio Torga Bellardini	Entrevista realizada 24/08/23
Associação Comercial e Empresarial	Danielly Cristina da Silva	Entrevista realizada 23/08/23

- *Secretaria Municipal de Meio Ambiente*

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Três Marias atua principalmente por meio da execução de projetos de educação ambiental, da fiscalização ambiental, da conservação e criação de áreas verdes e da proteção dos recursos naturais. Além disso, a existência do Plano Anual de Estudos Ambientais e apoio de instituições privadas como a Nexa contribuem como o fomento da área ambiental municipal.

No que tange às atividades econômicas do município, a Secretaria de Meio Ambiente destaca a avaliação positiva nos quesitos saúde e educação no contexto estadual. O setor de Turismo, por sua vez, é considerado como uma potencialidade que, atualmente, tem recebido mais investimento e atenção tanto da população quanto do poder público.

Quanto às perspectivas econômicas e sociais para um futuro próximo a Secretaria destaca a implementação do Plano de Estudos Ambientais, novas parcerias para a promoção de mais eventos de cunho ambiental no município, aumento da visibilidade das ações do meio ambiente na cidade e conscientização da população sobre as queimadas e descarte inadequado de resíduos.

Sobre as carências identificadas no município, cita-se o déficit na oferta de atrativos culturais apesar de existirem eventos públicos relevantes como o festival gastronômico, carnaval e aniversário da cidade. O município lida ainda com uma evasão considerável de jovens para regiões vizinhas devido à dificuldade em encontrar oportunidades para se especializarem e se qualificarem.

Como pontos fortes do município na perspectiva da Secretaria de Meio Ambiente, são apontados a beleza natural, o potencial turístico e a construção do Plano de Estudos Ambientais e como ponto fraco aponta-se a dependência econômica das grandes empresas.

Dentre as principais demandas da população local associadas à área de atuação da Secretaria Municipal de meio Ambiente cita-se coleta seletiva, arborização das vias do município, resolução das queimadas, carência de áreas verdes, parques, ambientes de integração social com o meio ambiente.

- *Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Cultura, Esporte e Turismo*

A Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Cultura, Esporte e Turismo de Três Marias tem como principais ações desenvolvidas a manutenção de atividades culturais municipais, a política de patrimônio cultural, a administração da biblioteca municipal, a administração núcleo histórico da igreja satélite (onde funciona um pequeno museu), o apoio e assistência aos fazedores de cultura, o desenvolvimento de eventos culturais e a realização de intercâmbio cultural com municípios vizinhos.

Quanto às atividades econômicas, na perspectiva da instituição não há uma articulação eficiente no que tange a aquisição de repasses financeiros governamentais diretamente voltados para o setor cultural.

Além disso, indica-se que o governo municipal sempre respaldou a viabilização de eventos culturais e turísticos na cidade, principalmente por meio de investimentos vinculados ao Rio São Francisco, a eventos como "Caminhos da Rosa" (evento ciclístico e literário relacionado a obra de Guimarães Rosa) e "Nos Rastros da Rosa" (caminhada). É apontada ainda uma baixa adesão da população local as atividades culturais que têm demonstrado crescimento conforme as políticas vão se estruturando e popularizando.

Para um futuro próximo a instituição tem como perspectiva que a população explore e se aproprie das diferentes possibilidades turísticas e de produção cultural. Além disso, é prevista a elaboração de leis emergenciais e estruturação da organização do setor cultural de modo geral.

No que tange as principais demandas da população à instituição é mencionado a visibilidade e apoio financeiro (setor cultural); Recolocação da população no mercado de trabalho (setor de desenvolvimento econômico) e apoio financeiro para execução de projetos (setores de turismo e esporte).

- *Associação de Moradores da Aldeia do Dourado*

A Associação de Moradores da Aldeia do Dourado de Três Marias possui cerca de 20 associados e tem como principais atribuições a realização de eventos culturais e religiosos como missas e festas junina e a disponibilização do espaço físico para eventos, reuniões da associação e atendimento de saúde de maneira gratuita.

A organização da associação, gestão e aplicação de recursos em benefício da população local são os pontos fortes da instituição. Em contraponto, a instituição aponta como carências a cobertura insuficiente de sinal de telefonia e internet, a ausência de posto de saúde, a ausência de brigada de incêndio, ausência de um sistema eficiente de armazenamento, separação e coleta de lixo. Que causam transtornos como mau cheiro na localidade.

No que tange a perspectiva da associação sobre a atual situação econômica e social do município são apontadas questões como a precariedade do transporte escolar fornecido, a insuficiência de

atendimento básico da saúde, havendo uma demanda de um posto de saúde e de um sistema de saneamento básico na localidade, uma vez que possui apenas fossa séptica que pode contaminar o solo e a água do poço artesiano.

Para um futuro próximo, a instituição tem como perspectiva a melhoria nos acessos, na área de saúde e no desenvolvimento de um meio de articulação para proteção contra as queimadas.

Como demandas da população são citadas a criação de posto de saúde na localidade, melhorias na infraestrutura da instituição, instalação de infraestrutura de sistema de saneamento básico, melhoria na qualidade do transporte escolar e instalação de um sistema de coleta seletiva e aumento da frequência da coleta de lixo.

- *Associação Comercial e Empresarial*

A Associação Comercial e Empresarial de Três Marias desempenha um papel crucial no desenvolvimento econômico e social do município. Suas principais atividades incluem a prestação de serviços como plano odontológico e de saúde, certificado digital, cobrança judicial e extrajudicial, capacitação e recrutamento, consultoria, cursos e palestras, consultas e registros de SPC, serviços de saúde e segurança no trabalho, atendimento ao MEI em parceria com o SEBRAE, campanhas institucionais, marketing digital, assessoria jurídica e locação de salas e auditório.

A perspectiva da instituição em relação à atual situação econômica e social do município destaca a relevância da atuação de empresas como Nexa e Gerdau na área social, a falta de mão de obra qualificada em relação às vagas de trabalho disponíveis, o crescimento do número de comerciantes e um incentivo da Nexa para tornar o município economicamente mais independente. No entanto, observa-se um interesse limitado dos jovens em oportunidades internas, com muitos buscando estudar e trabalhar fora de Três Marias.

Para o futuro próximo, a associação espera uma mudança na mentalidade das pessoas, com mais dedicação às questões sociais e um aumento no empreendedorismo jovem, apoiado pela oferta de capacitação. Além disso, prevê o fortalecimento do empreendedorismo feminino na cidade.

Os pontos fortes da instituição incluem um amplo portfólio de serviços, abrangência em níveis municipal, estadual e federal, representatividade, poder de mobilização e aquecimento do comércio local. No entanto, enfrentam desafios na relação com o poder público, a ausência de uma faculdade no município e a descontinuidade das políticas públicas, especialmente nas áreas de esporte e turismo.

As demandas da população incluem a necessidade de mão de obra qualificada, o fomento e valorização do comércio local, mediação e resolução de problemas com entidades como CEMIG, bem como a busca por capacitação e fortalecimento da população feminina.

- *Secretaria Municipal de Educação*

A Secretaria Municipal de Educação de Três Marias, atua sobretudo por meio da consolidação de projetos na área de alfabetização, atividades de recuperação de danos causados ao nível de aprendizado dos alunos pela pandemia e tem obtido, na atualidade, boa avaliação nos exames externos de avalição de ensino (PROALFA e PROEB- Sistema mineiro de avaliação/Prova Brasil).

Na perspectiva da instituição o município tem demostrado desenvolvimento, principalmente no que tange os setores de educação (inovação e aumento no corpo de profissionais da educação qualificados), turismo (potencial turístico ligado aos recursos hídricos de relevância do município) e saúde (aumento da infraestrutura hospitalar e de programas junto a Secretaria de Educação como "Saúde na Escola", "Dentistas na Escola" e apoio do CAPS nas escolas.

Quanto aos pontos fortes da instituição são mencionados o desenvolvimento do Programa de Educação Municipal (adoção do BNCC); a valorização dos professores; a qualidade da infraestrutura escolar boa e a qualificação para receber alunos com deficiência. Em contrapartida, como pontos fracos são apontados a necessidade de implantar um programa de recuperação do nível de aprendizagem dos alunos que foram prejudicados pela pandemia.

A população não apresenta demandas diretas a instituição em relação às vagas, assistência ou transporte escolar pois já é amplamente atendida (a Secretaria de Educação atende a Associação de Alunos Secundaristas do município com parceria para a ajuda parcial no custeamento de transporte para cidades vizinhas (Patos de Minas, Curvelo, Sete Lagoas).

- *Secretaria Municipal de Obras*

As principais ações desenvolvidas pela Secretaria Municipal de Obras de Três Marias são a elaboração de projetos, a execução de obras e fiscalização de obras diretas e conveniadas, a execução da limpeza urbana e coleta de resíduos urbanos, a conservação de vias urbanas e a manutenção do patrimônio público.

Quanto à perspectiva da instituição a respeito da atual situação econômica e social do município a secretaria avalia a saúde positivamente tendo em vista o atendimento de todas as demandas da população. A educação também possui boa avaliação de acordo com os indicadores do Ministério da Educação -MEC e por atender as demandas da população.

Sobre a oferta de lazer, a Secretaria menciona que tem potencial associado a existência da represa e demais atrativos turísticos (encontros regionais de gastronomia, motociclistas, ciclismo, de pescaria esportiva) entretanto, é um setor que pode ser mais explorado, principalmente por meio de investimento em infraestrutura. A instituição aponta a redução na arrecadação de recursos estaduais e federais no município devido ao censo demográfico que apresentou uma redução na população local (considera o resultado ineficaz).

Para um futuro próximo no contexto econômico e social municipal, a Secretaria tem como perspectiva a implantação do aterro sanitário (previsto para 2024), a implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, a regularização dos bairros mais distantes que estão carentes

de infraestrutura básica e a elaboração de estudos para a implementação de transporte público urbano.

São apontados como pontos fortes da instituição a elaboração de projetos, a administração e fiscalização de obras diretas e indiretas e a equipe qualificada para a execução de pavimentações. Em contrapartida, é mencionado como pontos fracos a infraestrutura precária (drenagem pluvial, solo de difícil acesso), a ausência de recursos financeiros, a dependência de verbas e emendas parlamentares e carência de mão de obra para limpeza da cidade.

Sobre as demandas da população em relação a instituição são mencionados a necessidade de pavimentação e regularização dos bairros irregulares, de extensão da rede de água e esgoto, de limpeza de lotes vagos e de calçadas para bairros antigos da cidade.

- *Secretaria Municipal de Saúde*

A Secretaria Municipal de Saúde atua por meio da administração da prestação de serviços pelo Sistema único de Saúde-SUS, da realização de transporte de pacientes para fora do domicílio-TFD, da vigilância em saúde, da atenção primária através das Unidades Básicas de Saúde-UBS e Posto de Saúde Familiar-PSF, de atendimento laboratorial, do hospital e do Centro de Atenção Psicossocial-CAPS.

No que tange a perspectiva da instituição sobre atual situação econômica e social do município é apontado que, apesar de receber verbas estaduais e federais a maioria da arrecadação é originária do município. Além disso, os investimentos não são suficientes tendo em vista a alta demanda. A Secretaria, conta ainda com parcerias com outros municípios para o atendimento de necessidades da população como o Hospital de Curvelo que contribuiu com tratamentos oncológicos por meio do Consórcio Intermunicipal de Saúde Médio Rio das Velhas-CISMEV.

As perspectivas da instituição para um futuro próximo no contexto econômico e social municipal estão associadas ao aumento do investimento no setor de turismo na expectativa de construir uma independência econômica, a construção do Centro de Imagem com recurso advindo da Vale e contratação de novos profissionais da saúde.

A instituição afirma ter como pontos fortes o atendimento as demandas de médicos, o TFD funcionado diariamente, a implantação do ultrassom no hospital, a implantação do SAMU na regional e o CISMEV. Os pontos negativos, por sua vez, se associam à necessidade de instalação do centro odontológico em todas as unidades, à demanda por pediatras e ao aumento da diversidade de especialidades médicas dentre o corpo de funcionários.

Quanto as demandas da população citam-se as consultas e exames especializados (dificuldade com a disponibilidade de agenda, disponibilidade de profissionais, de local para realizar os exames), oferta de medicamentos pela assistência farmacêutica e demanda por infraestrutura para a realização de procedimentos cirúrgicos de maior complexidade.

- *Secretaria Municipal de Agricultura*

A Secretaria Municipal de Agricultura tem como principais atribuições a assistência ao produtor rural e a construção e manutenção das estradas rurais.

De acordo com a instituição a economia base do município é advinda da Nexa e o funcionamento do município é satisfatório de modo geral.

As perspectivas para um futuro próximo no contexto econômico e social do município se associam ao aumento da exploração da vocação turística da cidade, a melhoria da infraestrutura na área da saúde (PSF's e clínica de imagem) e o aumento da produção de soja no município.

Os pontos fortes da instituição são a manutenção e conservação de estradas, a distribuição e abastecimento de água na zona rural, a progressão das áreas de plantio (soja) e a assistência na preparação da terra para plantio de pequenos produtores. Os pontos fracos são a dificuldade de manutenção das estradas devido a extensão territorial do município e a ausência de material para a manutenção das estradas.

Quanto as demandas da população em relação a instituição citam-se a manutenção das estradas; a distribuição de água, a demanda pelos pequenos produtores rurais de gradagem das terras de plantio.

- *Secretaria Municipal de Assistência e Promoção Social*

A Secretaria Municipal de Assistência e Promoção Social de Três Marias tem sua atuação marcada principalmente pela execução da Política de Assistência Social no atendimento a famílias em situação de vulnerabilidade por meio de programas como o Centro de Referência de Assistência Básica-CRAS (Proteção social básica), o Centro de Referência Especializado de Assistência Social-CREAS (caso de violação de direitos), o Casas de Acolhida (casa com apoio de entidades), o Benefício Eventual (vulnerabilidade temporária) e banco de empréstimo de equipamentos. Além disso, desenvolve a articulação com sete conselhos do município que são: Conselho de Pessoas com Deficiência, Conselho da Mulher, Conselho da Criança e do Adolescente, Conselho do Idoso, Conselho de Segurança Alimentar, Conselho de Habitação e Conselho Municipal de Assistência Social.

Tratando-se da atual situação econômica e social de Três Marias, a instituição aponta que apesar de o município possuir uma arrecadação relevante há má distribuição dos recursos. Além disso, é mencionada a ascensão do setor comercial e criticado o passivo social (adolescentes grávidas) deixado no município devido à contratação de mão de obra de pessoas de fora do município pelas grandes empresas o que gera também um histórico de população municipal flutuante. A falta de equipamentos culturais como teatro e cinema também é apontada como uma carência no município.

Quanto as perspectivas econômicas e sociais do município para um futuro próximo, é pontado o desejo da manutenção de recursos, entretanto que haja um percentual mensal fixo para que a Secretaria tenha condições de planejar melhor sua atuação.

Os pontos fortes da instituição se associam a manutenção de uma rede de assistência social bem estruturada que supera a expectativa do que a política de assistência social exige além de uma equipe qualificada. Os pontos fracos, por sua vez, associam-se a falta de recurso fixo, ao pouco recurso repassado que ocasiona uma maior dependência do recurso municipal.

No que tange as demandas da população cita-se a necessidade de benefícios eventuais, Benefício de Prestação Continuada (para a aposentadoria), consultas e marcação de exames.

9.3.3.2.2.2 Percepção Ambiental

9.3.3.2.2.2.1 Principais problemas ambientais

Este tópico apresenta Tabela 9-191 a matriz utilizada nas entrevistas para caracterização dos principais problemas ambientais em Três Marias, segundo informações fornecidas pelos responsáveis das instituições entrevistadas. Em síntese, os problemas ambientais relatados dizem respeito às constantes queimadas que ocorrem no município, apontadas como muito graves e associadas a ação da população. Além disso é observada a carência de sistema de coleta seletiva, falta de preservação das áreas do Rio, ocupação do solo irregular e descarte impróprio do lixo. Dentre os problemas mencionados, o desmatamento e destruição de veredas são associados a prática da monocultura de eucalipto e a existência da barragem de rejeito é um problema ambiental decorrente da atividade da Nexa no município.

Tabela 9-191: Matriz de identificação de problemas ambientais em Três Marias

	A - Problemas ambientais citados	B-Gravidade				C - Causa ou agente responsável pelos problemas ambientais
		1	2	3	4	
1	Queimadas;	■				População
2	Falta de preservação da área do rio			■		População
3	Ocupação do solo irregulares	■				População
4	Falta de coleta seletiva		■			Poder público
5	Destruição das veredas	■				Grandes produtores de eucalipto
6	Descarte impróprio do lixo	■				Poder público (há apenas aterro controlado)
7	Queimadas	■				População
8	Barragens de rejeitos	■				Nexa
9	Desmatamentos para monocultura			■		Moradores

	D - Conhece ação?		E - Ações desenvolvidas e seus responsáveis
	Sim	Não	
1		■	
2	■		Poder Público sinaliza a área para não jogarem lixo
3	■		Fiscalização do órgão público, porém é ineficaz para inibir, multar e resolver os passivos dos parcelamentos irregulares.
4	■		Associação “Catamigos”
5	■		Fiscalização da Secretaria de Meio Ambiente
6	■		Poder público está viabilizando a construção de aterro sanitário
7	■		Conscientização da população pelo poder público
8	■		Atual projeto da Nexa somado ao diálogo da empresa
9		■	Necessidade de denúncias. Ausência de fiscalizações atuais (Polícia ambiental, Secretaria de Meio Ambiente)

LEGENDA:

A – Quais são os problemas ambientais mais importantes no município?

B – Classifique quanto à gravidade dos problemas ambientais citados: **1** - Muito Grave | **2** - Grave | **3** - Pouco Grave | **4** – Sem gravidade

C – Identifique as causas ou agentes responsáveis pelos problemas ambientais citados

D – Conhece alguma ação em desenvolvimento para resolver ou minimizar estes problemas ambientais citados?

E – Cite as ações e responsáveis para minimizar os problemas citados:

9.3.3.2.2.2.2 Trabalhos de Educação Ambiental desenvolvidos na região

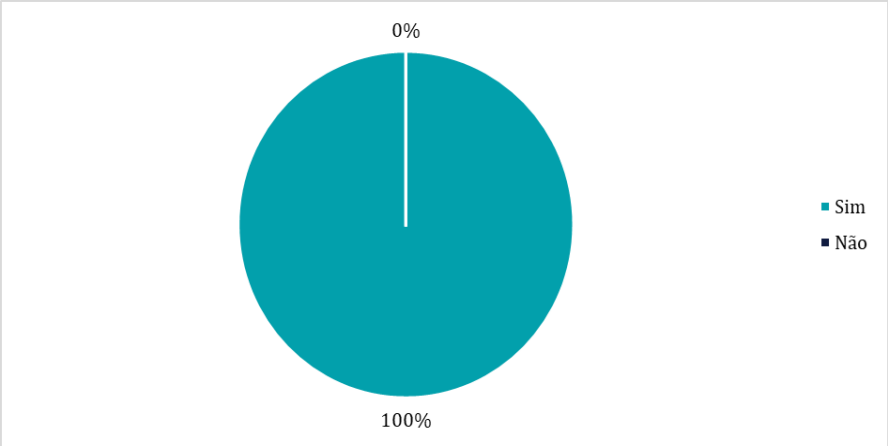
Conforme apresentado no Gráfico 9-289 todas os nove (100%) representantes de instituições entrevistados afirmaram conhecer os trabalhos de educação ambiental que já tenham sido ou estejam em desenvolvimento na região. A partir deste percentual de respostas, nota-se que, que os órgãos responsáveis pela gestão municipal e demais instituições de atuação relevante no município possuem conhecimento sobre trabalhos de educação ambiental desenvolvidos na região. Três (33%) das instituições que afirmaram ter ciência do desenvolvimento de trabalhos de educação ambiental na região, não souberam informar o tipo de trabalho já foi ou está sendo feito.

Foram apresentados trabalhos como o "Grupo Coletivo Ambiental", a “Semana da Água” e a “Semana do Meio Ambiente” que envolvem ações de recuperação das margens dos rios, coleta de pets para reutilização, doação e plantio de mudas. Além disso, cada escola desenvolve um programa de educação ambiental (Amigos do Verde, Projeto Florescer, PROGEA, Minas pelo Meio Ambiente) somado ao ensino transversal de educação ambiental nas matérias do ciclo básico. A sinalização e manutenção do Morro do Cruzeiro é também uma ação ambiental relevante realizada tendo em vista a importância de sua conservação para o município.

O Secretário de Meio Ambiente cita que a cidade de Três Marias conta com um evento anual chamado “Semana do Meio Ambiente” e o considera ser de relevância regional, tanto pela temática tratada, quanto pela participação popular. Este coletivo ambiental tem como foco e principal atividade em desenvolvimento, o plantio de mudas no município.

O protagonismo por iniciativas relativas à educação ambiental parte da Secretaria de Meio Ambiente, porém, destaca a importância de empresas e instituições parceiras, como a Nexa, Gerdau, Copasa e o Lyons Club de Três Marias e CODEVASF para a viabilização de mais alternativas e recursos para a área.

Gráfico 9-289: Conhecimento sobre trabalhos de educação ambiental em Três Marias



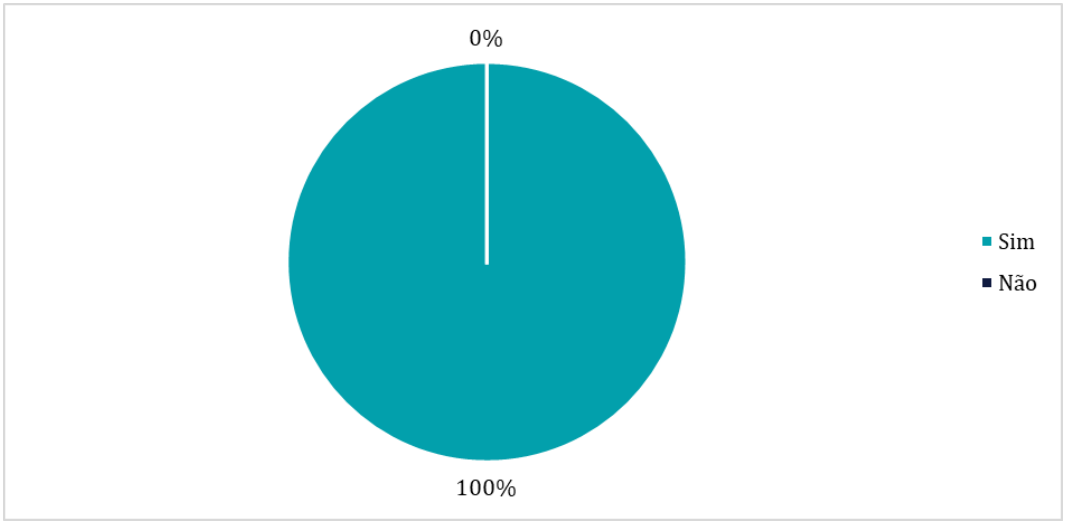
9.3.3.2.2.2.3 Trabalhos de Responsabilidade Social e Desenvolvimento Sustentável

Ao tratar questões referentes aos trabalhos de responsabilidade social e desenvolvimento sustentável realizados no município de Três Marias, especificamente relativas ao conhecimento de ações e políticas promovidas, as respostas positivas das instituições entrevistadas foram unanimes (Gráfico 9-290). Entretanto, três (33%) dos entrevistados que afirmaram ter ciência de trabalhos desenvolvidos não souberam apontar um projeto específico.

Foram mencionadas ações como companha de agasalhos, campanha de doação de material de limpeza, doação de cestas básicas, horta comunitária, banco de alimentos e cursos de capacitação ofertados gratuitamente. Além disso, foi relatada também a atuação da associação de lixo reciclável "Catamigos".

Dentre as instituições responsáveis pelo desenvolvimento dos trabalhos sociais mencionados destaca-se a atuação majoritária da Secretaria Municipal de Assistência Social com participações da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Secretaria Municipal de Educação, Associação Catamigos, Nexa e Sociedade São Vicente de Paulo.

Gráfico 9-290: Conhecimento sobre trabalhos de responsabilidade social e desenvolvimento sustentável em Três Marias



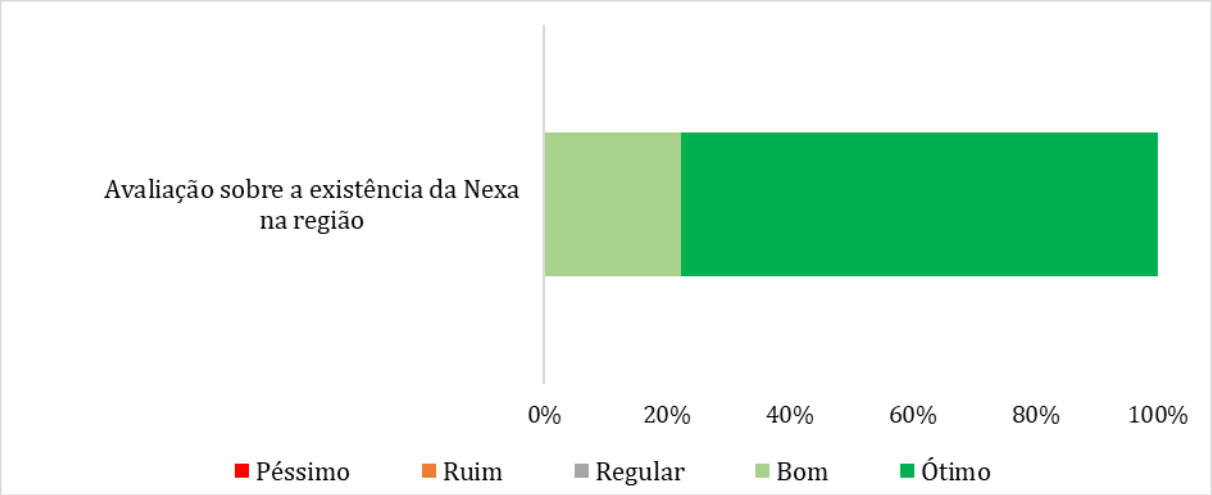
9.3.3.2.2.3 Percepção sobre a Nexa

9.3.3.2.2.3.1 Avaliação sobre a Presença da Nexa na região

As respostas para a pergunta que avalia a existência de uma unidade de metalurgia da Nexa no município de Três Marias indicam que 78% das pessoas entrevistadas fazem avaliação como "Ótimo" e 22% como "Bom' (Gráfico 9-291). Logo, todos os nove (100%) representantes de instituições entrevistados avaliam como positiva a existência da empresa no município. Como justificativa, os entrevistados foram objetivos ao revelarem que consideram a empresa como uma importante fonte de empregos e de renda, além de prestar apoio no desenvolvimento de atividades sociais, ambientais, culturais e de educação. As avaliações positivas se associam ainda

a relevância da existência, no município, de uma empresa consolidada no mercado da metalurgia e comprometida com as questões socioambientais e com o mercado de inovação, buscando aplicar novas tecnologias.

Gráfico 9-291: Avaliação sobre a existência de uma unidade da Nexa em Três Marias



A geração de empregos e renda são aspectos amplamente mencionados pelos entrevistados em decorrência da influência positiva no comércio e na indústria local. Todos os setores entrevistados ressaltam parcerias prósperas com a Nexa em âmbitos de desenvolvimento de projetos socioambientais, programas de capacitação profissional e visibilidade industrial e econômica para o município por ser considerada uma empresa desse porte no cenário nacional e internacional.

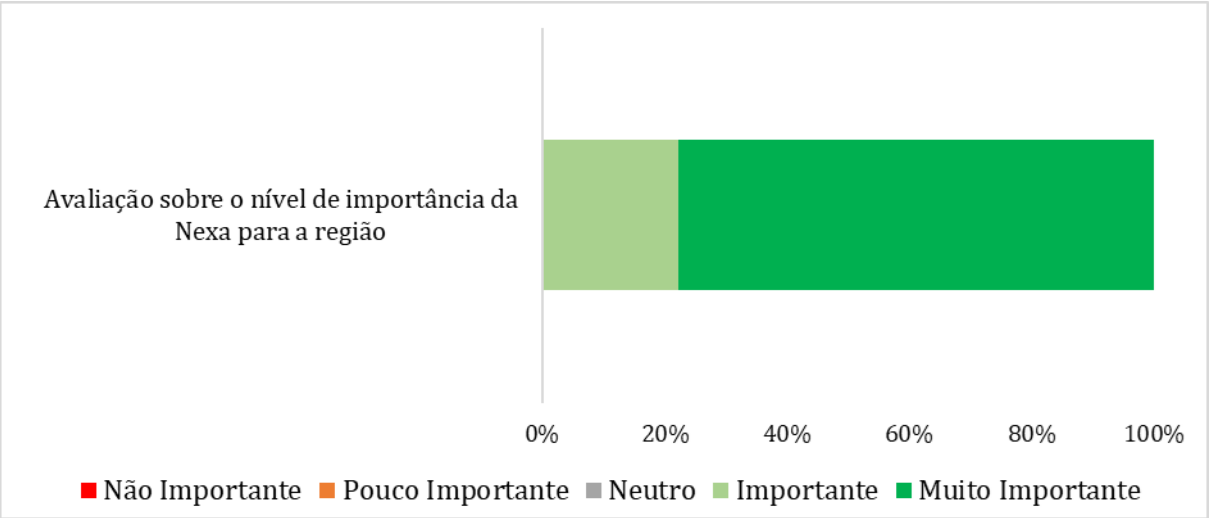
Quanto às consequências negativas associadas à presença da Nexa no município, foram mencionados principalmente os impactos ambientais e sociais de uma forma geral. Como exemplo de impactos ambientais, foram relatados a poluição do ar em razão da atividade industrial, impacto ao rio, a interferência visual causada pela Barragem de Rejeitos Módulos Oeste 1 e Central do Depósito Murici, além de menção sobre a sensação de insegurança associada a especulação de possibilidade de rompimento da barragem do Depósito Murici. É apontada ainda a possível influência da atividade industrial no aumento de casos de doenças graves e a geração de passivo social devido a contratação de funcionários de fora do município.

9.3.3.2.2.4 Percepção sobre o Empreendimento

9.3.3.2.2.4.1 Avaliação Sobre o Nível de Importância da Nexa para a Região

Ao avaliar o nível de importância da Nexa para a região todos os retornos foram positivos. Dentre os entrevistados, sete (78%) afirmaram que a empresa é “Muito Importante” para a região e dois entrevistados (22%) consideram a empresa “Importante” para a região. Dessa forma, é possível notar a significativa relevância da empresa para a região de acordo com a opinião das pessoas consultadas (Gráfico 9-292).

Gráfico 9-292: Avaliação sobre o nível de importância da Nexa para a Região



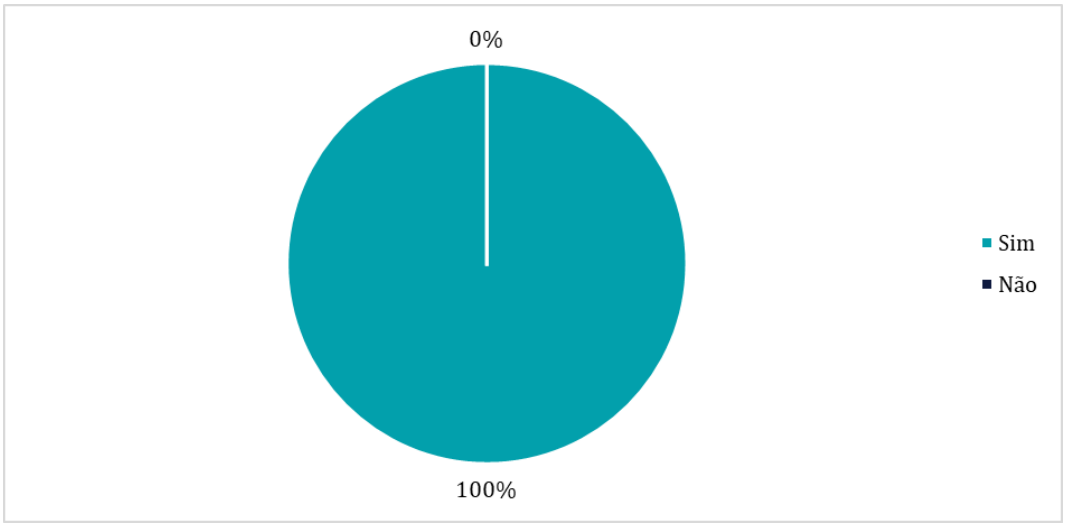
9.3.3.2.2.5 Percepções sobre o Projeto de Disposição à Seco de Resíduos Industriais

9.3.3.2.2.5.1 Avaliação sobre o Material Complementar apresentado na Pesquisa de Percepção

No momento das entrevistas, foram apresentadas fotomontagens com a simulação da implantação da nova pilha de disposição à seco de resíduo industrial juntamente com um mapa de localização do empreendimento. O intuito do material era apresentar o empreendimento, de modo a facilitar a compreensão do projeto.

Conforme apresentado no Gráfico 9-293 todos os nove (100%) entrevistados afirmaram que o material informativo utilizado durante as entrevistas contribuiu com a compreensão do projeto e permitiram discussões a respeito do impacto na paisagem e da localização do empreendimento.

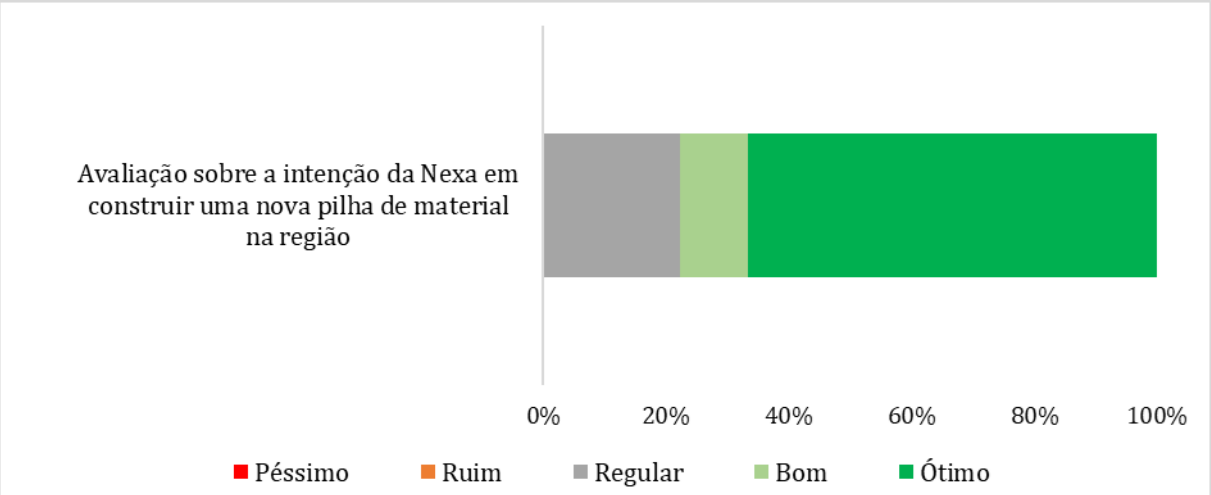
Gráfico 9-293: Avaliação sobre material complementar informativo



9.3.3.2.2.5.2 Avaliação sobre o Projeto Disposição à Seco

Na avaliação sobre a intenção da empresa em construir uma nova pilha de disposição à seco de resíduo industrial, 67% (6) dos entrevistados consideram a intenção "Ótima", 11% (1) consideram a intenção "Boa" e 22% (2) avaliam como "Regular". Como justificativa às avaliações, a solução é indicada como mais viável que as barragens no que se refere a segurança o que é interpretado como uma demonstração de maior preocupação da empresa com a população. Entretanto, 33% (3) das justificativas constatam preocupação em relação ao empreendimento na menção de que empresa não está evidenciando no atual projeto qual a resolução do passivo ambiental deixado pela disposição a seco, assim como os rejeitos deixados na barragem Murici. Além disso, a insegurança sobre a durabilidade da impermeabilização do solo e possibilidade de contaminação do rio também aparece nas respostas (Gráfico 9-294).

Gráfico 9-294: Avaliação sobre a intenção da empresa em construir uma nova pilha de disposição à seco de resíduo industrial



O principal ponto positivo relatado nas entrevistas é a promoção de uma alternativa às barragens de rejeitos tendo em vista a adoção de novas tecnológicas desenvolvidas no município, a maior segurança tanto para a população quanto aos patrimônios naturais e culturais e a especulação de possibilidade de reutilização do resíduo sólido armazenado.

Os entrevistados detectaram como pontos negativos principalmente os impactos ambientais. Além disso, foram apontados como problemas a poluição visual, a poeira e a possibilidade de geração de doenças respiratórias como consequência, a possibilidade de contaminação do lençol freático e a questão do passivo ambiental deixado pela empresa no município.

9.3.3.2.3 Resultados da Pesquisa de Percepção com Instituições em São Gonçalo do Abaeté

9.3.3.2.3.1 Percepção sobre o Município e sua População

A Tabela 9-192 apresenta a relação das instituições contactadas e as pessoas de referência entrevistadas no município de São Gonçalo do Abaeté. É importante ressaltar que em alguns casos uma única pessoa de referência respondeu o questionário representando mais de uma instituição.

Tabela 9-192: Lista de instituições entrevistadas em São Gonçalo do Abaeté

Nome da Instituição	Pessoa de Referência	Observações
Secretaria de Educação, Esporte e Lazer	Joniane Maria de Oliveira	Entrevista realizada 22/08/23
Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico/ Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos	César Pereira Casimiro	Entrevista realizada 22/08/23
Secretaria de Meio Ambiente, Turismo, Pesca e Aquicultura/ Secretaria de Governo e Planejamento	Silvia Cristiane Porto	Entrevista realizada 22/08/23
Secretaria de Desenvolvimento Social	Wilson Alves de Freitas Filho	Entrevista realizada 22/08/23

- *Secretaria de Educação, Esporte e Lazer*

A Secretaria de Educação, Esporte e Lazer de São Gonçalo do Abaeté desempenha um relevante papel na gestão e coordenação de várias atividades importantes para o município. Suas principais áreas de atuação incluem a coordenação administrativa das escolas municipais, a gestão do transporte escolar, a gestão do Conselho do Patrimônio Histórico e Artístico Cultural, além de fornecer subvenções sociais para projetos esportivos, como a Escola América e o Tiradentes Esporte Clube.

A atual situação econômica e social do município tem demonstrado melhorias de modo geral, especialmente no que tange a rica diversidade cultural do município. Entretanto, vale salientar que é detectada uma carência na oferta de lazer para a população jovem. Quanto ao setor de desenvolvimento econômico, é apontado que a geração de empregos ainda é dependente do setor de serviços públicos, o que gera uma demanda por mais ofertas e diversificação das oportunidades de emprego na região.

Além disso, há uma necessidade urgente de melhorias e expansão da infraestrutura das escolas, bem como uma demanda por um sistema educacional de qualificação técnica após o ensino médio e incrementos no setor da saúde pública. Embora tenha ocorrido avanços no que diz respeito à rede de infraestrutura de saneamento no perímetro urbano, há demanda de expansão do sistema para atendimento da população da zona rural.

As perspectivas econômicas e sociais para um futuro próximo incluem melhorias na saúde e na educação, por meio de ações que já estão sendo desenvolvidas. No entanto, persistem desafios relacionados ao emprego e à capacitação dos jovens, e não há uma perspectiva imediata de resolução, apesar da alta demanda.

A Secretaria apresenta pontos fortes, como a entrega de ensino de qualidade, o zelo pelos bens patrimoniais, a participação no ICMS Cultural, o transporte escolar e de saúde satisfatório e a oferta de profissionais capacitados.

Por outro lado, enfrenta desafios que incluem a necessidade de melhoraria da infraestrutura física das escolas, demanda de ampliação da diversidade de esportes oferecidos e atendimento à demanda por cursos técnicos. As demandas da população incluem a necessidade de ações de lazer, melhorias na infraestrutura escolar (incluindo computadores e espaços físicos), a ampliação de modalidades esportivas, a geração de empregos e a implementação de programas de reciclagem de resíduos.

- *Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico/Secretaria Municipal de Obras*

A Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico e a Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos de São Gonçalo do Abaeté desempenham um papel essencial na infraestrutura e no desenvolvimento geral do município. Suas principais atividades incluem a construção e manutenção de estradas e vias urbanas, acompanhamento de obras municipais, distribuição de água para produtores rurais, preparação de solo para agricultura e silagem, e a limpeza urbana.

Atualmente, a situação econômica e social do município é marcada pelo destaque da saúde e da educação a nível estadual, enquanto a cultura e as atividades de lazer precisam de melhorias. Além disso, há uma necessidade urgente de caminhões pipa para o desenvolvimento e manutenção das vias, especialmente na zona rural.

Para o futuro próximo, as perspectivas econômicas e sociais incluem o atendimento a demandas de construção de cerca de 300 casas populares. A perspectiva é de que o governo federal atual, por meio do programa "Minha casa, minha vida", propicie apoio para o desenvolvimento dessa demanda. Há ainda expectativa de melhorias na infraestrutura próxima a gruta, tendo em vista seu potencial turístico pouco explorado. Ademais, cita-se a necessidade de planejamento para pavimentação de vias na cidade.

A Secretaria de Obras e Serviços Públicos apresenta como ponto forte o monitoramento e acompanhamento das obras da cidade. No entanto, enfrenta desafios significativos, como o déficit de máquinas, a gestão deficiente dos resíduos da cidade, a falta de recursos financeiros e infraestrutura adequada para a manutenção das estradas rurais.

As demandas da população à secretaria incluem a manutenção das estradas na zona rural, a distribuição de cascalho para melhorar as vias rurais, a criação de uma pista de caminhada na cidade, a necessidade de um novo cemitério devido à falta de vagas no atual e a distribuição de

água em locais específicos para consumo humano, criação e agricultura, bem como a perfuração de poços artesianos para atender às necessidades hídricas da comunidade.

- *Secretaria de Meio Ambiente, Turismo, Pesca e Aquicultura/ Secretaria de Governo e Planejamento*

A Secretaria de Meio Ambiente, Turismo, Pesca e Aquicultura desempenha um papel crucial na promoção do desenvolvimento sustentável e do turismo na cidade de São Gonçalo do Abaeté. Suas principais atividades incluem a realização de programas de educação ambiental, trabalhos de campo anuais com a comunidade Beira Rio para a limpeza do rio, e vistorias sobre cortes de árvores. Além disso, a secretaria trabalha em estreita colaboração com outras áreas, como a pesca e aquicultura, para promover a conservação dos recursos naturais e o desenvolvimento do turismo na região.

A Secretaria de Governo e Planejamento, por sua vez, desempenha um papel fundamental na coordenação das ações administrativas das diversas secretarias municipais. Ela atua em articulação com as demais secretarias para garantir o alinhamento das políticas públicas e o planejamento estratégico da cidade.

A atual situação econômica e social do município é marcada pela predominância da agricultura familiar e pecuária na sede do município, enquanto a região de Candeias está voltada para a silvicultura e a região do Beira Rio é vinculada à pesca e ao turismo náutico. A saúde e a educação estão relativamente bem desenvolvidas, embora ainda haja dependência de outros municípios para serviços especializados. Existe uma notável demanda por mão de obra devido à migração dos jovens para fora da cidade em busca de oportunidades.

As perspectivas econômicas e sociais para o futuro próximo incluem a necessidade de investimentos contínuos no turismo do Beira Rio, com ênfase na infraestrutura hoteleira e em atividades de lazer para atender às famílias de turistas que vão pescar. Além disso, é importante descobrir a vocação econômica da sede do município para impulsionar o desenvolvimento econômico local.

A instituição apresenta pontos fortes, como o setor de pesca, o turismo, a hospitalidade na região do Beira Rio, a tranquilidade da cidade e a sensação de segurança. No entanto, enfrenta desafios, como a falta de opções de lazer e entretenimento, a necessidade de capacitação, a infraestrutura deficiente em algumas áreas, principalmente na saúde, e a necessidade de identificar uma vocação econômica clara.

As demandas da população incluem uma grande dependência do poder público para a promoção das ações desejadas, a busca por emprego e renda, a necessidade de cursos e capacitação, especialmente na área da economia criativa, e a demanda por mudas para a preservação ambiental e a agricultura.

- *Secretaria de Desenvolvimento Social*

A Secretaria de Desenvolvimento Social de São Gonçalo do Abaeté desempenha um papel fundamental no apoio e assistência à população vulnerável, visando à reintegração dessas pessoas na dinâmica do município. Suas principais atividades incluem a atuação do Centro de Referência de Assistência Social (CRAS) com grupos de jovens e idosos, promovendo o desenvolvimento humano e a inclusão social.

A atual situação econômica e social do município é marcada por melhorias significativas na qualidade de vida, com destaque para avanços no governo municipal atual. A cobertura ampla de tratamento de esgoto contribuiu para a melhoria das condições sanitárias. A área da saúde municipal é referência no estado de Minas Gerais, devido aos investimentos na saúde básica. No entanto, o município enfrenta desafios na área da educação, que acompanham o cenário nacional e estão relacionados à metodologia de ensino atual. Além disso, o acesso da população à cultura é deficitário, com a ausência de estruturas culturais como teatros, museus e bibliotecas, embora existam alguns projetos culturais desenvolvidos pelo município.

As perspectivas econômicas e sociais para um futuro próximo são influenciadas pelo impacto indireto do rompimento da Barragem da Vale na Bacia do Rio Paraopeba. O município tem recebido recursos da empresa para reparação e desenvolvimento, o que está contribuindo para melhorias na qualidade de vida da população, investimentos em desenvolvimento humano, ambiental, infraestrutura urbana e turismo. Um exemplo é a construção de casas populares na cidade, bem como a previsão de criação de ensino técnico e profissionalizante para jovens e adultos com o apoio da Vale.

A Secretaria apresenta como pontos fortes a inexistência de moradores classificados na faixa de extrema pobreza e programas de apoio e desenvolvimento para jovens e idosos. No entanto, enfrenta desafios devido à legislação em nível estadual e federal, que limitam sua atuação com a população carente.

As demandas da população à secretaria incluem a necessidade de transporte público para grandes centros vizinhos, especialmente para resolver questões em bancos e no INSS, bem como benefícios pontuais, como cestas básicas, auxílio para medicação, óculos, muletas e cadeiras de rodas para a população vulnerável.

9.3.3.2.3.2 Percepção Ambiental

9.3.3.2.3.2.1 Principais problemas ambientais

A Tabela 9-193 contém a matriz utilizada nas entrevistas para caracterização dos principais problemas ambientais em São Gonçalo do Abaeté, segundo informações fornecidas pelos responsáveis das instituições entrevistadas. Em síntese, os problemas ambientais relatados dizem respeito a queimadas e estão associados a ações da população e casos acidentais.

Para além das queimadas, foi apontado como problema ambiental a degradação de áreas. Neste caso, a população também foi apontada como agente responsável.

Tabela 9-193: Matriz de identificação de problemas ambientais em São Gonçalo do Abaeté

	A - Problemas ambientais citados	B-Gravidade				C - Causa ou agente responsável pelos problemas ambientais
		1	2	3	4	
1	Queimadas próximo as nascentes					População
2	Queimadas;					População/Casos acidentais
3	Áreas degradadas					População
4	Queimadas					Incêndios de origem desconhecidos nas rodovias

	D - Conhece ação?		E - Ações desenvolvidas e seus responsáveis
	Sim	Não	
1			Mobilização nas escolas e redes sociais junto à Polícia Ambiental
2			Construção de aceiros para o controle de queimadas e proteção das nascentes;
3			Fiscalização IEF e Polícia Ambiental; Programa "Restaurar" (parceria do município com o SEBRAE e faculdade de Uberaba)
4			Assear as margens das rodovias

LEGENDA:

A – Quais são os problemas ambientais mais importantes no município?

B – Classifique quanto à gravidade dos problemas ambientais citados: **1** - Muito Grave | **2** - Grave | **3** - Pouco Grave | **4** – Sem gravidade

C – Identifique as causas ou agentes responsáveis pelos problemas ambientais citados

D – Conhece alguma ação em desenvolvimento para resolver ou minimizar estes problemas ambientais citados?

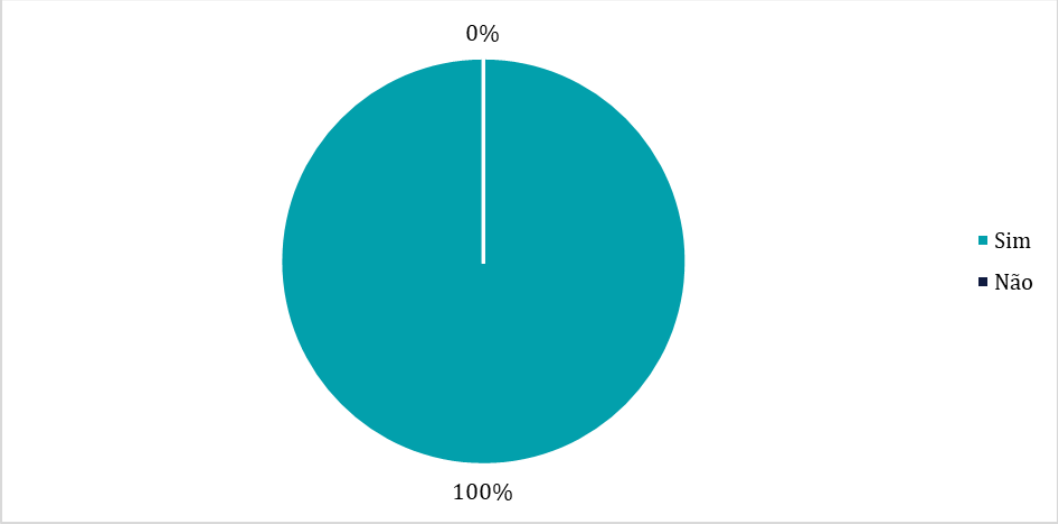
E – Cite as ações e responsáveis para minimizar os problemas citados:

9.3.3.2.3.2.2 Trabalhos de Educação Ambiental desenvolvidos na região

Todo o universo analisado pela Pesquisa de Percepção com as Instituições de São Gonçalo do Abaeté possui conhecimento acerca de programas de Educação Ambiental desenvolvidos no município. Ainda que parte das pessoas entrevistadas não tenha nomeado as ações realizadas, foi apontada a atuação em Escolas Municipais por parte de empresas privadas e de instituições públicas.

Em específico, foram mencionados o Projeto de Meio Ambiente, o Projeto de Educação Ambiental pela Polícia Ambiental, o Projeto "Chuá" em parceria com a COPASA, Blitz educativas voltadas a preservação do Beira Rio e atuação das empresas Nexa, Farroupilha e WD em demais projetos relacionados ao ambiente escolar (Gráfico 9-295).

Gráfico 9-295: Conhecimento sobre trabalhos de educação ambiental em São Gonçalo do Abaeté



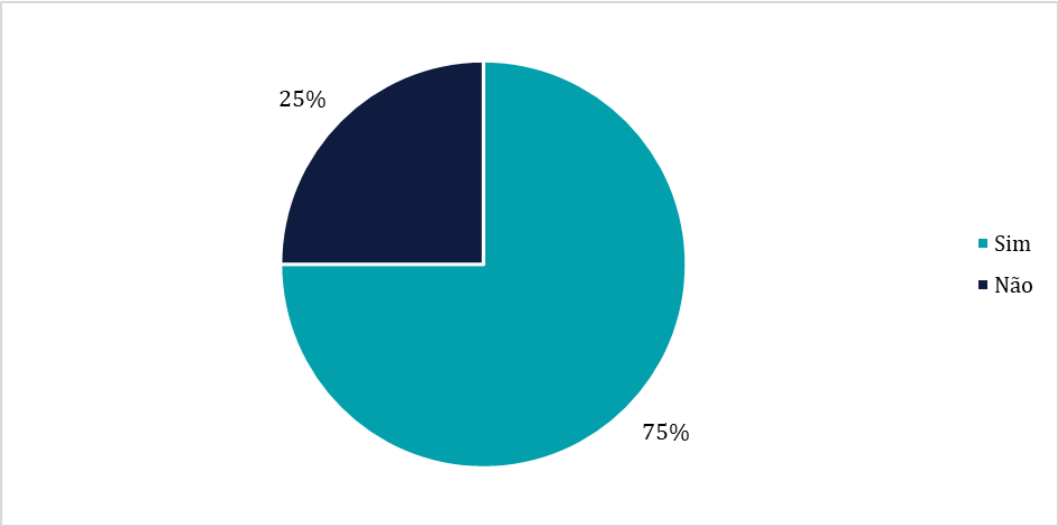
9.3.3.2.3.2.3 Trabalhos de Responsabilidade Social e Desenvolvimento Sustentável

No que tange ao conhecimento de programas de responsabilidade social e desenvolvimento sustentável realizados no município, a maior parte das pessoas entrevistadas (75%) afirmaram ter ciência de ações associadas à temática. Nesse sentido, apenas em um caso (25%) relatou não possuir conhecimento sobre atividades desse tipo.

De modo mais detalhado, foi mencionada a articulação da Nexa com a Secretaria de Turismo e Meio Ambiente para o desenvolvimento de ações direcionadas ao bairro Beira Rio após o encerramento das atividades da empresa na região, considerando os possíveis impactos dessa etapa para a população local.

Além disso, destaca-se também a existência do Projeto Cidades Felizes, associado a atividades de leitura e yoga na praça. Sobre esse, foram citados diferentes eixos de atuação: Movimente (oficinas na praça); Bem-Estar do Servidor (para adultos); Quem ama cuida (conscientização ambiental); Roda de conversa positiva; Cidade Viva; CAEL (Cultura, Arte e Educação); Jovem empreendedor; Descubra São Gonçalo e Leitura na praça.

Gráfico 9-296: Conhecimento sobre trabalhos de Responsabilidade Social e Desenvolvimento Sustentável em São Gonçalo do Abaeté



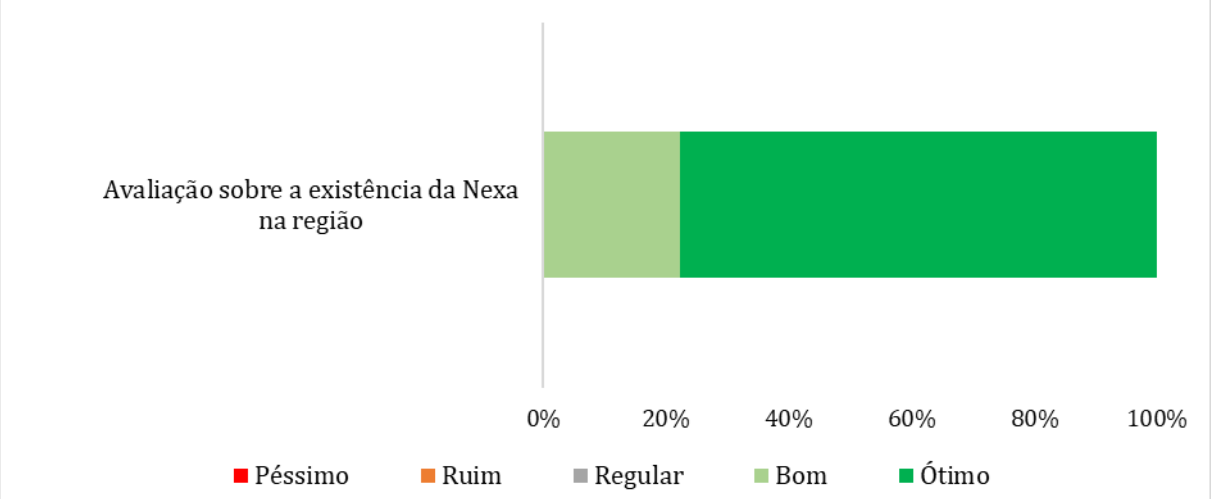
9.3.3.2.3.3 Percepção sobre a Nexa

9.3.3.2.3.3.1 Avaliação sobre a Presença da Nexa na região

Em São Gonçalo do Abaeté, todas as Instituições consultadas possuem percepções favoráveis à existência da empresa Nexa na região, variante entre "bom" e "ótimo". De modo mais específico, três pessoas entrevistadas (75%) consideram a presença da empresa algo ótimo para a região, enquanto uma pessoa (25%) avalia esse ponto como "bom".

De modo geral, as justificativas consideram a atuação da Nexa em diferentes setores de infraestrutura pública municipal, além da sua importância socioeconômica relacionada à geração de emprego e renda local. Em um comentário, ressalta-se que, apesar dos impactos ambientais promovidos, as ações mitigatórias são de significativa importância para o município.

Gráfico 9-297: Avaliação sobre a existência de uma Unidade da Nexa na região



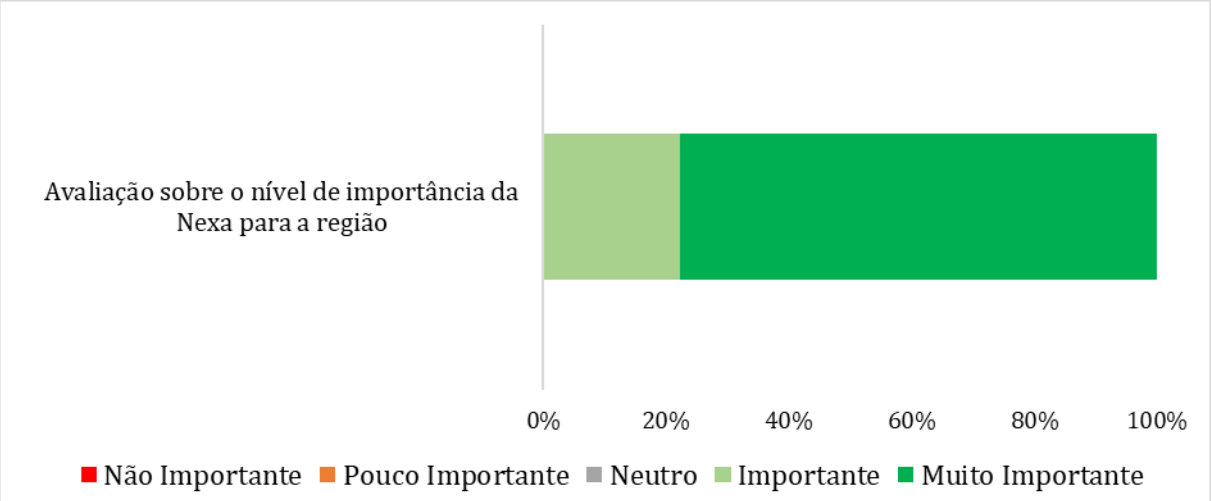
Dentre os entrevistados nas secretarias municipais de São Gonçalo do Abaeté, há uma concordância geral sobre a existência de uma unidade da Nexa em Três Marias ser positiva para a região. A importância atribuída à empresa se relacionada principalmente com a oferta de empregos, as parcerias público-privadas com setores estratégicos do município e os investimentos de aprimoramento da estrutura do distrito do Beira Rio. Os entrevistados observam a gestão da empresa como eficiente e transparente, bem como ressaltam que diversas tratativas de interesses com os canais de comunicação por ela disponibilizada produzem resultados proveitosos.

Quanto as consequências negativas associadas às atividades da Nexa, são mencionados principalmente impactos de ordem ambiental, mas sem esclarecimentos a respeito de quais são. Além disso, foram levantadas especificidades que têm relação com a emissão de poeira e ruídos advindos da atividade industrial.

9.3.3.2.3.3.2 Nível de Importância da Nexa para a Região

No que tange à percepção das pessoas entrevistadas acerca da importância da Nexa para a região todas as respostas foram favoráveis à empresa. No caso, 75% do universo analisado a considera como "muito importante" e 25% ou uma resposta a considera como "importante". Dessa forma, é possível notar a significativa relevância da empresa para a região de acordo com a opinião das pessoas consultadas.

Gráfico 9-298: Avaliação sobre o nível de importância da Nexa para a Região



9.3.3.2.3.4 Percepção sobre o Projeto Disposição à Seco de Resíduos Industriais

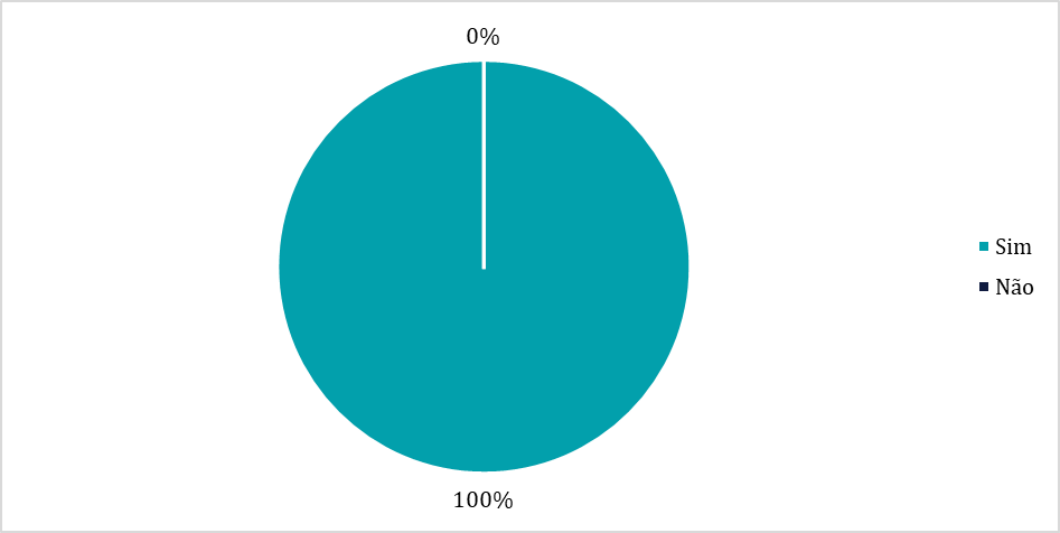
9.3.3.2.3.4.1 Avaliação sobre o Material Complementar apresentado na Pesquisa de Percepção

No momento das entrevistas, foram apresentadas fotomontagens com a simulação da implantação da nova pilha de disposição à seco de resíduo industrial juntamente com um mapa de localização

do empreendimento. O intuito desse material era apresentar o empreendimento, de modo a facilitar a visualização a compreensão do projeto.

Os quatro entrevistados (100%) afirmaram que o material informativo utilizado durante as entrevistas ajudou a esclarecer questões a respeito do projeto e permitiram discussões a respeito do impacto na paisagem e da localização do empreendimento.

Gráfico 9-299: Avaliação sobre material complementar informativo

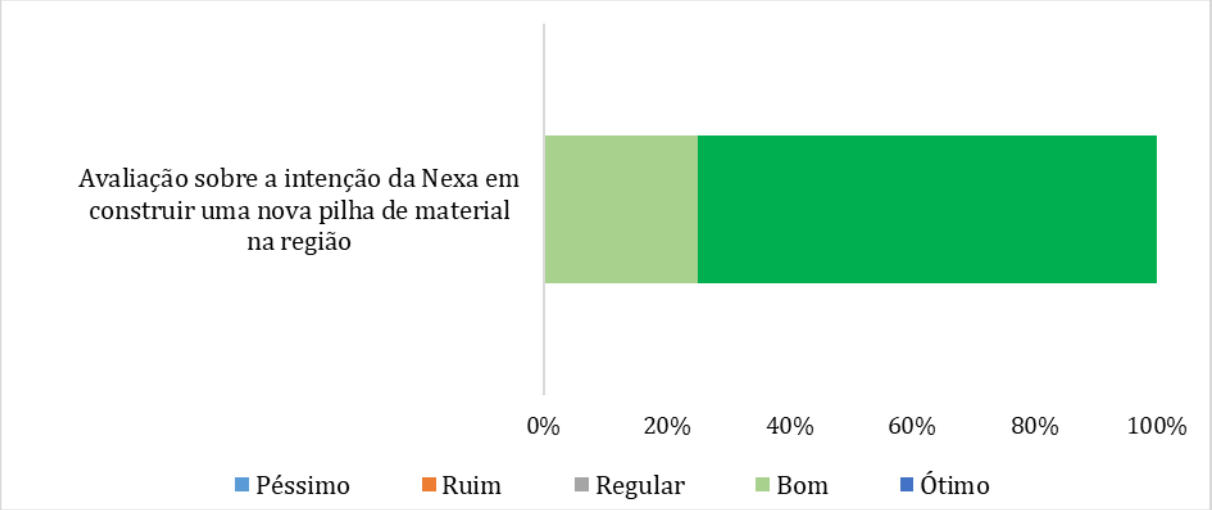


Todos os entrevistados relatam que o projeto é positivo tendo em vista o relacionamento da empresa com a comunidade no que tange a insegurança da população em relação a barragem e a tranquilidade que a nova forma de disposição pode trazer. Em contrapartida, como ponto negativo do projeto é mencionado como impacto evidenciado, a ausência de planos de reutilização dos resíduos empilhados.

9.3.3.2.3.4.2 Avaliação sobre o Projeto Disposição à Seco

Todas as avaliações dos entrevistados sobre a intenção da Nexa em construir uma nova pilha de disposição à seco de resíduo industrial, foram positivas, sendo três (75%) como “ótima” e uma (25%) como “Boa”. Como justificativa, durante as entrevistas o novo projeto foi amplamente indicado como mais seguro em relação a barragem de rejeitos, o que traz maior sensação de segurança para a população. Foi mencionado ainda a relevância da solução em relação a valorização da paisagem além de uma demonstração de preocupação com a destinação/reutilização dos resíduos alocados na nova pilha.

Gráfico 9-300: Avaliação sobre a intenção da empresa em construir uma nova pilha de disposição à seco de resíduo industrial



Dentre as considerações positivas sobre o Projeto se destacam os comentários relacionados à sensação de segurança desse modelo de estocagem de resíduos, principalmente se comparado aos riscos relacionados às barragens já existentes. É citada ainda a possível valorização da paisagem promovida pelo empreendimento enquanto um outro aspecto favorável.

Sobre essa temática, algumas pessoas destacam a preocupação com a ausência de planos relacionados ao possível uso dos materiais alocados em uma nova pilha.

Ademais, também é apontada a importância de divulgação das informações relacionadas ao Projeto Disposição à Seco no ambiente escolar, tendo em vista a significativa parcela de estudantes que reside próximo à área em questão.

9.3.3.3 Pesquisa de Percepção com Comunidade da Área de Estudo Local

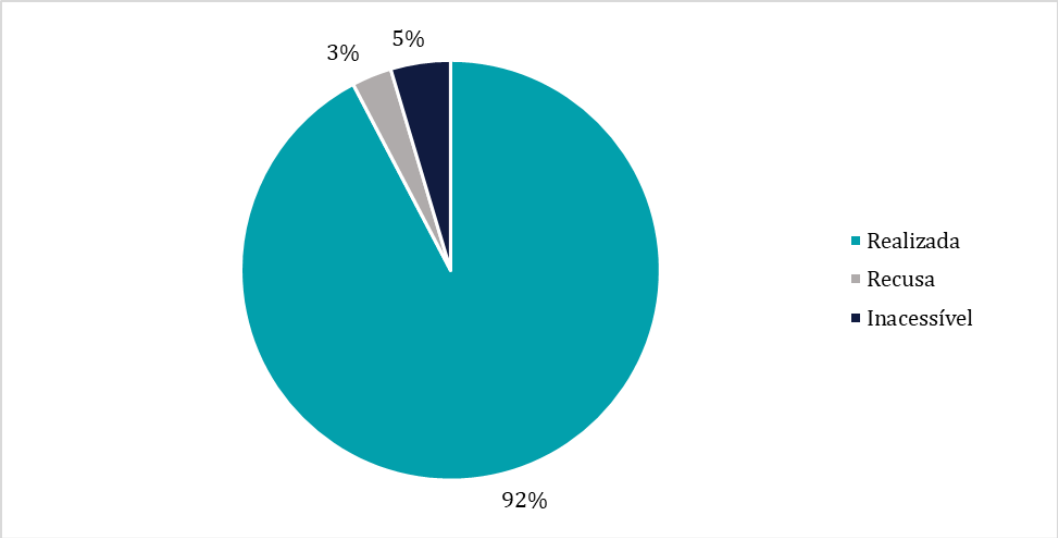
Para apresentação dos resultados da pesquisa de percepção com a comunidade da Área de Estudo Local optou-se pela elaboração de uma síntese das análises gerais seguidas de análises estratificadas por localidade, apenas quando identificadas alterações no padrão das respostas ou quando avaliado que o tema da análise se mostrava relevante para tal estratificação. As tabelas com as justificativas para as respostas de múltipla escolha contêm a informação anonimizada, de idade e localidade da pessoa entrevistada.

Desse modo, pretende-se que a análise seja objetiva e adequada para apontar o panorama da comunidade inserida na AEL, destacando, quando necessário, as especificidades identificadas em cada uma das sete localidades alvo do estudo: Distrito Sede, Zona Rural e Aldeia do Dourado em Três Marias; bairro Beira Rio e Zona Rural em São Gonçalo do Abaeté e; Ilha da Catuaba no rio São Francisco.

As análises das questões quantitativas seguem a mesma sequência do questionário, com priorização de apresentação de resultados por meio de gráficos, ao passo que as questões de texto livre complementam as análises dos gráficos sempre que necessário, apresentando destaques de respostas qualitativas ou justificativas sobre as respostas de múltipla escolha.

Os resultados apresentados na sequência se referem às 60 entrevistas realizadas junto à comunidade da Área de Estudo Local (AEL). Além das entrevistas realizadas, foram registradas 2 recusas e 3 pontos em que o acesso se encontrava impossibilitado, como observado no Gráfico 9-301. De modo geral, as pesquisas não efetivadas consistem na ausência de moradores e/ou de indícios de habitação para a aplicação do questionário enquanto os índices de recusa estão relacionados à incompatibilidade com a disponibilidade dos moradores e/ou ao receio de realização da entrevista.

Gráfico 9-301: *Status* das entrevistas



A Tabela 9-194 apresenta o *status* das entrevistas para cada localidade. Reitera-se que o número de entrevistas previsto tem como alvo atingir a margem de erro de ±6% e se apresenta como uma referência para obtenção dessa meta. Com base nos resultados da pesquisa, mesmo com menos entrevistas realizadas, foi possível atingir a margem de erro de ±2,5%, superando a meta previamente estabelecida no planejamento da pesquisa de percepção.

Tabela 9-194: *Status* das entrevistas por localidade

Localidade	Entrevistas Previstas	Entrevistas realizadas	Recusas	Ausências
Zona rural de São Gonçalo do Abaeté	3	3	0	0
Ilha da Catuaba	1	1	0	0
Beira Rio	3	3	0	0
Aldeia do Dourado*	1	4	0	0
Sede de Três Marias	41	43	0	0
Zona Rural de Três Marias*	1	6	2	2

Localidade	Entrevistas Previstas	Entrevistas realizadas	Recusas	Ausências
TOTAIS	**50**	**60**	**2**	**2**
*As entrevistas realizadas na Aldeia do Dourado e zona rural de Três Marias contemplam os confrontantes com a propriedade da Nexa.				

9.3.3.3.1 Métodos Aplicados

Na sequência são apresentados os eixos temáticos, os questionários, o material complementar, a amostragem, o público-alvo, as formas de abordagem, e os procedimentos empregados nesse estudo, bem como a sua organização temporal em um cronograma. De modo geral, as estratégias adotadas têm como objetivo evitar o enviesamento da pesquisa de percepção e garantir a distribuição geográfica das amostras e obtidas.

9.3.3.3.1.1 Eixos Temáticos

O questionário para realização de entrevistas com a população inserida na Área de Estudo Local – AEL foi desenvolvido com base nos eixos temáticos apresentados na Tabela 9-195. Para proceder a pesquisa de percepção foi adotado o método de pesquisa tipo *survey*, com questionários semiestruturados direcionados a população inserida na Área de Estudo Local - AEL do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Nexa. Nos itens apresentados a seguir, serão indicados de modo mais detalhado os métodos aplicados na pesquisa.

O questionário utilizado para realização das entrevistas mescla questões de múltipla escolha com questões de texto livre, de modo a coletar as percepções dos entrevistados de forma mais abrangente. Para contextualização do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, foi elaborado mapa contendo a localização das estruturas, comunidades do entorno, vias e elementos relevantes para que os entrevistados pudessem compreender o contexto da intervenção proposta.

Tabela 9-195: Eixos temáticos para Pesquisas de Percepção

EIXO TEMÁTICO	COMUNIDADE INSERIDA NA AEL
Percepções relacionadas à Nexa	●
Apresentação de material complementar sobre o projeto (material gráfico com ilustrações)	●
Pesquisa de percepção sobre o empreendimento	●
Projetos socioambientais realizados na AEL e AER	●
Perfil socioeconômico da pessoa entrevistada	●

EIXO TEMÁTICO	COMUNIDADE INSERIDA NA AEL
Relação com a comunidade – Vínculos sociais e participação em atividades comunitárias/coletivas	●
Acesso a infraestrutura e avaliação dos serviços públicos locais	●

9.3.3.3.1.2 Questionários

Para as entrevistas com a comunidade inserida na AEL foi elaborado um questionário contendo questões específicas de acordo com o apontado no eixo temático. O questionário foi cadastrado no aplicativo de coleta de formulários georreferenciados Qfield. Com questões de múltipla escolha e campos de texto livre para justificativa das respostas, o questionário para a comunidade inserida na AEL foi elaborado de modo a otimizar o tratamento e sistematização de dados pós-campo, fornecendo a possibilidade de análises rápidas e georreferenciadas dos dados coletados. O modelo do questionário encontra-se disponível no Anexo 6.

Vale ressaltar que os questionários contemplaram questões relacionadas aos serviços existentes na região, aos aspectos socioambientais, com os impactos do empreendimento e a relação de dependência dos moradores com os recursos ambientais existentes no local, no caso das propriedades rurais. Além disso, os entrevistados foram perguntados, em questões distintas, sobre os impactos positivos e negativos do empreendimento.

9.3.3.3.1.3 Material Complementar

Para contextualização do empreendimento e compreensão dos impactos nas localidades e nos municípios em que estão inseridas, foi utilizado material complementar como ferramenta de suporte à aplicação dos questionários por meio da apresentação de material gráfico impresso contendo as seguintes informações:

- *Projeto básico com vistas do Projeto de Disposição à Seco do Resíduo Industrial e informações sobre o empreendimento;*
- *Estudo de visadas simplificado – imagens comparativas entre a situação real e a situação prevista após a implantação do projeto (fotomontagem). Foram escolhidos três pontos de observação com visadas diretas para o empreendimento.*
- *Mapa de localização contendo a pilha de material e Área Diretamente Afetada (ADA), incluindo áreas operacionais, áreas de empréstimo, acessos e informações complementares para ilustração do projeto.*

O material utilizado como suporte à realização da pesquisa encontra-se disponível no Anexo 5.

9.3.3.3.1.4 Definição do Tamanho amostral

Para a obtenção do tamanho amostral mínimo necessário para a pesquisa de percepção junto à comunidade da Área de Estudo Local - AEL, inicialmente foi selecionada uma pergunta chave do questionário. A pergunta escolhida foi "Você conhece ou já ouviu falar sobre a Nexa?". Esta é uma pergunta com respostas categóricas e dicotômicas (*i.e.*, sim/não) e cuja mensuração se dá na base da proporção de respostas iguais a "sim".

Como as questões objetivam avaliar proporções (valores entre 0 e 100%), o cálculo do tamanho amostral para estimativas dessas quantidades segue uma metodologia baseada na distribuição binomial. Inicialmente a estimativa do tamanho amostral será realizada considerando uma população de tamanho infinito, utilizando-se a fórmula abaixo (DANIEL, 1999) e, posteriormente, será aplicada uma correção para populações de tamanho finito.

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 * P * (1 - P)}{d^2}$$

- *n é o número amostral mínimo estimado, considerando a população infinita;*
- $Z_{\alpha/2}$ *é o quantil superior da distribuição Normal Padrão que deixa uma probabilidade igual a a /2 na cauda direita;*
- *a é o nível de significância. Para um valor de a = 0.05, o valor de* $Z_{\alpha/2}$ *e igual a 1,96;*
- *Pé o valor pré-definido da proporção esperada;*
- *dé uma estimativa da margem de erro máxima assumida (precisão). Este valor determina o tamanho do intervalo de confiança.*

A correção para populações de tamanho finito foi obtida através da fórmula (COCHRAN, 1953):

$$n_{finito} = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$$

Sendo, portanto:

n_{finito} - *o número amostral mínimo estimado, considerando a população finita;*

N - o tamanho populacional

Utilizando uma estimativa de 95% (P= 0,5) para o valor pré-definido da proporção esperada (P) e considerando ainda um valor da margem de erro máxima igual a ±6% e uma significância de 5%, obtém-se um **número mínimo de 51 entrevistas necessárias, corrigido** para 50 para uma população finita.

Como referência para definição do tamanho amostral, decidiu-se por utilizar os setores censitários definidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE para o censo demográfico do ano de 2010

Definido o tamanho amostral mínimo para toda a área, procedeu-se a uma estratificação entre os setores censitários definidos pelo IBGE para o censo de 2010. A alocação do tamanho amostral foi proporcional ao número de domicílios particulares ocupados em 2010. Escolheu-se esse valor, pois ele é mais estável que o tamanho populacional, que mudou entre 2010 e 2023. Na Tabela 9-196 observam-se o total de domicílios por setor, a fração da população que o setor ocupa e o tamanho amostral por setor.

Tabela 9-196: Dimensionamento de amostras por setor censitário

Código do setor	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados	Fração dos domicílios	Número de domicílios a serem amostrados
316935605000024	324	13,75%	7
316935605000027	363	15,40%	7
316170010000003	162	6,87%	3
316935605000021	185	7,85%	4
316935605000028	245	10,39%	5
316170010000004	136	5,77%	3
316935605000023	355	15,06%	8
316935605000030	95	4,03%	2
316935605000020	212	8,99%	5
316935605000022	280	11,88%	6
TOTAL	**2.357**	**100%**	**50**

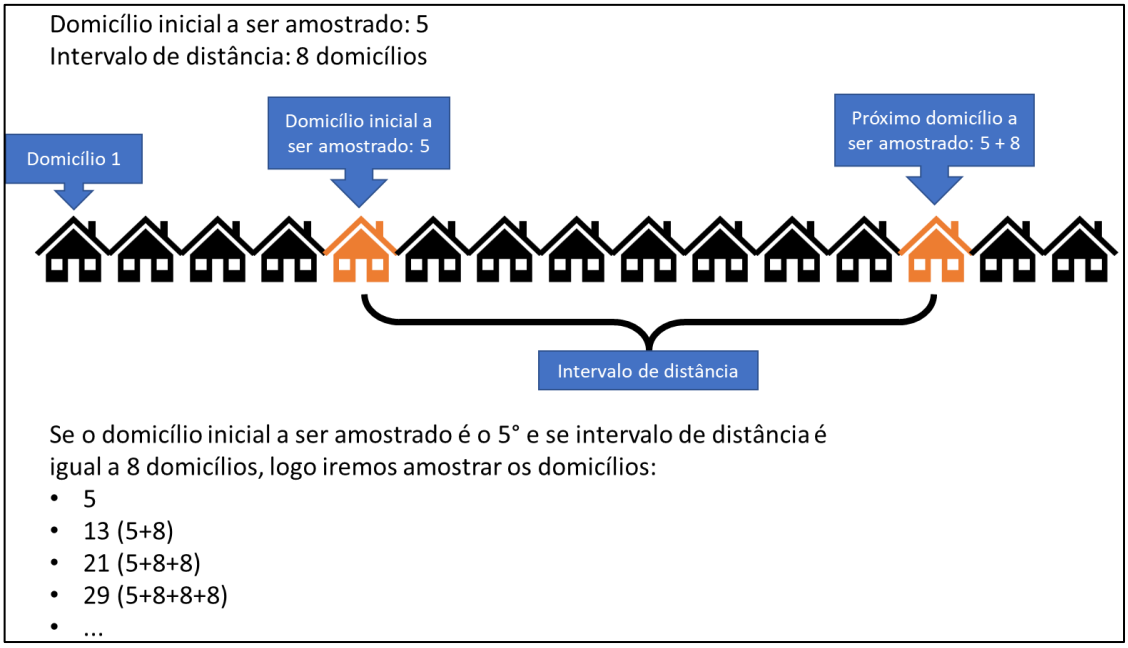
Considera-se ainda como integrantes da amostra, 100% dos confrontantes com o imóvel rural da Nexa, que estejam localizados próximo à Área Diretamente Afetada – ADA e no interior da Área de Estudo Local - AEL.

Deste modo, seriam 60 entrevistas estimadas na AEL, considerando o alvo de ±6% como margem de erro para um nível de confiança de 95%. Ressalta-se ainda que, para a margem de erro alvo estima-se de forma conservadora que 95% das pessoas conhecem a Nexa na região.

9.3.3.3.1.5 Amostragem Sistemática

Definido o tamanho amostral por setor censitário, a seleção dos domicílios se deu por amostragem sistemática simples, seguindo a metodologia da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD (SILVA *et al*., 2002). Inicialmente foi definido o intervalo de amostragem (k), dividindo-se o número total de domicílios pelo tamanho amostral. Esse valor foi arredondado pra baixo. Os primeiros k domicílios foram sorteados aleatoriamente e o i-ésimo domicílio sorteado será amostrado. A partir daí serão amostrados os domicílios i + k, i + 2*k, i + 3*k e assim sucessivamente, conforme Figura 9-123.

Figura 9-123: Descrição da metodologia de seleção dos domicílios



Um caminho foi definido passando por todos os domicílios do setor e cada domicílio foi contabilizado apenas uma vez. A vantagem de se utilizar a amostragem sistemática é que a seleção da primeira unidade determina a totalidade da amostra. Isso se justifica para amostragens de campo, onde as unidades de amostragem podem ser selecionadas diretamente pelo pesquisador. A amostra fica distribuída uniformemente pela população e possibilita uma estratificação espacial implícita.

De modo a otimizar a logística em campo e a identificação dos domicílios amostrados, as rotas foram analisadas via imagem de satélite e enviadas às equipes. Com os domicílios previamente identificados observa-se uma diminuição considerável no tempo de deslocamento entre as entrevistas.

9.3.3.3.1.6 Público-Alvo (STAKEHOLDERS)

O público-alvo da pesquisa de percepção é dividido entre comunidade da AEL e instituições, incluindo representantes do poder público dos municípios de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté e organizações da sociedade civil. As entrevistas com a população foram realizadas na Área de Estudo Local – AEL (Figura 8-4).

Para definição da AEL considerou-se as localidades e propriedades rurais limítrofes à Nexa, além de localidades próximas que apresentam maior relação com as atividades desenvolvidas na Nexa e em especial, com as possíveis intercorrências relativas à implantação e operação do projeto de Disposição à Seco do Resíduo Industrial.

9.3.3.3.1.7 Abordagem Junto ao Público-Alvo

Para abordagem junto ao público-alvo, procedeu-se a apresentação da seguinte mensagem-chave:

"Bom dia/tarde, meu nome é (nome do profissional), trabalho para a empresa Trust, uma consultoria independente contratada pela Nexa para realizar uma pesquisa de percepção socioambiental sobre o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias da Nexa em Três Marias (MG).

Este trabalho faz parte da elaboração do Estudo de Impacto Ambiental do projeto e contempla parte das atividades de licenciamento ambiental. O principal objetivo é ouvir a comunidade e representantes públicos sobre sua percepção do projeto para a região.

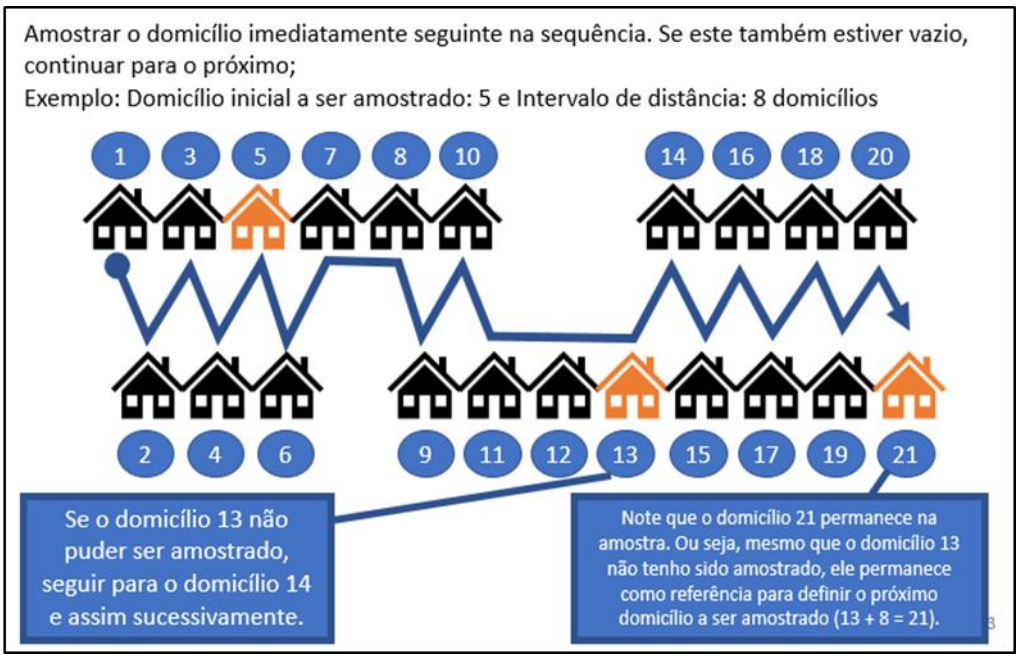
Os Depósitos de Rejeitos da Nexa estão seguros e não têm qualquer problema de estabilidade. Se não houver alguma dúvida ou problemas podemos iniciar a entrevista?"

Devidamente uniformizados, os entrevistadores ao realizarem o contato inicial com um entrevistado, além de exporem a mensagem-chave também, apresentaram uma Carta de apresentação emitida pela Nexa explicando os motivos do levantamento, indicando a Trust Gestão e Sustentabilidade Ltda. como a empresa responsável pelo trabalho e apresentando um contato de referência da Nexa para esclarecimento de possíveis dúvidas e confirmação das informações prestadas pelos entrevistadores.

9.3.3.3.1.8 Procedimentos em Caso de Recusas e Ausências

Para o registro de recusas e ausências na AEL, a abordagem seguiu conforme metodologia da amostragem sistemática apresentada na Figura 9-124 . No caso das ausências e recusas, quando o domicílio indicado pela contagem da amostra estava vazio, a equipe de campo seguia para o domicílio vizinho, sempre no sentido indicado pela rota. Nas recusas foram registradas, sempre que possível, o motivo da recusa e a coordenada do ponto visitado.

Figura 9-124: Domicílios desocupados, fechados ou quando a pessoa não quiser participar da entrevista



9.3.3.3.1.9 Consentimento de Uso De Dados de Acordo com a Lei Geral De Proteção De Dados

Em todas as entrevistas é realizado pela equipe Trust, o aviso legal indicando que o uso dos dados coletados na pesquisa de percepção se daria exclusivamente no âmbito do processo de licenciamento do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade Três Marias. Na sequência, a pessoa entrevistada é questionada se concorda com os termos de privacidade da pesquisa e autoriza o uso dos dados para o processo de licenciamento do projeto em questão.

Ao fim do questionário, é solicitada a assinatura da pessoa entrevistada em página de assinaturas específica, para fins de comprovação legal da autorização de uso dos dados.

Os entrevistadores são instruídos a lerem o termo de consentimento juntamente com o entrevistado e, quando solicitado pela pessoa entrevistada, é apresentado o cadastro consolidado (no aplicativo Qfield).

9.3.3.3.1.10 Período de Realização do Levantamento

As pesquisas com os moradoras da Área de Estudo Local, incluindo as propriedades rurais confrontantes com os terrenos da Nexa, foram realizadas entre 14 e 25 de agosto de 2023.

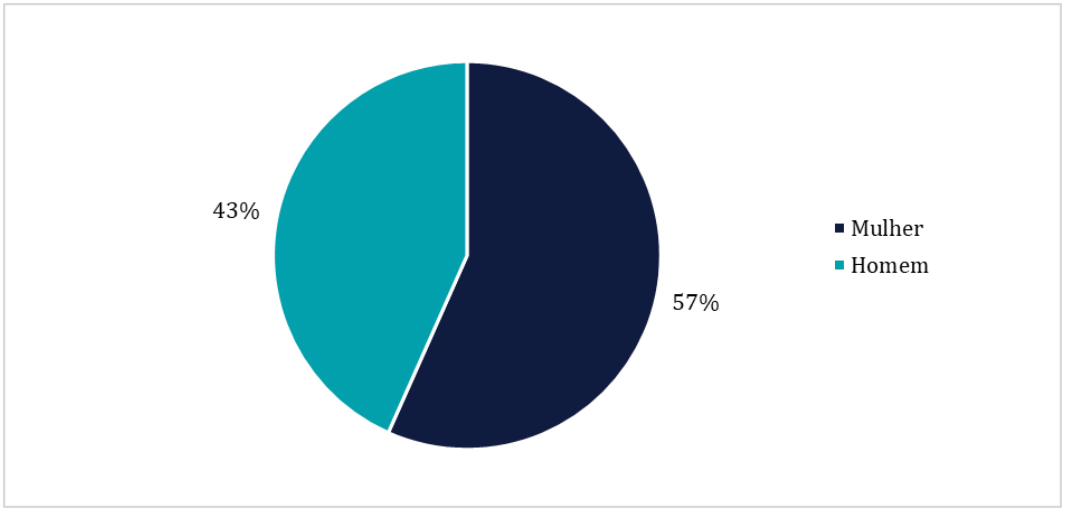
9.3.3.3.2 Resultados da Pesquisa de Percepção com a Comunidade Inserida na Área de Estudo Local

9.3.3.3.2.1 Perfil das Pessoas Entrevistadas

Este tópico apresenta o perfil das pessoas entrevistadas na Área de Estudo Local, em Três Marias e São Gonçalo do Abaeté. As questões abordadas para caracterização do perfil destas pessoas abrangem gênero, raça, faixa etária, grau de escolaridade, área de atuação profissional, quantidade de membros e faixa de renda do núcleo familiar.

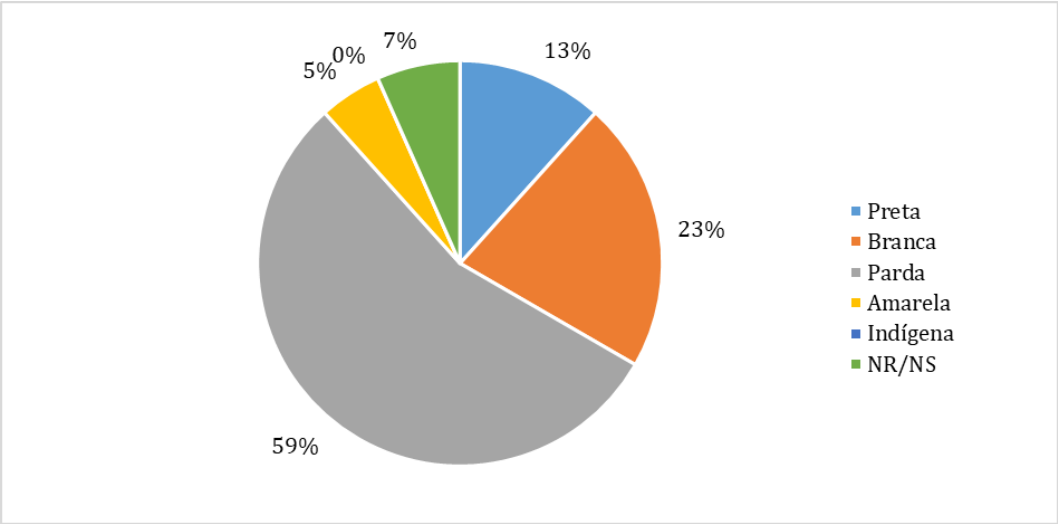
O Gráfico 9-302 indica a distribuição da população no que diz respeito ao recorte de gênero. Segundo o levantamento, a maior parte das pessoas entrevistadas (67%) são mulheres, enquanto 33% são homens.

Gráfico 9-302: Distribuição de gênero da população analisada



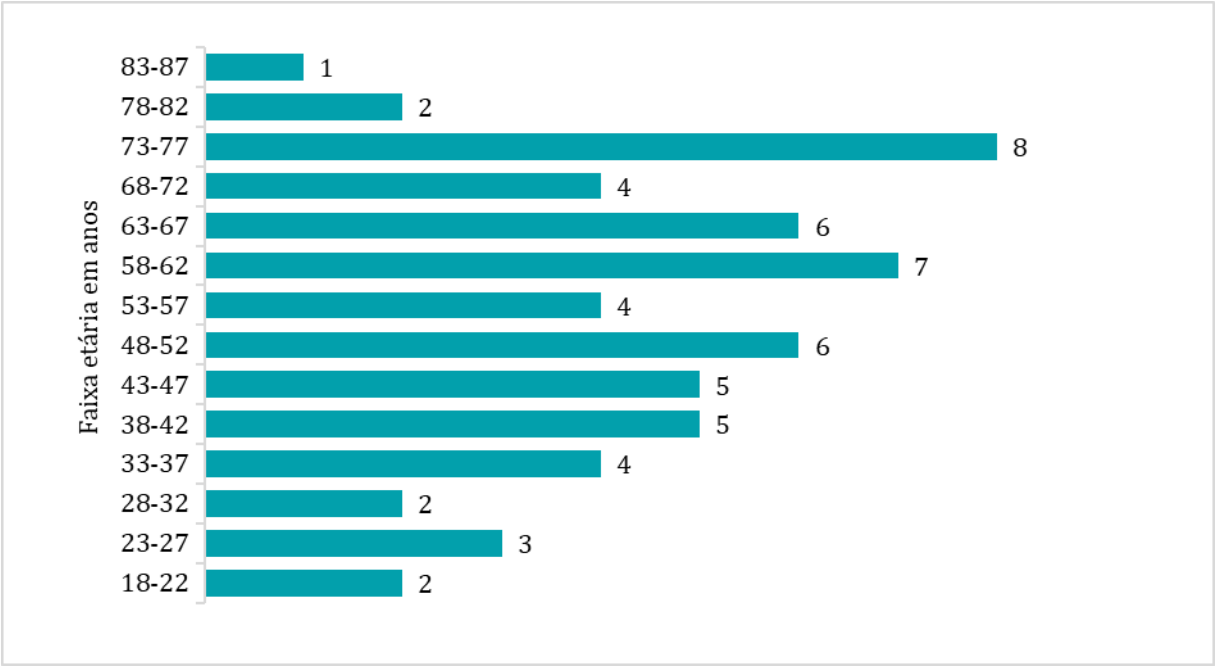
Outro aspecto observado é a estratificação da amostra de acordo com as definições de cor ou raça estabelecidas pelo censo demográfico de 2010. O Gráfico 9-303 demonstra que a maior parte das pessoas abordadas (44%) se autodeclara como parda, ainda que também haja uma parcela considerável (35%) de pessoas brancas. Em menores quantidades, 15% do universo pesquisado se autodeclara preta e 2% amarela. Sobre essa temática, ressalta-se que em 4% do total de questionários aplicados não foram assinaladas respostas para essa questão.

Gráfico 9-303: Distribuição de raça da população analisada



De acordo com os dados sistematizados no Gráfico 9-304, a maior parte da população entrevistada possui idade superior à média de 63 anos (21 pessoas ou 36% dos entrevistados). Sobre essa temática, ressalta-se que as entrevistas foram realizadas durante o período comercial e que, portanto, existe a possibilidade de influência na amostra disponível.

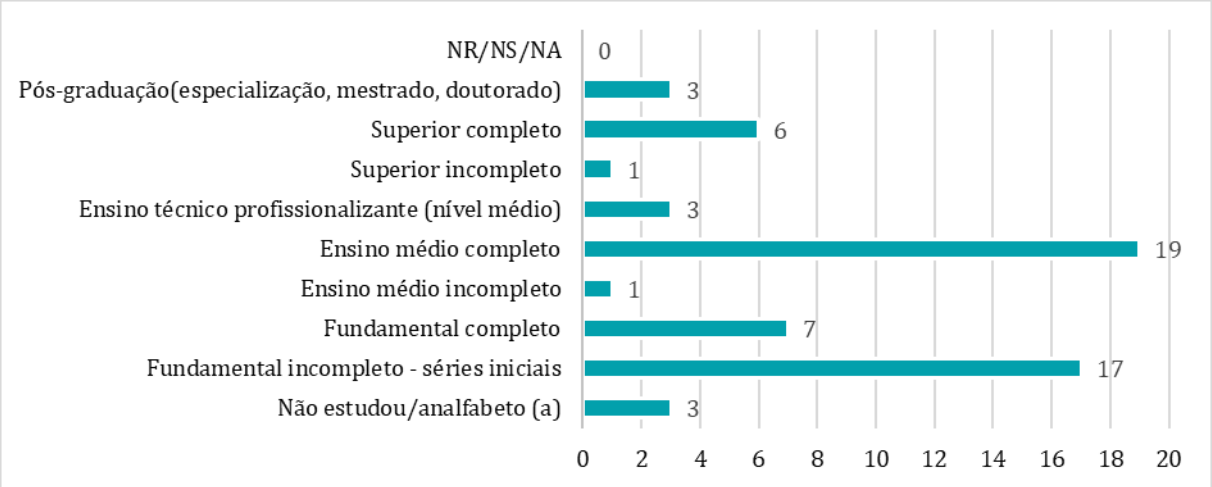
Gráfico 9-304: Faixa etária da população analisada



No que tange ao grau de escolaridade do universo de pesquisa, as informações obtidas foram organizadas no Gráfico 9-305. De modo geral, há predominância de pessoas com Ensino Médio completo (19), apesar de ser baixo o número de pessoas que continuaram os estudos após essa etapa (13). Também é notável a parcela da população analisada que obteve acesso somente às séries iniciais do Ensino Fundamental, correspondente a 17 pessoas. Vale ressaltar que uma

pessoa não completou o Ensino Médio e que foram identificadas 3 pessoas analfabetas ou que não tiveram acesso ao sistema de ensino formal.

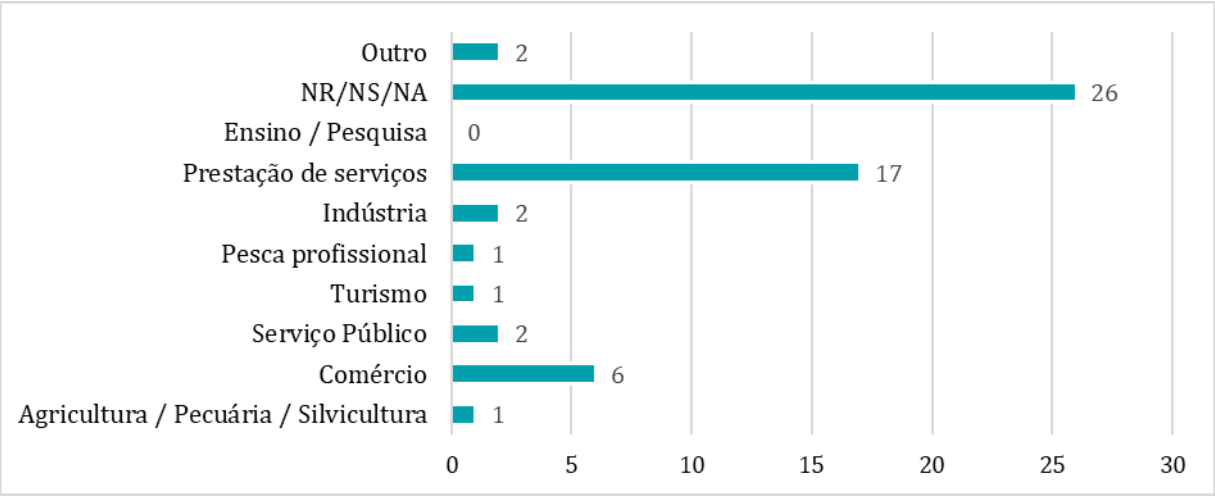
Gráfico 9-305: Grau de Escolaridade da população analisada



A respeito da área de atuação profissional dos entrevistados é possível inferir que um percentual considerável de 46% dos participantes se enquadrou na opção "não respondeu (NR)/ não sabe (NS)/ não se aplica (NA)".

Aproximadamente 11% dos entrevistados possuem o comércio como área de atuação profissional, dividindo-se entre comerciante, empresário(a), autônomo, microempreendedor(a), cozinheiro, fotógrafo(a) e atendente; cerca de 30% dos entrevistados atuam profissionalmente na área de prestação de serviços. Em menores parcelas, 2% atuam na área da Agricultura/pecuária/silvicultura, 4% no Serviço Público, 2% na Pesca Profissional, 4% na Indústria e 4% em outras áreas.

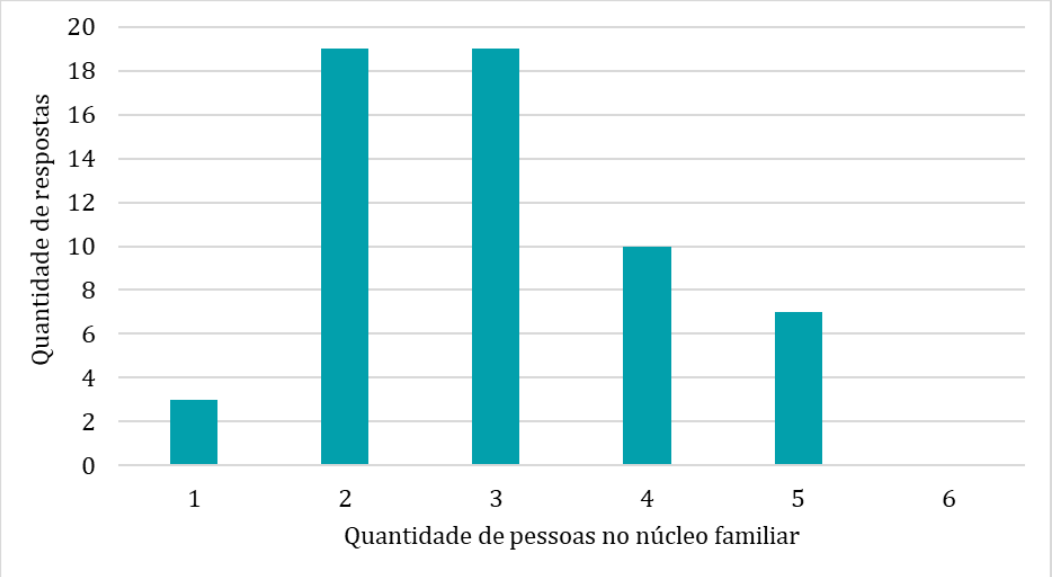
Gráfico 9-306: Área de atuação profissional da população analisada



Com relação à quantidade de pessoas no núcleo familiar, verifica-se que cerca de 66% dos entrevistados fazem parte de um núcleo familiar composto por duas e três pessoas. Em menor

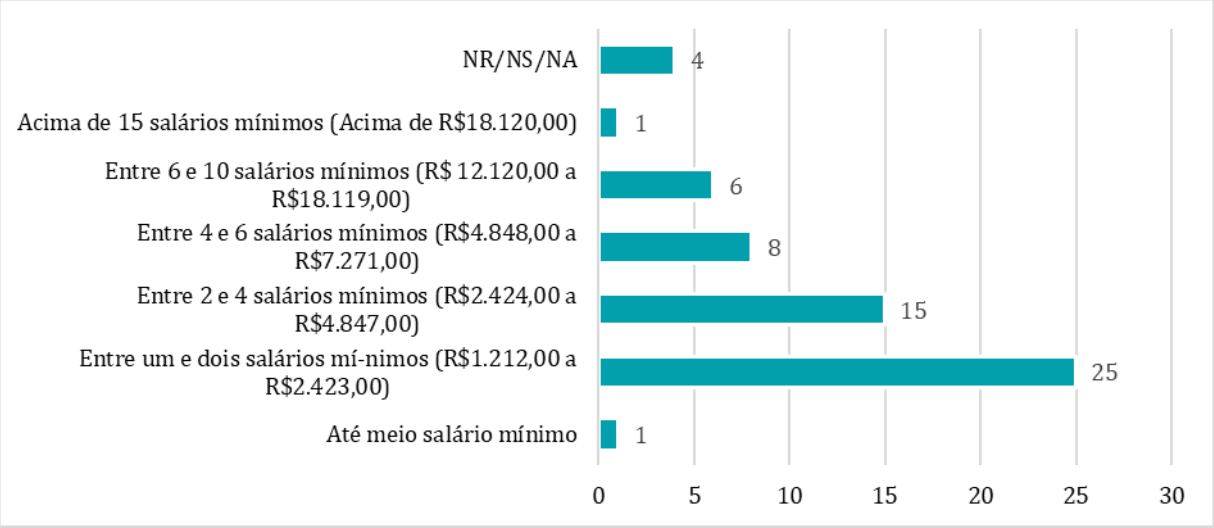
proporção verifica-se os núcleos familiares compostos por uma (5%), quatro (17%) e cinco (12%) pessoas.

Gráfico 9-307: Quantidade de pessoas no núcleo familiar da população analisada



A respeito da faixa de renda dos entrevistados verifica-se que cerca de 42% possuem renda entre um e dois salários-mínimos, seguidos de 25% que recebem entre dois e quatro salários-mínimos. Uma proporção relevante de 13% recebe entre quatro e seis salários-mínimos. Além disso, 2% recebem até meio salário-mínimo e a mesma parcela possui o faturamento acima de 15 salários-mínimos. Cerca de 7% não informaram ou se enquadraram a opção "NR/NS/NA".

Gráfico 9-308: Faixa de renda do núcleo familiar da população analisada



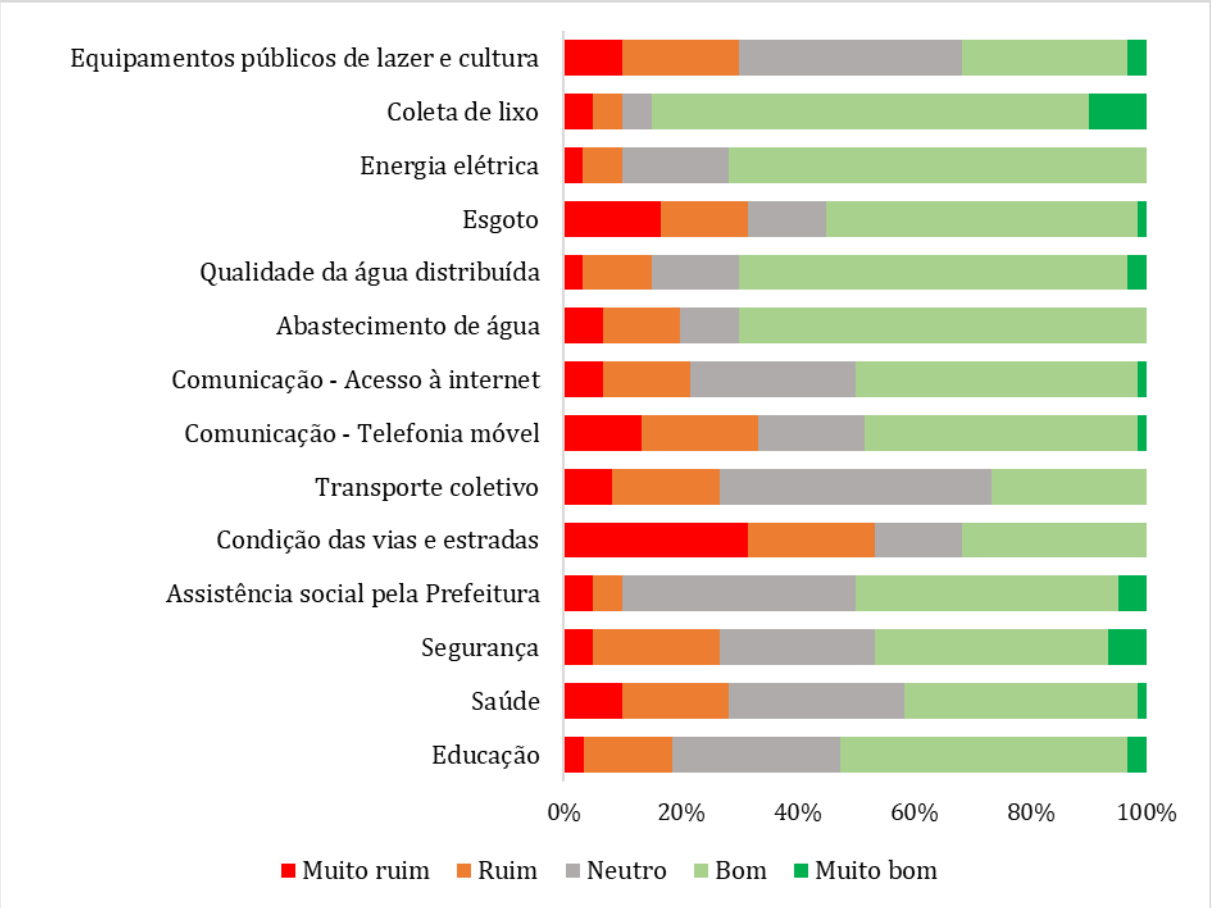
9.3.3.3.2.2 Percepção sobre a Infraestrutura Disponível

Esta seção se destina ao estudo de possíveis carências e potencialidades da população inserida na Área de Estudo Local do empreendimento a partir da análise de aspectos da infraestrutura

disponível. Para isso, foram elaboradas tanto questões de texto livre relacionadas às impressões gerais do município quanto perguntas de seleção única para cada setor de infraestrutura considerado.

No caso, foram analisadas as áreas da Educação, Saúde, Segurança, Assistência social pela prefeitura, Condição das vias e estradas, Transporte coletivo, Qualidade do sinal das operadoras de telefonia, Acesso à internet, Abastecimento de água, Qualidade da água distribuída, Esgoto, Energia elétrica, Coleta de lixo e Equipamentos públicos de lazer e cultura, sintetizadas por meio do Gráfico 9-309.

Gráfico 9-309: Avaliação dos setores de infraestrutura da AEL



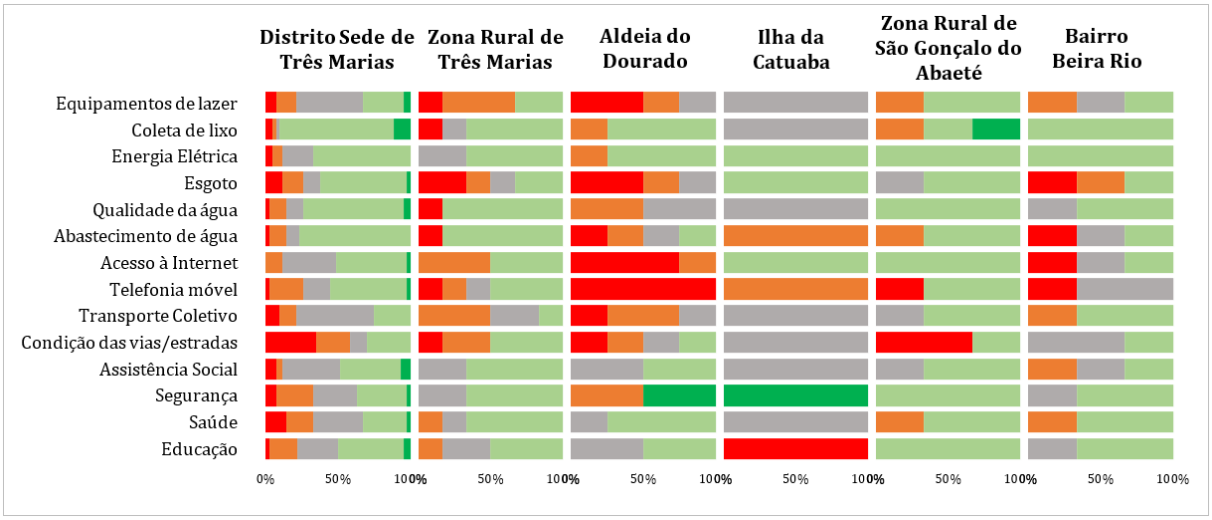
De modo geral, os dados fornecidos pela Pesquisa de Percepção em questão permitem a análise dos setores enquanto mais ou menos negativos/positivos. Dessa forma, se destacam de maneira favorável os setores da Coleta de Lixo, Energia Elétrica, Esgoto, Educação, Segurança, Assistência Social da Prefeitura, Acesso à internet/telefone móvel, Distribuição e Abastecimento de água. Nesses setores há a predominância da classificação “bom” e “muito bom”, principalmente no que tange aos serviços públicos ofertados de coleta seletiva domiciliar. No caso, cerca de 75% das pessoas entrevistadas acreditam ser “bom” esse tipo de serviço ofertado e 10% o consideram como significativamente bom.

Os principais problemas identificados estão relacionados ao âmbito da Saúde e da Condição das Vias e Estradas. Em específico, a infraestrutura das vias locais foi o setor caracterizado pela pior avaliação dentre os pontos questionados, com 32% das avaliações sendo “muito ruim” e 22% “ruim”. Dentre as opiniões associadas a essa temática, foi indicada a falta de manutenção e/ou de pavimentação em alguns pontos do município tanto no distrito Sede de Três Marias quanto na Aldeia do Dourado, na Zona Rural de Três Marias e na Zona Rural de São Gonçalo do Abaeté. Já em relação à saúde as principais questões levantadas perpassam pela falta de infraestrutura hospitalar e pela precariedade da logística de deslocamento ofertado pelo município para atendimento em outras localidades.

Outros setores como o da Transporte Coletivo e Equipamentos de Lazer e Cultura podem ser caracterizados por possuírem uma parcela considerável de respostas neutras. Em suma, 47% e 38% das pessoas entrevistadas indicaram não possuir opiniões negativas ou positivas sobre o setor de transporte público e/ou sobre possíveis locais de lazer do município. Sobre essa e demais questões propostas é válido considerar a possível influência do perfil das pessoas entrevistadas nos dados levantados, vide tópico Perfil das Pessoas Entrevistadas .

De modo a apresentar a espacialização das avaliações, apresenta-se a Figura 9-125 com a estratificação dos dados coletados de acordo com cada localidade em questão na AEL.

Figura 9-125: Distribuição de respostas por localidade | Avaliação sobre a infraestrutura disponível



Ao observar as especificidades de cada território, é possível notar a predominância de análises “muito ruim” e “ruim” no setor de comunicação, especificamente à respeito da telefonia móvel e acesso à internet na localidade Aldeia do Dourado, bem como no setor Educação na Ilha da Catuaba. Uma outra característica da ilha que se destaca é a quantidade de setores classificados apenas como neutro. No caso dessa localidade, vale ressaltar que, em função da menor amostragem analisada (1 entrevista), os dados obtidos possuem menor índice de variação do que se comparado a outros locais.

Nessa análise, também se destacam os diversos setores analisados de maneira 100% positiva na Zona Rural de São Gonçalo do Abaeté correspondentes a área da Energia Elétrica, da Qualidade da água, do Acesso à internet, de Segurança e de Educação.

9.3.3.3.2.3 Percepção sobre a Nexa

Uma relevante parte da pesquisa foi dedicada especificamente a questões relacionadas à Nexa, considerando o possível conhecimento prévio do entrevistado sobre a existência e atuação da indústria no município.

A partir dos dados obtidos, observa-se o levantamento considerações positivas e negativas em relação à empresa. De modo geral, a grande parte das entrevistas realizadas aponta a relação direta entre a atuação da empresa e o crescimento socioeconômico do município de Três Marias, relacionado principalmente à geração de renda e movimentação da economia local. Há, entretanto, importantes ressalvas associadas à Nexa, especialmente no que tange à possível ocorrência de impactos ambientais no local.

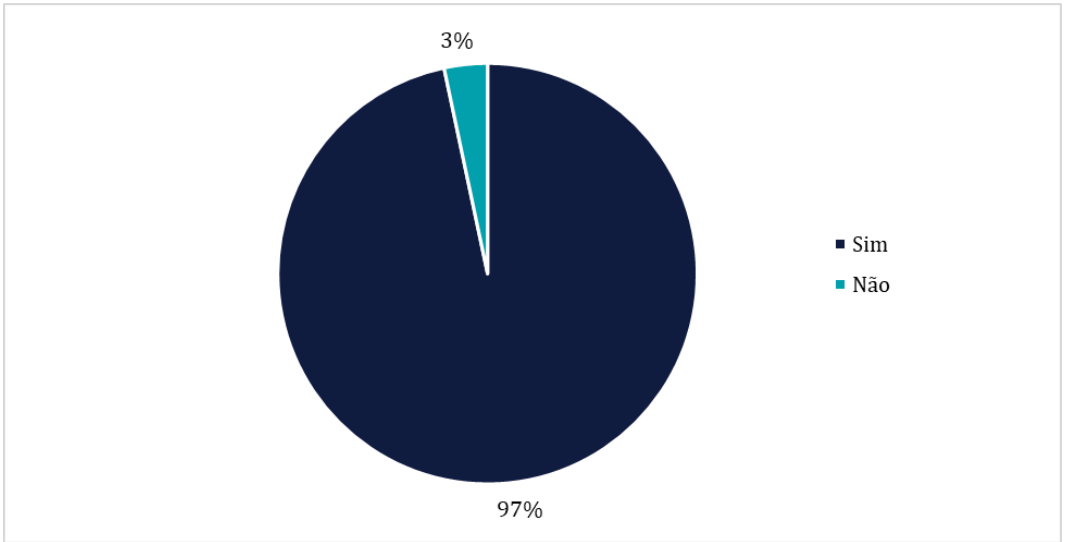
Os resultados da Pesquisa de Percepção realizada podem ser considerados, assim, coerentes com aqueles obtidos a partir da realização do Estudo de Impacto Ambiental.

9.3.3.3.2.3.1 Conhecimento sobre a Existência da Nexa na Região

As pesquisas realizadas nas propriedades inseridas na AEL do empreendimento indicam que quase todo o universo analisado está ciente da presença da Nexa na região. De modo mais específico, 97% das pessoas entrevistadas possuem conhecimento sobre a existência da Nexa, enquanto apenas 3% não possui, como observado no Gráfico 9-310.

A partir desses dados é possível inferir a presença de um amplo reconhecimento da Nexa nas localidades em estudo, seja em função dos aspectos positivos ou negativos.

Gráfico 9-310: Número de pessoas que conhecem ou já ouviram falar sobre a Nexa

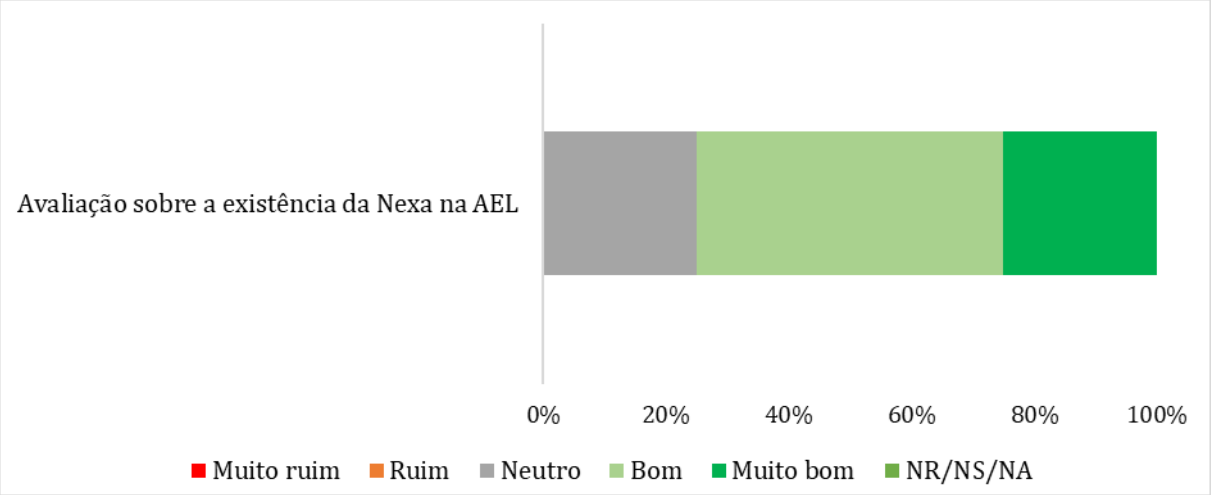


No caso, as ocorrências de recusa foram apontadas no bairro Santa Rosa, no distrito sede de Três Marias. Ressalta-se que nesses casos as pessoas entrevistadas afirmaram possuir conhecimento sobre a antiga empresa Minera da região, mas não sobre a sua nova gestão e atuação correspondente à Nexa.

9.3.3.3.2.3.2 Avaliação sobre a Presença da Nexa na Região

Quando questionados sobre a existência da Nexa na região, a maior parte da amostra analisada (75%) avaliou positivamente (bom/ótimo) a presença da Nexa na região, sendo identificadas 30 avaliações ótimas e 15 avaliações boas. Em outras 15 entrevistas ou em 25% dos casos, os indivíduos da AEL indicaram neutralidade em relação à temática. Para além dessas opiniões não foram observadas considerações negativas, como sistematizado no Gráfico 9-311.

Gráfico 9-311: Avaliação sobre a presença da Nexa na AEL



De modo mais detalhado, a Tabela 9-197 apresenta a distribuição das avaliações sobre a existência de uma Unidade da Nexa no município de Três Marias estratificado por localidade.

Tabela 9-197: Distribuição de respostas por localidade: Avaliação sobre a presença de uma Unidade da Nexa em Três Marias

Como você avalia a existência de uma unidade metalúrgica da Nexa no município de Três Marias?		Muito ruim	Ruim	Neutro	Bom	Muito bom	NR/NS/NA
Geral AEL	Respostas	0	0	15	30	15	0
	Percentual	0%	0%	25%	50%	25%	0%
Sede de Três Marias	Respostas	0	0	7	25	11	0
	Percentual	0%	0%	16%	58%	26%	0%
Zona Rural de Três Marias	Respostas	0	0	3	2	1	0
	Percentual	0%	0%	50%	33%	17%	0%

Como você avalia a existência de uma unidade metalúrgica da Nexa no município de Três Marias?		Muito ruim	Ruim	Neutro	Bom	Muito bom	NR/NS/NA
Aldeia do Dourado	Respostas	0	0	3	0	1	0
	Percentual	0%	0%	75%	0%	25%	0%
Ilha da Catuaba	Respostas	0	0	1	0	0	0
	Percentual	0%	0%	100%	0%	0%	0%
Zona Rural de São Gonçalo do Abaeté	Respostas	0	0	1	0	2	0
	Percentual	0%	0%	33%	0%	67%	0%
Bairro Beira Rio	Respostas	0	0	0	3	0	0
	Percentual	0%	0%	0%	100%	0%	0%

Desses dados, destaca-se que o maior índice de neutralidade por localidade (75%) é observado na Aldeia do Dourado, com o total de três respostas. Além disso, a avaliação "muito bom" relativa à cada localidade possui maior taxa na Zona Rural de São Gonçalo do Abaeté com 67% ou 2 respostas.

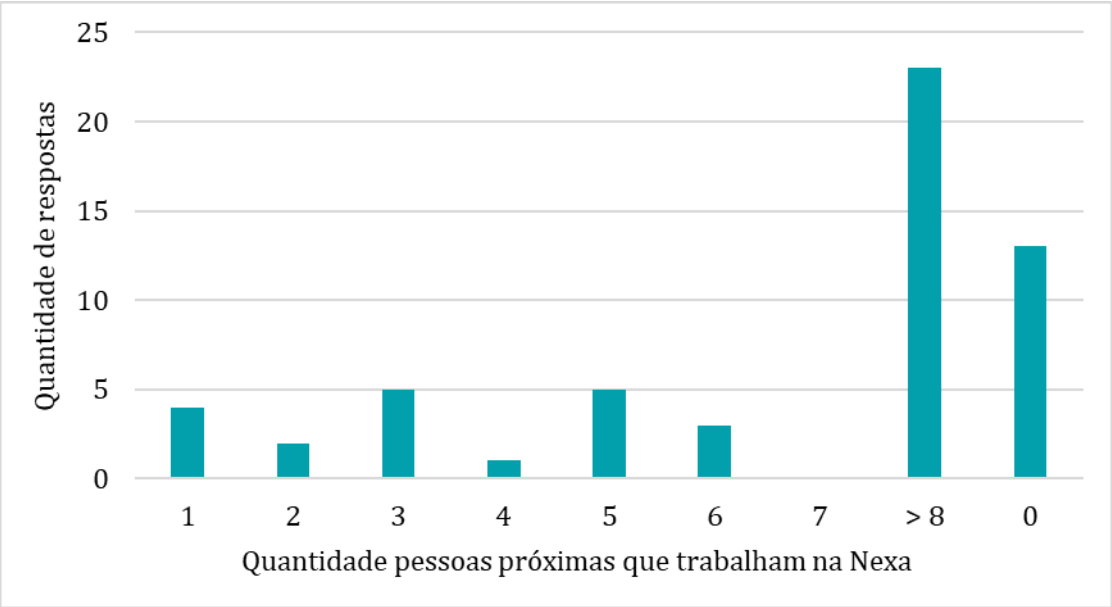
Ademais, ressalta-se que apesar da classificação como neutra, parte dos entrevistados indicou aspectos positivos em sua justificativa e em duas respostas foram apontados aspectos negativos da atuação da empresa. Há ainda, casos em que a neutralidade foi escolhida em função da falta de conhecimento aprofundado sobre o seu funcionamento.

Dentre os aspectos positivos destacam-se a geração de emprego e de crescimento econômico para a região de modo geral, além do apoio fornecido ao município especialmente por meio de investimentos no setor da educação, projetos ambientais e programas sociais.

9.3.3.3.2.3.3 Avaliação do Nível de Inserção da Empresa na Economia Local

De modo a compreender indícios da inserção da empresa na economia local, os entrevistados foram questionados sobre a quantidade de pessoas do convívio próximo que trabalham na Nexa. A maior parte das entrevistas realizadas indicam que os respondentes possuem em seu núcleo próximo mais que oito pessoas que trabalham na Nexa. Nos demais casos as indicações são variadas; os respondentes afirmaram conhecer nenhuma pessoa (22%); uma pessoa (7%); duas pessoas (3%); três pessoas (9%), quatro (2%), cinco (9%) e seis (5). Duas pessoas (3%) não informaram a pergunta. Sobre essa análise vale ressaltar que das pessoas que convivem com mais de 8 pessoas associadas a Nexa, 74% se referem ao distrito Sede de Três Marias (Gráfico 9-312).

Gráfico 9-312: Número de pessoas que convivem com trabalhadores da Nexa

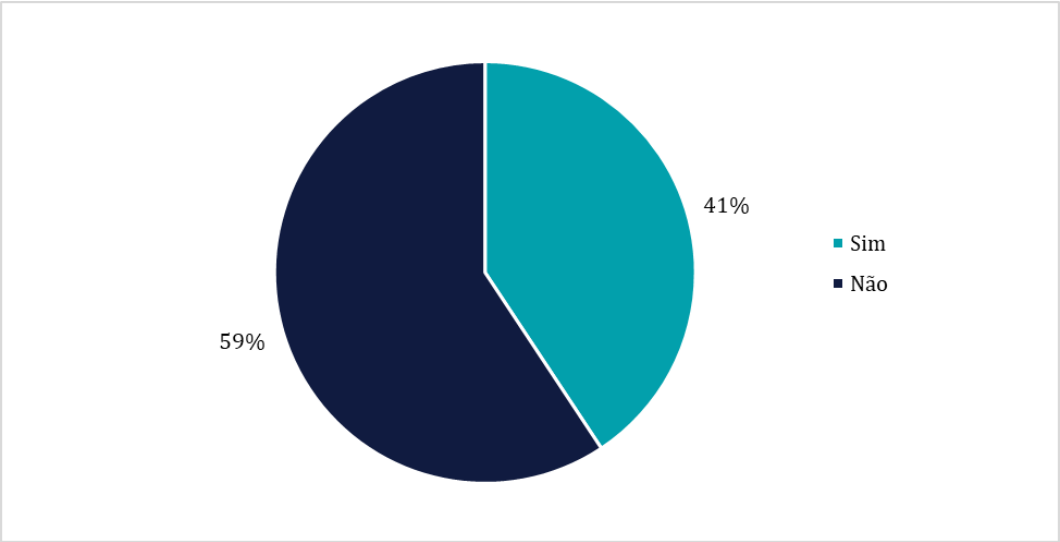


9.3.3.3.2.3.4 Avaliação do Conhecimento sobre Ações Sociais da Nexa na Região

Os dados obtidos por meio da Pesquisa de Percepção indicam que mais da metade dos entrevistados (59% das respostas) possuem conhecimento das ações sociais promovidas pela Nexa. Desse universo, entretanto, diversas pessoas não souberam nomear e/ou especificar essas atividades. Das iniciativas mencionadas, destacam-se os cursos de capacitação profissional, a distribuição de mudas, palestras sobre problemáticas sociais, o investimento no setor da saúde e da educação municipal, a promoção de ações socioculturais e ambientais.

Já em relação às indicações negativas à pergunta, apenas em uma entrevista foi registrado uma justificativa para a escolha. Foi relatada, assim, a insatisfação da pessoa entrevistada em relação à divulgação e direcionamento de ações sociais da Nexa a parcelas específicas da população (Gráfico 9-313).

Gráfico 9-313: Índice de conhecimento das ações sociais da Nexa na AEL

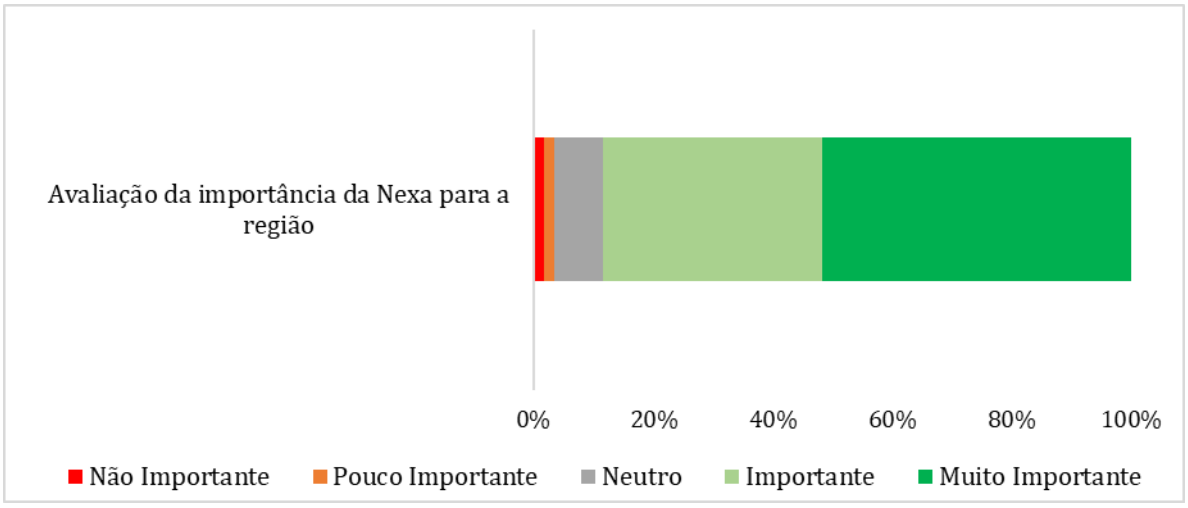


9.3.3.3.2.3.5 Avaliação do Nível de Importância da Nexa para a Região

De modo geral, as respostas obtidas indicam uma significativa relevância da empresa Nexa para a região, sendo predominantes as classificações como "importante" e "muito importante" no contexto analisado.

Em específico, 31 pessoas (52%) consideram "muito importante" e 22 pessoas (37%) "importante" a atuação da Nexa no território, totalizando 89% das respostas. Uma pessoa (2%) classificou a empresa como "pouco importante" e outra (2%) como "não importante" para a região (Gráfico 9-314).

Gráfico 9-314: Avaliação do nível de importância da Nexa para a Região



Os apontamentos positivos consideram principalmente aspectos relacionados à promoção do desenvolvimento socioeconômico da região, tanto de modo direto quanto indireto. Nesse sentido, destacam-se a contribuição da empresa para a geração de emprego municipal, a sua atuação na

contratação de empresas terceirizadas, além da geração de tributos ao município e o investimento em demais setores de infraestrutura como educação e saúde por meio de programas sociais.

Apesar das considerações favoráveis, diferentes comentários abordam problemáticas relacionadas à Nexa. São apontadas principalmente a ocorrência de impactos ambientais e a necessidade de melhora do canal de comunicação com os moradores.

A Tabela 9-198, as perspectivas foram setorizadas de acordo com cada localidade associada à Área de Estudo Local para melhor compreensão dos dados coletados.

Tabela 9-198: Distribuição das respostas para avaliação do nível de importância da Nexa para a região

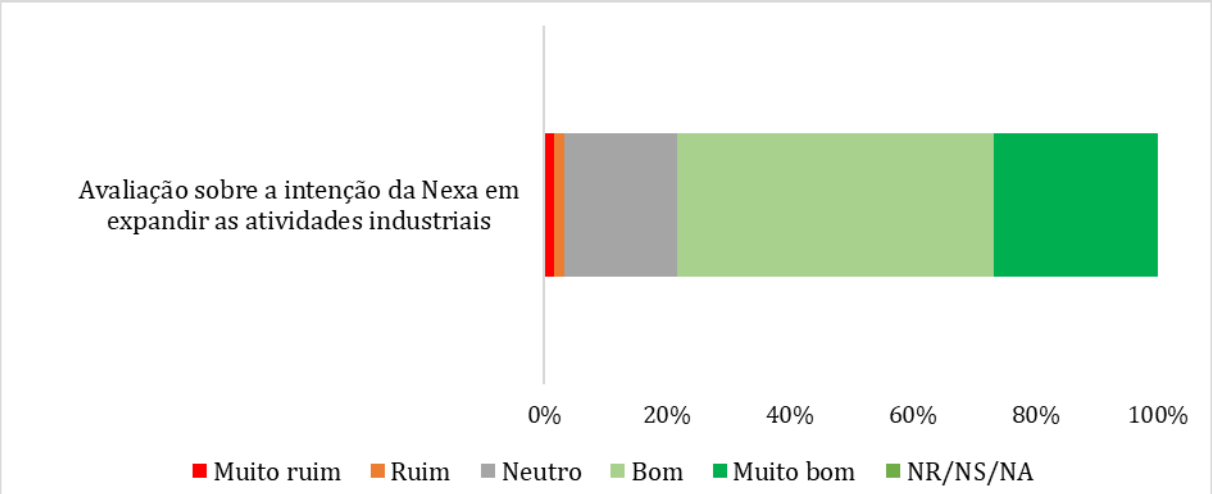
Como você avalia o nível de importância da Nexa para a região?		Não Importante	Pouco Importante	Neutro	Importante	Muito Importante	NA / NR / NS
Geral AEL	Respostas	1	1	5	22	31	0
	Percentual	2%	2%	8%	37%	52%	0%
Sede de Três Marias	Respostas	1	0	4	13	25	0
	Percentual	2%	0%	9%	30%	58%	0%
Zona Rural de Três Marias	Respostas	0	1	0	4	1	0
	Percentual	0%	17%	0%	67%	17%	0%
Aldeia do Dourado	Respostas	0	0	1	2	1	0
	Percentual	0%	0%	25%	50%	25%	0%
Ilha da Catuaba	Respostas	0	0	0	1	0	0
	Percentual	0%	0%	0%	100%	0%	0%
Zona Rural de São Gonçalo do Abaeté	Respostas	0	0	0	1	2	0
	Percentual	0%	0%	0%	33%	67%	0%
Bairro Beira Rio	Respostas	0	0	0	1	2	0
	Percentual	0%	0%	0%	33%	67%	0%

Relativo ao distrito Sede de Três Marias, ao Bairro Beira Rio e à Zona Rural de São Gonçalo do Abaeté, destaca-se a classificação “muito importante” dentre as respostas obtidas. Já a maior parte dos entrevistados da Ilha da Catuaba, da Aldeia do Dourado e da Zona Rural de Três Marias consideram como “importante” a presença da Nexa para a região.

9.3.3.3.2.3.6 Avaliação sobre a Intenção da Empresa em expandir as atividades industriais na região

Sobre a intenção da empresa em expandir as atividades industriais, ressalta-se que a maior parte das pessoas entrevistadas (79%) consideram essa questão algo favorável para a região. Em específico, 27% do universo analisado (16 pessoas) avalia esse aspecto como "muito bom" e 52% (31 entrevistas) como "bom". Em menor quantidade, alguns dos entrevistados (4% da amostra analisada ou 2 pessoas) consideram como "ruim" e "muito ruim" esse processo de expansão, enquanto 18% ou 11 pessoas optaram pela neutralidade em relação a essa pergunta (Gráfico 9-315).

Gráfico 9-315: Avaliação da intenção da Nexa em expandir as atividades industriais



Os principais aspectos positivos identificados pelas entrevistas perpassam pela possibilidade de crescimento econômico e social dos municípios relacionados. Nesse sentido, é mencionada a expectativa de geração de emprego e desenvolvimento econômico para o município. Ademais, associado a esse processo de expansão é esperado o desenvolvimento de alternativas tecnológicas por parte da Nexa que impliquem em uma menor geração de impactos à população e ao meio ambiente e mais segura em relação à barragem.

Já as opiniões negativas consideram em sua maioria a ocorrência de possíveis impactos socioambientais enquanto aspectos prejudiciais decorrentes da expansão das atividades industriais da Nexa. É mencionada assim, a possibilidade de contaminação dos recursos hídricos, dos solos e do ar na região diretamente afetada pelo empreendimento, além da desvalorização fundiária e o aumento da competitividade e insegurança nessas localidades.

No que tange à justificativa das respostas neutras, foram registradas diferentes motivações ao longo das entrevistas. Em alguns casos, a falta de informações sobre o tipo de expansão pretendida se demonstrou um importante fator na escolha pela neutralidade, enquanto em outros foi mencionada a dualidade desse processo por se relacionar potencialmente a aspectos positivos e negativos. Sobre essa temática, uma pessoa entrevistada indicou ser indiferente à expansão das atividades industriais da Nexa.

A Tabela 9-199 detalha a distribuição das avaliações de acordo com cada uma das localidades da Área de Estudo Local.

Tabela 9-199: Distribuição das respostas por localidade: avaliação da intenção da empresa em expandir as atividades industriais em Três Marias

Como você avalia a intenção da Nexa em expandir as atividades industriais?		Muito ruim	Ruim	Neutro	Bom	Muito bom	NR/NS/NA
Geral AEL	Respostas	1	1	11	31	16	0
	Percentual	2%	2%	18%	52%	27%	0%
Sede de Três Marias	Respostas	0	1	7	23	12	0
	Percentual	0%	2%	16%	53%	28%	0%
Zona Rural de Três Marias	Respostas	0	0	1	3	2	0
	Percentual	0%	0%	17%	50%	33%	0%
Aldeia do Dourado	Respostas	1	0	1	1	1	0
	Percentual	25%	0%	25%	25%	25%	0%
Ilha da Catuaba	Respostas	0	0	0	1	0	0
	Percentual	0%	0%	0%	100%	0%	0%
Zona Rural de São Gonçalo do Abaeté	Respostas	0	0	1	1	1	0
	Percentual	0%	0%	33%	33%	33%	0%
Bairro Beira Rio	Respostas	0	0	1	2	0	0
	Percentual	0%	0%	33%	67%	0%	0%

Como observado, as respostas obtidas do distrito Sede de Três Marias, na Ilha da Catuaba, no bairro Beira Rio e na Zona Rural de Três Marias indicam perspectivas favoráveis à expansão das atividades industriais da Nexa. Já nas localidades da Aldeia do Dourado e na Zona Rural de São Gonçalo do Abaeté a opinião dos moradores é distribuída entre neutro e favorável.

Sobre essa análise espacial, destaca-se que somente na Aldeia do Dourado e na Sede de Três Marias foram registradas perspectivas negativas, totalizadas em dois casos.

9.3.3.3.2.4 Percepções sobre o Projeto Disposição à Seco de Resíduos Industriais

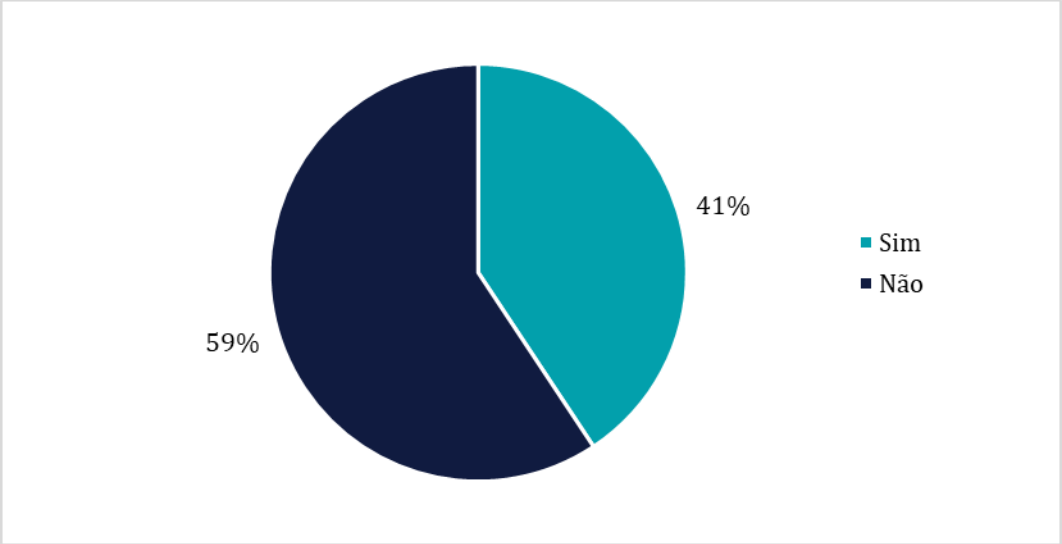
Um aspecto fundamental da Pesquisa de Percepção desenvolvida com a comunidade da Área de Estudo Local em questão é o levantamento de opiniões direcionadas especificamente ao Projeto Disposição à Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias e à expansão das atividades da Nexa na região de modo geral. Nesse sentido, foram elaboradas importantes questões associadas à temática, considerando desde o formato de apresentação até os possíveis aspectos positivos e negativos do projeto.

Foram avaliados, assim, a intenção da empresa em expandir as atividades industriais na região, o material complementar apresentado na Pesquisa de Percepção e o Projeto Disposição à Seco em si. A análise e síntese desses dados é apresentada nos tópicos seguintes.

9.3.3.3.2.4.1 Conhecimento sobre o Projeto de Disposição à Seco de Resíduos Industriais

Com a finalidade de identificar qual a representatividade no universo dos entrevistados de indivíduos que possuíam conhecimento prévio sobre o Projeto de Disposição à Seco de Resíduos Industriais, foi questionado "Você conhece/Já ouviu falar da do Projeto de Disposição à Seco?". A partir desses dados é possível inferir menos da metade dos entrevistados possuíam conhecimento sobre o projeto como apontado no Gráfico 9-316.

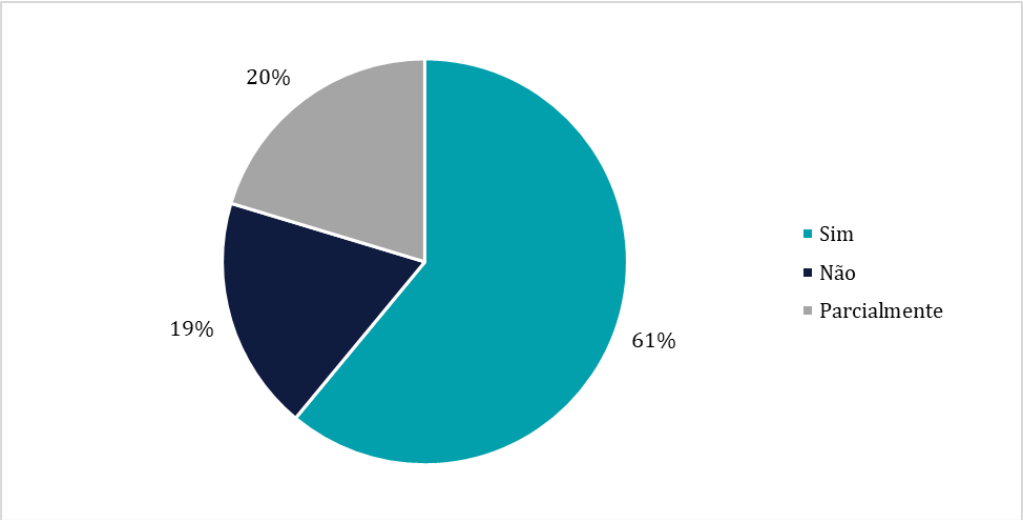
Gráfico 9-316: Número de pessoas quer conhecem ou ouviram falar do Projeto de Disposição à Seco de Resíduos Industriais



9.3.3.3.2.4.2 Avaliação sobre o Material Complementar apresentado na Pesquisa de Percepção

O Projeto Disposição à Seco foi apresentado com suporte de um material complementar previamente elaborado pela equipe técnica responsável, tal como indicado no tópico *Métodos Aplicados.* Em relação a esse conteúdo, mais da metade dos indivíduos entrevistados (61%) consideraram suficiente a apresentação realizada com o material complementar para a compreensão do projeto em questão. De modo mais detalhado, do universo dos entrevistados, 20% avaliaram o material como parcialmente suficiente e 19% das pessoas avaliaram como insuficiente para a compreensão do projeto (Gráfico 9-317).

Gráfico 9-317: Avaliação sobre o grau de eficiência do Material Complementar apresentado na Pesquisa de Percepção



As opiniões coletadas na AEL também foram organizadas de acordo com as respectivas localidades, tal como observado na Tabela 9-200.

Tabela 9-200: Distribuição das respostas por localidade: avaliação do Material Complementar apresentado na Pesquisa de Percepção

O material apresentado foi suficiente para que você conheça o projeto?		Sim	Não	Parcialmente
Geral AEL	Respostas	36	11	12
	Percentual	61%	19%	20%
Sede de Três Marias	Respostas	27	10	5
	Percentual	64%	24%	12%
Zona Rural de Três Marias	Respostas	4	0	2
	Percentual	67%	0%	33%
Aldeia do Dourado	Respostas	2	1	1
	Percentual	50%	25%	25%
Ilha da Catuaba	Respostas	0	0	1
	Percentual	0%	0%	100%
Zona Rural de São Gonçalo do Abaeté	Respostas	1	0	2
	Percentual	33%	0%	67%
Bairro Beira Rio	Respostas	2	0	1
	Percentual	67%	0%	33%

De acordo com os dados obtidos, pode-se observar que as classificações como “não suficiente” estão relacionadas somente aos territórios Aldeia do Dourado e Distrito Sede de Três Marias. Na maior parte das localidades há a predominância das análises “parcialmente” e “sim”, com exceção

à Ilha da Catuaba. Nesse local, a única pessoa entrevistada indicou que seriam necessárias mais informações para a compreensão aprofundada do projeto em questão.

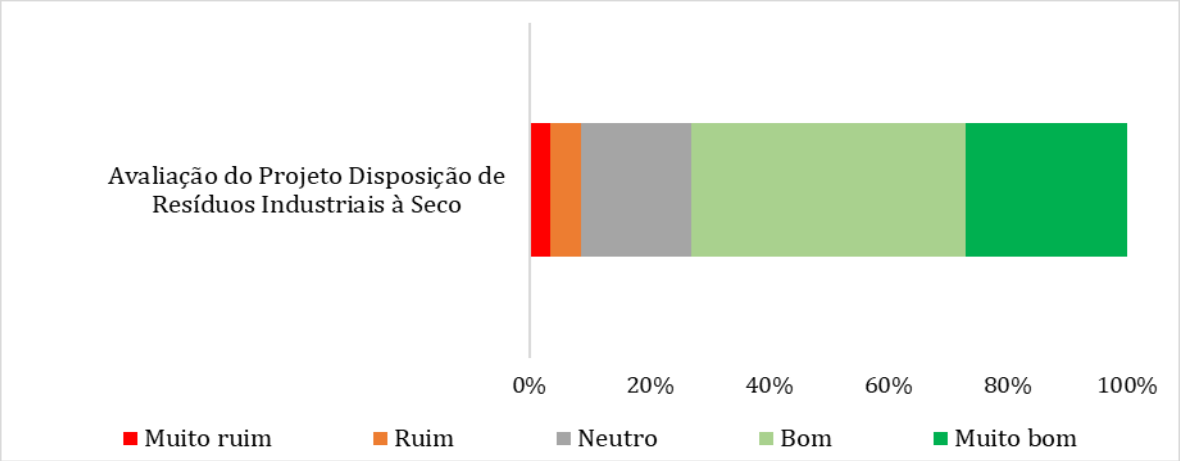
9.3.3.3.2.4.3 Avaliações sobre o Projeto Disposição à Seco

Um importante ponto da Pesquisa de Percepção realizada é avaliação direta do Projeto Disposição à Seco por parte das pessoas entrevistadas. No caso, foi solicitada a classificação generalizada do projeto apresentado a partir das categorias “muito bom”, “bom”, “neutro”, “ruim” e “muito ruim”, como sistematizado no Gráfico 9-318.

A maior parte das respostas analisadas foram escolhidas tendo em vista os aspectos favoráveis do projeto. Predominam, assim, as classificações como “bom” e “muito bom” que juntas, correspondem a 73% das pessoas entrevistadas. Mais precisamente, cerca de 46% dos entrevistados consideram o Projeto Disposição a Seco algo bom e 27% acreditam ser um projeto significativamente bom.

Ainda sobre essa questão, nota-se que uma parcela considerável das opiniões indica neutralidade, totalizada em 19% das respostas. Em menor número (8%) existem também casos em que são apontados aspectos negativos do projeto, sendo que 5% das entrevistas realizadas o classificam como ruim e 3% como muito ruim.

Gráfico 9-318: Avaliação do Projeto Disposição à Seco



Os aspectos positivos indicados pelos entrevistados se associam majoritariamente ao investimento tecnológico em alternativas às barragens de resíduos industriais. Um importante ponto levantado nesse sentido é a diminuição do risco de rompimento da estrutura geotécnica em comparação ao modelo de barragens já existentes na região, tendo em visto o menor índice de umidade presente dos materiais estocados e a possibilidade de reaproveitamento deste material.

Um outro aspecto benéfico associado ao empreendimento por parte dos entrevistados é o incentivo ao desenvolvimento socioeconômico municipal. Sobre esse ponto cita-se principalmente a possibilidade de geração de emprego para a população.

Além disso, também são considerados enquanto aspectos favoráveis o menor risco contaminação ambiental e a maior integração do empreendimento com a paisagem local.

No que tange aos pontos negativos observados pela comunidade da AEL consultada, é possível destacar a insegurança de algumas pessoas em relação à estabilidade e eficiência da estrutura proposta. Em específico, foram registrados questionamentos associados às intempéries e à possibilidade de contaminação do solo e de cursos hídricos na região.

Ademais, observa-se a existência de preocupações em relação à alteração da qualidade da cobertura da rede telefônica disponível na região e a insatisfação de algumas pessoas em função do não reaproveitamento dos resíduos estocados.

Sobre essa temática, foram citadas ainda ressalvas no que tange à forma de apresentação do projeto e à estrutura de diálogo entre a empresa Nexa e a população. É destacada, assim, a importância de uma apresentação aprofundada do projeto à comunidade de modo geral, considerando as especificidades de cada contexto. Além disso, quando questionada sobre os aspectos positivos e negativos do empreendimento, uma pessoa indicou que a noção dos impactos do empreendimento deveria ser parte das informações apresentadas pela Nexa.

No caso da opção pela neutralidade, foram ressaltadas principalmente a falta de dados pela elaboração dessa resposta e/ou para a dualidade dessa questão.

As informações levantadas foram organizadas quantitativamente na Tabela 9-201 de acordo com as localidades da Área de Estudo Local em questão.

Tabela 9-201: Distribuição das respostas por localidade: avaliação do Projeto Disposição à Seco

Como você avalia o Projeto Disposição à Seco?		Muito ruim	Ruim	Neutro	Bom	Muito bom	NR/NS/NA
Geral AEL	Respostas	2	3	11	27	16	0
	Percentual	3%	5%	19%	46%	27%	0
Sede de Três Marias	Respostas	0	2	9	18	13	0
	Percentual	0%	5%	21%	43%	31%	0%
Zona Rural de Três Marias	Respostas	0	1	0	4	1	0
	Percentual	0%	17%	0%	67%	17%	0%
Aldeia do Dourado	Respostas	2	0	0	1	1	2
	Percentual	50%	0%	0%	25%	25%	50%
Ilha da Catuaba	Respostas	0	0	0	1	0	0
	Percentual	0%	0%	0%	100%	0%	0%
Zona Rural de São Gonçalo do Abaeté	Respostas	0	0	2	0	1	0
	Percentual	0%	0%	67%	0%	33%	0%
Bairro Beira Rio	Respostas	0	0	0	3	0	0
	Percentual	0%	0%	0%	100%	0%	0%

A partir da Tabela 9-201 é possível notar que os dados obtidos no distrito Sede e na Zona Rural de Três Marias, na Ilha da Catuaba e no Bairro Beira Rio se caracterizam por indicar perspectivas mais favoráveis ao projeto ("bom ou "muito bom") se comparado às demais localidades.

Já na Zona Rural de São Gonçalo do Abaeté a opção "neutro" foi o foco da maior parte dos entrevistados (67% das respostas) e a Aldeia do Dourado se destaca o por ser o único local a definir o empreendimento como "muito ruim" (50% das entrevistas ou 2 pessoas).

9.3.3.4 Área Diretamente Afetada – ADA

A Área Diretamente Afetada – ADA compreende as áreas que serão intervindas pela implantação e operação do projeto de Disposição à Seco do Resíduo Industrial, com extensão territorial de aproximadamente 59 hectares. Todas as estruturas previstas para composição do projeto estão inseridas em propriedade da Nexa, na zona rural de Três Marias (Figura 9-126). Nesse contexto, não são previstas aquisições de novas propriedades ou negociações para arrendamento de novas propriedades.

Conforme dados disponíveis no Cadastro Ambiental Rural – CAR o imóvel rural ao qual se insere a ADA está registrado sob o número "**MG-3169356-939E0FFA1EBD4746B54B4C5A5C2CD312".** A área total do imóvel cadastrada é 1.445,92 hectares, dos quais 1.127,65 ha foram identificados como "remanescentes de vegetação nativa", 306,33 ha como "área consolidada" e 9,82 ha classificados como "área de servidão administrativa". Ainda de acordo com as informações disponíveis no CAR, o imóvel possui 458,55 ha de "área de reserva legal" e 102,52 ha correspondem à "área de preservação permanente". Destaca-se que as informações disponíveis no CAR foram fornecidas pela Nexa e o cadastro, retificado pela última vez em 26/07/2022, se encontra sob status "aguardando análise".

Na porção norte do território os limites da ADA estão próximos aos limites da propriedade da Nexa e propriedades vizinhas confrontantes. A leste observa-se a presença de uma linha de transmissão de energia, que define os limites da ADA nesta porção do território. A sul e oeste, a ADA faz limite com a área da propriedade da Nexa com presença de remanescentes vegetais.

O rio São Francisco está distante cerca de 875 metros dos limites da ADA, a Ilha da Catuaba está distante cerca de 1 km e a Aldeia do Dourado fica a aproximadamente 1,1 km da ADA. Em relação ao bairro centro em Três Marias, a distância aproximada é de 3,8 km.

O entorno da ADA é constituído por estruturas da Nexa, como o Depósito de Rejeitos Murici, áreas com vegetação nativa não ocupadas e propriedades rurais. O adensamento construtivo no entorno é baixo, sendo identificadas menos de 20 edificações de propriedade de terceiros em um raio de 1 km a partir dos limites da ADA.

474500 476750 479000 481250

7993850 7991600 7989350 7987100

Rio São Francisco

Ilha do Periquito

Aldeia dos Dourados

São Gonçalo do Abaeté

Ilha da Catuaba

Vila dos Albanos

Nova Esperança

Três Marias

Bairro Chico Alexandre

Vila da Mineira

Bairro São Jorge

Parque das Gemas

Três Marias

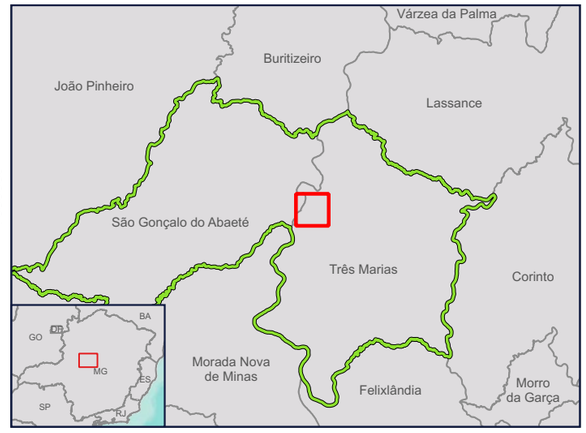
Centro

BR-040

0 0,5 1 1,5 km

Legenda

- Localidades
- Rodovias Federais
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Limite da Propriedade Nexa
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Indireta (AII) do Meio Socioeconômico



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2022); AII, Curso d'água, Localidades (Trust, 2023/2022); Rodovias Federais (DNIT, 2022); Propriedade (SICAR, 2020); Limites Municipais, Limites Estaduais (IBGE, 2022).

nexa TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 9-126: Inserção da ADA no Imóvel Rural de Propriedade da Nexa

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	30/08/2024	NXTM-DRS-RCA-PropAEL-A3-v00

9.3.4 Síntese Conclusiva

Com base nas informações coletadas neste diagnóstico é possível estabelecer o panorama de inserção do projeto de Disposição à Seco do Resíduo Industrial no contexto das áreas de estudo local e regional, definidas para o meio socioeconômico. A pesquisa de dados primários e secundários realizada se mostrou suficiente para demonstração da atual situação dos municípios de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté e as percepções de parte da população local a respeito das condições de infraestrutura pública atuais, expectativas sobre a implantação do projeto e percepções ambientais diversas.

Diante dos dados apresentados nesse estudo, observa-se a relevância da Nexa para a região e a forte influência nas dinâmicas econômicas locais. Conforme resultados da pesquisa de percepção realizada com a comunidade inserida na Área de Estudo Local, 73% dos entrevistados afirmaram conhecer pelo menos uma pessoa do convívio próximo que trabalha na Nexa. Além da geração de empregos diretos, a arrecadação de impostos e a movimentação de outros setores da economia associados à presença da Nexa em Três Marias são destaques que reforçam a importância da empresa no município. Como efeito adverso observado tem-se forte dependência econômica para com a empresa, especialmente em Três Marias.

O projeto de Disposição à Seco do Resíduo Industrial tem como um dos objetivos garantir a continuidade das operações da Nexa em Três Marias e se apresenta como uma alternativa tecnológica para a atual forma de armazenamento dos resíduos industriais em barragens. Com a apresentação do projeto de implantação da pilha de resíduos industriais, observou-se na pesquisa de percepção a expectativa de redução da sensação de insegurança no entorno da Nexa, provocada pela existência de barragens. Ressalta-se que essas percepções foram observadas em questões de texto livre e aparecem nos resultados da pesquisa de percepção de forma espontânea, a partir dos relatos das pessoas entrevistadas.

Para implantação do projeto espera-se repercussões relacionadas às dinâmicas econômicas locais parecidas com o contexto atual, ou seja, não são esperadas grandes alterações na economia em função da alteração de contingente operacional, por exemplo. Destaca-se que conforme os dados coletados na pesquisa de percepção, a população pesquisada apresenta expectativa para oferta de novos empregos em função das obras de execução da Pilha de Disposição à Seco de Resíduos Industriais e vê isso como algo benéfico e relevante para a região. Recomenda-se atenção a esse ponto tendo em vista que a expectativa de geração de emprego (ou especulação, nesse caso), pode ser compreendida como um efeito adverso decorrente da implantação de novos empreendimentos.

Nesse contexto, os programas de desenvolvimento econômico devem ser elaborados considerando o atual cenário de dependência econômica e a perspectiva prevista de poucas alterações nas dinâmicas da economia local em função da implantação e operação do projeto. Para tanto, devem ser previstos projetos e ações com vistas ao desenvolvimento de outros setores e em busca da diversificação econômica local. Ressalta-se que a Nexa já realiza ações sociais na região,

incluindo programas voltados à capacitação profissional e desenvolvimento social e sugere-se a avaliação dos programas existentes para estruturação das bases das ações a serem previstas neste EIA.

De acordo com a pesquisa de percepção realizada, a maioria dos entrevistados considerando a população e instituições, foi favorável tanto à existência da planta metalúrgica da Nexa, quanto à ampliação de um novo depósito de resíduos industriais/intenção de criar uma pilha de disposição à seco de resíduos industriais. Tendo como fundamento principal a geração de emprego e renda, a pesquisa de percepção na AEL mostrou que dentre os entrevistados 82% classificavam positivamente a presença da Nexa, ao passo que 15% se posicionam como neutros e 3% classificam negativamente a presença da empresa. Quanto à intenção da empresa em construir uma nova pilha de disposição à seco de resíduos industriais, a pesquisa apresentou 74% de avaliações positivas, contrapondo a 6% de avaliações negativas e 19% de avaliações como neutro ou regular.

Percepções negativas para as duas perguntas e foram verificadas proporcionalmente na sede municipal de Três Marias (2), na Aldeia do Dourado (2) e uma em propriedade do entorno da Área Diretamente Afetada – ADA. Estes últimos são, justamente, os que estão mais envolvidos com as questões relacionadas à gestão das barragens e atividades da Nexa (como simulados de emergência). Provavelmente este é o motivo que justifica uma pequena redução nas percepções positivas para as perguntas anteriormente citadas.

Com relação às alterações de uso e ocupação do solo previstas a partir da implantação do projeto de Disposição à Seco do Resíduo Industrial, destaca-se que a ADA do projeto está inserida, em sua maioria, em uma porção do território já antropizada. Parte das estruturas previstas para a implantação e operação do projeto, incluindo vias de acessos e canteiro de obras, serão aproveitadas. O entorno imediato do projeto é pouco adensado, mas, observa-se uma expansão territorial à norte da ADA, ainda que sutil, na Aldeia do Dourado. A implantação e operação do projeto pode promover alterações físicas com repercussões nesse entorno imediato que devem ser abordadas com profundidade na avaliação de impactos do projeto, considerando as características das comunidades e população do entorno.

9.4 ANÁLISE INTEGRADA DO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

A Análise Integrada do Diagnóstico Ambiental envolve a interação entre os meios Físico, Biótico e Socioeconômico. Com base nos conceitos de *Ecologia Política* e *Geografia Ambiental*, essa seção busca integrar essas três dimensões de análise sobre o Projeto de Disposição à Seco dos Resíduos Industriais na unidade da Nexa em Três Marias. Para tanto, é apresentado um panorama do empreendimento e sua inserção no território, a partir da síntese deste diagnóstico interdisciplinar.

A Ecologia Política é um campo do saber que apresenta um discurso orientado para a prática, que visa estabelecer análises críticas dos vínculos entre sociedade e natureza. Essa abordagem

examina a dimensão ambiental da produção social do espaço geográfico. Embora interdisciplinar, a Ecologia Política possui raízes nas ciências sociais e humanidades e apresenta limitações para traçar uma interlocução satisfatória com as ciências da natureza (Souza, 2020).

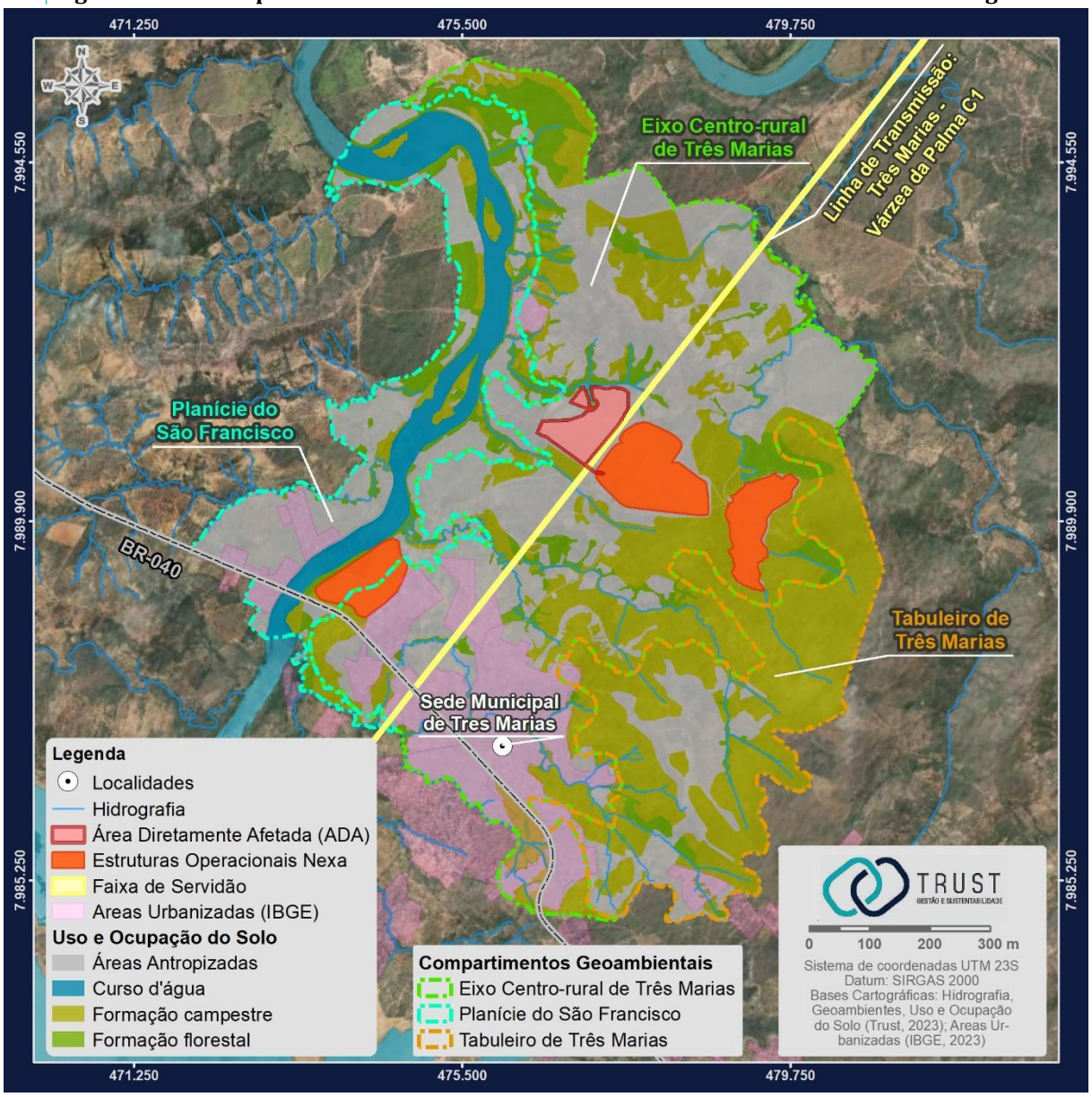
> *"A Ecologia Política propõe a análise ambiental em diferentes escalas geográficas, sociais e políticas já que percebe o território como o espaço onde se apresentam os conflitos socioambientais e critica discursos superficiais de desenvolvimento (Abarca & Moraes, 2019)".*

A Geografia Ambiental, assim como a Ecologia Política, visa construir um diálogo entre o conhecimento das ciências da sociedade e das ciências da natureza. Contudo, esse campo do saber estabelece uma ligação entre os conceitos de "Geografia Humana" e a "Geografia Física", buscando um equilíbrio entre os dois polos epistemológicos, o do conhecimento sobre a sociedade e o do conhecimento sobre a natureza (Souza, 2020).

Com relação à dimensão geográfica dessa análise integrada, foi feita uma união das Áreas de Estudo Local – AEL dos meios Físico, Biótico e Socioeconômico – denominada Área de Estudo Local Integrada (AEL Integrada). Com poder dos conceitos de Geografia Ambiental e Ecologia Política, e da área de estudo delimitada, os atributos físicos, bióticos e socioeconômicos permitiram a distinção de três compartimentos geoambientais[18] que podem ser interpretados como porções distintas do território: Tabuleiro de Três Marias, Eixo Centro-Rural de Três Marias e Planície do rio São Francisco. As áreas tiveram como ponto de partida a configuração geomorfológica da região. Na Figura 9-127, são apresentados os compartimentos geoambientais e alguns fatores que foram utilizados para a definição destas áreas, como as áreas urbanizadas, uso e ocupação do solo, conformação do relevo, disponibilidade hídrica e formações florestais.

[18] A cartografia geoambiental compreende o estudo do meio físico, relacionando aspectos naturais do terreno e conflitos decorrentes da interação entre as ações humanas e o ambiente fisiográfico. Para tanto, considera-se ainda elementos bióticos, antrópicos e sócio-culturais. (Silva & Dantas, n.d.)

Figura 9-127: Compartimentos Geoambientais inseridos na Área de Estudo Local Integrada



Na sequência os três compartimentos geoambientais são descritos, destacando suas principais características. Com base na descrição de cada um, se observa clara diferenciação que estas áreas apresentam dentro das três dimensões de análise (meio socioeconômico, biótico e físico):

- *O **Tabuleiro de Três Marias** (Figura 9-128), na porção leste da Área de Estudo Local Integrada, se destaca pela feição de relevo tabular e apresenta as maiores altitudes dentre os três geoambientes propostos (em torno dos 770 metros). Essa região apresenta uso solo pouco diversificado, mesmo com um pequeno fragmento da área urbanizada de Três Marias. Dentro da AEL Integrada, apresenta os altos índices de vulnerabilidade à erosão, sobretudo devido a unidade geomorfológica Chapada do Rio São Francisco e ao uso do solo, predominantemente nas áreas classificadas como vegetação nativa, sobretudo formações campestres. Ainda, é possível identificar áreas antropizadas com pastagem, enquanto os*

pequenos fragmentos de formações florestais são associados às cabeceiras das drenagens que compõem as sub-bacias dos córregos Barreiro Grande, Consciência e Lavagem.

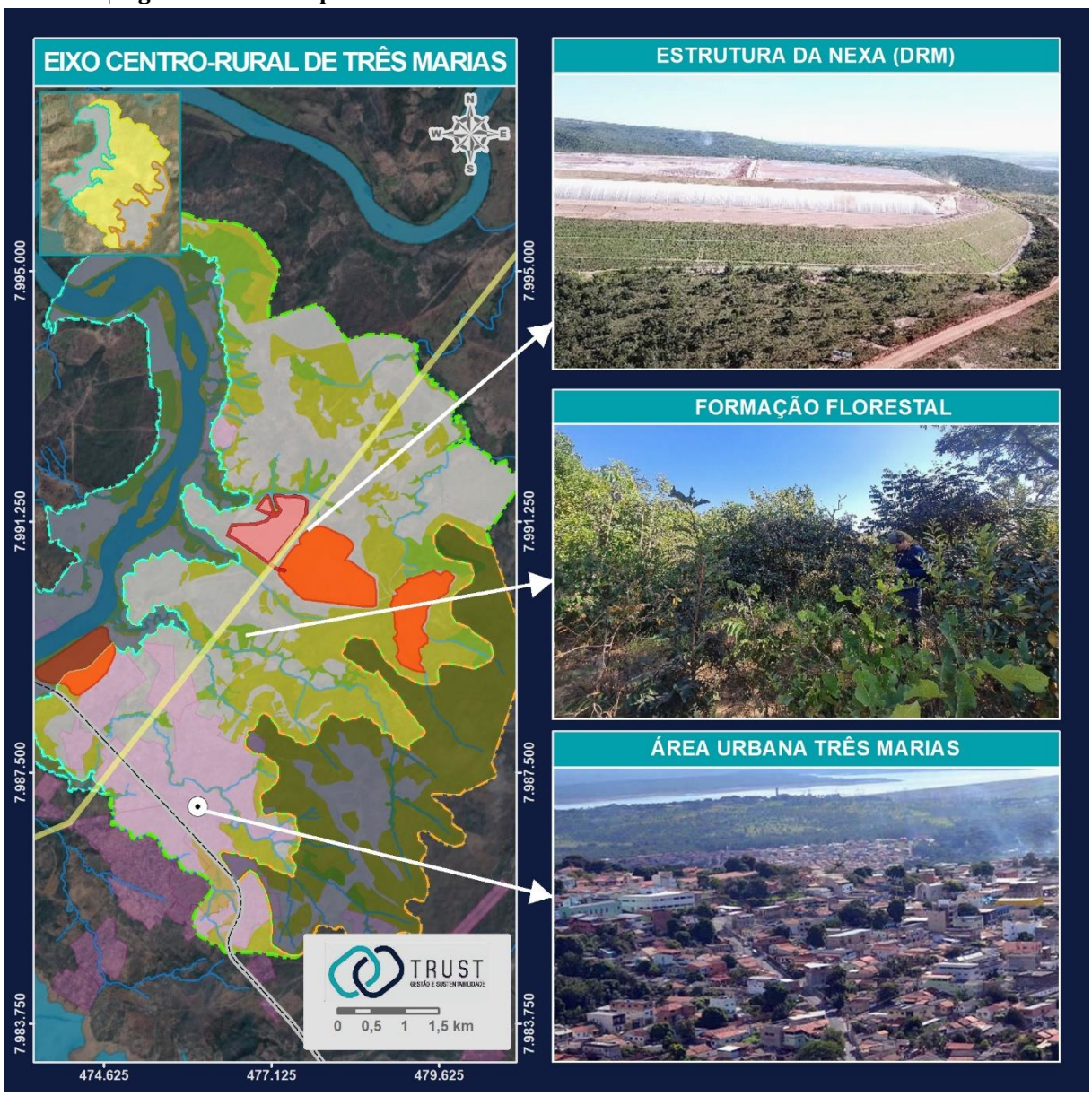
Figura 9-128: Compartimentos Geoambiental: Tabuleiro de Três Marias



- *O nome "Eixo Centro-rural" foi sugerido como referência à orientação da ocupação neste geoambiente, partindo do centro da cidade de Três Marias ao sul, para a zona rural do município, ao norte. O* ***Eixo Centro-rural de Três Marias*** *(Figura 9-129) compreende a porção central do território em análise, onde localiza-se a maior diversidade de usos do solo, disponibilidade de equipamentos de infraestrutura regional e de dinâmicas socioeconômicas da AEL Integrada. No sentido sul-norte, neste geoambiente estão inseridos o centro comercial de Três Marias; bairros tipicamente residenciais urbanos; loteamento informal com baixo nível de infraestrutura instalada; atividades industriais da Nexa com sua planta industrial e estruturas de disposição de resíduos industriais e outras empresas de menor porte; eixos viários de ligação rural; atividades agrícolas/pecuárias e; loteamento com*

tipologia rural. Além disso, o Eixo Centro-Rural é ocupada por diferentes grupos de fauna e flora, são observados os maiores fragmentos de formação florestal e formação campestre, típicos do cerrado mineiro.

Figura 9-129: Compartimentos Geoambiental: Eixo Centro-rural de Três Marias



- *Na **Planície do rio São Francisco** (Figura 9-130), porção oeste da AEL Integrada, notam-se atividades e modos de vida predominantemente associados ao rio São Francisco. Esta região se insere em Três Marias e São Gonçalo do Abaeté e, apresenta baixa densidade construtiva demarcada por lotes amplos e edificações com tipologia de transição entre o ambiente rural e urbano. É uma área muito visada para práticas de turismo e lazer, como a pesca, passeios de barco e outras atividades relacionadas ao ecoturismo.*

Figura 9-130: Compartimentos Geoambiental: Planície do rio São Francisco



A região onde a Área de Estudo Local Integrada se insere, está sob influência do **clima tropical quente semiúmido**[19], com maiores médias de temperaturas observadas nos meses de setembro, outubro, fevereiro e março, enquanto as menores ocorrem nos meses de junho e julho. A média pluviométrica anual registrada na estação Três Marias é de 1.186,40 mm.

Em relação à qualidade do ar, a série histórica da unidade Três Marias, compreendida entre janeiro de 2018 e primeiro semestre de 2023, indica que os poluentes atmosféricos estão, na

[19] Clima Tropical quente semiúmido apresenta temperatura superior a 18°C em todos os meses do ano e apresenta de 4 a 5 meses secos (IBGE, 2002).

maior parte do período, dentro dos níveis de conformidade. Os principais desvios foram observados durante os meses de menor índice pluviométrico.

Diversas são as fontes de emissão, pontuais ou difusas, que podem interferir nos resultados das concentrações, tais como: acessos (pavimentados e não pavimentados), tráfego de veículos, áreas expostas e sujeitas ao arraste eólico, operação de olaria, aterro sanitário municipal e execução de obras civis.

A modelagem matemática de dispersão atmosférica indicou que as maiores concentrações são observadas no entorno imediato da Unidade Nexa Três Marias, principalmente nas imediações da Planta Industrial e do DRM porção norte. Atualmente, a Nexa faz o controle de particulados por meio de aspersão por meio de caminhões-pipa nas vias internas e externas, para umectação de vias e abatimento da poeira.

Parte da população entrevistada na pesquisa de percepção ambiental deste EIA, demonstrou preocupação com a possibilidade de surgimento de doenças respiratórias associadas à dispersão de material particulado gerada pelo empreendimento.

Além das análises de dispersão atmosférica, a emissão de ruídos e vibração também são manifestações físicas, características das atividades previstas para o empreendimento. O diagnóstico dos níveis de pressão sonora e vibração, na AEL do meio físico, apontam que o ruído ambiente é tão audível quanto o ruído específico (Unidade Nexa). Contudo, mesmo com outras diversas fontes emissoras próximas aos pontos de controle, na maior parte dos casos os níveis de pressão sonora e vibração se mantiveram dentro dos limites previstos nas legislações. Os desvios observados foram justificados por interferências tais como a movimentação de veículos, insetos e outras fontes emissoras próximas aos pontos de controle. Na pesquisa de percepção ambiental foi apontada preocupação, por parte de alguns entrevistados, com relação ao ruído gerado pelas máquinas e caminhões que serão utilizados no projeto.

No que tange à qualidade das águas, a análise das águas subterrâneas foi realizada no período de janeiro 2018 a junho de 2023 pela Nexa e pela WSP, e indicou que elas apresentam baixa condutividade elétrica, baixa concentração de oxigênio dissolvido e pH levemente básico. Quanto aos metais, nenhum dado expressou concentração acima do proposto pela legislação, o que indica que provavelmente não há adição natural de nenhum dos parâmetros avaliados. Das águas superficiais, os resultados dos estudos feitos no Rio São Francisco indicaram qualidade satisfatória, visto que a maioria dos valores avaliados estava de acordo com a Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 08/2022. Já nas sub-bacias dos córregos Barreiro Grande, Consciência e da Lavagem indicaram alterações sobretudo para os parâmetros cádmio, zinco, chumbo e de sulfato, isso está relacionado com o contato com as áreas impactadas pelos processos do passado e de áreas declaradas como contaminadas. Vale ressaltar que estes valores observados, não indicaram grandes alterações e impactos nos meios bióticos e socioeconômicos da região.

Em relação às áreas contaminadas, foram identificadas/inventariadas cinco áreas vinculadas com a unidade Três Marias, de acordo com o Inventário e Lista de Áreas Contaminadas e Áreas Reabilitadas de Minas Gerais (FEAM, 2022). Ainda, a Nexa cadastrou mais uma área suspeita de contaminação para área do entorno do Depósito de Rejeitos Murici – DRM. De acordo com o relatório da WSP (2022), para as plumas em água subterrânea (aquífero raso), os metais cádmio, cobalto, chumbo, ferro, manganês, níquel, prata e zinco foram detectados de forma pontual no entorno das estruturas do DRM e BCL, sendo o manganês, o metal verificado de modo mais esparso por ser um elemento abundante nas litologias e estruturas geológicas do local.

No que tange à qualidade das águas, o monitoramento das águas subterrâneas feito no período de janeiro 2018 a junho de 2023 pela Nexa e pela WSP, indicou que elas apresentam baixa condutividade elétrica, baixa concentração de oxigênio dissolvido e pH levemente básico. Quanto aos metais, nenhum dado expressou concentração acima do proposto pela legislação, o que indica que provavelmente não há adição natural de nenhum dos parâmetros avaliados. Das águas superficiais, os resultados dos estudos feitos no Rio São Francisco indicaram qualidade satisfatória, visto que a maioria dos valores avaliados estava de acordo com a Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 08/2022. Já nas sub-bacias dos córregos Barreiro Grande, Consciência e da Lavagem indicaram alterações para os parâmetros cádmio, zinco, chumbo e de sulfato, principalmente, Isso está relacionado com o contato com as áreas impactadas por processos antrópicos do passado que, através de processos de lixiviação, promoveram a contaminação dos cursos d'água.

Do ponto de vista do uso do solo, a AEL Integrada apresenta um nível de antropização avançado e bastante consolidado em dois dos três geoambientes. No geoambiente da Planície do rio São Francisco, o uso do solo é orientado, sobretudo, aos modos de vida e práticas associadas ao rio São Francisco tais como: a pesca profissional e esportiva; turismo; chacreamentos e propriedades para lazer/recreação e; pecuária extensiva (dessedentação de animais).

No geoambiente do Eixo Centro-Rural de Três Marias, o uso do solo é demarcado pela presença da malha urbana, a rigidez locacional das atividades industriais, infraestrutura regional (linhas de transmissão e distribuição de energia elétrica) e por ocupações rurais ou rururbanas[20] (como a Aldeia do Dourado). Todavia, a sede de Três Marias apresenta potencial de expansão e adensamento das áreas urbanas[21] em direção ao vetor norte da sede e em direção ao site do Projeto Disposição a Seco. Além dessas dinâmicas de expansão urbana, já previstas na legislação

[20] O termo "rururbano" refere-se a áreas com características urbanas e rurais combinadas. Essas regiões exibem uma transição ou sobreposição entre zonas urbanas e rurais, resultando em um ambiente híbrido que incorpora elementos de ambos os contextos. Nota-se a coexistência de espaços agrícolas (como fazendas e campos), com áreas urbanizadas que possuem infraestrutura e serviços urbanos, como no bairro Beira Rio, em São Gonçalo do Abaeté ou a Aldeia do Dourado, em Três Marias.

[21] Conforme observado no mapa de macrozoneamento de Três Marias, a Macrozona de Expansão Urbana – MZEU contempla a região do loteamento "Boa Esperança" e se estende até o riacho da Consciência.

municipal de Três Marias, nota-se na região próxima a Aldeia do Dourado uma tímida expansão da ocupação rurubana em direção ao vetor sul, mesmo sentido da ADA do empreendimento.

Essas dinâmicas de uso do solo na AEL Integrada devem ser percebidas como sinais para possíveis interações futuras do empreendimento com a comunidade do entorno. Nesse sentido, se faz necessário lançar um olhar para além do cenário atual observado e buscar estratégias para garantir a coexistência entre os diversos usos do solo na região.

Outra análise relevante sobre o nível de antropização, guarda relação com a observação da avifauna local. Dentre as espécies numericamente mais frequentes registradas predominam aquelas típicas de ambientes alterados e de áreas abertas, refletindo o alto grau de modificação da área de estudo local. Todavia, alguns pontos amostrados ainda mantêm uma significativa cobertura de vegetação natural, especialmente os situados adjacentes aos cursos de água.

Na Área de Estudo Local Integrada, a agricultura representa uma pequena parcela dos usos do solo identificados. Além das dinâmicas sociais e econômicas concorrentes ao uso agrícola da terra em dois compartimentos geoambientais, a configuração pedológica da região, estabelece um baixo nível de aptidão agrícola. Do ponto de vista pedológico, a classe de aptidão[22] de maior representatividade nas áreas de estudos corresponde aos Cambissolos e Neossolos Litólicos[23]. Nesse domínio dos cambissolos foi observada em campo, presença de fragmentos de Neossolo Flúvico no geoambiente da Planície do rio São Francisco. No geoambiente do Tabuleiro de Três Marias nota-se a presença de Latossolo Vermelho Amarelo[24], enquanto à norte do geoambiente Eixo Centro-Rural de Três Marias, é encontrado predomínio de Cambissolos[25].

A Área de Estudo Local Integrada se insere no bioma Cerrado, e conforme MMA (2018), está classificada como prioritária para conservação na categoria "alta". A importância ecológica dessas áreas vai além da própria flora, uma vez que estes ambientes representam as áreas de vidas e hábitats para a fauna local. Toda uma teia ecológica é inserida neste ambiente onde espécies interdependentes convivem e se perpetuam ao longo do tempo.

Nos municípios de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté foram identificadas 21 espécies da avifauna quase ameaçadas ou em alguma categoria de ameaça nas listas estadual, nacional e/ou mundial. Reduzindo para o espaço geográfico para a dimensão da AEL Integrada, foram identificadas a presença de oito espécies da avifauna quase ameaçadas no mundo: *Charitospiza eucosma*, *Amazona aestiva*, *Penelope superciliaris* e *Alipiopsitta xanthops.* Foi identificada ainda, a presença da *Ara ararauna*, espécie vulnerável em Minas Gerais.

[22] Classe de aptidão agrícola conforme Sistema de Avaliação de Aptidão Agrícola das Terras (EMBRAPA, 2004)
[23] Classe de aptidão agrícola 3(bc) - Cambissolo / Neossolo, correspondente a "Terras pertencentes à classe de aptidão restrita para lavouras nos níveis de manejo B e C e inapta no nível A" (EMBRAPA, 2004).
[24] Classe de aptidão agrícola 2(a)bc – Latossolo Vermelho Amarelo, correspondente a "Terras pertencentes à classe de aptidão regular para lavouras no nível de manejo B e C, restrita no nível A"(EMBRAPA,2004).
[25] 2(b)c – Cambissolo, correspondente a "Terras pertencentes à classe de aptidão regular para lavouras no nível de manejo C, restrita no nível B e inapta no nível A" (EMBRAPA, 2004).

Por outro lado, dentro da AEL Integrada não foi registrada nenhuma espécie da herpetofauna em risco ou sob ameaça de extinção. Dentro dessa área, o número de espécies registradas se encontra abaixo da estimativa de riqueza espécies do estado de Minas Gerais, fato que provavelmente está associado ao grau de preservação dos ambientes das áreas de estudo.

Da mesma forma, a mastofauna apresenta pouca riqueza de mamíferos não voadores dentro da AEL. Mesmo assim, nela foram identificadas tanto espécies incomuns quantos espécies comuns, sendo as incomuns o *Leopardus pardalis* (Jaguatirica) e o *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará) que também são, respectivamente, ameaçadas e quase ameaçadas de extinção, de acordo com a COPAM (2010). Quanto à quiropterofauna, apenas duas espécies foram identificas, *Carollia perspicillata* e *Artibeus lituratus*, qualificando uma baixa diversidade e baixa abundância dessas espécies, que não são raras, endêmicas ou ameaçadas de extinção.

Já as espécies identificadas da entomofauna também caracterizam uma baixa abundância, mas são representativas para indicação de transmissão de doenças dengue, zika, chikungunya, filarioses, entre outras, prestando como como alerta para a vigilância sanitária visto sua proximidade com centros urbanos.

Quanto à biodiversidade aquática, a ictiofauna se mostra como reflexo de características dos cursos d'água da região, englobando espécies nativas e migradoras de longa distância da bacia do Rio São Francisco, ambas de baixa riqueza. A identificação de espécies exóticas como o barrigudinho (*Poecilia reticulata*), o pau-cd (*Metynnis lippincottianus*) e o tamboatá (*Hoplosternum littorale*), e migradoras, como o dourado (*Salminus franciscanus*), a matrinchã (*Brycon orthotaenia*), a curimatá-pacu (*Prochilodus argenteus*), a curimatá-pioa (*Prochilodus costatus*) e o Pacu (*Myleus micans*), permite a tomada de medidas de manejo e de mitigação para a implementação do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais. Ademais, as comunidades hidrobiológicas configuram riqueza e diversidade, principalmente nas limnológicas e fitoplanctônicas, que apresentam variações sazonais causadas por estímulos externos.O bioma Cerrado, é a segunda maior vegetação que ocupa o território brasileiro, cobrindo aproximadamente 24% do território, e é reconhecido pela grande biodiversidade e alto grau de endemismo da fauna e flora. Na Área de Estudo Local Integrada, a cobertura vegetal é composta majoritariamente por pastagem/campo antropizado e formação campestre, representando 54% da área total. Cerca de 24% da área, é dividida entre formação florestal e áreas edificadas. 15% é representada por áreas de cultivo e cursos d'água e os demais 7% são formados por áreas antropizadas (sobretudo estruturas da Nexa) e acessos.

O modo de vida sertanejo[26] no cerrado mineiro é profundamente entrelaçado com as características únicas desse ecossistema, influenciando a cultura e registrado na produção

[26] O termo "modo de vida sertanejo" refere-se ao conjunto de práticas culturais, sociais e econômicas desenvolvidas pela comunidade no cerrado mineiro. Esse modo de vida relaciona as características específicas desse ecossistema, com a maneira como os habitantes interagem com a natureza, desenvolvem suas atividades diárias e constroem sua identidade.

literária da região, como expresso por exemplo, na obra Grande Sertão: Veredas de Guimarães Rosa, publicado em 1956. A relação simbiótica entre o ser humano e o cerrado se reflete nas práticas tradicionais de agricultura, pecuária, na culinária e na adaptação às condições climáticas desafiadoras. Nesse sentido, o cerrado e seus recursos (como o pequi e tantos outros frutos, por exemplo) se apresentam como elementos constituintes da identidade da população local.

Com relação aos bens culturais, os bens materiais acautelados encontram-se distribuídos principalmente na sede de Três Marias, assim como as celebrações religiosas e demais bens de natureza imaterial que ocorrem na região. É possível afirmar que, de modo subjetivo a predominância dos modos de vida urbanos, sobretudo baseados em uma economia industrial – representada pela Nexa – concorrem indiretamente com os modos de vida tradicionais, artesanais e rurais – geralmente associados às práticas culturais. Contudo, não são observadas relações objetivas e diretas entre o patrimônio cultural e o empreendimento.

Em alguns trechos da Área de Estudo Local Integrada, a paisagem rural do cerrado se mistura com os meandros do rio São Francisco conformando paisagens de expressiva beleza cênica. Por outro lado, este cenário também é atravessado por alterações na paisagem, provocadas a partir da implantação de estruturas antropogênicas relacionadas às atividades industriais na região. Além da presença dos aglomerados rururbanos e urbanos, constituem as estruturas antrópicas as alterações no modelado original do terreno, decorrentes de terraplenagens, implantação de depósitos, pilhas de material e áreas de empréstimo e bota-fora.

Dentre as principais estruturas antropogênicas que compõem a paisagem da AEL Integrada, destaca-se a área industrial da Nexa e suas barragens: Depósito de Resíduos Murici – DRM, Barragem Córrego da Lavagem e Barragem Velha (esta última às margens do rio São Francisco). A própria ADA do projeto[27], que já se encontra em uma área antropizada e outras áreas cascalhosas utilizadas pela população também se configuram como locais onde houve modificação na modelagem original do terreno.

Para SOUZA (2021), a paisagem é uma aparência cujo conteúdo pode se apresentar em consonância ou em contradição com o que ela, "por hábito ou ideologia nos sugere". Nessa linha e com base no conhecimento adquirido da área de estudo, pode-se afirmar que mesmo naqueles locais onde o nível de antropização é "aparentemente" baixo, este cenário é atravessado por uma série de elementos e conflitos sócio-espaciais. A saber, a região do São Francisco sofre pressão antrópica com a ocupação de chacreamentos, ocupação de ilhas fluviais e supressão de mata nativa para implantação de loteamentos (por vezes informais).

Desse modo, a composição da paisagem da Área de Estudo Local Integrada corresponde a um cenário diverso e dinâmico, marcado pelo contraste entre o ambiente industrial e urbanizado com o ambiente natural e rural. A presença do rio São Francisco é marcante, sobretudo na porção oeste

[27] Durante a construção do Depósito de Rejeitos Murici, a ADA do presente Projeto foi explorada como área de empréstimo. Desta forma, a ADA não apresenta seu modelado original.

da área de análise. O cenário urbano e industrial é percebido em destaque no Eixo Centro-Rural de Três Marias e, a paisagem com menor nível de antropização é percebida na porção leste – no Tabuleiro de Três Marias.

Dentre as principais práticas associadas ao rio São Francisco, destaca-se a pesca amadora, esportiva e profissional. Com relação à análise do meio biótico sobre a fauna aquática, notou-se que a assembleia de peixes amostrada é composta majoritariamente por espécies nativas. Foram registradas 29 espécies da ictiofauna. Na Área de Estudo Local Integrada foi registrada a grande maioria de espécies migradoras de longa distância da bacia do rio São Francisco. A riqueza[28] de espécies foi baixa em comparação com outros trechos da bacia do rio São Francisco fora do estado de Minas Gerais (SILVA *et al.*, 2020; LUZ *et al.*, 2012).

De maneira geral, devido ao alto nível de antropização na Área Diretamente Afetada pelo projeto, não são esperadas grandes repercussões com relação ao meio biótico. Nesse local a biodiversidade de fauna e flora já se encontra em estado avançado de alteração. De acordo com os estudos realizados, não foi identificada presença de espécies relevantes e a riqueza de espécies da fauna e flora, de modo geral é baixa.

Ainda assim, a pesca estabelece relação direta com o turismo regional e apresenta influências nas dinâmicas de uso do solo, especialmente no geoambiente da Planície do rio São Francisco. Além do bairro Beira Rio em São Gonçalo do Abaeté e da Aldeia do Dourado em Três Marias, a região conta com outras localidades, loteamentos e glebas parceladas em lotes rurais. As edificações às margens ou muito próximas ao rio São Francisco geralmente são utilizadas para fins de lazer e recreação e correspondem a uma fonte de renda da população local, seja para locação aos fins de semana ou para prestação de serviços ligados ao turismo vinculado ao rio São Francisco. Além disso, a região conta com hotéis e pousadas que também desfrutam da proximidade do rio e da BR-040 como atrativos.

Do ponto de vista econômico, o Eixo Centro-Rural de Três Marias apresenta a maior concentração de atividades relevantes na região. Dentre essas atividades a indústria, tendo como principal representante a Nexa, exerce grande influência sobre a geração de emprego e renda na escala local. Conforme resultados da pesquisa de percepção realizada com a comunidade inserida na Área de Estudo Local do meio socioeconômico, 73% dos entrevistados afirmaram conhecer pelo menos uma pessoa do convívio próximo que trabalha na Nexa. Além da geração de empregos diretos, a arrecadação de impostos e a movimentação de outros setores da economia associados à presença da Nexa em Três Marias são destaques que reforçam a importância da empresa no município. Como efeito adverso observado tem-se forte dependência econômica para com a empresa, especialmente em Três Marias.

[28] Seguindo MAGURRAN, 2011 e MAURER & MCGILL, 2011, foi considerado como riqueza o número absoluto de espécies registradas.

Essa região já foi alvo de estudos arqueológicos em processos anteriores de licenciamento, que cobriram quase que em sua totalidade o território compreendido pela ADA. Desse modo, é sabido que a área não apresenta vestígios arqueológicos, cavidades ou locais de interesse histórico.

O substrato geológico na ADA corresponde à Formação Três Marias, especificamente, à fácies arenito lítico. Localmente ocorre exposição do arenito fino a siltito, porém de forma alterada a muito alterada, de cor amarelada e avermelhada. Na ADA não ocorrem bens minerais de interesse econômico e, por consequência, a área não intercepta qualquer processo minerário.

Com relação ao meio físico, as principais repercussões esperadas na Área Diretamente Afetada pelo projeto, tem relação com as alterações nos níveis de dispersão atmosférica, ruídos e vibração. Além disso, a pilha de resíduos industriais deve se estabelecer enquanto uma estrutura antropogênica relevante na paisagem local.

O Projeto de Disposição a Seco do Resíduo Industrial tem como um dos objetivos garantir a continuidade das operações da Nexa em Três Marias e se apresenta como uma alternativa tecnológica para a atual forma de armazenamento dos resíduos industriais em barragens. Com a apresentação do projeto de implantação da pilha de resíduos industriais, observou-se na pesquisa de percepção a expectativa de redução da sensação de insegurança no entorno da Nexa, provocada pela existência de depósitos de rejeitos.

Por fim, vale ressaltar, que não haverá intervenção direta em propriedades de terceiros, sendo toda a área diretamente afetada inserida em imóvel rural de propriedade da Nexa Recursos Minerais S.A.

10 PASSIVOS AMBIENTAIS

10.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como objetivo avaliar os passivos ambientais na Área de Influência Direta – ADA do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias, a qual está sujeita aos impactos diretos do Projeto.

Para a análise realizada foi considerado como passivo ambiental o uso e ocupação do solo na ADA do Projeto e as áreas contaminadas na Unidade Três Marias.

10.2 METODOLOGIA

Para caracterização dos passivos ambientais, realizou-se um levantamento da ADA, contemplando a identificação e caracterização do passivo ambiental por meio imagem de satélite disponibilizada pela ESRI, pelas imagens do *Google Earth* (12/03/2023) e de fotografias de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT, ou drone), cujo voo foi realizado em março de 2023.

Com relação às áreas contaminadas da região da ADA, analisou-se o Relatório Integrado elaborado pela empresa WSP (2022), referente às Etapas de Investigação Ambiental Confirmatória, Investigação Detalhada, Avaliação de Risco à Saúde Humana, Avaliação de Risco Ecológica e Modelagem Matemática Hidrogeológica nas Áreas do Depósito de Rejeito Murici e Barragem Córrego da Lavagem.

10.3 RESULTADOS

10.3.1 Áreas Impactadas na Área Diretamente Afetada do Projeto

A planta industrial da Unidade Três Marias está em operação desde o fim da década de 1960, sendo as ampliações mais significativas aquelas relativas à construção da Barragem Córrego da Lavagem, no início dos anos 2000 e a construção do Depósito de Rejeitos Murici - DRM, em 2010 e nos anos posteriores. Estas intervenções promoveram a alteração do uso do solo para implantação de atividades industriais, ligadas à metalurgia.

A Área Diretamente Afetada pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias localiza-se em uma região que serviu como área de empréstimo e bota fora para a construção do DRM, caracterizando-se como uma área antropizada.

Analisando-se a imagem disponibilizada no *Google Earth* (março de 2023) e o levantamento fotográfico da região da ADA com a utilização de drone (março de 2023), verifica-se que a ADA, em função da sua utilização anterior, encontra-se degradada.

De forma geral, a ADA apresenta porções com solos expostos e presença de focos erosivos, além de trechos com fragmentos florestais, árvores isoladas e gramíneas. Há, também, taludes expostos com erosões e bacias de contenção de água.

A Figura 10-1 apresenta a área diretamente afetada pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias. Já a Foto 10-1, Foto 10-2 e Foto 10-3 ilustram a ADA.

476425 476925 477425 477925

7991850 7990850 7990350

Córrego Martinha

Córrego Retiro Velho

0 100 200 300 m

Legenda

- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes, perenes e sem classificação
- Área Diretamente Afetada (ADA)



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023); Hidrografia (Trust, 2023); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 10-1: Área Diretamente Afetada do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais na Unidade Três Marias

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	25/03/2024	NXTM-DRS-EIA-ADA-A3-v00

Foto 10-1: Vista da Área Diretamente Afetada do projeto (Foto obtida com drone - março, 2023)



Foto 10-2: Vista da Área Diretamente Afetada do projeto (Foto obtida com drone - março, 2023)



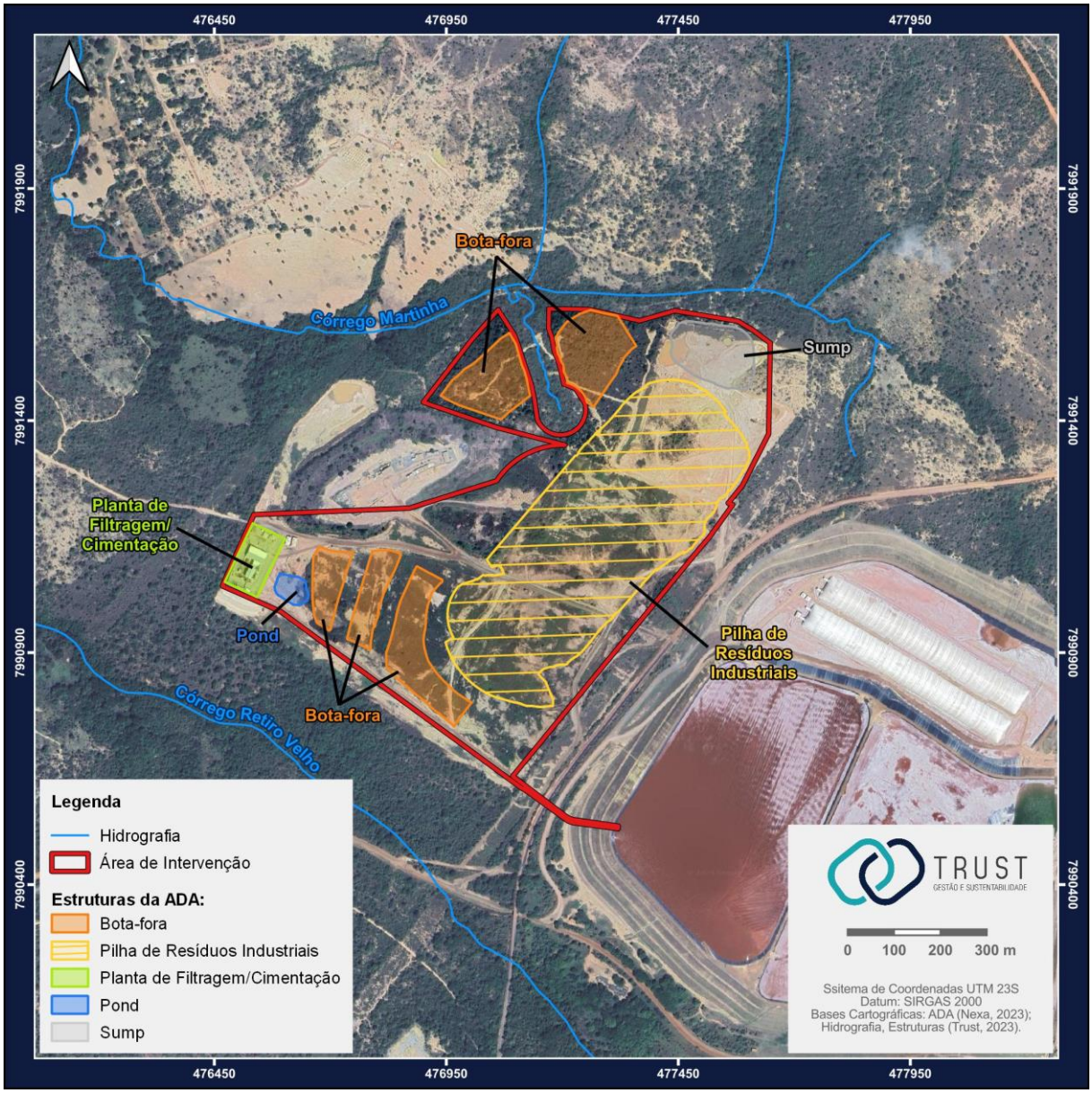
Foto 10-3: Vista da Área Diretamente Afetada do projeto
(Foto obtida com drone - março, 2023)



Cabe mencionar que o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias contribuirá com a redução da degradação da ADA, em função do seu novo uso e com a implantação das medidas de controle ambiental e do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas. – PRAD.

A Figura 10-2 apresenta a delimitação das estruturas do projeto na ADA, notando-se que estas estruturas ocuparão a maior parte das áreas degradadas.

Figura 10-2: Estruturas do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias



10.3.2 Áreas Contaminadas na região da ADA

O Relatório Integrado, elaborado pela WSP em 2022, apresenta a compilação dos resultados obtidos e discussões acerca de atividades relativas à investigação realizada entre 2018 e 2022, em áreas de influência dos córregos Retiro Velho, Lavagem e Martinha, área do Depósito de Rejeitos Murici (DRM) e Barragem do Córrego da Lavagem (BCL).

Os principais objetivos dos trabalhos de Investigação Confirmatória e Detalhada foram: realizar atividades de investigação para melhor entender as possíveis fontes de contaminação, que derivaram/propiciaram anomalias nas águas subterrâneas em poços proximais as estruturas e nas águas superficiais e sedimentos nos corpos hídricos presentes arredores das estruturas do DRM e BCL. Os objetivos específicos corresponderam à:

- *Identificar e caracterizar as possíveis fontes de contaminação das anomalias identificadas nas águas subterrâneas derivadas dos poços de monitoramento instalados do entorno do DRM e BCL;*
- *Investigar e buscar melhores respostas quanto à relação ou não do DRM e BCL com os passivos previamente identificados, e;*
- *Adquirir novos dados em prol de sanar questões relativas à delineação das ocorrências de contaminações em água subterrânea, solo e águas superficiais para atualização do Modelo Conceitual das áreas de interesse;*

O objetivo do estudo de Avaliação de Risco a Saúde Humana (ARSH) foi determinar se os contaminantes oriundos das atividades industriais da NEXA, ao longo dos anos, podem ter impactado o solo das áreas, Depósito de Rejeitos Murici (DRM) e da Barragem Córrego da Lavagem (BCL) em níveis que poderiam vir a causar problemas à saúde das pessoas que ali trabalham. O estudo também descreve a natureza destes riscos, quais as vias de exposição e substâncias químicas que representam riscos negligenciáveis ou acima dos níveis considerados aceitáveis aos receptores em questão e quais necessitariam investigações suplementares;

O objetivo do estudo de Avaliação de Risco Ecológica (ARECO) foi determinar se os contaminantes oriundos das atividades industriais da Nexa, ao longo dos anos, podem ter impactado o solo, água superficial ou sedimento das áreas Depósito de Rejeitos Murici (DRM) e da Barragem Córrego da Lavagem (BCL) em níveis que poderiam ocasionar efeitos deletérios em receptores ecológicos. O estudo também descreve a natureza destes riscos, quais as vias de exposição e substâncias químicas que representam riscos negligenciáveis ou inaceitáveis aos receptores em questão e quais necessitariam investigações suplementares, e;

O relatório de Modelagem Matemática Hidrogeológica teve como objetivo apresentar o modelo hidrogeológico conceitual e numérico da área, definindo unidades hidrogeológicas, condições de fluxo subterrâneo, calibração de um modelo numérico em regime permanente para o fluxo, e calibração do modelo em regime transiente para o transporte de contaminantes, e simulações de

transporte da pluma de contaminação em regime transiente, baseado no método de elementos finitos utilizando o software Feflow.

Para a etapa de simulação do transporte de contaminantes, foram considerados as principais substâncias químicas de interesse (SQIs) da área, sendo elas: Zinco (Zn), Sulfato (SO4), Cobalto (Co), Chumbo (Pb) e Cádmio (Cd). Foram simulados cenários avaliando o avanço das concentrações destes elementos nos próximos 1, 2, 10, 20 e 50 anos, considerando o ano de 2022 como base, ou seja, o ano final de simulado é o ano de 2072.

A Tabela 1-1 apresenta uma síntese dos resultados e conclusões contidas no Relatório Integrado elaborado pela WSP (2022).

Tabela 10-1: Síntese dos estudos analisados

Estudo	Resultados / Conclusões
Investigação Confirmatória (WSP, 2022)	• *Foram identificadas as famílias de pares de juntas principais (de direção geral NW-SE e NE-SW) disseminadas em toda a área investigada. As principais famílias de fraturas são subverticais ao passo que ocorrem planos de alívio de pressão sub-horizontais a paralelos à topografia do terreno, além do acamamento sedimentar pouco deformado (S0) também sub-horizontal;* • *Os altos estruturais que configuram morros testemunho controlam os fluxos radialmente no DRM, e convergentes para o vale do córrego da Lavagem, córregos da Martinha e Retiro Velho;* • *A distribuição dos níveis aquíferos observados em solo e água subterrânea e o arcabouço geológico-estrutural e hidrogeológico são os fatores que controlam a distribuição das plumas de contaminação;* • *Foram observadas duas áreas como áreas contaminadas sob investigação (ACI-02 - BCL) e uma área suspeita de contaminação (AS-09 - DRM);* • *Com relação as fontes mapeadas se observam que as áreas da BCL e DRM podem ser classificadas como vias de liberação via aporte secundário (antigas áreas de disposição de rejeitos), sendo essas associadas processos de infiltração/lixiviação por águas pluviais e de processo;* • *As substâncias químicas de interesse em solo, acima do padrão COPAM (2010) envolvem As, Cd, Pb, Co, Cu e Zn. Dentre os resultados obtidos, verifica-se que o Zn e Cd apresentam distribuição mais disseminada no conjunto de amostras, de modo delimitado aos corpos hídricos circundantes. Os metais As, Pb, Co e Cu ocorrem de forma mais localizada acima do padrão de qualidade;* • *Características das águas subterrâneas no DRM: Plumas pontuais foram observadas para Cd, Co, Pb, Ni, Zn, e Sulfato, além de Fe e Mn, destes, apenas o Mn ocorre de modo generalizado acima do padrão de qualidade;* • *Características das águas subterrâneas na BCL: Foram detectados acima do padrão de qualidade os metais Pb, Cd, Mn, Ag e Zn. A ocorrência de prata nos poços de montante pode estar associada a uma feição natural, assim como o manganês; No poço PMP-102, instalado em cota comparável a piezômetros a jusante do barramento (Pzs) abaixo da camada confinante de metassiltito nenhum metal foi detectado acima do padrão orientador;* • *Os sedimentos do córrego Retiro Velho e Lavagem apresentaram concentrações acima do padrão orientador de Pb, Co, Cu, Cr, Cd, Ni e Zn, além de Fe e Mn;* • *Nas águas superficiais, concentrações de cádmio, manganês, prata e zinco foram detectadas acima do padrão orientador ao longo do trecho amostrado tanto no córrego Retiro Velho quanto no córrego da Lavagem;* • *Concentrações pontuais excedendo o valor orientador para água superficiais de boro, chumbo e cobalto foram detectadas no ponto de montante, próximo ao barramento da BCL;* • *Apenas no ponto de montante do córrego da Lavagem o metal manganês foi detectado em concentração mais elevada;* • *Considerando-se o perfil de concentrações de zinco no córrego da lavagem em água superficial, nota-se uma clara tendência de redução sentido jusante, o que seria esperado pela configuração da área fonte;*

Estudo	Resultados / Conclusões
	• *O sulfato, por outro lado, foi detectado em todos os pontos de amostragem de água superficial com concentrações praticamente constantes ao longo da bacia do Retiro Velho (29,3 a 37,7 mg/L), e;* • *Os pontos de jusante a este apresentaram a tendência esperada de decréscimo*
Investigação Detalhada (WSP, 2022)	• *A geologia local na área da Unidade consiste em uma cobertura aluvionar (Terciária/Quaternária), distribuída de forma irregular, que compõe parte da planície aluvionar do rio São Francisco, sobreposta aos metarenitos e metassiltitos da Formação Três Marias, predominando rochas metassedimentares classificadas como metassiltitos com intercalações de metarenitos arcoseanos;* • *Na área do DRM e da BCL são identificados aterros, sedimentos inconsolidados, solo residual, solo de alteração de rocha com fragmentos de rocha e rochas sãs metassedimentares (metassiltitos e metarenitos);* • *As principais fontes de contaminação para a área são: Barragem com resíduos – BCL, não impermeabilizada e a DRM através do escoamento superficial/lixiviação de metais a partir das águas de escoamento do DRM que são recebidas, em parte, pelos SUMPs (não impermeabilizados) e, a partir destes, infiltram atingindo os solos e as águas subterrâneas locais;* • *Para a Barragem Córrego Lavagem (BCL), identifica-se alterações para chumbo, cádmio, manganês e sulfato em água subterrânea no nível raso, intermediário e profundo acima do padrão de qualidade, as quais não se encontram totalmente delimitadas nos sentidos horizontal e vertical;* • *No Córrego da Lavagem, corpo hídrico a jusante desta barragem, identificou-se alterações na água superficial para boro, cádmio, cobalto, cromo, manganês, níquel, prata, zinco e sulfato e em sedimento para cobre, cromo, cádmio, ferro, manganês, níquel e zinco acima do padrão de qualidade;* • *Para o Depósito de Rejeitos Murici (DRM) identifica-se alterações na água subterrânea para cobalto, cromo, cádmio, ferro, manganês, zinco (histórico), sulfato, com plumas que atingem os níveis raso e intermediário, e;* • *Identificou-se alterações nas amostras de água superficial e sedimento para Cd, Pb, Mn, Zn e Al no córrego Martinha e Cd, Zn e Mn no córrego Retiro Velho. Tais alterações podem estar diretamente associadas aos escoamentos superficiais do DRM e pequena descarga do aquífero fissural em trechos com água permanente, principalmente em eventos de alta pluviosidade.*
Avaliação de Risco à Saúde Humana - ARSH (WSP, 2022)	O escopo do estudo consistiu nas etapas fundamentais do processo de Avaliação de Risco, o qual consiste em: avaliação e validação de dados; avaliação da exposição; análise de toxicidade; caracterização do risco; estabelecimento das concentrações máximas aceitáveis (CMA) e análise de incertezas. Ressalta-se que este estudo se limita ao potencial risco à saúde humana proveniente de eventuais anomalias metálicas nas matrizes água superficial, solo e sedimentos. Qualquer outro tipo de contaminantes, tais como microrganismos patogênicos, pesticidas etc. não foram avaliados. Os resultados da ARSH sugerem: • *Área do DRM: Riscos dentro dos níveis aceitáveis para as vias de exposição avaliadas tanto para os trabalhadores da Nexa como para eventuais trabalhadores de obras* • *Área da BCL: Riscos acima dos níveis aceitáveis para os seguintes casos:* • *Risco Não Carcinogênico (NC):*

Estudo	Resultados / Conclusões
	- Devido à ingestão acidental de solo (devido à presença de chumbo); e - Risco cumulativo para as vias de inalação, ingestão acidental e contato dérmico com solo. • *Risco Carcinogênico (C):* - Associado à ingestão acidental (devido à presença de arsênio e chumbo) e contato dérmico com solo (arsênio); - Risco cumulativo para as vias de inalação, ingestão acidental e contato dérmico com solo. • *Trabalhadores de Obras de Escavação Riscos acima dos níveis aceitáveis para os seguintes casos:* • *Risco Não carcinogênico (NC):* - Devido à ingestão acidental de solo (arsênio), e; - Risco cumulativo para as vias de inalação, ingestão acidental e contato dérmico com solo. • *Risco Carcinogênico (C):* - Devido à ingestão acidental de solo (arsênio), e; - Risco cumulativo para a via de ingestão acidental. Diante dos resultados, o estudo de ARSH recomenda para os trabalhadores da BCL a utilização de Equipamentos de Proteção Individuais (EPIs), nos locais onde as concentrações em solo superam as respectivas CMAs. Quanto aos trabalhadores de obras civis da BCL, não se faz necessário o estabelecimento de CMAs para os mesmos, pois estende-se a eles a recomendação de uso adequado de EPIs durante os serviços de escavação que possam ser desenvolvidos no local, o que impede a via de exposição de se completar, e desse modo restringe os riscos potenciais.
Avaliação de Risco Ecológico (WSP, 2022)	O relatório da Avaliação de Risco Ecológico contempla áreas Depósito de Rejeitos Murici (DRM) e da Barragem Córrego da Lavagem (BCL), incluindo os três córregos que estariam dentro da zona de influência destas duas áreas: os córregos Retiro Velho, Lavagem e Martinha. A análise de risco ambiental foi baseada em dados disponíveis sobre as duas áreas e os três córregos citados acima (dados históricos da qualidade do solo; dados de ensaios toxicológicos e monitoramento da biota realizados entre 2018 e 2021; e monitoramento da ictiofauna realizado em 2021), além de campanhas de campo realizadas pela Golder entre 2018 e 2021 para coleta de dados sobre a qualidade de água superficial, solo e sedimentos. A avaliação foi focada em alguns grupos de organismos selecionados como sendo de interesse neste estudo por serem valorizados pela sociedade, de relevância ecológica e que estão possivelmente expostos aos contaminantes. Foram selecionados para este estudo: • *Plantas e invertebrados terrestres* • *Organismos aquáticos e bentônicos – peixes, algas, invertebrados de coluna d'água e comunidade bentônica e* • *Animais silvestres - perdiz, seriema, capivara e cachorro-do-mato.* Foi assumido que estes animais silvestres beberiam água dos córregos e que seus territórios compreenderiam as áreas de solo impactado dentro da área de estudo. Os principais resultados da avaliação são apresentados a seguir: • *Risco para plantas terrestres e invertebrados:*

Estudo	Resultados / Conclusões
	• *Foi identificado risco potencialmente elevado (HQ>10) para plantas e invertebrados na área BCL devido a presença de cobre e zinco em solo, com valores de HQ maiores que os calculados para a área background e risco potencialmente elevado para plantas na área BCL devido a presença de arsênio e chumbo em solo. Também foi observado HQ elevado na área BCL para mercúrio.* • *Os HQs calculados para a área DRM estão na mesma ordem de grandeza que os calculados para os valores background. Risco para organismos aquáticos.* • *Cálculos de Quociente de Risco (HQ) para organismos da coluna d'agua:* • *Os dados de água indicam riscos potenciais para organismos aquáticos nos córregos avaliados, principalmente pela presença de cádmio e zinco.* • *Os resultados da análise de sedimento indicaram:* • *Córrego Retiro Velho apresentou risco baixo a negligenciável para zinco, chumbo e risco potencialmente elevado para cádmio na área de influência da Nexa. Para este córrego não estavam disponíveis dados representativos para áreas de montante e jusante, e;* • *Córrego Lavagem apresentou potencialmente elevado para zinco e risco baixo a negligenciável para cádmio e manganês na área de influência da Nexa. Os níveis de risco são menores junto a jusante. Não estavam disponíveis pontos amostrais representativos para área de referência (córrego Lageado). Efeitos adversos do zinco e cádmio em sedimentos incluem diminuição da diversidade e abundância de invertebrados bentônicos, aumento da mortalidade e mudanças comportamentais.* A toxicidade do sedimento e da água dos córregos Martinha e Retiro Velho não foram avaliados devido à ausência de dados. Com o objetivo de melhor determinar a fração de metais potencialmente biodisponíveis nos sedimentos do córrego Lavagem foram realizados ensaios para determinação de sulfetos secundários e metais associados (SVA-MÊS) (ensaios de sulfetos voláteis por acidificação e de metais simultaneamente extraídos). O ponto de jusante do córrego Lavagem indicou toxicidade não provável.
Modelagem Matemática Hidrogeológica (WSP, 2022)	O trabalho "Modelagem Matemática Hidrogeológica das áreas DRM e BCL da Unidade Nexa localizada em Três Marias/ MG" apresenta os resultados e discussões acerca de atividades relativas à complementação à atualização do modelo conceitual ambiental da área; construção de modelo matemático de fluxo e de transporte; além de simulações de diferentes cenários futuros, em especial os cenários de permanência e remoção de fontes o que poderá auxiliar na eventual tomada de decisão quanto às ações de mitigação. A construção do modelo numérico, sua calibração de fluxo e transporte e simulações de cenários futuros permitiu a ampliação do conhecimento quanto as questões do fluxo local, sobretudo em meio fraturado, e a relação entre as fontes e as anomalias identificadas na água subterrânea, que suportaram a delineação das plumas dos contaminantes investigados. Os resultados do modelo numérico apontam que a tendência regional do fluxo é no sentido do Rio São Francisco, podendo localmente direcionar para seus afluentes. Esse comportamento fica evidenciado pelo mapeamento das plumas de contaminantes da região. De modo geral as plumas se movem influenciadas pelas principais direções de fluxo, com predominância no sentido horizontal frente ao avanço vertical, e nas zonas de maior permeabilidade (solo; saprólito e rocha fraturada); Ao comparar os dois cenários simulados, conclui-se que o comportamento geral das plumas provenientes da BCL é o mesmo nos dois cenários, e atingem dimensões parecidas no final da simulação, contudo há uma redução significativa na concentração observada no centro de massa das

Estudo	Resultados / Conclusões
	plumas a partir da remoção das fontes atuais. Por se tratar de uma estrutura de grande porte e com um longo período de fonte ativa, sobretudo na ombreira direita, o tempo simulado não foi suficiente para a pluma desaparecer por completo da área de estudo. É possível que a simulação de um maior período possa apresentar essa situação. No caso do DRM, observam-se maiores diferenças entre os dois cenários simulados, sobretudo no ano 50 da simulação. Por se tratar de fontes pontuais e com menor tempo de atividade, o modelo aponta que a medida de remoção de fontes/impermeabilização dos Sumps é bastante eficaz na contenção/eliminação das plumas na área do DRM. O caso do sulfato é emblemático, para o DRM, após os 50 anos de simulação no cenário 2, observa-se o desaparecimento das 4 plumas provenientes de fontes ativas hoje. As plumas de zinco são mais persistentes, seguem presentes mesmo após os 50 anos de simulação, porém em concentrações inferiores e com menores dimensões quando comparadas com as plumas presentes no mesmo período para o cenário 1.A diferença de comportamento entre as SQI's analisadas se deve, em grande parte, às diferenças dos Kd's atribuídos a elas. Ressalta-se que a obtenção dos valores in situ de Kd pode auxiliar na confecção de um modelo que melhor descreva a dinâmica de cada uma das plumas.

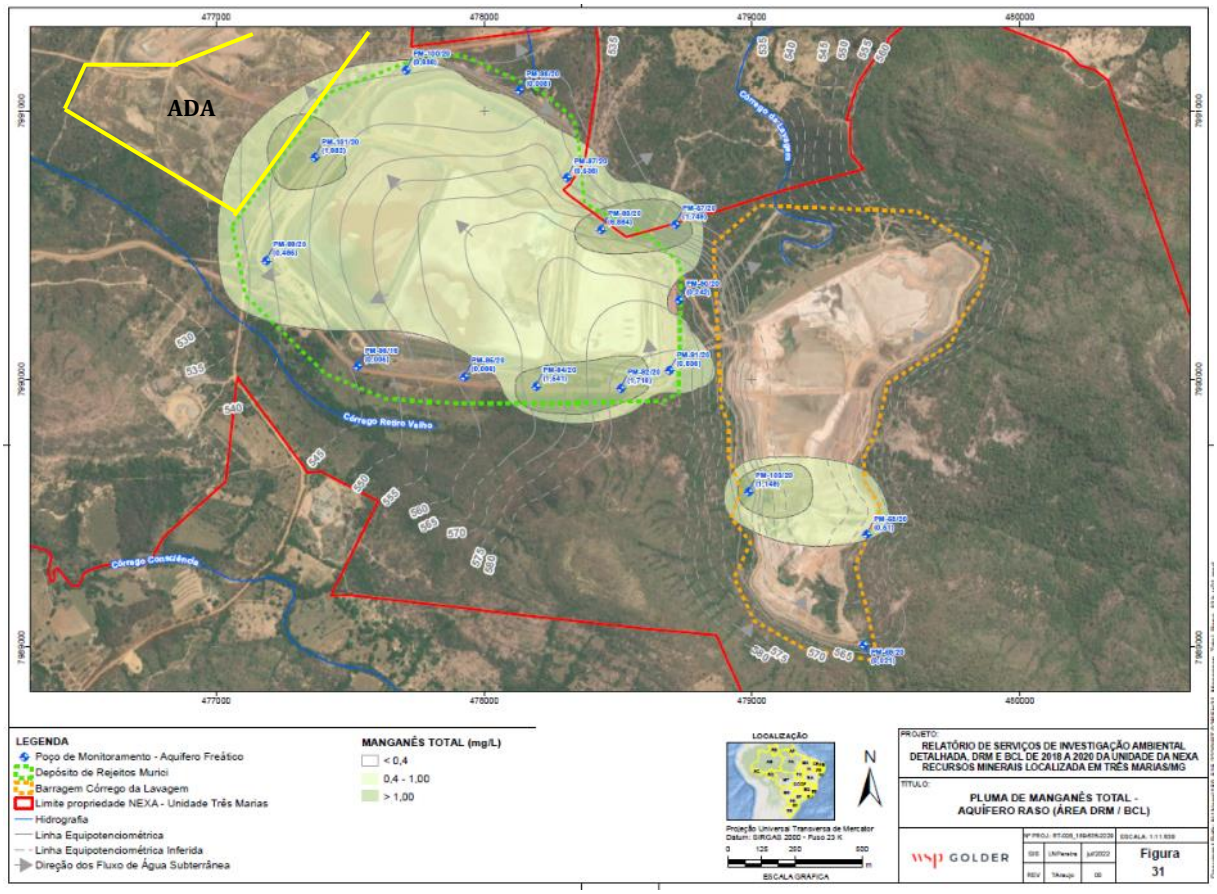
Analisando-se a localização da ADA do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, verifica-se que ela está nas proximidades do Depósito de Rejeitos Murici – DRM. Quando avaliada a linha de direção de fluxo da água subterrânea, percebe-se que o fluxo apresenta direção SE-NW, seguindo do DRM para a ADA.

De acordo com os resultados analíticos apresentados pela WSP (2022), para as plumas em água subterrânea (aquífero raso), os metais cádmio, cobalto, chumbo, ferro, manganês, níquel, prata e zinco foram detectados de forma pontual no entorno das estruturas do DRM e BCL, sendo o manganês o metal verificado de modo mais esparso por ser um elemento abundante nas litologias e estruturas geológicas do local.

Analisando-se os mapas das plumas, elaborados pela WSP (2002), para os referidos metais, notou-se que apenas o elemento manganês (total e dissolvido) está presente no aquífero raso da ADA.

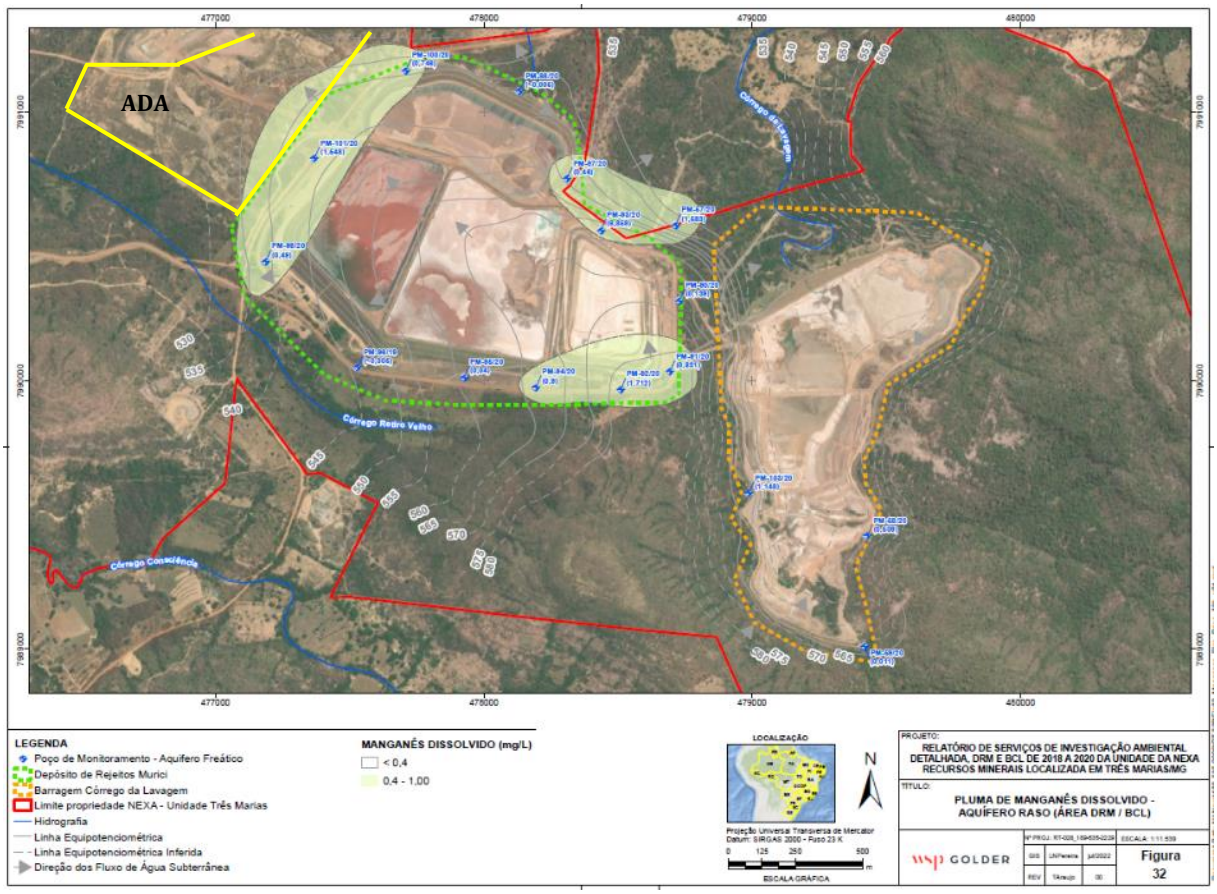
A Figura 10-3e a Figura 10-4 mostram as plumas de manganês nas águas subterrâneas da ADA do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

Figura 10-3: Pluma de Manganês Total – Aquífero Raso



Fonte: modificado de WSP, 2022

Figura 10-4: Pluma de Manganês Dissolvido – Aquífero Raso



Fonte: modificado de WSP, 2022

10.4 Síntese Conclusiva

Os passivos ambientais deixados pela construção do Depósito de Rejeitos Murici – DRM estão representados por solos expostos com focos erosivos, taludes expostos com erosões, bacias de contenção de água e redução da vegetação nativa, apresentando apenas trechos com fragmentos florestais, árvores isoladas e gramíneas.

A implantação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias contribuirá com a redução da degradação da ADA, em função do seu novo uso e com a implantação das medidas de controle ambiental e do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas. – PRAD.

Com relação as áreas contaminadas na região da ADA, verifica-se que ela está nas proximidades do Depósito de Rejeitos Murici. Quando avaliada a linha de direção de fluxo da água subterrânea, percebe-se que o fluxo apresenta direção SE-NW, seguindo do DRM para a ADA.

De acordo com os resultados analíticos apresentados pela WSP (2022), para as plumas em água subterrânea (aquífero raso), os metais cádmio, cobalto, chumbo, ferro, manganês, níquel, prata e zinco foram detectados de forma pontual no entorno das estruturas do DRM e BCL, sendo o

manganês, o metal verificado de modo mais esparso por ser um elemento abundante nas litologias e estruturas geológicas do local.

Analisando-se os mapas das plumas, elaborados pela WSP (2002), para os referidos metais, notou-se que apenas o elemento manganês (dissolvido e total) está presente no aquífero raso da ADA.

11 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS

A avaliação de impactos pode ser entendida como um instrumento de planejamento, no sentido de que oferece uma previsão dos impactos socioambientais que podem ser gerados por um empreendimento, embasando a prevenção de danos (SÁNCHEZ, 2013). Também nesta ótica, a previsão dos impactos permite determinar a viabilidade que um empreendimento oferece, face às condições ambientais e socioeconômicas pré-existentes, além de fundamentar a definição de compensação para danos que possam ser inerentes à atividade em licenciamento, ainda que não a inviabilizem.

Para embasar a avaliação de impactos, conceitua-se alguns dos termos definidos na bibliografia especializada, neste caso estabelecidos na norma ABNT NBR ISO 14.001 (Sistema de Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para uso):

- *Meio Ambiente: "circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo-se ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações".*
- *Aspecto ambiental: "elemento das atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente".*
- *Impacto ambiental: "qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais de uma organização".*

Fundamentando-se nestes conceitos, para proceder a avaliação de impactos é necessário, portanto, caracterizar as atividades que serão desenvolvidas em todas as fases do empreendimento (planejamento, implantação, operação e fechamento), a disposição das estruturas/edificações no espaço e os processos que serão decorrentes das atividades desenvolvidas. É também imprescindível diagnosticar a área onde o empreendimento será inserido, determinando as condições e relações ambientais e socioeconômicas então estabelecidas. Neste contexto, a caracterização do empreendimento e a diagnose socioambiental são os dois alicerces que sustentam a identificação de aspectos e impactos ambientais, proporcionando a avaliação do cenário futuro, quando da integração do empreendimento ao meio ambiente.

Em realidade, o exercício da avaliação de impacto deve permear todo o planejamento de um empreendimento, desde a escolha do local para sua implantação, a configuração espacial das estruturas (evitando áreas de relevante interesse ambiental e social) e a definição de controles

ambientais que, desde o projeto, são destinados à prevenção de impactos (como, por exemplo, sistemas de tratamento de efluentes).

Pretende-se, com a avaliação de impactos, rastrear todas as possibilidades de interferência, sejam elas adversas ou benéficas, que um empreendimento pode provocar ao meio ambiente, verificando sua viabilidade e levantando oportunidades de potencializar efeitos benéficos e de prevenir, mitigar ou compensar efeitos adversos.

11.1 METODOLOGIA APLICADA

Para proceder a identificação dos impactos decorrentes do empreendimento, considerou-se os levantamentos e os diagnósticos realizados nos itens anteriores, fazendo-se uma análise conjunta das informações apresentadas na Caracterização do Empreendimento e dos dados referentes à situação atual da área em que se insere o empreendimento e de sua vizinhança.

Esta avaliação de impactos ambientais foi elaborada atendendo às diretrizes conceituais e procedimentais dispostas tanto Termo de Referência aplicável à elaboração deste Estudo de Impacto Ambiental quanto na Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986.

O percurso metodológico para avaliação dos impactos contempla, em um primeiro momento, a identificação dos impactos decorrentes do empreendimento, fundamentando-se nas atividades que serão desenvolvidas e os aspectos ambientais a elas associados, conforme representado na Figura 11-1. Em síntese, a qualidade ambiental pré-existente é modificada pelas ações propostas para a área, gerando, em consequência, um novo cenário, com uma qualidade ambiental modificada.

Figura 11-1: Representação da relação entre ações humanas, aspectos e impactos ambientais



Fonte: adaptado de SÁNCHEZ, 2013.

O levantamento das atividades, dos aspectos ambientais e a identificação de impactos é realizada em função de cada uma das etapas do empreendimento a saber: fases de planejamento, implantação, operação e fechamento.

Após a identificação dos impactos, estes são avaliados considerando critérios pré-estabelecidos com base na legislação vigente, nas diretrizes do termo de referência aplicável à elaboração do EIA e com base na literatura especializada. A avaliação dos impactos, face os critérios estabelecidos, é realizada, predominantemente, de forma qualitativa, como resultado de

discussões empreendidas entre os técnicos da equipe multidisciplinar que elaborou este estudo de impacto ambiental. Assim como a identificação dos impactos, a avaliação é realizada considerando cada fase do empreendimento.

A Tabela 11-1 apresenta os critérios adotados para avaliação dos impactos ambientais, descrevendo tanto os conceitos dos critérios quanto as definições das classes estabelecidas dentro de cada critério.

Tabela 11-1: Critérios adotados para avaliação dos impactos ambientais

EFEITO	
Conceito: diz respeito à melhoria ou deterioração da qualidade diagnosticada.	
Classificação	**Benéfico**: se a alteração é de natureza positiva.
	Adverso: se a alteração é de natureza negativa.
	Duplo efeito: se a alteração pode ser benéfica e adversa, à luz dos diferentes aspectos ambientais.
AÇÃO	
Conceito: exprime a possibilidade de um impacto ser causado diretamente das atividades do empreendimento e de aspectos socioambientais a elas associados ou de ser decorrente de outro(s) impacto(s) primário(s).	
Classificação	**Direta:** quando o efeito é resultante de uma ou mais atividades do empreendimento.
	Indireta: quando o efeito é resultante de outro impacto identificado.
PRAZO DE MANIFESTAÇÃO	
Conceito: está relacionado à amplitude temporal entre a atividade geradora do aspecto ambiental e a ocorrência do impacto.	
Classificação	**Imediato:** o impacto ocorre tão logo a atividade seja iniciada.
	Médio prazo: existe um intervalo relativamente pequeno (no tocante à vida útil do empreendimento) entre o início da atividade e a ocorrência do impacto.
	Longo prazo: existe um intervalo relativamente grande (no tocante à vida útil do empreendimento) entre o início da atividade e a ocorrência do impacto.

DURAÇÃO	
Conceito: trata-se da temporalidade do impacto, ou seja, da situação de permanência da interferência no tempo.	
Classificação	**Temporário:** a interferência ocorre por um período de tempo determinado, seja dentro de uma mesma etapa ou em diferentes etapas do empreendimento.
	Permanente: a interferência ocorre de forma contínua durante toda(s) a(s) etapa(s) do empreendimento ou, mesmo, após interrompida a atividade de que é decorrente.
	Cíclico/sazonal: a interferência ocorre em intervalos regulares, por exemplo, seguindo a sazonalidade climática.
REVERSIBILIDADE	
Conceito: refere-se à possibilidade de reestabelecimento das condições socioambientais pretéritas, após a ocorrência do impacto.	
Classificação	**Reversível:** após ocorrência do impacto, há possibilidade de reversão para condições socioambientais similares àquelas anteriores à interferência do empreendimento.
	Irreversível: não há possibilidade de reversão para condições socioambientais similares àquelas anteriores à interferência do empreendimento.
ABRANGÊNCIA ESPACIAL	
Conceito: está relacionada ao alcance espacial do impacto.	
Classificação	**Pontual:** ocorrerá somente na área diretamente afetada pelo empreendimento ou em seu entorno imediato.
	Local: a interferência poderá se manifestar, também, para além do entorno imediato do empreendimento, por exemplo, nas áreas de influência direta.
	Regional: a interferência poderá se manifestar em um contexto maior, por exemplo, nas áreas de influência indireta do empreendimento.
POSSIBILIDADE DE OCORRÊNCIA	
Conceito: Refere-se à possibilidade de ocorrência de um determinado impacto.	
Classificação	**Baixa:** menor possibilidade de ocorrência
	Média: possível ocorrência
	Alta: maior possibilidade de ocorrência
MAGNITUDE	
Conceito: refere-se a uma previsão da intensidade do impacto, confrontando com a situação/qualidade socioambiental diagnosticada.	
Classificação	**Pequena:** o grau de interferência é considerado pequeno em comparação à situação/qualidade socioambiental diagnosticada.
	Média: o grau de interferência é considerado mediano em comparação à situação/qualidade socioambiental diagnosticada.
	Grande: o grau de interferência é considerado grande em comparação à situação/qualidade socioambiental diagnosticada.

IMPORTÂNCIA	
Conceito: trata-se do grau de relevância atribuído a um impacto no contexto em que ocorrerá, tomando por base uma análise conjunta dos atributos utilizados para avaliação do impacto, especialmente os critérios de magnitude, reversibilidade e duração/temporalidade.	
Classificação	**Pequena:** o impacto, no contexto em que ocorre, é pouco relevante, sendo, por isso, difícil de ser percebido ou verificado.
	Média: o impacto, no contexto em que ocorre, é relevante, sendo, por isso, percebido ou verificado com certa facilidade.
	Grande: o impacto, no contexto em que ocorre, é muito relevante, sendo, por isso, facilmente percebido ou verificado.
CUMULATIVIDADE	
Conceito: diz respeito à interação aditiva ou da combinação de impactos decorrentes de uma ou de diversas ações humanas, ao longo do tempo em um dado espaço. Em outras palavras, avalia o potencial de acumulação, sobreposição dos efeitos ambientais gerados pelas ações de um determinado empreendimento ou atividade humana com outros efeitos ambientais atuais, passados ou previstos de ocorrerem.	
Classificação	**Cumulativo:** quando há acumulação, sobreposição de impactos de diferentes naturezas, ou não, sobre um determinado alvo (sistema, processo ou estrutura ambiental).
	Não Cumulativo: quando não há acumulação, sobreposição de impactos de diferentes naturezas, ou não, sobre um determinado alvo (sistema, processo ou estrutura ambiental).
SINERGIA	
Conceito: causada pela combinação de uma ou mais ações antrópicas com outra(s) passada(s), presente(s) ou futura(s) potencializando alterações ao meio ambiente, independentemente de sua natureza (se positivo ou negativo).	
Classificação	**Sinérgico:** quando o impacto apresenta potencial de interação com outro impacto da mesma fonte ou não, resultando em um impacto potencializado ou atenuador dos efeitos.
	Não Sinérgico: quando o impacto não apresenta potencial de interação com outro impacto da mesma fonte ou não, resultando em um impacto potencializado ou atenuador dos efeitos.

11.2 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS

11.2.1 Impactos sobre o Meio Físico

Os impactos identificados para o meio físico, relacionados às fases do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias, foram:

- *Modificação da Paisagem;*
- *Interferência na Dinâmica Geomorfológica;*
- *Interferência nas Propriedades Químicas do Solo;*
- *Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea;*
- *Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas;*
- *Interferência na Qualidade do Ar;*

- *Interferência nos Níveis de Pressão Sonora.*

Nos itens a seguir, serão apresentados os resultados do percurso metodológico para identificação de cada um dos impactos supracitados e a avaliação para cada fase do empreendimento.

11.2.1.1 Modificação da Paisagem

A planta industrial da Unidade Três Marias está em operação desde o fim da década de 1960, sendo as ampliações mais significativas aquelas relativas à construção da Barragem Córrego da Lavagem, no início dos anos 2000 e a construção do Depósito de Rejeitos Murici, em 2010 e nos anos posteriores. Estas intervenções promoveram a alteração do uso do solo para implantação de atividades industriais, ligadas à metalurgia.

O Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias se encontra em um interflúvio, divisor de águas entre as sub-bacias do córrego Martinha e Retiro Velho. É composto, principalmente, por uma pilha de disposição dos resíduos industriais secos, a qual terá, ao fim, uma altura de 36 metros. Neste sentido, é de se esperar que ocorra modificação da paisagem local.

Cabe mencionar, também, que o local de implantação do Projeto já se encontra em ambiente antropizado, utilizado como área de empréstimo e bota fora para a implantação do DRM. A Foto 11-1 mostra um trecho da Área Diretamente Afetada do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

Foto 11-1: Vista da Área Diretamente Afetada do projeto (Foto obtida com drone - março, 2023)



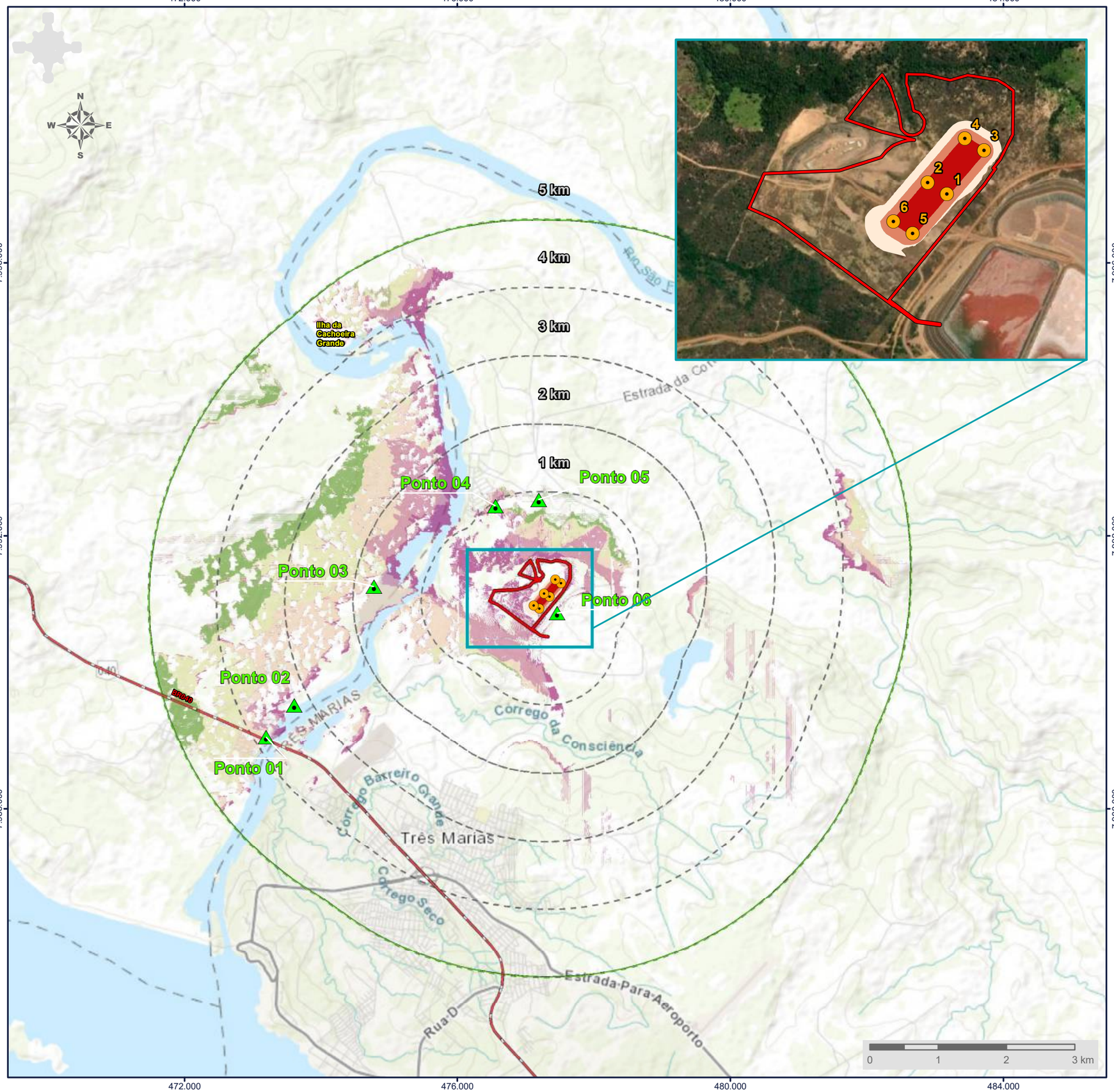
Embora a ADA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias já se encontre degradada, a modificação da paisagem representa um impacto visual para a área de entorno do empreendimento, resultado da implantação, operação e fechamento de atividades do Projeto, neste caso, em um ambiente rural. Cumpre mencionar que este foi uma das consequências negativas indicadas por *stakeholders* para a existência da operação da Nexa em Três Marias, corroborando com a importância deste impacto no contexto local.

Nesse contexto, foi realizado um estudo de visadas com a finalidade de identificar as áreas a partir das quais será possível visualizar o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias e auxiliar na avaliação que este impacto (modificação da paisagem) terá na paisagem local.

O Estudo de Visadas tem como resultados o mapa *viewshed*, produzido em Sistema de Informação Geográfica -SIG, e as imagens comparativas entre o cenário atual (registros fotográficos) e a simulação após o empilhamento dos resíduos industriais (modelo tridimensional).

O resultado da análise *viewshed* foi uma imagem matricial (raster) com informações numéricas de 0 a 6. Os pixels classificados como 0 correspondem às áreas não visíveis a partir dos pontos de observação posicionados nas extremidades da pilha do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias (El. 576,00 m). Para os valores de 1 a 6, os pixels correspondem às áreas visíveis a partir de cada um dos seis pontos de observação definidos nas extremidades da pilha.

Desse modo, tem-se, por meio da modelamento, a estimativa das áreas por onde seria possível visualizar a pilha do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias na El. 576,00 m (Figura 11-2).



Legenda

- Pontos de observação - Viewshed
- Pontos de Visadas
- Rodovia
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Análise do Viewshed

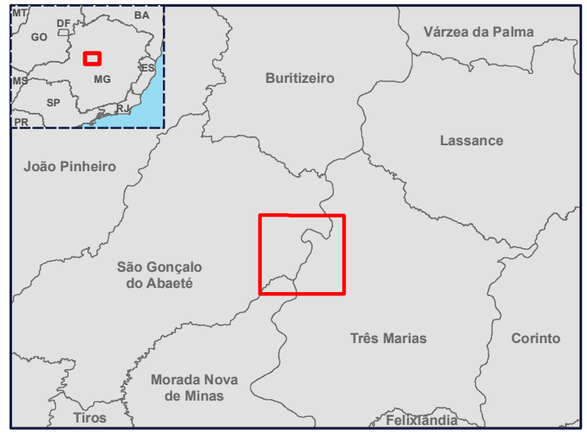
Projeção da Pilha - Elevação (m)

- 556
- 566
- 576

Áreas Visíveis* em Relação aos Pontos:

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6

* Áreas visíveis a partir de superfície topográfica do terreno, desconsiderando barreiras visuais como edificações, vegetação e outros elementos que configuram a paisagem do local. Algumas áreas destacadas no viewshed, sobretudo em áreas urbanizadas, não possuem visadas diretas para o DRM em função das barreiras visuais mencionadas.



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 45°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Base Cartográfica: Limites Municipais (IBGE, 2010); Rodovia (DER, 2011); ADA (Nexa, 2020); Acessos, Área de Influência, Localidades e Rio São Francisco (Trust, 2020); Pontos de Visadas, Viewshed (Trust, 2022); Imagem de Satélite (ESRI, 2020).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 11-2: Análise Viewshed para a pilha do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Lucas F. de Oliveira	01/11/2023	NXTM-DRS-EIA-Viewshade-A3-v01

Nota-se que a sede urbana do município de Três Marias, incluindo o centro, não visualiza/visualizará a área da pilha do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, somente uma pequena porção a norte do bairro Chico Alexandre.

Ainda no município de Três Marias, as áreas rurais localizadas no entorno da Área Diretamente Afetada – ADA são capazes de visualizar a pilha do Projeto, assim como a localidade denominada Aldeia do Dourado. Na Aldeia do Dourado, ocorre uma densa vegetação no entorno, o que reduz a visada para a pilha do Projeto (Figura 11-6). A partir da estrada de acesso à localidade da Aldeia do Dourado também foi obtida uma visada (V05), mostrando que será possível visualizar claramente a pilha do Projeto em análise (Figura 11-7).

A visada V06 (Figura 11-8) permite conferir que transeuntes da Estrada da Consciência (posicionada próximo ao pé do maciço do Depósito de Rejeitos Murici) certamente são os que têm o maior impacto visual provocado pela pilha do Projeto.

A Planta Industrial da Nexa, que aparece na visualização do *viewshed* como parcialmente afetada, não possui visada para a pilha do projeto.

Já no município de São Gonçalo do Abaeté, um observador que esteja no bairro Beira-Rio (V02 - Figura 11-4) ou em suas proximidades, no rio São Francisco (V01 - Figura 11-3), não identifica a pilha do Projeto em estudos, principalmente em razão de barreiras visuais na paisagem como morros e árvores.

As áreas próximas à Vila dos Albanos (V03) visualizam a pilha, praticamente em seu último estágio de implantação / operação, na elevação entre 570,0 e 576,0 metros (Figura 11-5).

Segundo a análise *viewshed*, a região da Ilha da Catuaba e Ilha do Periquito não identificam a estrutura do projeto, principalmente em função da cobertura vegetal da região. Contudo, as áreas rurais à noroeste na ADA, principalmente nas margens do rio São Francisco, visualizam facilmente a pilha do Projeto em estudo.

De acordo com o estudo de visadas, verifica-se que a estrada da Consciência e as áreas rurais a noroeste na ADA, principalmente nas margens do rio São Francisco são as regiões que mais visualizam a pilha do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

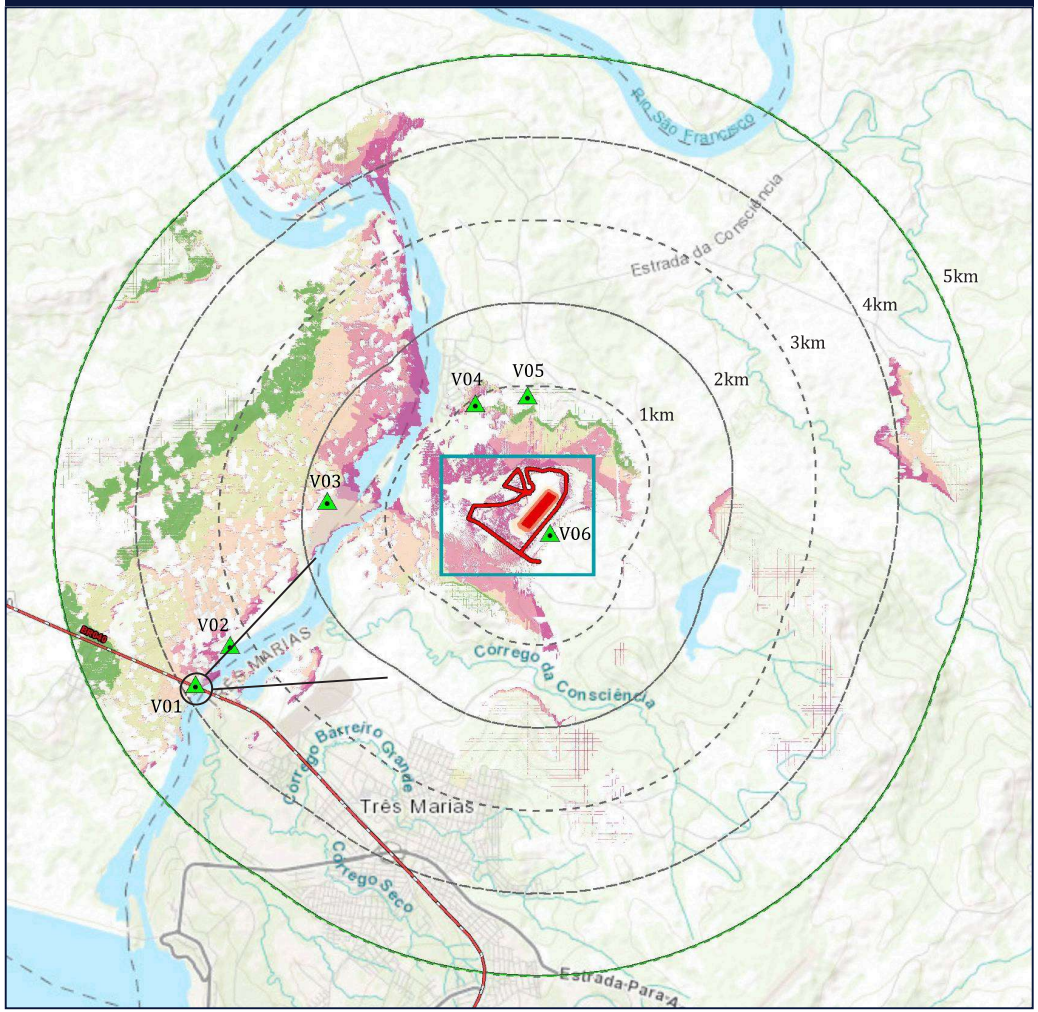
VISTA ATUAL



SIMULAÇÃO APÓS IMPLANTAÇÃO DA PILHA



MAPA CHAVE - ANÁLISE DE VISIBILIDADE DA PILHA NO TERRITÓRIO



VISADA N°:

01

Hipsometria da Pilha de Resíduos Industriais

- 540 - 550m
- 550 - 560m
- 560-570m
- 570 - 576m

Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Fonte dos Dados: Fotografias, Modelo 3D, Áreas de Influência (Trust, 2023); Basemap (ESRI, 2023).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

Figura 11-3: Visada para a pilha do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias a partir do ponto V01

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Gustavo L. Almeida	17/11/2023	NXTM-DRS-EIA-Visadas-A3-v00

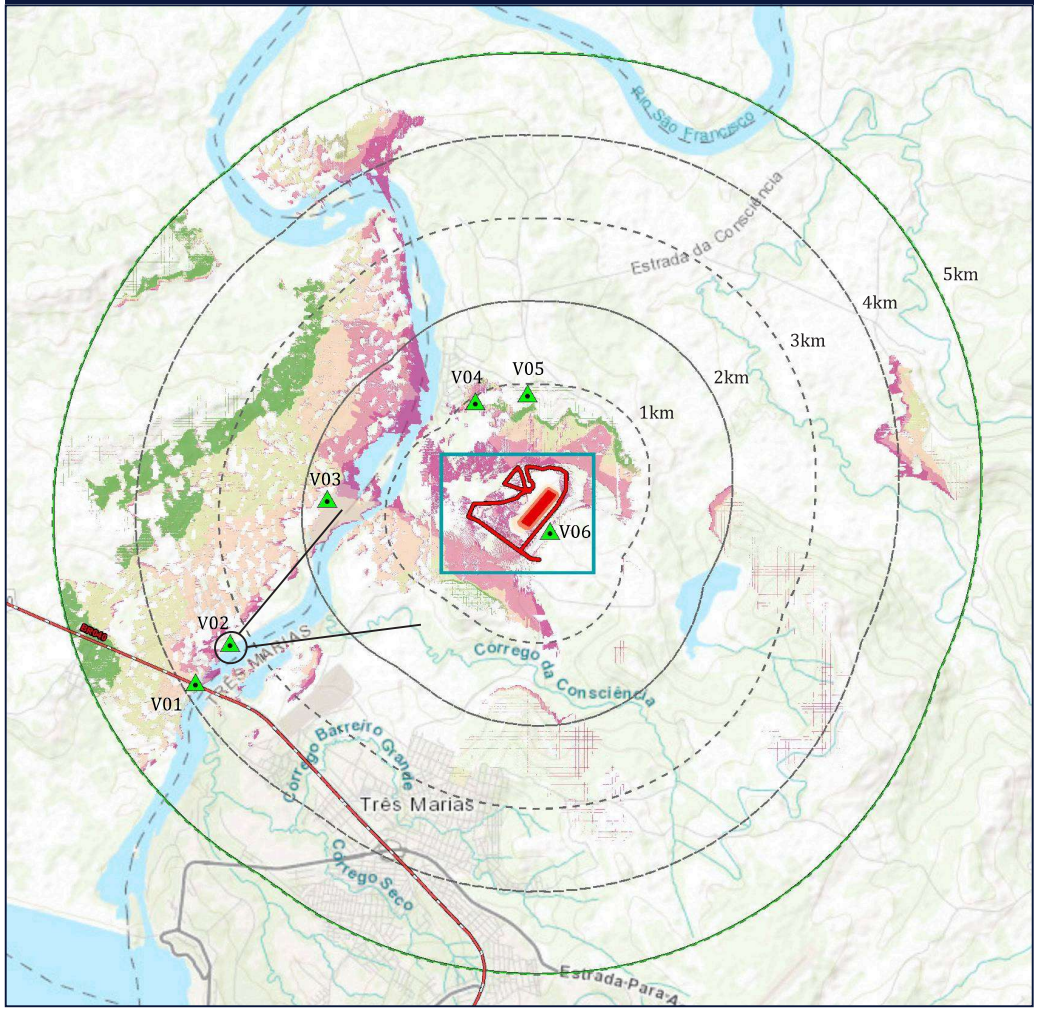
VISTA ATUAL



SIMULAÇÃO APÓS IMPLANTAÇÃO DA PILHA



MAPA CHAVE - ANÁLISE DE VISIBILIDADE DA PILHA NO TERRITÓRIO



VISADA N°:

02

Hipsometria da Pilha de Resíduos Industriais

- 540 - 550m
- 550 - 560m
- 560-570m
- 570 - 576m

Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Fonte dos Dados: Fotografias, Modelo 3D, Áreas de Influência (Trust, 2023); Basemap (ESRI, 2023).

nexa | TRUST

EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

Figura 11-4: Visada para a pilha do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias a partir do ponto V02

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Gustavo L. Almeida	17/11/2023	NXTM-DRS-EIA-Visadas-A3-v00

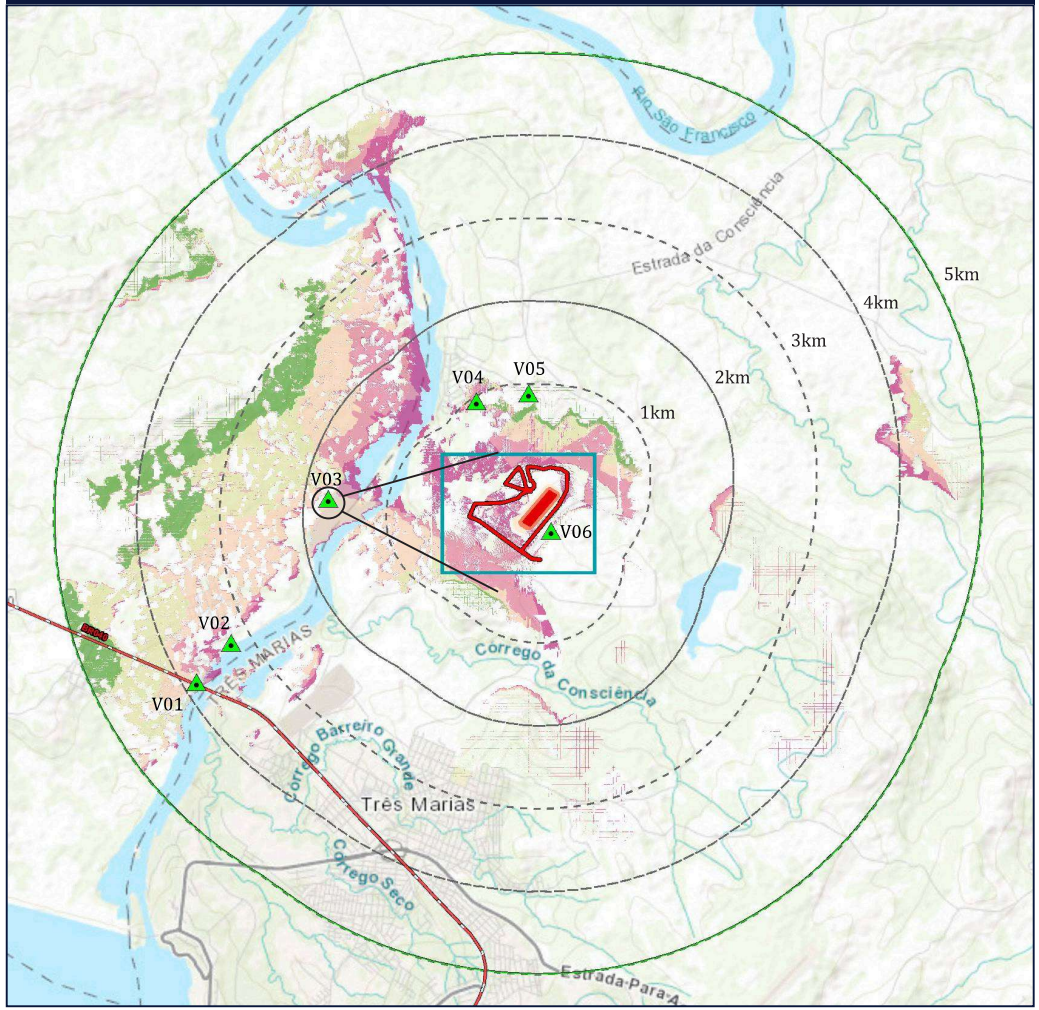
VISTA ATUAL



SIMULAÇÃO APÓS IMPLANTAÇÃO DA PILHA



MAPA CHAVE - ANÁLISE DE VISIBILIDADE DA PILHA NO TERRITÓRIO



VISADA N°:

03

Hipsometria da Pilha de Resíduos Industriais

- 540 - 550m
- 550 - 560m
- 560-570m
- 570 - 576m

Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Fonte dos Dados: Fotografias, Modelo 3D, Áreas de Influência (Trust, 2023); Basemap (ESRI, 2023).

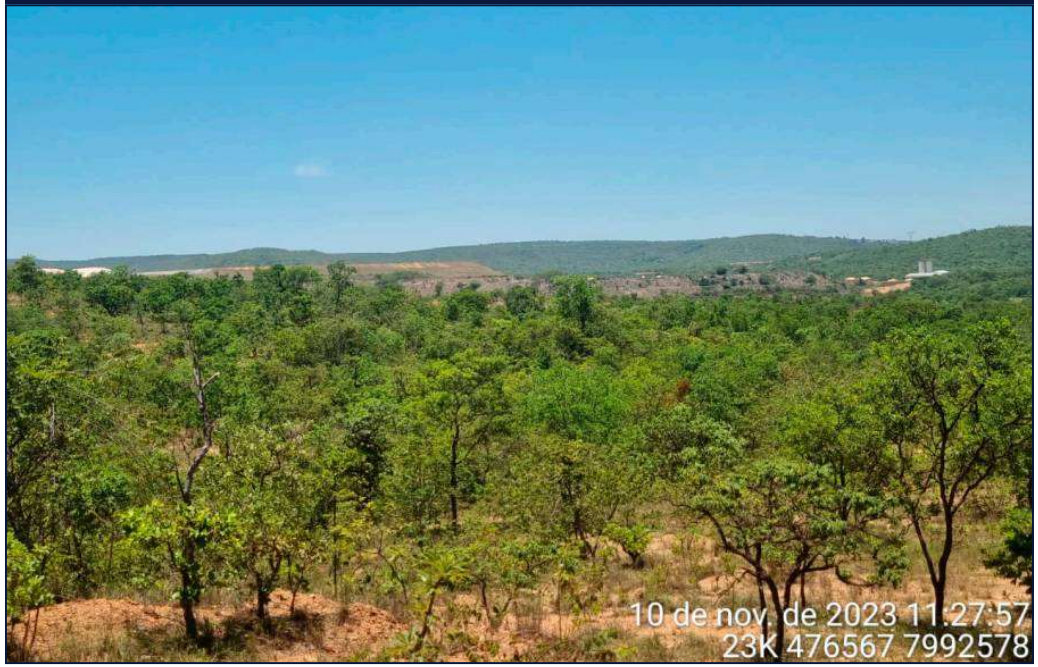
nexa | TRUST

EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

Figura 11-5: Visada para a pilha do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias a partir do ponto V03

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Gustavo L. Almeida	17/11/2023	NXTM-DRS-EIA-Visadas-A3-v00

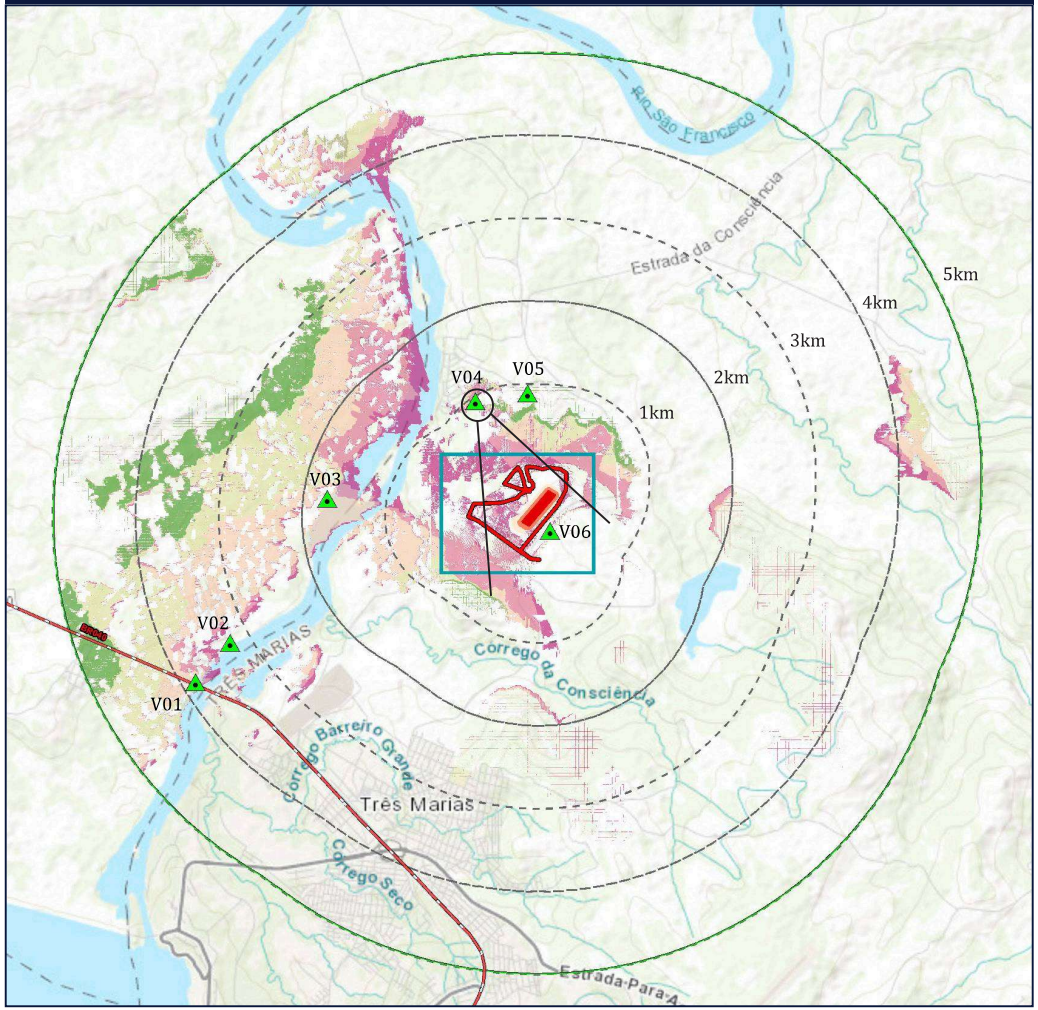
VISTA ATUAL



SIMULAÇÃO APÓS IMPLANTAÇÃO DA PILHA



MAPA CHAVE - ANÁLISE DE VISIBILIDADE DA PILHA NO TERRITÓRIO



VISADA N°:

04

Hipsometria da Pilha de Resíduos Industriais

- 540 - 550m
- 550 - 560m
- 560-570m
- 570 - 576m

Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Fonte dos Dados: Fotografias, Modelo 3D, Áreas de Influência (Trust, 2023); Basemap (ESRI, 2023).

nexa | TRUST

EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

Figura 11-6: Visada para a pilha do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias a partir do ponto V04

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Gustavo L. Almeida	17/11/2023	NXTM-DRS-EIA-Visadas-A3-v00

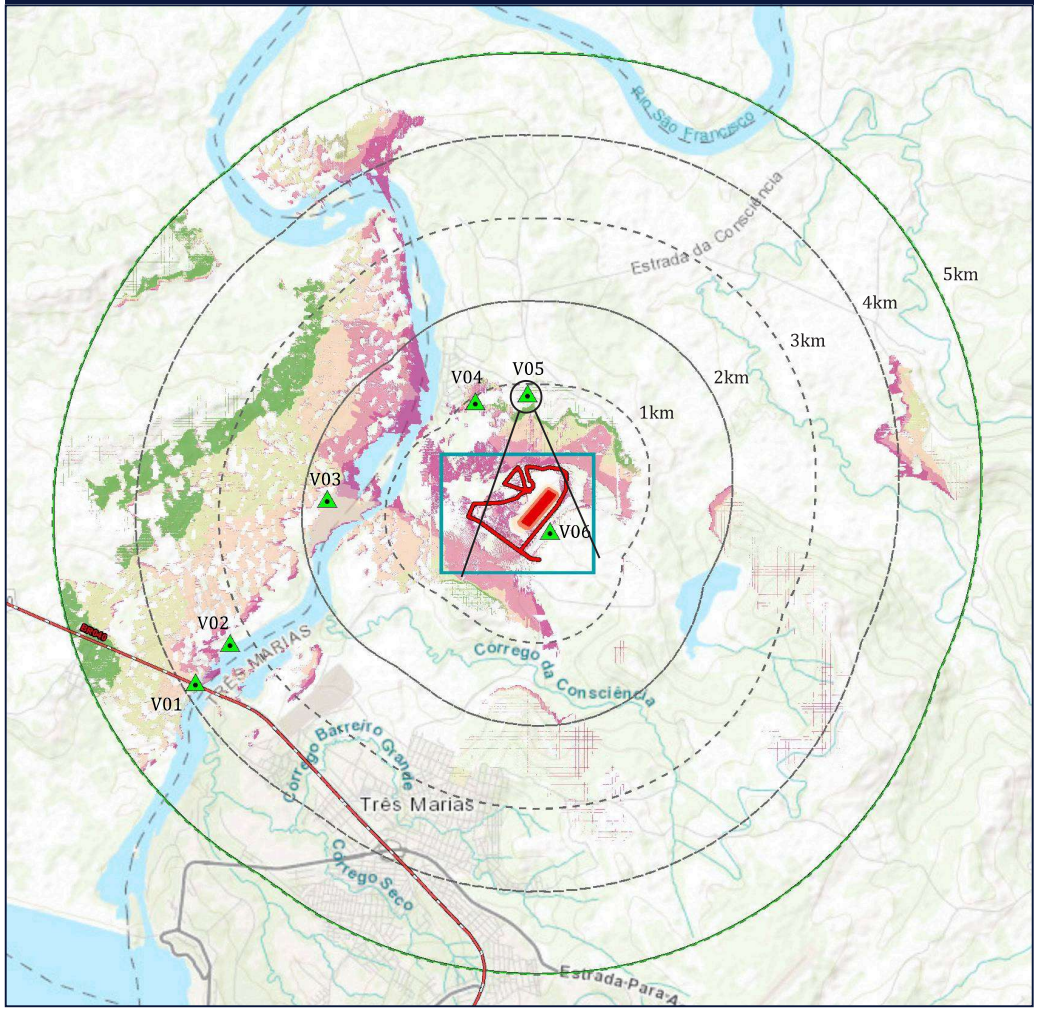
VISTA ATUAL



SIMULAÇÃO APÓS IMPLANTAÇÃO DA PILHA



MAPA CHAVE - ANÁLISE DE VISIBILIDADE DA PILHA NO TERRITÓRIO



VISADA N°:

05

Hipsometria da Pilha de Resíduos Industriais

- 540 - 550m
- 550 - 560m
- 560-570m
- 570 - 576m

Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Fonte dos Dados: Fotografias, Modelo 3D, Áreas de Influência (Trust, 2023); Basemap (ESRI, 2023).

nexa | TRUST

EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

Figura 11-7: Visada para a pilha do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias a partir do ponto V05

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Gustavo L. Almeida	17/11/2023	NXTM-DRS-EIA-Visadas-A3-v00

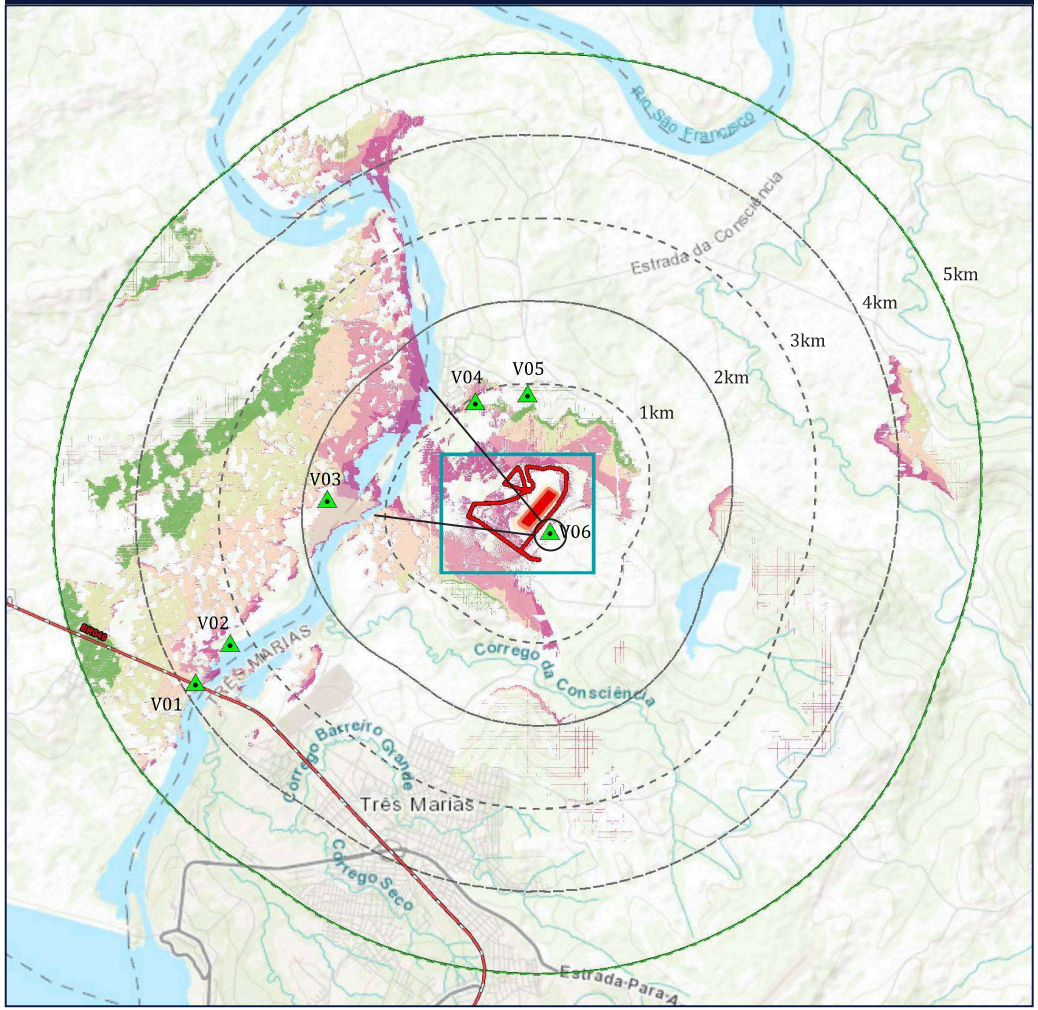
VISTA ATUAL



SIMULAÇÃO APÓS IMPLANTAÇÃO DA PILHA



MAPA CHAVE - ANÁLISE DE VISIBILIDADE DA PILHA NO TERRITÓRIO



VISADA N°:

06

Hipsometria da Pilha de Resíduos Industriais

- 540 - 550m
- 550 - 560m
- 560-570m
- 570 - 576m

Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Fonte dos Dados: Fotografias, Modelo 3D, Áreas de Influência (Trust, 2023); Basemap (ESRI, 2023).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

Figura 11-8: Visada para a pilha do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias a partir do ponto V06

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Gustavo L. Almeida	17/11/2023	NXTM-DRS-EIA-Visadas-A3-v00

Na fase de planejamento, não se espera a ocorrência deste impacto. Todavia, na fase de implantação, as atividades de corte de árvores isoladas, terraplenagem (incluindo relocação de acessos e bota-fora existente), execução de obras civis (incluindo implantação de sistema de drenagem) e finalmente a implantação da pilha de resíduo industrial e planta de filtragem poderão acarretar modificação da paisagem rural, considerando não apenas a pilha e a planta de filtragem, como, também, bota-fora, implantação do *sump* de drenagem da pilha e do *pond* de emergência, que representarão, ainda que em menor escala, a modificação da paisagem local em um território que tem vocação agropecuária, localmente marcado pela criação de gado, especialmente leiteiro.

Na fase de operação, quando a planta de filtragem, e pilha de resíduos, estiverem em pleno funcionamento, ocorrerá a consolidação de paisagem industrial no meio rural, permanecendo por toda a vida útil estimada do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais, e até que ocorra o descomissionamento da estrutura.

Na fase de fechamento, ocorrerá todas as atividades de recuperação/reabilitação da estrutura geotécnica e demais estruturas que compõem o Projeto. Para tal é esperado atividades de terraplenagem e revegetação de áreas degradadas, o que proporcionará uma melhoria significativa no impacto visual gerado nas fases de implantação e operação do empreendimento.

Como medidas de controle ambientais que podem contribuir para a redução do impacto visual provocado pela operação da pilha, cita-se a revegetação de taludes e superfícies com solo exposto. Para as fases de implantação e operação, a execução de um Programa de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD é considerado suficiente, sobretudo na implantação, após a movimentação em bota-foras. Na fase de fechamento, a execução de um Plano de Fechamento ou Descomissionamento da estrutura é fundamental para reverter o impacto visual provocado pela implantação e operação do Projeto.

O impacto de modificação da paisagem é considerado **adverso** nas fases de implantação e operação, por proporcionar transformação estética menos agradável, e **benéfico** na fase de fechamento do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, por representar a melhoria da paisagem em relação às fases anteriores, principalmente por já se tratar de uma área já degradada. O impacto apresenta ação **direta**, prazo de manifestação **imediato**, duração **permanente**, por manter-se ao longo de todas as fases do empreendimento, **irreversível**, uma vez que a execução do plano de fechamento não promoverá o reestabelecimento da paisagem original, de abrangência **local**, por interferir especialmente na área de influência direta, a possibilidade de ocorrência é **alta**, visto ser certo de ocorrer e de **pequena** magnitude para as fases de implantação e operação, por se tratar de um impacto estético e que se dará em um ambiente já antropizado, sendo considerado de **grande** magnitude para a fase de fechamento, já que as ações de recuperação/reabilitação para fechamento aproximarão a área das condições originais. A Modificação da Paisagem é classificada como de **grande** importância em todas as fases do projeto (implantação, operação e fechamento) pois tem caráter permanente, é facilmente percebida e muito relevante no contexto em que ocorre (local).

O impacto de modificação de paisagem, em realidade, foi gerado quando da implantação do DRM e, com a implantação, operação e fechamento do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais, sofrerá **cumulatividade**, visto ser mais uma estrutura geotécnica próximo ao Depósito de Rejeitos Murici – DRM. Este impacto, **não** apresenta potencial de interação com outro impacto, seja da mesma fonte ou não, que resulte em efeitos sinérgicos.

A Tabela 11-2apresenta o percurso metodológico para identificação do impacto, ao passo que a Tabela 11-3 traz uma síntese dos critérios de avaliação do impacto, em cada uma das fases do empreendimento.

Tabela 11-2: Identificação do impacto de Modificação de Paisagem

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
Implantação	Corte de árvores isoladas	Modificação de paisagem industrial em zona rural	Modificação de Paisagem	-	Programa de Recuperação de Áreas Degradadas
	Terraplenagem (incluindo relocação de acessos e bota fora existentes)	Modificação de paisagem industrial em zona rural		-	
	Execução de Obras Civis (incluindo implantação de sistema de drenagem)	Modificação de paisagem industrial em zona rural		-	
	Implantação de pilha de resíduo industrial e planta de filtragem	Modificação de paisagem industrial em zona rural		-	
Operação	Operação de estrutura geotécnica	Consolidação de paisagem industrial em zona rural		Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
Fechamento	Revegetação de áreas degradadas	Geração de áreas recuperadas/ reabilitadas		-	Plano de Fechamento
	Terraplenagem (incluindo relocação de acessos)	Geração de áreas recuperadas/ reabilitadas		-	

Tabela 11-3: Avaliação do impacto de Modificação da Paisagem

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Efeito	Não previsto	Adverso	Adverso	Benéfico
Ação		Direta	Direta	Direta
Prazo de Manifestação		Imediato	Imediato	Imediato

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Duração/Temporalidade		Permanente	Permanente	Permanente
Reversibilidade		Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência Espacial		Local	Local	Local
Possibilidade de Ocorrência		Alta	Alta	Alta
Magnitude		Pequena	Pequena	Grande
Importância		Grande	Grande	Grande
Cumulatividade		Cumulativo	Cumulativo	Cumulativo
Sinergia		Não Sinérgico	Não Sinérgico	Não Sinérgico

11.2.1.2 Interferência na Dinâmica Geomorfológica

A implantação e operação de uma estrutura geotécnica pode promover a interferência na dinâmica geomorfológica, ao realizar atividades que influenciam tanto em processos erosivos quanto deposicionais. Está, portanto, associado às alterações topográficas e no fluxo das águas.

Na fase de planejamento, este impacto é considerado insignificante, pois as investigações/estudos preliminares não têm potencial de promover grandes alterações na dinâmica geomorfológica.

Na fase de implantação, este impacto está relacionado às atividades de corte de árvores isoladas, limpeza do terreno, terraplenagem (incluindo relocação de acessos e bota-fora existente), disposição de material em bota-fora, execução de obras civis (incluindo implantação de sistema de drenagem), implantação de camada impermeabilizante na base da pilha de resíduo industrial e implantação de áreas impermeabilizadas em estruturas do projeto (SUMP, planta de filtragem, pond de emergência). Todas essas atividades podem provocar a geração de sedimentos e/ou a geração de interferências no escoamento superficial e infiltração da água. Estes aspectos podem influenciar na dinâmica erosiva e deposicional das áreas, podendo resultar na instalação de processos erosivos, movimentos de massa e assoreamento de cursos hídricos.

No contexto da fase de implantação, a execução de Programa de Controle de Processos Erosivos e Disciplinamento de Águas Pluviais e de Programa de Recuperação de Áreas Degradadas é essencial para mitigar as possíveis interferências na dinâmica de processos erosivos e deposicionais, ao promover ações de manutenção da estabilidade de superfícies inclinadas, correção de processos erosivos e movimentos de massa, a manutenção e correção de danos de dispositivos de drenagem e recuperação/reabilitação das áreas de bota-fora.

Na fase de operação, as atividades de transporte e disposição de resíduos industriais em pilha, operação de sistema de drenagem e operação de estrutura geotécnica impermeabilizada, pode ocasionar a geração de sedimentos e interferências ao escoamento superficial e infiltração da

água. A geração de sedimentos, se instalados processos erosivos em taludes e demais áreas do entorno por consequência, é capaz de alterar os processos deposicionais, sobretudo em cursos d'água. Um dos controles existentes é a revegetação de taludes e superfícies com solo exposto, o qual contribui para evitar a instalação de processos erosivos. O sistema de drenagem pluvial constitui outro importante controle, em virtude que os dispositivos de drenagem podem tanto contribuir para impedir a ocorrência de processos erosivos, ao dar direcionamento controlado para as águas pluviais (como canaletas, leiras e valetas de proteção de taludes e dissipadores de energia), quanto evitar o carreamento de sedimentos para vertentes e, principalmente cursos d'água (bacias de contenção de sedimentos, como os SUMPs).

Por outro lado, a utilização dos dispositivos de drenagem pode promover a geração de sedimentos, sobretudo se o sistema não estiver bem dimensionado ou as ações de manutenção nos dispositivos de drenagem não forem corretamente executadas. Exemplificando: se uma canaleta, um dissipador de energia ou uma bacia de contenção não for capaz de comportar o volume de escoamento superficial produzido na área de contribuição, poderá transbordar, provocando processos erosivos, dependendo da localização dos dispositivos. O mesmo poderá ocorrer se estas estruturas de drenagem estiverem danificadas ou assoreadas.

Nesta fase, o Programa de Controle e Monitoramento Geotécnico, voltadas ao acompanhamento das condições de estabilidade da Pilha, abrange ações que visam não somente a prevenção, mas também a correção de possíveis processos erosivos, movimentos de massa, operação incorreta do sistema de drenagem etc.

Na fase de fechamento, as atividades de exploração de áreas de empréstimo, terraplenagem (incluindo relocação de acessos), execução de obras civis e revegetação de áreas degradadas têm possibilidade de, durante sua execução, gerar sedimentos e interferir no escoamento superficial e na infiltração da água. De outro ponto de vista, espera-se que estas ações sejam capazes de promover a estabilidade física do local, impedindo permanentemente a ocorrência do Impacto de Interferências na Dinâmica Geomorfológica. Neste contexto, é de extrema importância a execução do Plano de Fechamento.

O impacto de Interferência na Dinâmica Geomorfológica é avaliado como **adverso** nas fases de implantação e operação, pois compreende alteração adversa no equilíbrio entre morfogênese e pedogênese. Já na fase de fechamento, é tratado como de **duplo efeito**, haja vista que, temporariamente (durante as atividades de fechamento) pode ser adverso, mas, uma vez obtida a estabilização física das áreas, o impacto é benéfico. A ação é **direta**, com prazo de manifestação em geral, de **médio prazo**. A duração é **permanente**, por ser possível de ocorrer ao longo de cada uma das fases consideradas, é **irreversível,** pois impermeabiliza uma área de recarga, a abrangência é **local**, capaz de afetar sobretudo a área de influência direta, de **média** magnitude, pois caso ocorra, representa uma alteração significativa em relação à condição diagnosticada. A importância é classificada como **média** nas fases de implantação e operação e a possibilidade de ocorrência deste impacto é **alta**. Já na fase de fechamento, considerando a intenção de promover a estabilidade física das superfícies, é considerado de **média** importância.

Trata-se de um impacto **cumulativo** que deverá ocorrer principalmente nas fases de implantação e operação, não se limitando a elas, em virtude da sobreposição das atividades do Projeto em estudo às atividades associadas à operação das demais estruturas geotécnicas da Unidade de Três Marias.

O impacto de interferência na Dinâmica Geomorfológica não apresenta potencial de interação com outro impacto, seja da mesma fonte ou não, que resulte em efeitos sinérgicos.

A Tabela 11-4 apresenta o percurso metodológico para identificação do impacto, ao passo que a Tabela 11-5 traz uma síntese dos critérios de avaliação do impacto.

Tabela 11-4: Identificação do impacto de Interferência na Dinâmica Geomorfológica

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
Implantação	Corte de árvores isoladas	Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água	Interferência na Dinâmica Geomorfológica	-	Programa de Recuperação de Áreas Degradadas Programa de Controle de Processos Erosivos e Disciplinamento de Águas Pluviais Programa de Monitoramento Qualiquantitativo das Águas Superficiais, Subterrâneas e dos Efluentes Líquidos
	Limpeza do terreno	Geração de sedimentos; Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água		-	
	Terraplenagem (incluindo relocação de acessos e bota fora existente)	Geração de sedimentos; Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água		Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto; - Sistema de drenagem pluvial provisório	
	Disposição de material em bota-fora	Geração de sedimentos		Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto; - Sistema de drenagem pluvial provisório	
	Execução de obras civis (incluindo implantação de sistema de drenagem)	Geração de sedimentos		-	
	Implantação de camada impermeabilizante na base da pilha de resíduo industrial	Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água		Sistema de drenagem pluvial provisório	
	Implantação de áreas impermeabilizadas em estruturas do projeto (*sump*, planta de	Geração de interferências ao escoamento superficial e		Sistema de drenagem pluvial provisório	

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
	filtragem, *pond* de emergência)	infiltração da água			
Operação	Transporte e disposição de resíduos industriais em pilha	Geração de sedimentos		-	Programa de Controle e Monitoramento Geotécnico
	Operação de sistema de drenagem	Geração de sedimentos; Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água		Sistema de drenagem pluvial	
	Operação de estrutura geotécnica	Geração de sedimentos; Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água		Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto; Sistema de drenagem pluvial	
	Operação de estrutura geotécnica impermeabilizadas	Geração de interferências na infiltração da água		Sistema de drenagem pluvial	
Fechamento	Exploração de Áreas de Empréstimo	Geração de sedimentos; Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água		-	Plano de Fechamento
	Execução de obras civis	Geração de sedimentos;		-	
	Terraplenagem (incluindo relocação de acessos)	Geração de sedimentos; Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água		-	
	Implantação de camada impermeabilizante para recobrimento da pilha de resíduo industrial	Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água		-	
	Revegetação de Áreas Degradadas	Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água		-	

| Tabela 11-5: Avaliação do impacto de Dinâmica Geomorfológica

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Efeito	Não previsto	Adverso	Adverso	Duplo Efeito
Ação		Direta	Direta	Direta
Prazo de Manifestação		Médio Prazo	Médio Prazo	Médio Prazo
Duração/Temporalidade		Permanente	Permanente	Permanente
Reversibilidade		Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência Espacial		Local	Local	Local
Possibilidade de Ocorrência		Alta	Alta	Alta
Magnitude		Média	Média	Média
Importância		Média	Média	Média
Cumulatividade		Cumulativo	Cumulativo	Cumulativo
Sinergia		Não Sinérgico	Não Sinérgico	Não Sinérgico

11.2.1.3 Interferência nas Propriedades Químicas do Solo

O impacto de interferências nas propriedades químicas do solo diz respeito à potencial contaminação do solo em razão das atividades desenvolvidas em superfície.

O Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias é composto principalmente por uma pilha de disposição dos resíduos industriais secos com sistema de impermeabilização, o qual pode interferir nas propriedades químicas do solo.

Em 2022 a empresa Engequisa / Diefra realizou ensaios em amostras do rejeito de zinco sem mistura. As análises no extrato lixiviado indicaram a presença de Cádmio Total, Chumbo Total, Manganês Total, Sulfato e Zinco em concentrações superiores aos limites estabelecidos na ABNT 10.004:2004. que conferem toxicidade às amostras e classificam o resíduo como Perigoso - Classe I, não inerte.

Portanto, se os resíduos industriais não forem adequadamente dispostos na pilha e monitorados frequentemente, poderão constituir fontes potenciais de contaminação.

Desde 2005 são realizados, na Unidade da Nexa em Três Marias, estudos de investigação ambiental específica e monitoramento das áreas do empreendimento, para compreender o contexto do quadro ambiental integrado da Unidade.

Em 2016 foi concluído o estudo de investigação preliminar de toda a Unidade e entre 2018 e 2019, foram realizados os estudos de investigação confirmatória de contaminação. Com isso, em dezembro/2020, a Nexa realizou o cadastro de suspeita de contaminação para área do entorno do

Depósito de Rejeitos Murici – DRM e, em seguida, iniciou as investigações, conforme legislação aplicável, com a execução da investigação detalhada, a qual foi concluída em 2022.

De acordo com os resultados analíticos apresentados pela WSP (2022), na região do DRM e da Barragem do Córrego da Lavagem -BCL há a contaminação da água subterrânea e dos solos locais, por metais como cádmio, cobalto, chumbo, ferro, manganês, níquel, prata e zinco.

Analisando-se a localização da Área Diretamente Afetada - ADA do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, verifica-se que ela está nas proximidades do DRM. Dessa forma, os solos da ADA poderão ser contaminados pela água subterrânea, em função da dispersão desses metais pelo fluxo subterrâneo, o qual apresenta direção SE-NW, seguindo do DRM para a ADA. Mediante a contaminação, as propriedades químicas do solo também poderão ser alteradas.

Com relação ao Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, na fase de planejamento, não ocorrerão atividades capazes de interferir de forma significativa as propriedades químicas do solo.

Na fase de implantação, dentre os aspectos que podem contribuir para produzir interferências nas propriedades químicas do solo, tem-se: geração de efluentes líquidos (oleosos e sanitários) e geração de resíduos sólidos, decorrentes das atividades do canteiro de obras permanente da Unidade Três Marias (gerando efluentes sanitários em banheiros e vestiários e efluentes oleosos quando da manutenção de veículos e equipamentos), implantação de instrumentos de monitoramento geotécnico e execução de obras civis (incluindo implantação de sistema de drenagem). Os resíduos sólidos e os efluentes líquidos, se não forem adequadamente acondicionados ou se foram destinados de forma incorreta, com disposição no solo, podem constituir fontes potenciais de contaminação. Neste sentido, deve-se prever sempre o armazenamento temporário de resíduos em local adequado e destinação final correta, da mesma forma que os efluentes devem ser corretamente acondicionados e tratados antes de serem lançados no ambiente. Sugere a execução do Programa de Gestão de Resíduos Sólidos e o Programa de Monitoramento Qualiquantitativo das Águas Superficiais, Subterrâneas e dos Efluentes Líquidos.

Na fase de operação, dois aspectos podem levar ao impacto de interferência nas propriedades químicas do solo, sendo eles: geração de efluentes líquidos e o lançamento de efluentes em cursos d'água. A filtragem do resíduo industrial acarretará a geração de efluentes líquidos e a recuperação, adução e tratamento de efluente ocasionará no aspecto lançamento de efluente tratado em curso d'água. Ou aspecto é a própria disposição do resíduo na pilha, que leva à geração de efluentes líquidos, o que poderia percolar para o solo, caso não exista/fosse previsto o sistema de impermeabilização e detecção de vazamentos. Menciona-se, novamente, que o resíduo industrial que será disposto no depósito é classificado como Classe I (perigoso), conforme norma ABNT NBR 10.004, apresentando potencial de solubilização e lixiviação de diversos componentes químicos, especialmente de metais.

Destaca-se que para a fundação da pilha do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias foi projetado um sistema de impermeabilização utilizando-se geomembrana de PEAD aplicada sobre a argila compactada, sob a qual serão instalados drenos de detecção de vazamentos. O fundo do *sump* e do *pond* também receberão um sistema de impermeabilização, acrescida de uma camada protetiva e um sistema de detecção de vazamentos.

Na fase de operação, sugere-se a implementação de Programa de Monitoramento Qualiquantitativo das Águas Superficiais, Subterrâneas e dos Efluentes Líquidos e Programa de Controle e Monitoramento Geotécnico. O primeiro seria capaz de indicar possíveis problemas em relação à destinação dos efluentes e, o segundo, deve prever o acompanhamento do sistema de detecção de vazamentos

Na fase de fechamento, as atividades previstas podem gerar resíduos sólidos, com potencial para interferir nas propriedades químicas do solo, caso não sejam corretamente acondicionados e destinados. Porém, também significará a estabilização química e física da área, sendo que as próprias ações previstas para o descomissionamento, e que estarão contempladas no Plano de Fechamento, atuam na reversibilidade deste impacto. Destaca-se que o Plano de Fechamento deve promover investigações ambientais e ações de descontaminação, caso necessário.

O impacto de interferências nas propriedades químicas do solo é considerado **adverso** nas fases de implantação e operação, por potencialmente significar a deterioração da qualidade do solo, existindo risco à saúde humana e risco ecológico. Já na fase de fechamento, é classificado como de **duplo efeito**, pois é esperada a estabilização química das áreas sob influência do depósito. A ação é **direta**, decorrente das atividades do empreendimento, a manifestação se dá em **médio prazo** (por geralmente depender de lixiviação de contaminantes), a duração é **permanente**, sendo o impacto tratado como **reversível**, uma vez que existem soluções para recuperação e reabilitação das áreas, promovendo a estabilização química. A abrangência espacial é classificada como **pontual**, haja vista que potenciais interferências nas propriedades químicas do solo são mais prováveis de ocorrerem próximo ao local onde estão as fontes de contaminação, considerando que os controles e programas previstos sejam bem executados, a possibilidade de ocorrência deste impacto é **baixa**. A magnitude e a importância são classificadas como **pequena**, em razão da abrangência pontual (em se tratando de solos), da reversibilidade e, também, pelos sistemas de controle já previstos em projeto, em especial o de impermeabilização.

Este impacto possui potencial de **cumulatividade** em razão da possibilidade de que interaja com impactos de outras atividades executadas na Unidade Três Marias. De fato, a propriedade cumulativa que se analisa para este impacto diz muito mais respeito ao potencial de acumulação, haja vista que, se todos os controles ambientais foram devidamente adotados, é improvável que o impacto ocorra.

É conhecido os passivos ambientais que a Unidade Três Marias da Nexa possui em decorrência da contaminação dos solos e das águas subterrâneas na região do DRM e BCL, e, como mencionado

anteriormente, os solos da ADA poderão ser contaminados pela água subterrânea, em função da dispersão de metais pelo fluxo subterrâneo, influenciando nas propriedades químicas do solo.

Dessa forma, o impacto de Interferência nas Propriedades Químicas do Solo apresenta potencial de interação com outro impacto, seja da mesma fonte ou não, que resulte em efeitos sinérgicos.

A Tabela 11-6 apresenta o percurso metodológico para identificação do impacto, ao passo que a Tabela 11-7 traz uma síntese dos critérios de avaliação do impacto.

Tabela 11-6: Identificação do impacto de Interferência nas Propriedades Químicas do Solo

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
Implantação	Utilização do canteiro de obras permanente da Unidade Três Marias (incluindo posto de combustível e manutenção em veículos)	Geração de resíduos sólidos; Geração de efluentes sanitários; Geração de efluentes oleosos	Interferência nas Propriedades Químicas do Solo	Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final corretos. Destinação correta (tratamento) de efluentes oleosos. Destinação correta (tratamento) de efluentes sanitários	Programa de Gestão de Resíduos Sólidos. Programa de Monitoramento Qualiquantitativo das Águas Superficiais, Subterrâneas e dos Efluentes Líquidos
	Execução de Obras Civis (incluindo implantação de sistema de drenagem)	Geração de resíduos sólidos		Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final correta	
	Implantação de instrumentos de monitoramento geotécnico	Geração de resíduos sólidos		Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final correta	
Operação	Filtragem de resíduo industrial	Geração de efluentes líquidos		Sistema de impermeabilização e detecção de vazamentos	Programa de Monitoramento Qualiquantitativo das Águas Superficiais, Subterrâneas e dos Efluentes Líquidos Programa de Controle e Monitoramento Geotécnico.
	Recuperação, adução e tratamento de efluente	Lançamento de efluente tratado em cursos d'água		Tratamento de efluentes líquidos	
Fechamento	Desmontagem de estruturas	Geração de resíduos sólidos		Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final correta	Plano de Fechamento
	Execução de obras civis	Geração de resíduos sólidos			
	Terraplenagem (incluindo relocação de acessos)	Geração de resíduos sólidos			

| Tabela 11-7: Avaliação do impacto de Propriedades Químicas do Solo

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Efeito	Insignificante	Adverso	Adverso	Duplo efeito
Ação		Direta	Direta	Direta
Prazo de Manifestação		Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo
Duração/Temporalidade		Permanente	Permanente	Permanente
Reversibilidade		Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência Espacial		Pontual	Pontual	Pontual
Possibilidade de Ocorrência		Baixa	Baixa	Baixa
Magnitude		Pequena	Pequena	Pequena
Importância		Pequena	Pequena	Pequena
Cumulatividade		Cumulativo	Cumulativo	Cumulativo
Sinergia		Sinérgico	Sinérgico	Sinérgico

11.2.1.4 Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea

O impacto de interferência na dinâmica hídrica superficial e subterrânea decorre de qualquer atividade que possa causar alteração nas condições de fluxo dos sistemas hídricos superficiais ou subterrâneos.

Na fase de planejamento, entende-se que este impacto é insignificante. Na fase de implantação, pode decorrer de uma gama de atividades, sendo elas: Utilização do canteiro de obras permanente da Unidade Três Marias (incluindo posto de combustível e manutenção em veículos), corte de árvores isoladas, limpeza do terreno, disposição de material em bota-fora, terraplenagem (incluindo relocação de acessos e bota-fora existente), execução de obras civis (incluindo implantação de sistema de drenagem), implantação de camada impermeabilizante na base da pilha de resíduo industrial e implantação de áreas impermeabilizadas em estruturas do projeto (*SUMP*, planta de filtragem, *pond* de emergência). Estas atividades podem condicionar a geração de resíduos, geração de efluentes líquidos (sanitários ou oleosos), interferências no escoamento superficial e na infiltração da água e geração de sedimentos.

O corte de árvores isoladas e a limpeza do terreno, uma das principais atividades da implantação, gera a interferência ao escoamento superficial e infiltração da água, uma vez que promove a remoção do solo e exposição do substrato, deste modo inicia-se a alteração da dinâmica hídrica, uma vez que o ambiente se modifica em relação a infiltração da água e escoamento superficial.

A implantação de camada impermeabilizante na base da pilha de resíduo industrial, bem como no *sump e pond,* representa uma redução nas taxas de infiltração, que tendem a ser menores nestas

áreas, modificando, assim, as condições de circulação de águas subterrâneas. Poderá ser observado, ainda, um aumento na velocidade do escoamento superficial.

Os resíduos sólidos, se não armazenados e descartados corretamente, podem atingir os cursos hídricos, interferindo na dinâmica hídrica. O mesmo ocorre com os sedimentos que, caso não sejam controlados, podem carrear aos cursos d'água, causando, até mesmo, assoreamento. No caso dos efluentes líquidos, estes também precisam ser controlados para que não cheguem aos cursos d'agua ou infiltrem no solo, gerando modificações limnológicas, por conter sólidos e óleos e graxas, sobretudo.

Ainda na fase de implantação, a retirada de vazão de curso d'água, referente à captação no rio São Francisco para utilização nas obras, pode interferir na dinâmica hídrica. Todavia, os montantes captados, sobretudo aqueles com destinação às obras, são praticamente insignificantes face a disponibilidade hídrica local.

O cenário diagnosticado indicou, como era esperado, que a disponibilidade hídrica no rio São Francisco é significativamente elevada. Por meio de análise de dados de estação fluviométrica localizada próxima à área do Projeto, verificou-se que a outorga que a Nexa Recursos Minerais S.A. possui junto à Agência Nacional de Águas - ANA para captação superficial no rio São Francisco e que será utilizada no âmbito do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais (Outorga nº 1483/2024 - autoriza a captação de 190 m^3/h durante 24 horas por dia e em todos os meses do ano), corresponde a 0,04% da $Q_{7,10}$ calculada para a estação UHE Três Marias Jusante (41020002), posicionada logo a 4,5 km a montante da captação.

Para mitigar o impacto de interferência na dinâmica hídrica superficial e subterrânea na fase de implantação, as medidas de controle/mitigação aplicáveis são: armazenamento temporário de resíduos em local adequado e destinação correta; destinação correta, com tratamento, dos efluentes líquidos; revegetação de taludes e superfícies com solo exposto e sistema de drenagem pluvial provisório nas frentes de obras. Sugere-se, também, a execução dos seguintes programas: Programa de Monitoramento Qualiquantitativo das Águas Superficiais, Subterrâneas e dos Efluentes Líquidos, Programa de Gestão de Resíduos Sólidos, Programa de Controle de Processos Erosivos e Disciplinamento das Águas Pluviais e Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

Na fase de operação, os aspectos de geração de sedimentos, geração de efluentes líquidos, lançamento de efluente tratado em cursos d'água e geração de interferências no escoamento superficial e infiltração da água também podem ocorrer, porém em decorrência de atividades como o transporte e disposição de resíduos industriais em pilha, filtragem de resíduos industrial, a operação de sistemas de drenagem, incluindo o *sump* e o *pond* e pela própria operação da estrutura geotécnica.

Para esta fase, recomenda-se a implementação do Programa de Controle e Monitoramento Geotécnico e do Programa de Monitoramento Qualiquantitativo das Águas Superficiais, Subterrâneas e dos Efluentes Líquidos

As atividades previstas para a fase de fechamento podem gerar sedimentos, resíduos sólidos e interferências no escoamento superficial e na infiltração da água, afetando a dinâmica hídrica superficial e subterrânea. Porém, também significará a estabilização física da área, sendo que as próprias ações previstas para o descomissionamento, e que estarão contempladas no Plano de Fechamento, atuam na reversibilidade deste impacto.

O impacto de interferências na dinâmica hídrica superficial e subterrânea é considerado **adverso** nas fases de implantação e operação, por representar modificações nas condições naturais de fluxos das águas, ao passo que na fase de fechamento é tido como de **duplo efeito**, uma vez que as ações de descomissionamento atual na reversibilidade do impacto. Possui ação **direta**, por decorrer diretamente das atividades do empreendimento, o prazo de manifestação é **imediato** e a duração **permanente**, por perdurar ao longo de cada uma das fases em que ocorre. O impacto é **reversível**, considerando que medidas mitigadoras e ações de descomissionamento podem cessar as interferências na dinâmica hídrica. A abrangência é **local**, por ser passível de ocorrer na área de influência direta do empreendimento, considerando que os controles e programas previstos sejam bem executados, a possibilidade de ocorrência deste impacto é **baixa**. A magnitude e a importância são avaliadas como **pequena**, em razão de um impacto ser local e reversível, além de potencialmente controlado/mitigado.

Este impacto é avaliado como **cumulativo**, em razão da possibilidade de somar-se ao impacto já existente das operações da Unidade Três Marias. As obras de implantação levantarão uma gama de atividades que terão, por exemplo, a geração de sedimentos que poderão se somar a geração de sedimentos advindos da operação dos dispositivos de drenagem já existentes potencializando o impacto.

O impacto de Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea **não** apresenta potencial de interação com outro impacto, seja da mesma fonte ou não, que resulte em efeitos sinérgicos.

A Tabela 11-8 apresenta o percurso metodológico para identificação do impacto, ao passo que a Tabela 11-9 traz uma síntese dos critérios de avaliação do impacto.

Tabela 11-8: Identificação do impacto de Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
Implantação	Utilização do canteiro de obras permanente da Unidade Três Marias (incluindo posto de combustível e manutenção em veículos)	Geração de resíduos sólidos; Geração de efluentes sanitários; Geração de efluentes oleosos	Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea	Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final corretos. Destinação correta (tratamento) de efluentes sanitários Destinação correta (tratamento) de efluentes oleosos.	Programa de Monitoramento Qualiquantitativo das Águas Superficiais, Subterrâneas e dos Efluentes Líquidos Programa de Gestão de Resíduos Sólidos
	Execução de Obras Civis (incluindo	Geração de sedimentos;		Armazenamento temporário de resíduos	

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
	implantação de sistema de drenagem)	Geração de resíduos sólidos		em local correto e destinação final correta	Programa de Controle de Processos Erosivos e Disciplinamento das Águas Pluviais Programa de Recuperação de Áreas Degradadas
	Implantação de instrumentos de monitoramento geotécnico	Geração de resíduos sólidos		Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final correta	
	Captação de água para utilização nas obras	Retirada de vazão em curso d'água			
	Corte de árvores isoladas	Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água			
	Limpeza do terreno	Geração de sedimentos; Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água			
	Disposição de material em bota-fora	Geração de sedimentos		Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto; Sistema de drenagem pluvial provisório	
	Terraplenagem (incluindo relocação de acessos e bota-fora existente)	Geração de sedimentos; Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água		Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto; Sistema de drenagem pluvial provisório	
	Implantação de camada impermeabilizante na base da pilha de resíduo industrial	Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água		Sistema de drenagem pluvial provisório	
	Implantação de áreas impermeabilizadas em estruturas do projeto (SUMP, planta de filtragem, pond de emergência)	Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água		Sistema de drenagem pluvial provisório	
Operação	Filtragem de resíduo industrial	Geração de efluentes líquidos		Tratamento de efluentes líquidos industriais	Programa de Controle e Monitoramento Geotécnico; Programa de Monitoramento Qualiquantitativo das Águas Superficiais, Subterrâneas e dos Efluentes Líquidos
	Transporte e disposição de resíduos industriais em pilha	Geração de sedimentos		Sistema de drenagem pluvial	
	Recuperação, adução e tratamento de efluente	Lançamento de efluente tratado em cursos d'água		Tratamento de efluentes líquidos industriais	

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
	Operação de sistema de drenagem	Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água; Geração de sedimentos		Sistema de drenagem pluvial	
	Operação da estrutura geotécnica impermeabilizada	Geração de interferências na infiltração da água			
	Operação de estrutura geotécnica	Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água, Geração de sedimentos		Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto; Sistema de drenagem pluvial	
Fechamento	Execução de obras civis	Geração de resíduos sólidos; Geração de sedimentos		Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final correta	Plano de Fechamento
	Exploração de áreas de empréstimo	Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água; Geração de sedimentos		Revegetação de taludes e superfícies expostas	
	Revegetação de áreas degradadas	Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água			
	Terraplenagem (incluindo relocação de acessos)	Geração de sedimentos; Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água; Geração de resíduos sólidos		Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final correta	

Tabela 11-9: Avaliação do impacto de Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Efeito	Insignificante	Adverso	Adverso	Duplo efeito
Ação		Direta	Direta	Direta
Prazo de Manifestação		Imediato	Imediato	Imediato

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Duração/Temporalidade		Permanente	Permanente	Permanente
Reversibilidade		Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência Espacial		Local	Local	Local
Possibilidade de Ocorrência		Alta	Alta	Alta
Magnitude		Pequena	Pequena	Pequena
Importância		Pequena	Pequena	Pequena
Cumulatividade		Cumulativo	Cumulativo	Cumulativo
Sinergia		Não Sinérgico	Não Sinérgico	Não Sinérgico

11.2.1.5 Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas

A qualidade da água representa um conjunto de concentrações, especiações e partições físicas e químicas de substâncias orgânicas e inorgânicas capazes de mensurar as condições de um corpo hídrico. A qualidade da água pode variar em função de fatores naturais, como a sazonalidade, e por atividades antrópicas que podem introduzir, direta ou indiretamente, substâncias e energia que resultam no comprometimento da qualidade da água e seus usos. Neste sentido, a qualidade das águas é um indicador das condições de um sistema hídrico, onde pode-se mensurar o grau de degradação ou conservação dos corpos hídricos.

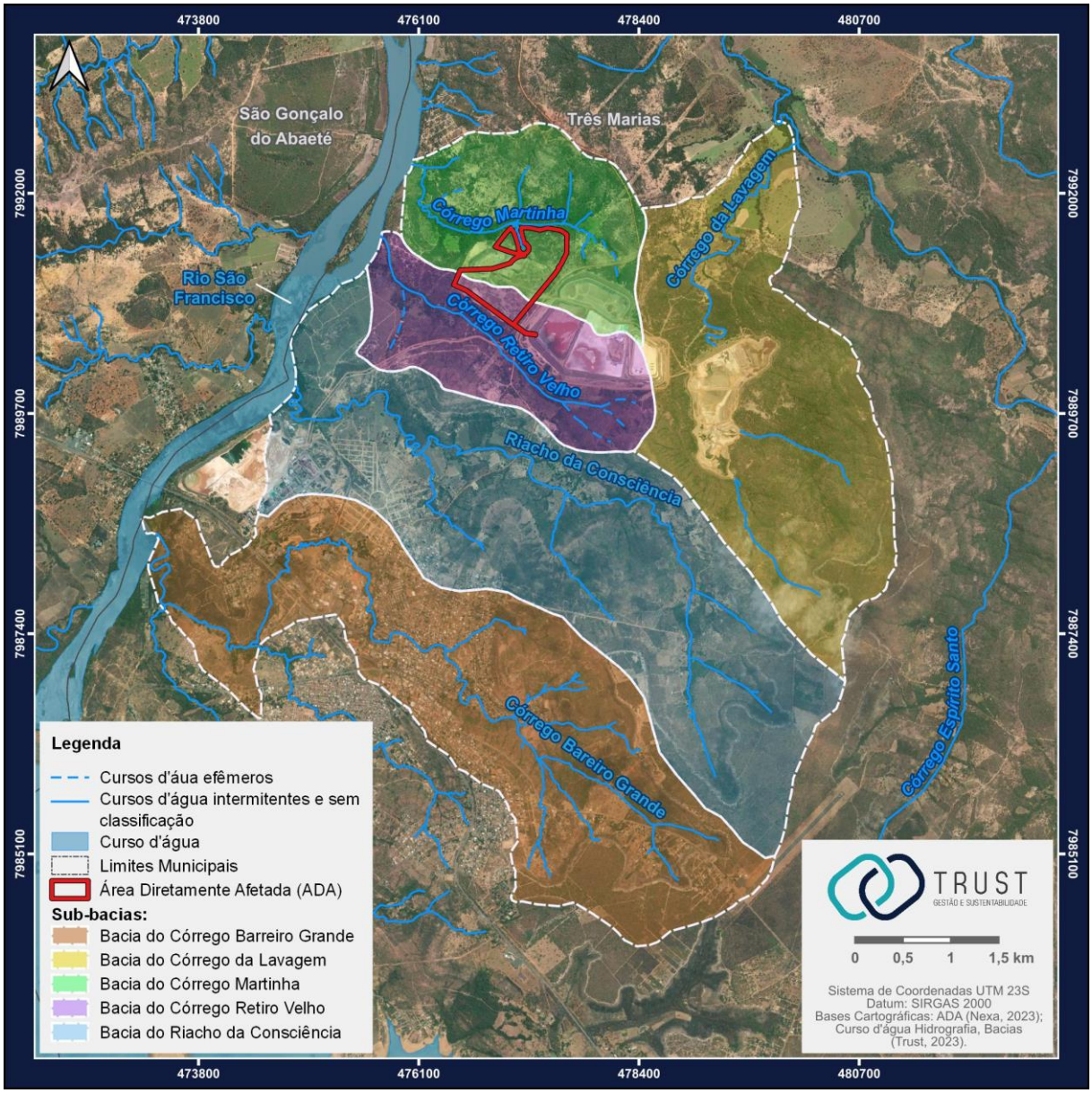
Na fase de planejamento, não ocorrerão atividades capazes de interferir de forma significativa na qualidade das águas.

Durante a implantação do Projeto em estudo há possibilidade de ocorrência de interferência na qualidade das águas superficiais e subterrâneas. As atividades de implantação poderão ocasionar os aspectos geração de resíduos sólidos, geração de efluentes oleosos, geração de efluentes sanitários e geração de sedimentos, sendo o último o aspecto que mais pode contribuir para este impacto, em razão das grandes áreas de superfícies expostas, geradas quando das atividades de limpeza de terreno, terraplenagem (incluindo relocação de acessos e bota-fora existente), disposição de material em bota-fora e execução de obras civis (incluindo implantação de sistema de drenagem). Os sedimentos podem carrear solos e contaminantes aos cursos d'água, sendo capazes de modificar características físicas e químicas dos cursos d'água.

Há de se considerar, ainda na etapa de implantação, a geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos oleosos e sanitários que decorrerão de atividades como utilização do canteiro de obras permanente da Unidade Três Marias (incluindo posto de combustível e manutenção em veículos), execução de obras civis (incluindo implantação de sistema de drenagem) e implantação de instrumentos de monitoramento geotécnico.

Na etapa de implantação o principal aspecto que pode gerar impacto na qualidade das águas, sobretudo das superficiais, é a geração de sedimentos e os cursos d'água mais susceptíveis são a ocorrência dos impactos são os das sub-bacia dos córregos Martinha e Retiro Velho. As demais sub-bacias diagnosticadas (córrego da Lavagem, Barreiro Grande, Consciência), como pode ser observada na Figura 11-9, não drenam a área do projeto e, portanto, não serão influenciadas diretamente por nenhuma atividade realizada. Há de se destacar que a ADA do Projeto não intercepta nenhuma drenagem.

Figura 11-9: Sub-bacias e área do Projeto



Serão realizadas atividades na área de drenagem das sub-bacias dos córregos Martinha e Retiro Velho, sendo essas as principais drenagens que poderão apresentar deterioração de qualidade em função das atividades de implantação do projeto. Ressalta-se que ambos os córregos possuem, na

maior parte de suas extensões, regime intermitente, podendo apresentar ausência de fluxo por longos períodos.

Durante a fase de implantação, alguns parâmetros mais sensíveis as atividades do projeto, relacionadas, principalmente, a geração de sedimentos advinda da movimentação de terra e retirada da cobertura vegetal poderão ser alterados de modo temporário, uma vez que os controles não estarão totalmente implantados. Poderá ocorrer o carreamento de partículas sólidas, o que poderá ocasionar alterações, frente ao cenário diagnosticado, na cor devido a presença de compostos orgânicos e inorgânicos (ferro e manganês dissolvido), e na turbidez e carga de sólidos devido a presença de partículas suspensas. Os teores dos metais alumínio, ferro e manganês, constituintes da matriz geológica local, também aumentar, uma vez que estes elementos estão presentes naturalmente nos solos a serem carreados. Tais alterações poderão ocorrer nas sub-bacias dos córregos Martinha e Retiro Velho, que conforme já mencionado, permanecem sem fluxo d'água na maior parte do ciclo hidrológico.

Conforme diagnosticado, as sub-bacias dos córregos Martinha e Retiro Velho, que drenagem a área do Projeto tiveram registros valores acima do máximo permitido pela DN COPAM/CERH 08/2022, contudo 95% dos resultados apresentaram valores em conformidade com os limites legais.

Alguns metais como chumbo, cádmio e zinco apresentaram valores acima do limite legal nos referidos cursos d'água. Para entendimento e compreensão dos resultados anômalos a Nexa declarou a área entre o Depósito de Rejeitos Murici e a Barragem Córrego da Lavagem, no qual inclui a área de drenagem dos córregos Martinha e Retiro Velho, como suspeita de contaminação (AC-00570/2020) e vem conduzindo, desde então, estudos de investigação de passivos ambientais.

Para o estudo de investigação de passivos foi elaborado pela WSP em dezembro de 2022 o "*Relatório Integrado – Etapas de Investigação Ambiental Confirmatória, Investigação Detalhada, Avaliação de Risco à Saúde Humana, Avaliação de Risco Ecológica e Modelagem Matemática Hidrogeológica nas Áreas do Depósito de Rejeito Murici e Barragem Córrego da Lavagem*"

O relatório supracitado indica que as alterações de alguns parâmetros com cádmio, chumbo, e zinco podem estar diretamente associadas aos escoamentos superficiais do DRM e pequena descarga do aquífero fissural em trechos com água permanente, principalmente em eventos de alta pluviosidade. Para tanto, conforme apresentado no relatório supracitado, as ações de melhorias nos *sumps* do DRM, poderão impedir que tais contribuições cheguem aos cursos d'água adjacentes, no caso os córregos Retiro Velho e Martinha.

Conforme mencionado no impacto de interferências químicas do solo, o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, composto principalmente por uma pilha de disposição dos resíduos industriais secos com sistema de impermeabilização, pode interferir nas propriedades químicas do solo e, deste modo, alterar a qualidade das águas subterrâneas.

Os ensaios em amostras do rejeito de zinco sem mistura realizada pela Engequisa/Diefra em 2022 indicaram no extrato lixiviado a presença de cádmio, chumbo, manganês, sulfato e zinco em concentrações superiores aos limites estabelecidos na ABNT 10.004:2004. que conferem toxicidade às amostras e classificam o resíduo como Perigoso - Classe I, não inerte. Portanto, se os resíduos industriais não forem adequadamente dispostos na pilha e monitorados frequentemente, poderão constituir fontes potenciais de contaminação, principalmente, para as águas subterrâneas.

Dentre os controles ambientais capazes de mitigar o impacto de Interferências na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas na fase de implantação, cita-se a revegetação de taludes e superfícies expostas, a implantação de sistema temporário de drenagem pluvial, o armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final correta, tratamento e destinação correta de efluentes oleosos e de efluentes sanitários.

Para contenção dos sedimentos na etapa de implantação o Projeto conta com estruturas de controle devidamente dimensionadas para atender os parâmetros recomendados.

Os programas ambientais previstos são: Programa de Monitoramento Qualiquantitativo das Águas Superficiais, Subterrâneas e dos Efluentes Líquidos, Programa de Gestão de Resíduos Sólidos, Programa de Controle de Processos Erosivos e Disciplinamento das Águas Pluviais e Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

As operações do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias podem gerar sedimentos com potencial de interferir na qualidade das águas, de forma similar ao descrito para a fase de implantação. As atividades de operação de sistema de drenagem, operação de estrutura geotécnica e transporte e disposição de resíduos industriais em pilha acarretarão os aspectos de geração de sedimentos que podem transportar solos e contaminantes para os cursos d'água, modificando suas propriedades físicas e químicas.

Ainda na fase de operação, o efluente industrial da planta de filtragem é captado e direcionado para tratamento para o local onde hoje existe a Estação de Tratamento de Efluentes Industriais (ETEi) da planta metalúrgica, sendo posteriormente lançado no rio São Francisco, o que poderia interferir na qualidade das águas, caso não fosse atingido toda a eficiência de tratamento. Este sistema de controle encontra- se ambientalmente regularizado por outra Licença de Operação da Unidade Três Marias, a qual contempla os monitoramentos tanto para avaliar a eficiência do tratamento, quanto possíveis influências no corpo receptor.

É importante ressaltar que o resíduo a ser disposto na pilha poderia levar a uma possível interferência na qualidade das águas de aquíferos, todavia, controlada pelo sistema de impermeabilização e detecção de vazamentos previsto no projeto. Deve-se destacar que o resíduo industrial da Unidade Três Marias é classificado como Classe I (perigoso), conforme Norma ABNT NBR 10.004.

A fase de operação contará ainda com o *sump* de drenagem da pilha e o *pond* de emergência. Estas estruturas receberão um sistema de impermeabilização, onde os taludes escavados serão protegidos com um sistema de geossintéticos que possibilitarão proteção, drenagem e impermeabilização. Caso ocorra vazamento na geomembrana primária, a fluido contaminado será drenado para a célula de detecção de vazamento mais próxima e amparado pela geomembrana secundária de base e assim percolará até chegar ao poço de detecção de vazamento. Tal sistema promoverá a proteção dos cursos d'água adjacentes ao projeto.

Nesta fase, como medidas de controle, tem-se: sistema de impermeabilização e detecção de vazamentos, descrita anteriormente, tratamento de efluentes líquidos industriais, sistema de drenagem pluvial e a revegetação de taludes e superfícies expostas. Os programas sugeridos são: Programa de Controle e Monitoramento Geotécnico e Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas. No Programa de Controle e Monitoramento Geotécnico serão também previstas ações para inspeção regular do sistema de detecção de vazamentos.

Na fase de fechamento, as atividades de obras civis, exploração de áreas de empréstimo, e terraplenagem (incluindo relocação de acessos) podem gerar sedimentos e resíduos sólidos, com potencial para interferir na qualidade das águas superficiais, sobretudo. Porém, também significará a estabilização química e física da área, sendo que as próprias ações previstas para o descomissionamento, e que estarão contempladas no Plano de Fechamento, atuam na reversibilidade deste impacto. Destaca-se que o Plano de Fechamento deve promover investigações ambientais e ações de descontaminação, caso necessário.

O impacto de interferências na qualidade das águas superficiais e subterrâneas é considerado **adverso** nas fases de implantação e operação, por potencialmente significar a deterioração da qualidade das águas. Já na fase de fechamento, é classificado como de **duplo efeito**, pois as obras de fechamento podem levar a interferência na qualidade das águas, porém, por outro lado, é esperada a estabilização química das áreas sob influência da pilha. A ação é **direta** e o prazo de manifestação **imediato**. Em relação à duração, é considerado **permanente**, pois, caso ocorra alguma interferência na qualidade das águas a remediação é complexa. O impacto é considerado **reversível**, haja vista que podem ser planejadas ações de intervenções capazes de restituir as condições originais dos sistemas hídricos. A abrangência espacial é **local**, ocorrendo sumariamente na área de influência direta, a possibilidade de ocorrência deste impacto é **média** nas fases de implantação e operação visto a gama de atividades que podem ocasionar a geração de sedimentos e baixa na fase de fechamento. A magnitude e a importância são classificadas como **média** em todas as fases, em razão deste constituir um impacto que pode afetar indiretamente tanto usos da água atuais, quando usos futuros da área.

O impacto de Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas é considerado como cumulativo, pois pode decorrer do projeto em estudo e das demais atividades existentes na planta metalúrgica e demais estruturas do DRM.

É conhecido os passivos ambientais que a Unidade Três Marias da Nexa possui em decorrência da contaminação das águas. Todavia, não há indícios de que impactos provocados pelas antigas barragens (Dique de Segurança e Barragem Córrego da Lavagem) ou pela planta industrial possam interagir com impactos do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais. Além disso, a pilha possuirá camada impermeabilizante e sistema de detecção de vazamentos.

O impacto de Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas não apresenta potencial de interação com outro impacto, seja da mesma fonte ou não, que resulte em efeito sinérgico.

A Tabela 11-10 apresenta o percurso metodológico para identificação do impacto, ao passo que a Tabela 11-11 traz uma síntese dos critérios de avaliação do impacto.

Tabela 11-10: Identificação do impacto de Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
Implantação	Utilização do canteiro de obras permanente da Unidade Três Marias (incluindo posto de combustível e manutenção em veículos)	Geração de resíduos sólidos; Geração de efluentes sanitários; Geração de efluentes oleosos	Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas	Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final corretos. Destinação correta (tratamento) de efluentes sanitários Destinação correta (tratamento) de efluentes oleosos.	Programa de Monitoramento Qualiquantitativo das Águas Superficiais, Subterrâneas e dos Efluentes Líquidos Programa de Gestão de Resíduos Sólidos Programa de Controle de Processos Erosivos e Disciplinamento das Águas Pluviais Programa de Recuperação de Áreas Degradadas
	Execução de Obras Civis (incluindo implantação de sistema de drenagem)	Geração de sedimentos; Geração de resíduos sólidos		Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final correta	
	Implantação de instrumentos de monitoramento geotécnico	Geração de resíduos sólidos		Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final correta	
	Limpeza do terreno	Geração de sedimentos			
	Disposição de material em bota-fora	Geração de sedimentos		Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto; Sistema de drenagem pluvial provisório	
	Terraplenagem (incluindo relocação de acessos e bota-fora existente)	Geração de sedimentos		Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto; Sistema de drenagem pluvial provisório	
Operação	Filtragem de resíduo industrial	Geração de efluentes líquidos		Tratamento de efluentes líquidos industriais	Programa de Controle e Monitoramento Geotécnico;

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
	Transporte e disposição de resíduos industriais em pilha	Geração de sedimentos		Sistema de drenagem pluvial	Programa de Monitoramento Qualiquantitativo das Águas Superficiais, Subterrâneas e dos Efluentes Líquidos
	Recuperação, adução e tratamento de efluente	Lançamento de efluente tratado em cursos d'água		Tratamento de efluentes líquidos industriais	
	Operação de sistema de drenagem	Geração de sedimentos		Sistema de drenagem pluvial	
	Operação de estrutura geotécnica	Geração de sedimentos;		Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto; Sistema de drenagem pluvial	
Fechamento	Execução de obras civis	Geração de resíduos sólidos; Geração de sedimentos		Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final correta	Plano de Fechamento
	Exploração de áreas de empréstimo	Geração de sedimentos		Revegetação de taludes e superfícies expostas	
	Terraplenagem (incluindo relocação de acessos)	Geração de sedimentos; Geração de resíduos sólidos		Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final correta	

Tabela 11-11: Avaliação do impacto de Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Efeito	Insignificante	Adverso	Adverso	Duplo efeito
Ação		Direta	Direta	Direta
Prazo de Manifestação		Imediato	Imediato	Imediato
Duração/Temporalidade		Permanente	Permanente	Permanente
Reversibilidade		Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência Espacial		Local	Local	Local
Possibilidade de Ocorrência		Média	Média	Baixa

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Magnitude		Média	Média	Média
Importância		Média	Média	Média
Cumulatividade		Cumulativo	Cumulativo	Cumulativo
Sinergia		Não Sinérgico	Não Sinérgico	Não Sinérgico

11.2.1.6 Interferência na Qualidade do Ar

A interferência na qualidade do ar ocorre em razão do incremento de poluentes na atmosfera. Entretanto, este incremento não significa, necessariamente, ultrapassagem dos padrões de qualidade do ar definidos na legislação. O padrão de qualidade do ar, se refere aos limites estabelecidos para as concentrações de poluentes, que, se extrapolados, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

O impacto é previsto para as fases de implantação, operação e fechamento do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade de Três Marias. Na fase de planejamento, não ocorrerão atividades capazes de interferir de forma significativa na qualidade do ar. Do contrário, sobretudo durante a fase de implantação do Projeto, serão desenvolvidas diversas atividades propensas à emissão de poluentes atmosféricos com potencial para gerar o impacto de Interferência na Qualidade do Ar.

O principal poluente associado às atividades de implantação do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias é o material particulado. As atividades durante a implantação serão voltadas principalmente a movimentação de terra e áreas expostas susceptíveis ao arraste eólico. Ações de terraplanagem incluindo relocação de acessos e bota fora existentes (provocando a desagregação do material e, consequentemente, poeira); a movimentação de veículos equipamentos e máquinas em geral (com a suspensão de sólidos em razão do atrito das rodas dos veículos com o leito das estradas); disposição de material no bota fora(quando pode ocorrer arraste eólico do material particulado); corte de árvores isoladas e limpeza do terreno (quando ocorre a movimentação de máquinas pesadas e a exposição de área susceptível ao arraste eólico); execução de obras civis, incluindo a implantação de sistema de drenagem (quando ocorre a dessegregação de material susceptível ao arraste eólico). Todas essas atividades têm potencial de gerar o aspecto ambiental emissão de material particulado na atmosfera.

Outro aspecto ambiental que pode contribuir para o impacto de Interferência na Qualidade do Ar, é a emissão de gases de combustão, associados a atividades que dependam de forma significativa da operação de veículos e equipamentos. Neste caso, são especialmente emitidos monóxidos de

carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx) e hidrocarbonetos (HC). Contudo, estas emissões não são significativas, justamente por seu caráter difuso.

Na fase de implantação, controles como a umectação das vias e pátios, a revegetação de taludes e superfícies expostas e manutenção preventiva dos veículos podem contribuir para mitigar o impacto. Além disso, cita-se também as ações previstas no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas e, principalmente, no Programa de Gestão de Qualidade do Ar, o qual deve gerir tanto as ações de controle quanto as ações de monitoramento dos poluentes de interesse.

A fase de operação Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias se resume, basicamente na filtragem do resíduo industrial, movimentação de veículos, máquinas e equipamentos, a disposição do resíduo seco em pilha e a operação da estrutura geotécnica, propriamente dita. Durante essa fase, estas atividades serão responsáveis pela geração de material particulado e gases de combustão.

De modo a subsidiar a avaliação de impacto durante a operação do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias, foi realizado pela WSP Consultoria e Projetos do Brasil Ltda., em outubro de 2023, o Estudo de Dispersão Atmosférica – EDA, a partir das seguintes premissas:

- *Considerou-se as atividades atuais da Unidade Três Marias;*
- *As novas estruturas em licenciamento, por este EIA;*
- *Aplicação de valores de background;*
- *Os cenários modelados foram: primeira máxima de 24 horas, percentil 99 e anual;*
- *Os poluentes são aqueles especificados pela Resolução CONAMA nº 491/2018: Os materiais particulados em suas três frações (PTS, MP10 e MP2,5) e os gases, dióxido de enxofre (SO_2), dióxido de nitrogênio (NO_2) e chumbo (Pb);*
- *Distribuição de 14 pontos receptores no entorno do Projeto.*

A metodologia adotada pela WSP buscou atender critérios conservadores, que são pouco prováveis de ocorrerem simultaneamente. Tais critérios consideram os máximos valores obtidos para cada ponto receptor durante o período de modelagem.

Os resultados foram apresentados por meio de tabela com os resultados das concentrações modeladas em cada ponto receptor e por plumas de dispersão para cada poluente. Conforme apresentado na Tabela 11-12 e visualizado pela Figura 11-10, os resultados das concentrações modeladas permaneceram em grande maioria dentro do Padrão da Qualidade do Ar – PQAr, as maiores concentrações dos materiais particulados (MP) são previstas para as imediações do limite norte da Unidade Três Marias, em área próxima ao DRM e área do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais e uma outra região próxima à Barragem Velha e rio São Francisco. As

plumas dos gases demostraram comportamento restrito às imediações dos limites leste e sudeste da planta industrial da Unidade.

Ocorreu, como exceção, apenas dois valores de máxima média de 1h do poluente NO_2, acima do padrão de 260 µg/m^3, no bairro em expansão (7) e na Horta comunitária (8). Entretanto, ao avaliar o comportamento das plumas de dispersão deste poluente, observa-se que estão previstas para as imediações da planta industrial, provavelmente relacionado à premissa utilizada no EDA de funcionamento total dos fornos e todas as demais atividades emissoras simultaneamente. Além disso, quando se analisa o percentil 99º as concentrações reduzem consideravelmente, e por fim, estas emissões não estão relacionadas com os processos das atividades sob processo de licenciamento ao norte (Planta de filtragem e Pilha de Resíduos Industriais).

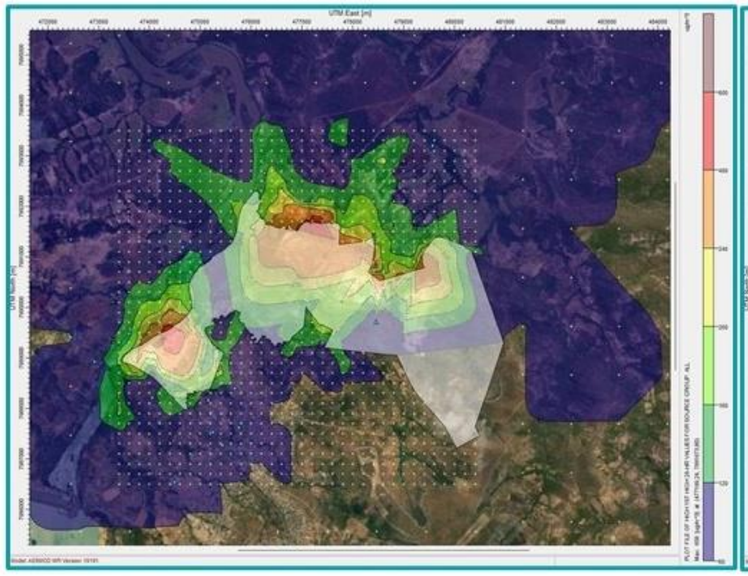
O Estudo de Dispersão Atmosférica concluiu que as concentrações modeladas indicam que a contribuição estimada para a atividade prevista (Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais) não colabora significativamente para alteração da qualidade do ar, uma vez que os valores encontrados ainda estão dentro de padrões de referência vigentes.

Tabela 11-12: Resultados das Concentrações Modeladas por Ponto Receptor

Nº	Ponto Receptor	Concentrações previstas de PTS (µg/m³)			Concentrações previstas de MP10 (µg/m³)			Concentrações previstas de MP2,5 (µg/m³)			Concentrações previstas de NO2 (µg/m³)			Concentrações previstas de SO2 (µg/m³)			Concentrações previstas de Pb (µg/m³)	
		Máxima Média de 24h	99°P da Máxima Média de 24h	Média Anual	Máxima Média de 24h	99°P da Máxima Média de 24h	Média Anual	Máxima Média de 24h	99°P da Máxima Média de 24h	Média Anual	Máxima Média de 24h	99°P da Máxima Média de 24h	Média Anual	Máxima Média de 24h	99°P da Máxima Média de 24h	Média Anual	Máxima Média de 24h	Média Anual
1	Ginásio poliesportivo em Três Marias	82,09	59,23	30,84	35,29	19,90	11,44	25,30	20,17	18,54	179,59	29,76	24,72	58,09	39,47	26,85	0,3476	0,0182
2	Vila Residencial / Alojamento / Pombal	107,08	59,44	35,24	45,87	25,15	13,11	26,98	20,82	18,84	238,09	46,65	26,13	55,70	43,94	28,83	0,3372	0,0279
3	Bairro Beira Rio 1	148,18	92,45	42,16	70,40	38,15	16,80	26,45	22,05	19,37	94,75	32,73	25,59	43,53	40,75	28,05	0,7882	0,0819
4	Depósito de Rejeitos do Murici	83,87	59,24	35,34	43,38	29,23	13,82	23,47	20,68	18,93	35,17	28,58	24,11	40,16	38,77	26,07	0,3590	0,0464
5	Estação de Hidrobiologia e Piscicultura	137,31	66,99	32,36	67,49	28,30	12,16	28,47	20,49	18,61	74,93	30,03	24,68	42,13	40,13	26,84	0,7594	0,0285
6	Bairro Enseada do Lago	64,89	59,10	29,49	32,71	17,86	10,83	25,18	19,67	18,40	71,09	28,80	24,38	44,28	39,36	26,43	0,2577	0,0130
7	Bairro em expansão	112,24	59,55	32,89	41,20	25,01	12,39	27,35	20,97	18,74	**273,81**	29,49	24,98	56,01	41,19	27,23	0,4280	0,0257
8	Horta comunitária	97,23	67,10	34,38	46,06	29,58	12,94	29,12	21,33	18,80	**306,57**	34,94	25,61	90,41	43,88	28,10	0,2991	0,0254
9	Hospital São Francisco	70,30	59,13	29,90	35,16	18,86	11,06	29,12	21,33	18,80	118,57	28,92	24,46	58,69	39,24	26,50	0,3772	0,0163
10	Bairro Beira Rio 2	95,34	59,15	32,00	47,70	20,15	11,95	22,77	19,76	18,58	65,58	29,67	24,73	42,54	39,99	26,97	0,4808	0,0246
11	Igreja São José Operário	85,68	59,23	30,79	43,43	19,92	11,48	26,76	20,22	18,56	134,07	29,01	24,56	48,15	39,07	26,65	0,4265	0,0198
12	Aldeia dos Dourados	150,23	77,30	33,44	63,23	31,08	12,88	32,53	21,94	18,92	51,39	28,74	24,28	41,17	38,94	26,20	0,6146	0,0362
13	Pousada Rancho	104,09	70,38	31,73	38,26	23,19	11,88	24,12	20,11	18,67	70,87	28,93	24,49	45,90	40,01	26,56	0,4141	0,0258
14	Residências rurais ao norte	83,09	64,30	28,28	31,61	18,51	10,31	24,82	19,31	18,29	37,77	28,53	24,11	39,28	38,78	26,07	0,2857	0,0099
Padrão da Conama nº 491/2018*		**240**		**80**	**120**		**40**	**60**		**20**	**260**		**60**	**125**		**40**	**N/A**	**0,5***

Figura 11-10: Plumas de Dispersão Atmosférica

PTS - Máxima Média de 24h



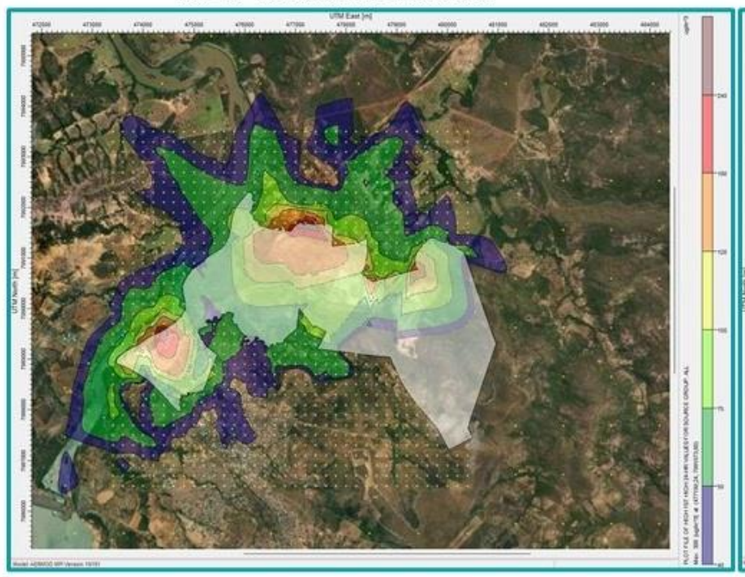
PTS - Percentil 99° da Máxima Média de 24h



PTS - Média Anual



MP10 - Máxima Média de 24h



MP10 - Percentil 99° da Máxima Média de 24h



MP10 - Média Anual



Figura 11-11: Plumas de Dispersão Atmosférica

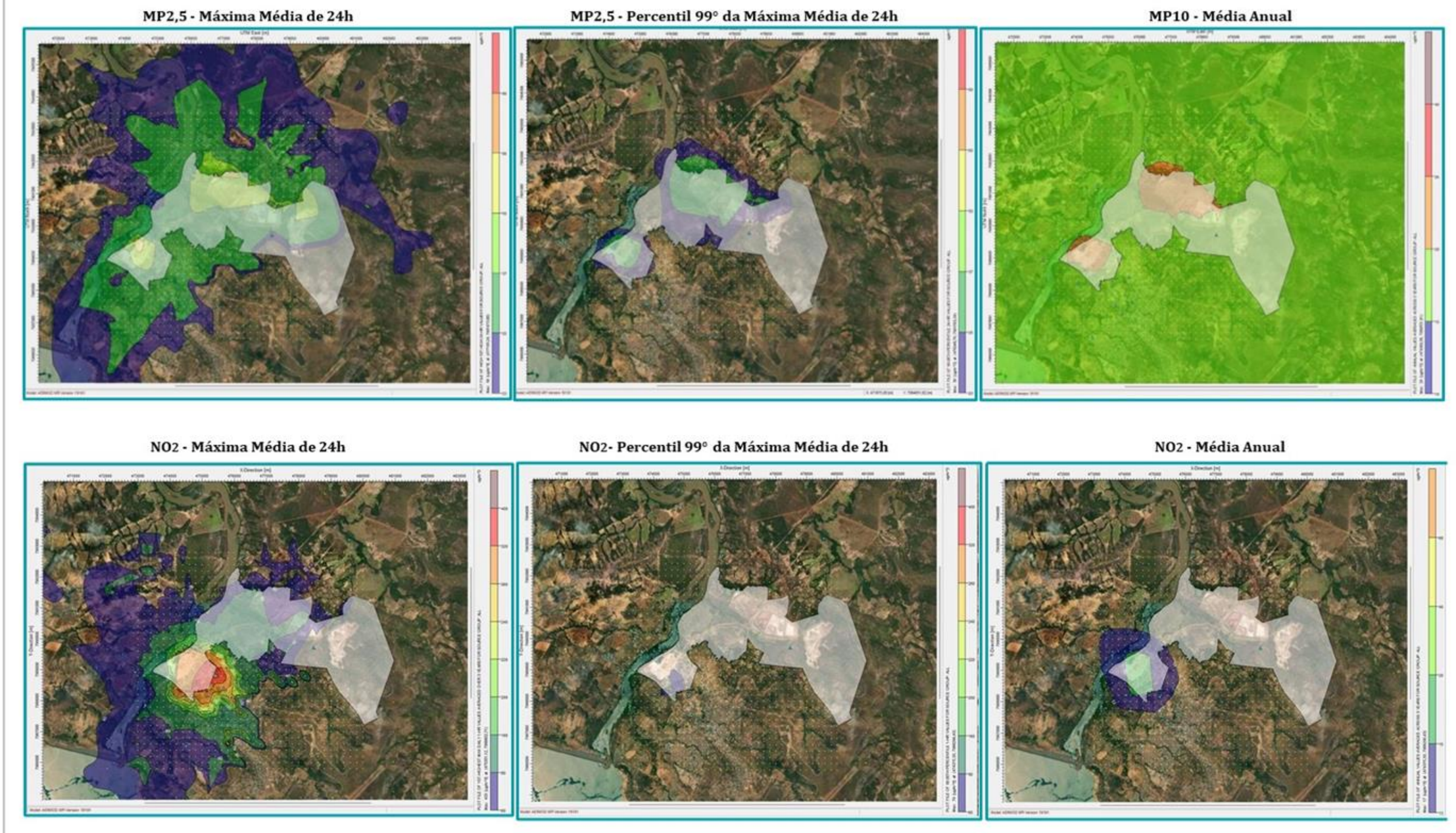
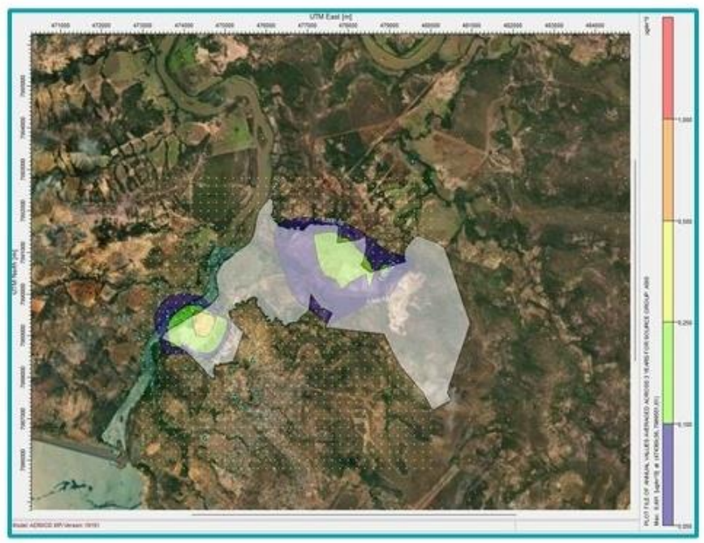


Figura 11-12: Plumas de Dispersão Atmosférica







Para a fase de operação, a continuação da execução do Programa de Gestão da Qualidade do Ar é suficiente para mitigar o impacto, estando previsto o monitoramento, que indicará possíveis problemas com as emissões.

Por fim, na fase de fechamento, o impacto também poderá decorrer das atividades de terraplenagem, desmontagem de estruturas, execução de obras civis, movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, dentre outros. Contudo, será significativamente minimizado quando da revegetação das áreas e finalização das atividades previstas para esta etapa. A correta execução do Plano de Fechamento e os monitoramentos posteriores, que devem ser previstos no Plano, são capazes de mitigar o impacto.

O impacto de Interferência na Qualidade do Ar foi avaliado como de efeito **adverso** para as fases de implantação e operação, por deteriorar a qualidade ambiental. Já na fase de fechamento, possui **duplo efeito**, pois as atividades podem contribuir para a emissão de particulados e gases, porém, posteriormente, estes aspectos seriam extintos. A ação do impacto é avaliada como **direta**, por ser decorrente de atividades do empreendimento, com prazo de manifestação **imediato**, ocorrendo tão logo as atividades que lhe condicionam sejam executadas. A duração é **temporária**, passível de ocorrer por um período de tempo determinado, é **reversível**, dada a possibilidade de reestabelecimento das condições anteriores após cessadas as atividades que o condicionam, a abrangência é **local**, por ocorrer sobretudo próximo aos limites do empreendimento, a possibilidade de ocorrência do impacto ocorrer é **média** e a magnitude é considerada **alta**, dada a grande quantidade de atividades que podem promover o impacto. Em decorrência das classificações atribuídas aos critérios de magnitude, reversibilidade, ocorrência, duração e abrangência, o impacto é considerado de **alta** importância.

A **cumulatividade** deste impacto está relacionada às movimentações veiculares nas estradas municipais e rodovias presentes no entorno do Projeto em questão, loteamentos, Depósito de Rejeitos Murici – DRM da unidade Três Marias e as demais atividades desenvolvidas no complexo industrial da Nexa.

O impacto de Interferência na Qualidade do Ar **não** apresenta potencial de interação com outro impacto, seja da mesma fonte ou não, que resulte em efeitos sinérgicos.

A Tabela 11-13apresenta o percurso metodológico para identificação do impacto, ao passo que a Tabela 11-14 traz uma síntese dos critérios de avaliação do impacto.

Tabela 11-13: Identificação do impacto de Interferência na Qualidade do Ar

Fase	Atividade	Aspecto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
Implantação	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral	Emissão de gases de combustão. Emissão de material particulado	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos. Umectação de pátios e vias	Programa de Gestão da Qualidade do Ar Programa de Recuperação de Áreas Degradadas
	Corte de árvores isoladas	Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias	

Fase	Atividade	Aspecto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
	Limpeza do terreno	Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias	
	Disposição de material em bota-fora	Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias; Revegetação de taludes e superfícies expostas	
	Terraplenagem (incluindo relocação de acessos e bota-fora existente)	Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias Revegetação de taludes e superfícies expostas	
	Execução de obras civis (incluindo implantação de sistema de drenagem)	Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias	
Operação	Filtragem de resíduo industrial	Emissão de material particulado	Manutenção preventiva em equipamentos	
	Transporte e disposição de resíduos industriais em pilha	Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias	
	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral	Emissão de gases de combustão. Emissão de material particulado	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos. Umectação de pátios e vias	Programa de Gestão da Qualidade do Ar
	Operação de estrutura geotécnica	Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias Revegetação de taludes e superfícies expostas	
Fechamento	Desmontagem de estruturas	Emissão de material particulado	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos. Umectação de pátios e vias	
	Execução de obras civis	Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias	
	Exploração de áreas de empréstimo	Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias Revegetação de taludes e superfícies expostas	
	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral	Emissão de gases de combustão. Emissão de material particulado	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos. Umectação de pátios e vias	Plano de Fechamento
	Revegetação de áreas degradadas	Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias Revegetação de taludes e superfícies expostas	
	Terraplenagem (incluindo relocação de acessos)	Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias	

Tabela 11-14: Avaliação do impacto de Interferência na Qualidade do Ar

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Efeito	Insignificante	Adverso	Adverso	Duplo efeito
Ação		Direta	Direta	Direta
Prazo de Manifestação		Imediato	Imediato	Imediato
Duração/Temporalidade		Temporário	Temporário	Temporário
Reversibilidade		Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência Espacial		Local	Local	Local
Possibilidade de Ocorrência		Média	Média	Média
Magnitude		Alta	Alta	Alta

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Importância		Alta	Alta	Alta
Cumulatividade		Cumulativo	Cumulativo	Cumulativo
Sinergia		Não sinérgico	Não sinérgico	Não sinérgico

11.2.1.7 Interferência nos Níveis de Pressão Sonora

A interferência nos níveis de pressão sonora advém do acréscimo de fontes ruidosas que, se ultrapassados dos limites estabelecidos, podem gerar o incômodo na população residente na circunvizinhança, além de afetar a saúde.

Na fase de planejamento, não ocorrerão atividades capazes de interferir de maneira significativa nos níveis de pressão sonora.

Já na fase de implantação o impacto está associado às mais diversas atividades, sendo elas: Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral, utilização do canteiro de obras permanente da Unidade Três Marias (incluindo posto de combustível e manutenção em veículos), corte de árvores isoladas, limpeza do terreno, disposição de material em bota-fora, terraplenagem (incluindo relocação de acessos e bota-fora existente), execução de obras civis (incluindo implantação de sistema de drenagem) e implantação da instrumentação de monitoramento geotécnico. Estas atividades estão associadas não apenas à movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, mas também aos ruídos produzidos pelos próprios trabalhadores que estarão envolvidos nas atividades de implantação. Todas essas atividades acarretam a emissão de ruídos, aspecto capaz de contribuir para o impacto de Interferência nos Níveis de Pressão Sonora.

Na fase de operação do empreendimento, a operação da planta de filtragem (composta por correias transportadoras, tanques com agitadores, filtros prensas, bombas e misturadores) e a movimentação de veículos, equipamentos e máquinas relacionados, à manutenção da estrutura e transporte de resíduos industriais para a pilha, pode acarretar um incremento na emissão de ruído.

Tanto na fase de implantação, quanto de operação, é essencial manter ações de controle e monitoramento da pressão sonora, as quais comporão o Programa de Gestão dos Níveis de Ruído.

Já na fase de fechamento, as atividades previstas para descomissionamento, tais como, desmontagem de estruturas, execução de obras civis, exploração de áreas de empréstimo, terraplenagem (incluindo relocação de acessos) são capazes de gerar ruídos, associados tanto à movimentação de veículos, máquinas e equipamentos, quanto aos ruídos produzidos pelos trabalhadores, potencialmente gerando interferência nos níveis de ruído locais. Após o término dessas atividades, espera-se que não ocorra emissão de ruído na área relacionado ao

empreendimento, visto que as atividades que geram o aspecto terão cessado. O Plano de Fechamento deve prever as ações necessárias para mitigar e controlar o impacto.

O impacto de Interferência nos Níveis de Pressão Sonora é avaliado como de efeito **adverso** nas fases de implantação e operação por deteriorar a qualidade ambiental. Na fase de fechamento, é considerado de **duplo efeito**, pois será adverso enquanto as atividades para fechamento perdurarem, porém quando a área estiver reabilitada resultará em interferência positiva nos níveis de pressão sonora locais em relação ao cenário diagnosticado. A ação é **direta**, por ser decorrente de atividades do empreendimento, com prazo de manifestação **imediato**, ocorrendo tão logo as atividades que lhe condicionam sejam executadas. A duração é **temporária**, passível de ocorrer por um período de tempo determinado, é **reversível**, dada a possibilidade de reestabelecimento das condições anteriores após cessadas as atividades que o condicionam, a abrangência é **local**, por ocorrer sobretudo próximo aos limites do empreendimento, a possibilidade de ocorrência é **alta**, considerando que não há medidas de controle suficientes para mitigar o impacto e a magnitude é considerada **alta** na etapa de implantação, em razão da grande quantidade de atividades capazes de emitir ruídos, e durante a operação e fechamento como **média**. Em decorrência das classificações atribuídas aos critérios de magnitude, reversibilidade e abrangência, o impacto é considerado de **média** importância.

Os ruídos que serão emitidos pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais, durante a fase de implantação, operação e fechamento, deverão somar-se, de forma **cumulativa**, aos ruídos propagados pelas demais atividades executadas no complexo metalúrgico da Nexa, assim como as movimentações veiculares nas estradas de entorno, bem como aqueles cuja fonte seja a própria comunidade.

O impacto de Interferência nos Níveis de Pressão Sonora **não** apresenta potencial de interação com outro impacto, seja da mesma fonte ou não, que resultasse em um impacto sinérgico.

A Tabela 11-15 apresenta o percurso metodológico para identificação do impacto, ao passo que a Tabela 11-16 traz uma síntese dos critérios de avaliação do impacto.

Tabela 11-15: Identificação do impacto de Interferência nos Níveis de Pressão Sonora

Fase	Atividade	Aspecto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
Implantação	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral	Emissão de ruído	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos; Enclausuramento de motores	Programa de Gestão dos Níveis de Ruído
	Utilização do canteiro de obras permanente da Unidade Três Marias (incluindo posto de combustível e manutenção em veículos)	Emissão de ruído		
	Corte de árvores isoladas	Emissão de ruído		
	Limpeza do terreno	Emissão de ruído		

Fase	Atividade	Aspecto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
	Disposição de material em bota-fora	Emissão de ruído		
	Terraplenagem (incluindo relocação de acessos e bota-fora existente)	Emissão de ruído		
	Execução de obras civis (incluindo implantação de sistema de drenagem)	Emissão de ruído		
	Implantação de instrumentos de monitoramento geotécnico	Emissão de ruído		
Operação	Filtragem de resíduo industrial	Emissão de ruído	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos; Enclausuramento de motores	Programa de Gestão dos Níveis de Ruído
	Transporte e disposição de resíduos industriais em pilha	Emissão de ruído		
	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral	Emissão de ruído		
Fechamento	Desmontagem de estruturas	Emissão de ruído	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos; Enclausuramento de motores	Plano de Fechamento
	Execução de obras civis	Emissão de ruído		
	Exploração de áreas de empréstimo	Emissão de ruído		
	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral	Emissão de ruído		
	Terraplenagem (incluindo relocação de acessos)	Emissão de ruído		

Tabela 11-16: Avaliação do impacto de Interferência nos Níveis de Pressão Sonora

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Efeito	Insignificante	Adverso	Adverso	Duplo efeito
Ação		Direta	Direta	Direta
Prazo de Manifestação		Imediato	Imediato	Imediato
Duração/Temporalidade		Temporário	Temporário	Temporário
Reversibilidade		Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência Espacial		Local	Local	Local
Possibilidade de Ocorrência		Alta	Alta	Alta
Magnitude		Alta	Média	Média
Importância		Média	Média	Média
Cumulatividade		Cumulativo	Cumulativo	Cumulativo
Sinergia		Não sinérgico	Não sinérgico	Não sinérgico

11.2.2 Impactos sobre o Meio Biótico

Os impactos identificados para o meio biótico, relacionados às fases do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade de Três Marias, foram:

- *Alteração do uso e ocupação do solo e danos a indivíduos da flora;*
- *Dispersão forçada de indivíduos da fauna terrestre;*
- *Potencial perda de indivíduos da fauna terrestre por atropelamentos;*
- *Incremento nas atividades de caça e apanha;*
- *Alteração nas propriedades limnológicas;*
- *Alteração em comunidades da fauna terrestre e aquática.*

As principais atividades capazes de afetar a fauna e a flora local estão relacionadas às obras para implantação e à operação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade de Três Marias, sendo estas as etapas que mais implicarão em impactos do meio biótico.

Nos tópicos a seguir, serão apresentados os resultados do percurso metodológico para identificação de cada um dos impactos supracitados e a avaliação para cada fase do empreendimento.

11.2.2.1 Alteração do Uso e Ocupação do Solo e Danos a Indivíduos da Flora

O corte de árvores isoladas e limpeza do terrmo, com alteração do uso do solo é, certamente, um dos principais impactos à flora de uma região. A área de estudo se insere no bioma Cerrado, e conforme MMA (2018), está classificada como prioritária para conservação na categoria “alta”. Esta categoria confere importância significativa aos elementos florísticos registrados nesse ambiente, além daqueles que serão suprimidos. Contudo, o fato de que serão cortados somente indivíduos isolados reduz significativamente esta possível influência.

Na fase de planejamento do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade de Três Marias não está prevista a ocorrência da alteração do uso do solo e danos a indivíduos da flora, já que não haverá qualquer supressão ou atividades que impactem diretamente os indivíduos. Na fase de implantação, o impacto está diretamente associado às atividades de corte de árvores isoladas e limpeza do terreno. Como a intervenção prevista é de indivíduos isolados, não haverá desmatamento de maciços florestais, porém ainda assim, será possível observar a presença de áreas alteradas, o que acabará contribuindo para a alteração do uso do solo local (Tabela 11-17).

Ainda na fase de implantação, diversas atividades que geram aspectos e impactos relacionados ao meio físico têm potencial para interferir na flora, citando-se: emissão de material particulado e gases de combustão, geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água,

geração de áreas alteradas, modificação de paisagem industrial em zona rural, emissão de ruído, geração de sedimento, geração de áreas recuperadas e/ou reabilitadas, geração de tráfego, emissão de material particulado, geração de efluentes oleosos, geração de efluentes sanitários, geração de áreas degradadas, emissão de gases de combustão, geração de tráfego e geração de resíduos sólidos. A emissão de material particulado e gases de combustão pode proporcionar alteração da qualidade ambiental, interferindo nas comunidades vegetais em razão da deposição de poeira sobre folhas, flores e frutos. A geração de efluentes líquidos e a geração de resíduos sólidos são aspectos que têm potencial de causar interferências à flora decorrentes da alteração nas propriedades químicas do solo. Para esta fase, uma variada gama de programas pode atuar direta ou indiretamente no controle e mitigação deste impacto, a saber: Programa de Educação Ambiental, Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, Programa de Gestão de Resíduos Sólidos, Programa de Controle de Processos Erosivos e Disciplinamento das Águas Pluviais e Programa de Compensação Ambiental.

Na fase de operação, a influência nas comunidades vegetais se dará de forma indireta, sobretudo em razão da emissão de particulados e gases de combustão, pelos motivos já explicitados. Nesta fase, programas voltados ao meio físico serão capazes de mitigar passíveis à flora.

Na fase de fechamento, ainda que as atividades previstas para proporcionar o descomissionamento possam causar impactos temporários à vegetação, espera-se que as áreas intervindas passem por recuperação/reabilitação, inclusive no que tange à vegetação.

O impacto é considerado de efeito adverso nas fases de implantação e operação, em razão do corte de árvores isoladas e do uso alternativo do solo para atividades industriais. Na fase de fechamento, é considerado de duplo efeito, pois pode tanto interferir temporariamente nas comunidades florísticas, como também promoverá a restauração da qualidade ambiental, como consequência, da flora local. A ação é classificada como direta e indireta na fase de implantação, por decorrer do corte de árvores isoladas, mas também de outros impactos do meio físico. Nas fases de operação e fechamento é classificada como direta. O prazo de manifestação é imediato na fase de implantação e de médio prazo na de operação e fechamento, haja vista que os principais aspectos (Tabela 11-18) relativos a este impacto não afetam instantaneamente as comunidades biológicas. A duração é permanente ao longo de todas as fases, devido ao caráter cumulativo dos impactos à flora, reversível, pela possibilidade de recomposição da situação original quando ocorrer o fechamento do empreendimento. O impacto tem abrangência espacial local, afetando de forma mais significativa o entorno do empreendimento. Na fase de implantação, considera-se este impacto de grande magnitude, possibilidade de ocorrência e importância, em razão do corte de árvores nativas do cerrado. Na fase de operação, considera-se o impacto de pequena magnitude, possibilidade de ocorrência e importância, em razão de ser indireto e estar associado a poucas atividades. Já na fase de fechamento é classificado como de média magnitude, possibilidade de ocorrência e importância, uma vez que pode contribuir para restabelecimento das condições originais da área.

Tabela 11-17: Identificação do impacto de Alteração do Uso do Solo e Danos a Indivíduos da Flora

Fase	Atividade	Aspecto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
Implantação	Corte de árvores isoladas	Geração de áreas alteradas	Se necessário, afugentamento e resgate da fauna	Programa de Compensação Ambiental Programas aplicáveis aos impactos previstos para meio físico
		Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias	
		Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Geração de resíduos sólidos	Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final correta	
		Emissão de Ruído	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos; Enclausuramento de motores	
		Modificação de paisagem industrial em zona rural	-	
	Limpeza do terreno	Geração de áreas alteradas	Se necessário, afugentamento e resgate da fauna	
		Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias	
		Emissão de Ruído	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos; Enclausuramento de motores	
		Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Geração de Sedimento	-	
	Disposição de material em bota-fora	Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias	
		Geração de áreas degradadas	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Geração de sedimentos	-	

Fase	Atividade	Aspecto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
	Terraplenagem (incluindo relocação de acessos e bota-fora existente)	Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias	
		Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Geração de sedimentos	-	
		Modificação de paisagem industrial em zona rural	-	
	Execução de obras civis (incluindo implantação de sistema de drenagem)	Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias	
		Geração de resíduos sólidos	Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final correta	
		Geração de sedimentos	-	
		Modificação de paisagem industrial em zona rural	-	
	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral	Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias	
		Emissão de gases de combustão	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos	
Operação	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral	Emissão de gases de combustão	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos	Programas aplicáveis aos impactos previstos para meio físico
		Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias	
		Emissão de ruído	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos; Enclausuramento de motores	
		Geração de tráfego (possibilidade de atropelamento de animais)	Sinalização de vias, treinamento de colaboradores sobre cuidados na direção	

Fase	Atividade	Aspecto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
	Operação de estrutura geotécnica	Consolidação de paisagem industrial em zona rural	-	
		Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias	
		Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Geração de sedimentos	-	
Fechamento	Revegetação de áreas degradadas	Emissão de material particulado;	Umectação de pátios e vias; Revegetação de taludes e superfícies expostas	Programas aplicáveis aos impactos previstos para meio físico
		Geração de áreas recuperadas/reabilitadas;	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
	Exploração de áreas de empréstimo	Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias	
		Geração de áreas degradadas	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Geração de sedimentos	-	
	Execução de obras civis	Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias	
		Geração de resíduos sólidos	Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final correta	
		Geração de sedimentos	-	

Fase	Atividade	Aspecto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
	Terraplenagem (incluindo relocação de acessos)	Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias	
		Geração de áreas recuperadas/reabilitadas	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Geração de sedimentos	-	
		Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Geração de resíduos sólidos	Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final correta	
	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral	Emissão de gases de combustão	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos	
		Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias	
		Geração de tráfego	Sinalização de vias, treinamento de colaboradores sobre cuidados na direção	

Tabela 11-18: Avaliação do impacto de Alteração do Uso do Solo e Danos a Indivíduos da Flora

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Efeito	Não previsto	Adverso	Adverso	Duplo efeito
Ação		Direta	Indireta	Direta
Prazo de Manifestação		Imediato	Médio prazo	Médio prazo
Duração/Temporalidade		Permanente	Permanente	Permanente
Reversibilidade		Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência Espacial		Local	Pontual	Local
Magnitude		Grande	Pequena	Média
Possibilidade de Ocorrência		Grande	Pequena	Média
Importância		Grande	Pequena	Média

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Cumulatividade		Cumulativo	Cumulativo	Cumulativo
Sinergia		Não Sinérgico	Não Sinérgico	Não Sinérgico

11.2.2.2 Dispersão Forçada de Indivíduos da Fauna Terrestre

Durante a implementação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade de Três Marias, o corte de árvores isoladas necessitará de equipamentos e veículos para acesso às áreas e execução da intervenção. Os aspectos gerados pela atividade de corte das árvores isoladas que podem levar a dispersão forçada da fauna é principalmente a emissão de ruído, modificação de paisagem industrial em zona rural e geração de áreas alteradas. Conforme diagnosticado nos estudos ambientais do meio biótico, existe uma diversificada comunidade de fauna terrestre, que utilizam as áreas de estudo como hábitats além de corresponder às áreas de vida, para muitos destes. Dessa forma, essas comunidades poderão se dispersar durante o corte das árvores isoladas, sendo afetadas diretamente.

As ações de corte de árvores isoladas poderão remover fontes de alimento, locais de abrigo e de nidificação de indivíduos que utilizem a área para forragear, se abrigar e etc. Para as espécies mais generalistas, com maior plasticidade ambiental e menos sensíveis a perturbações antrópicas, os impactos resultantes do corte de árvores isoladas devem ser menos significativos.

Considerando as avaliações restritas às áreas de estudo, grande parte dos registros englobam táxons campestres e generalistas, entretanto, há espécies mais sensíveis, como espécies que utilizam o ambiente, pelo menos como área de vida (extensão territorial). O ambiente encontra-se parcialmente alterado, com estruturas antrópicas rígidas e presença constante de pessoas e veículos, no entanto, suas áreas não antropizadas ainda possuem a capacidade de abrigar parte da fauna local.

Pelos motivos expostos e pela emissão de ruídos durante as atividades de corte de árvores isoladas e limpeza do terreno (emitidos tanto por veículos e equipamentos, quanto por trabalhadores), é provável que a fauna presente nestas áreas irá se dispersar, uma vez que seu ambiente será alterado. Estes espécimes que se dispersarem, necessitarão disputar novos territórios ou adensarem suas populações em outros grupos ecológicos.

Destaca-se que nas fases de planejamento e operação este impacto não é previsto de ocorrer, considerando as atividades que serão desenvolvidas. Já na fase de fechamento, espera-se que não seja significativo, haja vista que não há previsão de supressão de vegetação nessa etapa, sobretudo.

O impacto em questão será oriundo de uma atividade específica do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade de Três Marias durante a fase de implantação. Portanto, não é de se esperar acumulação, sobreposição deste impacto advindos de outras atividades da planta metalúrgica ou conhecimento de atividades similar com capacidade de gerar tal impacto fora das dependências da Nexa.

O impacto de Dispersão Forçada de Indivíduos da Fauna Terrestre não apresenta potencial de interação com outro impacto, seja da mesma fonte ou não, que resulte em efeitos sinérgicos.

Deste modo, durante as atividades de corte de árvores isoladas a fauna presente nas áreas não antropizadas irão se dispersar (Tabela 11-19), uma vez que seu ambiente será alterado de forma definitiva, sendo então, necessário sua dispersão para o entorno imediato de forma a minimizar os impactos pela perda destes ambientes.

Assim, o impacto de dispersão forçada de indivíduos da fauna terrestre foi considerado apenas para fase de implantação e seu efeito foi considerado adverso, ou seja, a alteração possui caráter negativo. Possui ação direta, uma vez que iniciada a atividade de corte de árvores isoladas, o impacto avaliado, iniciará de forma concomitante (Tabela 11-20). Uma vez cessada a atividade, o impacto também não ocorrerá, embora seus efeitos permaneçam por um tempo maior. Com a aplicação de medidas e ações durante e após a interferência, os impactos podem ser revertidos. Assim, considera-se que a possibilidade de ocorrência desse impacto é média e possui uma pequena magnitude e importância. Recomenda-se o Programa de Gestão de Tráfego, Segurança e Alerta, como medida mitigatória, com o intuito de evitar atropelamentos da fauna que sofrerá dispersão forçada pela atividade do projeto (Tabela 11-20).

Tabela 11-19: Identificação do impacto de dispersão forçada de indivíduos da fauna terrestre

Fase	Atividade	Aspecto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
Implantação	Corte de árvores isoladas	Geração de áreas alteradas	Se necessário, afugentamento e resgate da fauna	Programa de Educação Ambiental Programa de Gestão dos Níveis de Ruído Programa de Recuperação de Áreas Degradadas
		Emissão de ruídos	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos; Enclausuramento de motores	
		Modificação de paisagem industrial em zona rural	-	

| Tabela 11-20: Avaliação do impacto de dispersão forçada de indivíduos da fauna terrestre

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Efeito	Insignificante	Adverso	Não previsto	Insignificante
Ação		Direta		
Prazo de Manifestação		Imediato		
Duração/Temporalidade		Temporário		
Reversibilidade		Reversível		
Abrangência Espacial		Local		
Possibilidade de Ocorrência		Média		
Magnitude		Pequena		
Importância		Pequena		
Cumulatividade		Não Cumulativo		
Sinergia		Não sinérgico		

11.2.2.3 Potencial Perda de Indivíduos da Fauna Terrestre por Atropelamentos

O atropelamento de fauna é reconhecido como a principal causa direta da mortalidade de vertebrados. A influência ecológica desse evento na preservação das espécies depende do tamanho populacional e das taxas de recrutamento dos táxons afetados, causando grande impacto sobre a população de espécies raras e ameaçadas. Uma vez que é previsto a dispersão forçada de indivíduos da fauna terrestre, muitos deles, saem em busca de novas áreas e eventualmente podem necessitar atravessar ambientes cortados por vias e acessos que possuem tráfego, mesmo que pequeno, ou ainda se dispersarem além das áreas de seu entorno imediato. Esse impacto é ainda somado ao mesmo impacto, já ocorrente no ambiente operacional, mesmo em escalas reduzidas pode ser considerado significativo.

Foram registradas nas áreas de estudo táxons considerados amplamente impactados por atropelamentos de veículos, apesar de não estarem em listas de espécies ameaçadas (*e.g., Procyon cancrivorus* e *Cerdocyon thous*). Entretanto, a diagnose ambiental revelou a presença de duas espécies ameaçadas de extinção, a saber: *Leopardus pardalis* (jaguatirica) e *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará) que se encontram elencados com status de conservação “vulnerável” exclusivamente no estado de Minas Gerais. Estas espécies podem ser consideradas como potenciais espécies impactadas por atropelamentos.

As estradas e vias de acesso ainda constituem uma barreira física para o deslocamento dos animais, além de serem atrativas para algumas espécies que se beneficiam, como, por exemplo, de carcaças de outros animais atropelados, servindo como fonte de alimento. Uma vez que já existe

um fluxo de veículos no local, durante as atividades de corte de árvores isoladas e limpeza do terreno haverá um aumento significativo no tráfego de máquinas, equipamentos e veículos necessários ao desenvolvimento e implantação do projeto.

Na fase de implantação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade de Três Marias ocorrerá significativo incremento na movimentação de veículos, máquinas e equipamentos que resultará na geração de tráfego e, por consequência, na possibilidade de atropelamento de animais terrestres.

Os atropelamentos destes animais podem ser reduzidos com aplicação de medidas mitigadoras simples (Tabela 11-21) como, introdução do tema em diálogos comportamentais durante as atividades, sinalizações nas vias, redução de velocidades dos veículos em trechos sinalizados ou em um eventual encontro com os espécimes em deslocamentos e inserção de obstáculos como lombadas.

Destaca-se que na fase de planejamento este impacto não é previsto de ocorrer, considerando as atividades que serão desenvolvidas. Já nas fases de operação e de fechamento, espera-se que não seja significativo, haja vista que a movimentação de veículos, equipamentos e máquinas não será tão intensa, especialmente se comparada à fase de implantação.

A possibilidade de atropelamento da fauna já existe nas vias do entorno do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade de Três Marias, considerando não somente outras atividades da Nexa, mas, também, o fluxo preexistente, decorrente de atividades que não tenham relação com a empresa. Neste sentido, entende-se que o impacto Eventuais Danos a Espécimes da Fauna Terrestre por Atropelamento é cumulativo em todas as fases em que ocorre.

O impacto de Potencial Perda de Indivíduos da Fauna Terrestre por Atropelamentos pode ser classificado como sinérgico, haja vista que interage com o impacto de Interferência nas Condições de Tráfego e Circulação, também previsto para o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade de Três Marias.

Assim, o impacto está diretamente relacionado à implantação do empreendimento, associado ao processo de implementação da estrutura, objeto deste licenciamento. O efeito do impacto de perda de indivíduos da fauna terrestre por atropelamentos possui efeito é adverso, ou seja, de origem negativa onde sua ação direta influencia na permanência do impacto. Uma vez que a ação que o desencadeia, tráfego de veículos e equipamentos é permanente durante a fase em avaliação a possibilidade de ocorrência, a magnitude e importância deste impacto foi considerada de média proporção. Uma vez cessada a fonte o impacto é eliminado, assim, considera-se reversível, embora os efeitos ao longo do tempo, se não forem implantadas medidas mitigadoras podem ser de grandes proporções (Tabela 11-22). Portanto, espera-se que ao implantar as medidas de mitigação este impacto seja atenuado.

Tabela 11-21: Identificação do impacto de Potencial Perda de Indivíduos da Fauna Terrestre por Atropelamentos

Fase	Atividade	Aspecto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
Implantação	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral	Perda de indivíduos da fauna terrestre Geração de tráfego (possibilidade de atropelamento de animais)	Sinalização de vias, treinamento de colaboradores sobre cuidados na direção e proteção e preservação da fauna local	Programa de Educação Ambiental Programa de Gestão de Tráfego, Sinalização e Alerta

Tabela 11-22: Avaliação do impacto de perdas de indivíduos da fauna terrestre por atropelamentos

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Efeito	Insignificante	Adverso	Não Previsto	Não Previsto
Ação		Direta		
Prazo de Manifestação		Imediato		
Duração/Temporalidade		Temporário		
Reversibilidade		Reversível		
Abrangência Espacial		Local		
Possibilidade de Ocorrência		Média		
Magnitude		Média		
Importância		Média		
Cumulatividade		Cumulativo		
Sinergia		Sinérgico		

11.2.2.4 Incremento nas Atividades de Caça e Apanha

As atividades de caça, apesar de ser considerada ilegal, é comum em todo território nacional. A prática muitas vezes é utilizada como meio de subsistência em regiões com menores recursos e em outras ocasiões, é utilizada como prática esportiva, porém ainda de forma não legalizada. No entanto, essas atitudes têm impactado localmente muitos grupos de espécies, podendo chegar até a uma extinção local, devido à sobre caça destes grupos.

De acordo com a diagnose ambiental, as espécies cinegéticas identificadas na área de estudo local como *Cabassous tatouay* (tatu-do-rabo-mole), *Dasypus novemcinctus* (tatu-galinha), *Sylvilagus minensis* (tapeti), *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara) e *Mazama* spp. (veado), são as principais espécies utilizadas na alimentação humana e que sofrem pressão de caça. Esta atividade vem sendo apontada como uma das principais razões pelas quais espécies são atualmente ameaçadas,

pois ela pode comprometer significativamente a abundância de espécies e a biodiversidade local. Além disso, a remoção de grandes mamíferos herbívoros, frugívoros e granívoros de seu habitat natural, traz consequências para a estrutura, dinâmica e regeneração de florestas, pois muitas plantas dependem destes animais como dispersores de sementes para seu sucesso reprodutivo.

Entende-se que durante as atividades de expansão do empreendimento, haverá uma intensificação no contingente de trabalhadores necessários aos processos em desenvolvimentos. E uma vez que haverá necessidade de corte de árvores isoladas nativas, além das áreas estarem inseridas em um ambiente que ainda possui recursos para a fauna local, é esperado que estes trabalhadores venham a ter contato direto com espécimes locais, sendo parte destas consideradas cinegéticas ou xerimbabos. O contato com tais animais pode ocasionar em eventos de caça e apanha (Tabela 11-23).

As aves, também representam outro grupo de espécies amplamente retirado de seus ambientes naturais, muitas vezes para criação em gaiolas, devido à apreciação pelo seu canto e abastecimento ao tráfico ilegal deste grupo. Essa atividade ilícita causa danos diretos e irreparáveis ao meio ambiente. Os animais traficados não passam por nenhum tipo de controle sanitário, podendo disseminar doenças além de causar grande desequilíbrio ecológico. O empreendimento em licenciamento, possui em suas diretrizes, políticas que inibem tal prática dentro de suas áreas. Contudo, uma vez que se iniciam novas atividades, poderá haver inserção de empresas subcontratadas e por conseguinte, o fluxo de pessoas não habituadas a tais diretrizes.

Dessa forma, é altamente recomendável que se mantenham as medidas de mitigação, tal como a inserção do tema de preservação da fauna local durante as atividades de diálogos comportamentais, já adotadas pelo empreendimento. A inserção do programa de educação ambiental, com focos diretos em alteração comportamental de colaboradores devem extrapolar os limites do empreendimento e ter uma ação diretas nas comunidades de seu entorno imediato, elevando assim as chances de sucesso em um processo contínuo de desenvolvimento social.

Este impacto foi previsto como apresentando ocorrência pontual, passível de ocorrer na Área Diretamente Afetada pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade de Três Marias e seu entorno imediato. Não existem registros de ocorrências similares nas atividades da Nexa. Porém, não é descartada a possibilidade desta prática na vizinhança imediata. Por este motivo, o impacto é classificado como cumulativo.

O impacto de Incremento nas Atividades de Caça e Apanha não apresenta potencial de interação com outro impacto, seja da mesma fonte ou não, que resulte em efeitos sinérgicos.

Assim, quanto á classificação do impacto (Tabela 11-24), ele não se relaciona diretamente à implementação do empreendimento, uma vez que é uma prática exercida em todo território nacional, porém, age de forma indireta quando possibilita que pessoas entrem em contato com o ambiente. Entende-se que age sob o efeito adverso e ação indireta, porém percebido em médio prazo. Seus efeitos podem ser considerados temporários, desde que seja cessada a prática

localmente, sendo, portanto, considerada reversível. Foi avaliado como de abrangência pontual, possibilidade de ocorrência e importância média. A possibilidade de ocorrência foi considerada média e a magnitude e importância foram consideradas pequenas.

Tabela 11-23: Identificação do impacto de Incremento nas Atividades de Caça e Apanha

Fase	Atividade	Aspecto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
Implantação	Contratação temporária de mão de obra	Adensamento de trabalhadores em zona rural	Capacitação e treinamento de colaboradores sobre o tema: Proteção e preservação da fauna local	Programa de Educação Ambiental

Tabela 11-24: Avaliação do impacto de Incremento nas Atividades de Caça e Apanha

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Efeito	Insignificante	Adverso	Adverso	Adverso
Ação		Indireta	Indireta	Indireta
Prazo de Manifestação		Médio	Médio	Médio
Duração/Temporalidade		Temporário	Temporário	Temporário
Reversibilidade		Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência Espacial		Pontual	Pontual	Pontual
Possibilidade de Ocorrência		Média	Média	Média
Magnitude		Pequena	Pequena	Pequena
Importância		Pequena	Pequena	Pequena
Cumulatividade		Cumulativo	Cumulativo	Cumulativo
Sinergia		Não sinérgico	Não sinérgico	Não sinérgico

11.2.2.5 Alteração nas Propriedades Limnológicas

As propriedades limnológicas dizem respeito às relações funcionais entre as comunidades aquáticas e os parâmetros físicos, químicos e bióticos do conjunto do ambiente das águas interiores. Considerando o impacto em avaliação, um dos grupos faunísticos potencialmente afetado é o grupo da ictiofauna e comunidades limnológicas, uma vez que os ambientes aquáticos representam seus hábitats. De acordo com a avaliação de dados primários, foram registradas espécies generalistas, majoritariamente nativas da bacia do rio São Francisco. Para este estudo foram inseridos pontos amostrais à montante e à jusante do empreendimento. A fauna de peixes

dulcícolas encontradas na área de estudo local é composta por espécies típicas de riachos e de rios caudalosos, característica essa registrada nos ambientes amostrais.

A diagnose dos estudos, indicou que as drenagens situadas nas adjacências da área de estudo local, mais próximas a futura estrutura (*i.e.*, Córregos Martinha e Retiro Velho) apresentam baixa diversidade de espécies, e diminuta abundância de indivíduos da ictiofauna. Além disso, as drenagens supracitas apresentam características de curso d'água intermitentes, ou seja, no período de estiagem, trechos dos córregos ficam secos (em especial nas porções médias e altas). Portanto, no período de estiagem, somente a região próxima a foz com o rio São Francisco apresenta ambientes capazes de abrigar a ictiofauna e comunidades limnológicas, em função do recebimento das águas do rio São Francisco.

O conhecimento da diversidade e das dinâmicas das assembleias de peixes são essenciais para ações de mitigação frente as alterações do habitat. Deste modo, entende-se que quaisquer alterações nas qualidades ambientais destes cursos, tais como o carreamento de sedimentos, para os córregos Martinha e Retiro Velho, podem ser altamente prejudicais a estes ambientes. (Tabela 11-25).

Importante mencionar que possíveis impactos na comunidade de peixes podem afetar as atividades de pesca, tanto profissionais quanto turísticas, demonstrando a grande influência que este impacto pode proporcionar.

Este impacto tem potencial para ocorrer nas fases de implantação, operação e fechamento, sendo considerado insignificante na fase de planejamento, em razão das atividades previstas.

Nas fases de implantação, operação e fechamento, todas as atividades e aspectos com potencial para afetar a qualidade das águas superficiais podem, também, interferir nas propriedades limnológicas. Assim, os principais aspectos relacionados são: geração de resíduos sólidos, geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água, emissão de material particulado, geração de áreas degradadas, sobretudo, a geração de sedimentos.

Adicionalmente, em função do volume do rio São Francisco, associado a processos de autodepuração presentes na calha, possíveis interferências nos córregos supracitados serão atenuados no curso principal do rio São Francisco. Em relação ao substrato e disponibilidade de habitas, os trechos monitorados dos córregos Martinha e Retiro Velho possuem baixa diversidade de micro-habitat, e sinais visíveis de assoreamento, fato que pode influenciar na estruturação das assembleias ícticas, ocasionando a baixa diversidade observada.

As principais medidas de controle estão também relacionadas àquelas aplicáveis ao supracitado impacto, sendo aqui previsto, em adição, a implementação de um Programa de Monitoramento da Fauna Aquática, com vistas a acompanhar a possível ocorrência deste impacto.

Este impacto possui propriedades cumulativas visto que as atividades que serão executadas durante as etapas de implantação, operação e fechamento representarão uma adição aos aspectos

ambientais gerados atualmente pelas demais atividades da Nexa e de outros empreendimentos da região, ainda que de pequeno porte.

Este impacto possui efeitos sinérgicos, pois se origina em decorrência de outros impactos dos meios físico e biótico, desde aqueles que promovem afugentamento da fauna (como alteração nos níveis de ruído) até os que podem promover complexas alterações no ambiente (Alteração do Uso do Solo e Cobertura Vegetal).

Deste modo, o impacto foi avaliado como relacionado diretamente à implantação, operação e fechamento do empreendimento (Tabela 11-26). Seus efeitos são considerados diretos, com prazo imediato. Pode ser considerado temporário, uma vez que cessada a origem torna-se reversível. Abrangência regional, uma vez que os corpos hídricos uma vez impactados, levam as alterações a jusante do local das intervenções. Assim, foi considerada a possibilidade de ocorrência, magnitude e importância média.

Tabela 11-25: Identificação do impacto de Alteração nas Propriedades Limnológicas

Fase	Atividade	Aspecto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
Implantação	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral	Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias	Programa de Monitoramento da Fauna Aquática Programas aplicáveis aos impactos previstos para meio físico
	Limpeza do terreno	Emissão de material particulado	Umectação de pátios e vias	
		Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Geração de sedimentos	-	
	Terraplenagem (incluindo relocação de acessos e bota-fora existente)	Emissão de material particulado	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos. Umectação de pátios e vias	
		Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Geração de sedimentos	-	
	Disposição de material em bota-fora	Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Geração de sedimentos	-	
		Emissão de material particulado	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos. Umectação de pátios e vias	

Fase	Atividade	Aspecto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
	Execução de obras civis (incluindo implantação de sistema de drenagem)	Geração de resíduos sólidos	Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final correta	
		Geração de sedimentos	-	
		Emissão de material particulado	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos. Umectação de pátios e vias	
Operação	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral	Emissão de material particulado	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos. Umectação de pátios e via	Programa de Monitoramento da Fauna Aquática Programas aplicáveis aos impactos previstos para meio físico
	Transporte e disposição de resíduos industriais em pilha	Geração de Sedimento	-	
		Emissão de material particulado	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos. Umectação de pátios e vias	
Fechamento	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral	Emissão de material particulado	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos. Umectação de pátios e vias	Programa de Monitoramento da Fauna Aquática Programas aplicáveis aos impactos previstos para meio físico
	Exploração de áreas de empréstimo	Geração de áreas degradadas	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Geração de sedimentos	-	
		Emissão de material particulado	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos. Umectação de pátios e via	
	Execução de obras civis	Geração de resíduos sólidos	Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final corretos	
		Geração de sedimentos	-	
		Emissão de material particulado	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos. Umectação de pátios e via	
	Terraplenagem (incluindo relocação de acessos)	Geração de sedimentos	-	
		Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Geração de resíduos sólidos	Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final corretos	

| Tabela 11-26: Avaliação do impacto de Alteração nas Propriedades Limnológicas

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Efeito	Insignificante	Adverso	Adverso	Adverso
Ação		Direta	Direta	Direta
Prazo de Manifestação		Imediato	Imediato	Imediato
Duração/Temporalidade		Temporário	Temporário	Temporário
Reversibilidade		Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência Espacial		Regional	Regional	Regional
Possibilidade de Ocorrência		Média	Média	Média
Magnitude		Média	Média	Média
Importância		Média	Média	Média
Cumulatividade		Cumulativo	Cumulativo	Cumulativo
Sinergia		Sinérgico	Sinérgico	Sinérgico

11.2.2.6 Alteração em Comunidades da Fauna Terrestre e Aquática

O impacto de alteração na composição da fauna é decorrente de outros impactos esperados para os meios físico e biótico. Trata-se de uma forma ampla de contemplar impactos sobre a fauna, produzidos pela implantação, operação e fechamento do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade de Três Marias. Destaca-se que, de um modo geral, a deterioração de habitats pode significar a criação de condições propícias para a reprodução de espécies generalistas e espécies invasoras, o que interfere em todo ecossistema, pelo desequilíbrio causado.

Compilando as diagnoses ambientais na área de estudo, foram registradas uma significativa riqueza de espécies sendo: para a herpetofauna foram registradas 16 espécies, sendo 14 de anuros e dois de répteis. Para o grupo da avifauna, a diagnose identificou como dados primários, 124 espécies, sendo que destas, pelo menos uma foi classificada como ameaçada de extinção, a *Ara ararauna* (arara-canindé) encontra-se vulnerável em Minas Gerias. Esta espécie possui plumagens coloridas, são dóceis quando criadas em cativeiro desde filhotes e possuem o notável comportamento de imitar a voz humana. Esses fatores as tornaram alvo de contrabandistas, que capturam os filhotes ainda no ninho para a comercialização. A ocorrência delas na área é um indicativo que ainda resta populações viáveis no entorno.

Para o grupo da mastofauna não voadora, foram registradas 16 espécies, tendo como destaque uma espécie ameaçada de extinção (*Chrysocyon brachyurus* - Lobo-guará), classificada como vulnerável a nível regional (COPAM, 2010) e a nível nacional (MMA, 2014). Já a mastofauna voadora apresentou duas espécies que possuem hábitos generalistas.

Em relação a fauna aquática, a ictiofauna foi representada por 188 espécies, apresentando dez espécies endêmicas do Rio São Francisco. Já em relação as comunidades hidrobiológicas, somando as espécies encontradas fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados, foram registradas 112 espécies.

Na avaliação deste impacto foram consideradas as atividades de corte de árvores isoladas, limpeza de terreno, movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral, terraplenagem associada aos outros impactos previstos e avaliados. Com essas atividades pôde-se avaliar os aspectos do impacto, como emissão de gases de combustão, emissão de material particulado, emissão de ruído, geração de tráfego (possibilidade de atropelamento de animais), emissão de material particulado, geração de áreas alteradas, geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água, geração de efluentes oleosos, geração de efluentes sanitários, geração de resíduos sólidos e modificação de paisagem industrial em zona rural.

Adicionalmente, embora existam espécies mais sensíveis as alterações, no geral, as espécies registradas durante os estudos utilizados para embasar este documento, são espécies com hábitos ecológicos generalistas, adaptadas à ocupação de ambientes que sofreram grau intermediário a avançado de alteração em sua estrutura original, decorrentes das alterações da paisagem. Portanto, é possível que ocorra a alteração pontual da composição das comunidades de fauna (Tabela 11-27) nas áreas de estudo.

O monitoramento dessas espécies sensíveis ou relevantes, pode colaborar com sua preservação e fornecer informações cruciais para o entendimento dos impactos causados nestas populações.

Outras informações que foram consideradas na avaliação de impactos, como a alteração na composição das comunidades de mamíferos, é que algumas espécies registradas podem ser indicadas como potenciais hospedeiros de zoonoses, como a doença de Chagas, cujo protozoário já foi encontrado, com por exemplo em tatus. Espécie com registro no ambiente de estudo é muito requerida como caça, e pode atuar como vetor. Outra espécie, que possui registro primário, que sofre com a caça e apresenta um potencial para portar a febre maculosa brasileira, é a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris)*.

Vale destacar também que foram registradas 13 espécies de dípteros vetores com capacidade de transmitir doenças aos humanos, como dengue, zika, chikungunya, filarioses, dentre outras. Deste modo, há implicações sanitárias e ecológicas com a alteração na composição destas comunidades de que necessitam ser controladas ao longo do tempo.

O impacto de alteração na composição da fauna terrestre tem potencial de ocorrer nas fases de implantação, operação e fechamento do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da

Unidade de Três Marias. Além disso, é majoritariamente decorrente de outros impactos como os do meio físico, relacionados aos seguintes aspectos: emissão de ruído, emissão de material particulado e gases de combustão, geração de sedimentos, geração de efluentes líquidos e geração de resíduos sólidos.

A emissão de ruído pode provocar não somente o afugentamento da fauna, mas, também, interferências nos modos de vida (sobretudo na comunicação) de algumas espécies. A emissão de material particulado e gases de combustão, decorrentes de diversas atividades do empreendimento, pode proporcionar alteração da qualidade ambiental, interferindo na fauna.

A geração de sedimentos, a geração de efluentes líquidos e a geração de resíduos sólidos são aspectos que têm potencial de afetar tanto as condições físicas (dinâmica geomorfológica), quanto a qualidade das águas. Considerando que os sistemas hídricos superficiais constituem habitat para algumas espécies da herpetofauna, além de área de dessedentação e alimentação de mamíferos, répteis, aves e anfíbios, é possível ocorrer interferências na composição da fauna.

A consolidação de paisagem industrial em zona rural, é capaz de reduzir a área de vida (habitats) de espécies da fauna provocando aumento da competição por nichos nas áreas remanescentes e alteração das relações entre espécies (como a predação) e das relações entre indivíduos de uma mesma espécie (como interferências nas taxas de reprodução).

Por fim, considera-se a interferência na composição da fauna decorrentes da geração de tráfego e, consequentemente, da possibilidade de atropelamento de animais, o que pode significar perda ou lesão de indivíduos da fauna.

Em razão da grande amplitude de aspectos ambientais que podem estar associados ao impacto de alteração na composição da fauna terrestre, os seguintes controles podem ser associados: armazenamento temporário de resíduos em local adequado e destinação final corretos, destinação correta (tratamento) de efluentes oleosos e sanitários, umectação de pátios e vias, revegetação de taludes e superfícies com solo exposto, sistema de drenagem pluvial provisório, manutenção preventiva em veículos e equipamentos, enclausuramento de motores.

Como programas ambientais, sugere-se para a fase de implantação: Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre, Programa de Monitoramento da Fauna Aquática Programa de Gestão de Tráfego, Sinalização e Alerta, Programa de Educação Ambiental, além de outros programas definidos para o meio físico que atuam no controle e/ou no monitoramento de interferências na qualidade ambiental que podem produzir, por consequência, interferências na composição da fauna terrestre. Na fase de fechamento, destacam-se as ações previstas no Plano de Fechamento/Descomissionamento que podem contribuir para reversão do impacto.

Este impacto possui propriedades cumulativas visto que as atividades que serão executadas durante as etapas de implantação, operação e fechamento representarão uma adição aos aspectos ambientais gerados atualmente pelas demais atividades da Nexa e de outros empreendimentos da região, ainda que de pequeno porte.

Este impacto possui efeitos sinérgicos, pois se origina em decorrência de outros impactos dos meios físico e biótico, desde aqueles que promovem afugentamento da fauna (como alteração nos níveis de ruído) até os que podem promover complexas alterações no ambiente (Alteração do Uso do Solo e Cobertura Vegetal).

Assim, o impacto foi avaliado como relacionado ao empreendimento, além de associado ao processo de implementação, operação e fechamento do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade de Três Marias. O impacto possui efeito adverso, com ação indireta, uma vez que deriva de outros impactos e atividades, com prazo de manifestação imediata (Tabela 11-28). Possui duração temporária, pois uma vez que cessada os aspectos que o desencadeia, os impactos serão reversíveis. Deste modo, a abrangência foi considerada local, a possibilidade de ocorrência é média, a magnitude e importância média. É recomendado a inserção do programa de monitoramento de fauna terrestre, que deverá avaliar qualquer alteração na composição faunística além de propor medidas eficazes, para mitigar as influências antrópicas oriundas do empreendimento.

Tabela 11-27: Identificação do impacto de alteração na composição da fauna terrestre e aquática

Fase	Atividade	Aspecto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
Implantação	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral	Emissão de gases de combustão.	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos.	Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre Programa de Monitoramento da Fauna Aquática Programas aplicáveis aos impactos previstos para meio físico
		Emissão de material particulado	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos. Umectação de pátios e vias	
		Emissão de ruído	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos; Enclausuramento de motores	
		Geração de tráfego (possibilidade de atropelamento de animais)	-	
	Utilização do canteiro de obras permanente da Unidade Três Marias (incluindo posto de combustível e manutenção em veículos)	Geração de efluentes oleosos	Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final corretos, Destinação correta (tratamento) de efluentes sanitários, Destinação correta (tratamento) de efluentes oleosos.	
		Geração de efluentes sanitários	Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final corretos, Destinação correta	

Fase	Atividade	Aspecto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
			(tratamento) de efluentes sanitários	
		Geração de resíduos sólidos	Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final corretos	
		Emissão de ruído	Manutenção preventiva em equipamentos;	
	Corte de árvores isoladas	Emissão de material particulado	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos, Umectação de pátios e vias	
		Emissão de ruído	Manutenção preventiva em equipamentos;	
		Geração de áreas alteradas	Se necessário, afugentamento e resgate da fauna	
		Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Modificação de paisagem industrial em zona rural	-	
	Limpeza do terreno	Emissão de material particulado	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos. Umectação de pátios e vias	
		Emissão de ruído	Manutenção preventiva em equipamentos;	
		Geração de áreas alteradas	Se necessário, afugentamento e resgate da fauna	
		Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Modificação de paisagem industrial em zona rural	-	
		Geração de sedimentos	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
	Disposição de material em bota-fora	Geração de sedimentos	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Emissão de material particulado	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos.	

Fase	Atividade	Aspecto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
			Umectação de pátios e vias	
		Emissão de ruído	Manutenção preventiva em equipamentos;	
		Geração de áreas degradadas	Se necessário, afugentamento e resgate da fauna	
	Execução de obras civis (incluindo implantação de sistema de drenagem)	Emissão de material particulado	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos. Umectação de pátios e vias	
		Emissão de ruído	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos.	
		Geração de resíduos sólidos	Armazenamento temporário de resíduos em local correto e destinação final corretos	
		Geração de sedimentos	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Modificação de paisagem industrial em zona rural	-	
Operação	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral	Emissão de gases de combustão.	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos. Umectação de pátios e vias	Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre Programa de Monitoramento da Fauna Aquática Programas aplicáveis aos impactos previstos para meio físico
		Emissão de material particulado	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos. Umectação de pátios e vias	
		Emissão de ruído	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos.	
		Geração de tráfego (possibilidade de atropelamento de animais)	Capacitação e treinamento de colaboradores sobre o tema: Proteção e preservação da fauna local	

Fase	Atividade	Aspecto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
	Operação de sistema de drenagem	Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Geração de sedimentos	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
	Operação de estrutura geotécnica	Consolidação de paisagem industrial em zona rural	-	
		Emissão de material particulado	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos. Umectação de pátios e vias	
		Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Geração de sedimentos	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
Fechamento	Exploração de áreas de empréstimo	Emissão de material particulado	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos. Umectação de pátios e vias	Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre Programa de Monitoramento da Fauna Aquática Programas aplicáveis aos impactos previstos para meio físico
		Emissão de ruído	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos.	
		Geração de áreas alteradas	Se necessário, afugentamento e resgate da fauna	
		Geração de interferências ao escoamento superficial e infiltração da água	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
		Geração de sedimentos	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	
	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral	Emissão de gases de combustão	Realização de campanhas de monitoramento	
		Emissão de material particulado	Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	

Fase	Atividade	Aspecto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
		Emissão de ruído	Manutenção preventiva em veículos e equipamentos.	
		Geração de tráfego	-	

Tabela 11-28: Avaliação do impacto de alteração na composição da fauna terrestre e aquática

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Efeito	Insignificante	Adverso	Adverso	Adverso
Ação		Indireta	Indireta	Indireta
Prazo de Manifestação		Imediato	Imediato	Imediato
Duração/Temporalidade		Temporário	Temporário	Temporário
Reversibilidade		Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência Espacial		Local	Local	Local
Possibilidade de Ocorrência		Média	Média	Média
Magnitude		Média	Média	Média
Importância		Média	Média	Média
Cumulatividade		Cumulativo	Cumulativo	Cumulativo
Sinergia		Não sinérgico	Não sinérgico	Não sinérgico

11.2.3 Impactos sobre o Meio Socioeconômico

O Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais está inserido no contexto de uma unidade industrial já em operação e possui influência específica sobre importantes aspectos dos municípios da Área de Estudo Local. Nessa seção serão abordados os impactos que perpassam por possíveis interferências do empreendimento no âmbito socioeconômico. O levantamento de diferentes informações sobre o território, a alteração de questões associadas à renda e à empregabilidade da população local, a potencial influência nos modos de vida e relações socioespaciais são alguns exemplos analisados que podem influenciar aspectos da infraestrutura pública e da arrecadação tributária municipal.

Em síntese, as análises realizadas indicam a possibilidade de ocorrência de sete principais impactos ambientais de cunho socioeconômico relacionados ao empreendimento. Estes impactos foram analisados de acordo com a metodologia de Avaliação de Impacto Ambiental deste documento e estão listados na sequência:

- *Incremento no Conhecimento Científico sobre a Região;*
- *Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População Provocada por Alterações nos Níveis de Ruído e na Qualidade do Ar, Águas e Solos;*
- *Interferência nos Níveis Condições de Conforto e Qualidade de Vida da População Local Provocada por Modificações da Paisagem;*
- *Interferência nos Níveis de Emprego, Renda e Tributos;*
- *Interferência no Patrimônio Cultural e Natural local;*
- *Interferência nos Vínculos Afetivos e Simbólicos da População com o Território;*
- *Interferência das Condições de Tráfego e Circulação.*

11.2.3.1 Incremento no Conhecimento Científico sobre a Região

O aumento do conhecimento técnico-científico relativo aos territórios analisados é um importante efeito decorrente do processo de licenciamento do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias da empresa Nexa Recursos Minerais S.A. Em síntese, a sistematização e divulgação de diferentes informações acerca das dinâmicas vigentes no território, além de contribuírem diretamente para a ampliação do acesso à informação, também possui o potencial de embasar outros possíveis estudos a serem realizados com foco na mesma região.

As atividades relacionadas a esse impacto ocorrem especialmente durante a etapa de planejamento do empreendimento, correspondente à realização de investigações, estudos preliminares e projetos de engenharia. No que tange ao levantamento de aspectos sociais, culturais, econômicos, físicos e bióticos, destaca-se a análise de dados primários e secundários a partir de diferentes fontes de pesquisa.

Sobre o meio socioeconômico, os dados primários estão associados principalmente à realização da Pesquisa de Percepção em 2023. Por meio de visitas técnicas foi possível realizar entrevistas com moradores e representantes institucionais enquanto parte do Estudo de Impacto Ambiental do empreendimento. Já em relação aos dados secundários, destaca-se o acesso aos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, da Assembleia Legislativa de Minas Gerais, do Altas do Desenvolvimento Humano, da Câmara Municipal, do Centro de Documentação Eloy Ferreira da Silva, do Sistema Agregador de Dados do Sistema Único de Saúde, da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, da Fundação Nacional do Índio, do Portal da Transparência, do Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais, da Fundação Cultural Palmares e do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural.

Para o meio biótico, destaca-se a consulta a estudos já existentes para a região e/ou bioma analisado como Monitoramentos da Fauna Terrestre e Relatórios de Campanha de Monitoramento de Fauna Terrestre. De forma direta, indica-se a realização do inventariamento

sazonal no local de estudo, que implica na coleta de dados diversos associados ao campo da biologia na estação chuvosa e na estação de seca.

Por meio das atividades promovidas pelo meio físico também foi possível sistematizar informações de diferentes fontes. No caso, foram coletados diretamente os dados relativos ao caminhamento espeleológico e ao cadastramento de nascentes das bacias do Córrego Martinha, Retiro Velho, Consciência, Lavagem e Barreiro Grande. De modo secundário, ressalta-se a análise de dados da (do): Agência Nacional de Mineração (ANM), Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA), Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas/Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CANIE/CECAV), Cadastro Nacional de Cavernas da Sociedade Brasileira de Espeleologia (CNC), Serviço Geológico do Brasil (SGB), Empresa Brasileira de Agropecuária (EMBRAPA), Fundação Osvaldo Cruz (FIOCRUZ), Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), Rede Hidrometeorológica Nacional da Agência Nacional das Águas (HIDROWEB), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDESISEMA), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC-MG) e Sistema de Informação de Águas Subterrâneas (SIAGAS).

Além da geração de conhecimento, é válido ressaltar que o impacto analisado também está associado à possível geração de expectativas e inseguranças aos moradores locais. Isso acontece uma vez que parte do processo de levantamento de dados engloba a realização de trabalhos de campo (mencionados anteriormente), que possuem o potencial de interferência no cotidiano de moradores e/ou na especulação de aspectos relativos ao empreendimento.

Como forma de controle desse aspecto negativo de geração de expectativas e inseguranças, o Programa de Comunicação social deve atuar de forma a promover, desde a fase de planejamento, a divulgação de informações sobre o empreendimento de modo efetivo.

As investigações relativas ao empreendimento, o levantamento e análise de informações científicas é prevista principalmente para a etapa de **planejamento** do empreendimento em função da necessidade de realização de estudos específicos para o licenciamento ambiental e obtenção de anuência dos respectivos órgãos públicos.

De modo geral, esse impacto de **Incremento Científico no Conhecimento Científico sobre a Região** é caracterizado como **duplo-efeito** para o município e região, principalmente no que tange à sistematização de informações já existentes e/ou ao levantamento de dados inéditos. Esse ponto se torna ainda mais relevante considerando a publicação dessas informações por meio de veículos de acesso aos moradores locais, à administração municipal e/ou a outros setores de interesse.

A ação indicada nesse caso é **direta** e o prazo de manifestação é **imediato**, já que ocorre tão logo sejam desenvolvidos os estudos/investigações. A duração é **permanente**, pois se mantém ao longo da realização das atividades previstas e de **alta possibilidade de ocorrência,** tendo em vista a necessidade da leitura territorial durante o processo de licenciamento ambiental do

empreendimento em questão. Ademais, ressalta-se que a consolidação dos estudos indica a cessão da produção de conhecimento por esse meio, tornando esse impacto **reversível**.

A relevância dos dados elaborados durante esse espaço de tempo determinado implica em **grande importância** e em uma **média magnitude**, tendo em vista a sistematização dos dados de significativa relevância e o levantamento de novas informações. Esses dados, referentes tanto à escala local quanto **regional**, se somam ao conhecimento já existente sobre o território de modo **cumulativo**.

O impacto Incremento no Conhecimento Científico sobre a Região apresenta potencial de interação com outros impactos de **forma sinergética**, à medida que a condução de pesquisas associadas à produção de conhecimento pode interferir no cotidiano local e na geração de expectativas em relação ao empreendimento.

A Tabela 11-29 apresenta o percurso metodológico para a identificação do impacto, ao passo que a Tabela 11-30 traz uma síntese dos critérios de avaliação do impacto.

Tabela 11-29: Identificação do impacto de Incremento no Conhecimento Científico sobre a Região

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
Planejamento	Realização de investigações, estudos preliminares e projetos de engenharia	Geração de conhecimento; Geração de expectativas e inseguranças na população local e regional em relação ao empreendimento;	Incremento no Conhecimento Científico sobre a Região	Comunicação efetiva sobre os impactos socioeconômicos do empreendimento	Programa de Comunicação Social

Tabela 11-30: Avaliação do impacto de Incremento no Conhecimento Científico sobre a Região

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Efeito	Duplo-efeito	Insignificante	Insignificante	Insignificante
Ação	Direta			
Prazo de Manifestação	Imediata			
Duração/Temporalidade	Permanente			
Reversibilidade	Reversível			
Abrangência Espacial	Regional			
Possibilidade de ocorrência	Alta			
Magnitude	Média			
Importância	Grande			
Cumulatividade	Cumulativo			
Sinergia	Sinérgico			

11.2.3.2 Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População provocada por Alterações nos Níveis de Ruído e na Qualidade do Ar, Águas e Solos

Alguns aspectos de ordem ambiental decorrentes do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais poderão contribuir negativamente para os níveis de conforto e qualidade da vida da população. Dentre estes aspectos alguns dos mais relevantes são aqueles que incluem a possibilidade de impactos na água, no ar e no solo.

Com base na avaliação dos impactos do meio físico, os principais aspectos responsáveis por esse impacto consistem na emissão de ruído, emissão de material particulado e gases de combustão, geração de sedimentos (que pode interferir, sobretudo, no desenvolvimento de atividades econômicas), geração de efluentes líquidos (com possibilidade de interferir na qualidade das águas e, em consequência, no potencial uso das águas) e geração de resíduos sólidos. Esses aspectos podem influenciar nos modos de vida e nas relações sociais estabelecidas nos territórios de estudo tendo em vista a possível necessidade de mudança de hábitos e de outros práticas cotidianas.

Para compreensão dos impactos reais e potenciais gerados por estes aspectos no meio físico, sugere-se que sejam verificadas as avaliações dos seguintes impactos, apurados no Estudo de Impacto Ambiental - EIA:

- *Interferência na Dinâmica Geomorfológica;*
- *Interferência nas Propriedades Químicas do Solo;*
- *Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea;*
- *Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas;*
- *Interferência na Qualidade do Ar;*
- *Interferência nos Níveis de Pressão Sonora.*

A geração de expectativas e inseguranças da população local em função da realização do empreendimento também são importantes fatores a serem considerados. Em diferentes entrevistas realizadas em 2023 por meio da Pesquisa de Percepção desenvolvida na etapa de diagnóstico para compor este Estudo de Impacto Ambiental, foi citada preocupação com a contaminação das águas e solos na região. Esses relatos são associados a problemas de caráter socioambiental vivenciados anteriormente pela população entrevistada, principalmente em relação à contaminação do solo e de cursos d'água próximos ao empreendimento.

Visando contribuir para mitigação e controle desse impacto, torna-se imperativo realizar a análise das repercussões dos impactos previstos para o meio físico sob a ótica do meio socioeconômico.

O Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais propõe, assim, uma série de medidas de mitigação e controle associados aos impactos do meio físico e no âmbito da pesquisa e inovação,

capazes de minimizar a ocorrência de interferências nos níveis de conforto e qualidade de vida. Ademais, o Programa de Comunicação Social busca difundir informações corretas sobre a estrutura de disposição de resíduos e gerenciar as expectativas/percepções de risco dos *stakeholders* do projeto.

Nesse sentido, espera-se que os canais de comunicação sejam utilizados para recepção de reclamações ou sugestões da população local sobre aspectos relacionados a possíveis interferências nos níveis de conforto e qualidade de vida. É recomendado, ainda, que solicitações enviadas pela população por meio desses canais de comunicação sejam categorizadas e tenham o histórico registrado, desde o acolhimento até o saneamento da demanda. Desse modo, é possível avaliar com métricas consistentes o nível de interferência nos níveis de conforto e qualidade de vida da população local.

A partir das informações apresentadas anteriormente, o impacto de Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População provocado por Alterações nos Níveis de Ruídos e na Qualidade do Ar, Águas e Solos pode ser avaliado como negativo (**adverso**).

Nas fases de implantação, operação e fechamento a ação é considerada **direta** e **indireta.** Isso acontece uma vez que, além da possibilidade de modificações diretas nos níveis de ruído e qualidade do ar, águas e solo nessa etapa, há a possibilidade de geração de expectativas na criação desse empreendimento, principalmente em função do contexto prévio da região.

A manifestação desse impacto poderá ser observada ao se iniciarem as atividades previstas para a realização do empreendimento e se mantém ao longo das demais etapas previstas. Dessa forma, o impacto pode ser considerado como **imediato** e de caráter **permanente**.

Alguns aspectos da interferência nos níveis de conforto e qualidade de vida da população local podem ser classificados como **reversíveis** de acordo com a análise realizada. Isso acontece uma vez que, a depender do grau de alterações no ar, solo e águas e do nível de ruído promovido, bem como da efetividade das ações de controle, gestão e mitigação planejadas, certas condições socioeconômicas locais podem ser potencialmente reestabelecidas. Esse ponto se relaciona principalmente às ações de caráter direto, como a geração de ruído, que tendem a cessar sua influência tão logo findem suas atividades geradoras.

Apesar disso, caso sejam observados aspectos diretos de maior grau de interferência e/ou que estejam relacionados a ações indiretas, esse impacto pode adquirir características de difícil controle e mitigação. Nesse âmbito, podem ser citadas consequências à saúde psicológica e aos hábitos de moradores da região que, reforçados pelo caráter permanente do empreendimento, podem ser classificados como **irreversíveis**.

De modo geral, a área de abrangência desse impacto pode ser considerada como **local** em todas as fases, por estar associada majoritariamente à população residente nas proximidades do empreendimento. Na fase de planejamento, o impacto é considerado como de **média magnitude, média importância** e **alta possibilidade de ocorrência**, associado especialmente à geração de

expectativas. Nas fases de implantação, operação e fechamento o impacto pode ser considerado da mesma forma considerando a existência de ações de controle e mitigação.

O impacto de Interferência nos Níveis de Conforto e na Qualidade de Vida da População, provocada por Alterações nos Níveis de Ruídos e na Qualidade do Ar, Águas e Solos é classificado como **cumulativo** e **sinérgico,** pois decorre de outros impactos do próprio projeto e de outros empreendimentos da região.

A Tabela 11-31 apresenta o percurso metodológico para identificação do impacto, ao passo que a

Tabela 11-32 traz uma síntese dos critérios de avaliação do impacto.

Tabela 11-31: Identificação do impacto de Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População, provocada por Alterações nos Níveis de Ruídos e na Qualidade do Ar, Águas e Solos

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto	Controle	Programa Ambiental
Implantação	Utilização do canteiro de obras permanente da Unidade Três Marias (incluindo posto de combustível e manutenção em veículos)	Geração de expectativas e inseguranças na população local e regional em relação ao empreendimento; Influência nos modos de vida e relações sociais da população em função da contaminação do ar, águas e solos e da geração de ruído.	Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População, provocada por Alterações nos Níveis de Ruídos e na Qualidade do Ar, Águas e Solos	Comunicação efetiva sobre os impactos socioeconômicos do empreendimento; Incentivo ao desenvolvimento de alternativas tecnológicas de menor impacto; Medidas de Controle associadas a Programas relativos ao meio físico.	Programa de Comunicação Social Demais programas aplicáveis aos impactos previstos para o meio físico
	Corte de árvores isoladas e Limpeza do terreno				
	Terraplenagem (incluindo relocação de acessos e bota-fora existente)				
	Disposição de material em bota-fora				
	Execução de obras civis				
	Captação de água para utilização nas obras				
	Implantação de instrumentos de monitoramento geotécnico				

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto	Controle	Programa Ambiental
	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral				
Operação	Transporte e lançamento de resíduos industriais no depósito	Geração de expectativas e inseguranças na população local e regional em relação ao empreendimento; Influência nos modos de vida e relações sociais da população em função da contaminação do ar, águas e solos e da geração de ruído.		Comunicação efetiva sobre os impactos socioeconômicos do empreendimento; Incentivo ao desenvolvimento de alternativas tecnológicas de menor impacto; Medidas de Controle associadas a Programas relativos ao meio físico.	Programa de Comunicação Social Demais programas aplicáveis aos impactos previstos para o meio físico
	Recuperação, adução e tratamento de água sobrenadante				
	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral				
	Operação de dispositivos de drenagem				
	Operação de estrutura geotécnica				
Fechamento	Exploração de áreas de empréstimo	Geração de expectativas e inseguranças na população local e regional em relação ao empreendimento; Influência nos modos de vida e relações sociais da população em função da contaminação do ar, águas e solos e da geração de ruído.		Comunicação efetiva sobre os impactos socioeconômicos do empreendimento; Incentivo ao desenvolvimento de alternativas tecnológicas de menor impacto; Medidas de Controle associadas a Programas relativos ao meio físico.	Programa de Comunicação Social Demais programas aplicáveis aos impactos previstos para o meio físico
	Execução de obras civis				
	Terraplenagem (incluindo relocação de acessos)				
	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral				

Tabela 11-32: Avaliação do impacto de Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População, provocada por Alterações nos Níveis de Ruídos e na Qualidade do Ar, Águas e Solos

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Efeito	Insignificante	Adverso	Adverso	Adverso
Ação		Direta/Indireta	Direta/Indireta	Direta/Indireta
Prazo de Manifestação		Imediato	Imediato	Imediato
Duração/ Temporalidade		Permanente	Permanente	Permanente
Reversibilidade		Reversível/ Irreversível	Reversível/ Irreversível	Reversível/ Irreversível
Abrangência Espacial		Local	Local	Local
Possibilidade de Ocorrência		Alta	Alta	Alta
Magnitude		Médio	Médio	Médio
Importância		Médio	Médio	Médio
Cumulatividade		Cumulativo	Cumulativo	Cumulativo
Sinergia		Sinérgico	Sinérgico	Sinérgico

11.2.3.3 Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População Local Provocada por Modificações da Paisagem

A realização do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais se baseia, dentre outros aspectos, na criação de uma nova estrutura de empilhamento de resíduos industriais na paisagem e de demais pilhas de menor dimensão associadas ao processo de retirada de umidade dos materiais manejados. Nesse sentido, é inerente à implantação, operação e fechamento desse empreendimento a promoção de modificações na paisagem, observadas a partir de diferentes pontos da região analisada. Essas modificações se relacionam diretamente à possibilidade de interferência nos níveis de conforto e qualidade de vida da população.

Um dos principais pontos a serem considerados nessa análise consiste na geração de expectativas na população trimariense e são-gonçalense. A dinâmica de empilhamento dos resíduos industriais contempla um processo de transformação contínuo da paisagem rural. A presença de máquinas pesadas e caminhões contrasta com a composição cênica do rio São Francisco, vegetação nativa e das estruturas industriais já presentes na região. O novo cenário que será construído ao longo dos anos, associado aos estigmas que a atividade industrial apresenta no senso comum da população, tendem a demonstrar o surgimento de inseguranças e questionamentos acerca dos processos de transformação do município.

Essas transformações tendem a ser mais relevantes para o universo de pessoas que possuem contato visual direto com a região, como residentes das localidades Aldeia dos Dourados, Ilha da

Catuaba, Vila dos Albanos e/ou transeuntes da Estrada da Consciência e do Rio São Francisco. Nesse sentido, destaca-se a capacidade de influência do empreendimento na dinâmica cotidiana local, nos vínculos afetivos ou até mesmo no desenvolvimento de atividades socioeconômicas de modo geral como do setor de turismo.

A sensação de incertezas promovida por impactos diretos e indiretos associados à modificação da paisagem local são potencializados pelo histórico da atividade industrial na região. A percepção da modificação na paisagem pode ser associada ao contexto de ocorrência de problemas ambientais, aos processos de negociação fundiária, à realização de diferentes pesquisas com a população, dentre outras ações associadas ao licenciamento de empreendimentos anteriores no mesmo território.

Essa sensação é percebida de forma subjetiva na pesquisa de percepção ou em outros empreendimentos parecidos. Para compreensão dessa sensação de forma objetiva, pode-se imaginar que a modificação constante da paisagem pela construção da pilha é algo que fará parte do cotidiano das pessoas, sobretudo no entorno imediato do empreendimento. Nesse cenário, é comum que a ocorrência de problemas ambientais seja associada pela população à existência da atividade industrial mais próxima, no caso a pilha de resíduos industriais. Em projetos similares não raros são os relatos que associam a atividade ao surgimento de problemas ambientais, sem qualquer tipo de estudo ou comprovação da correlação entre a atividade e o problema identificado. Nesse sentido, é esperado que a modificação da paisagem promova esse tipo de sentimento futuro na população pode influenciar também nos modos de vida e nos vínculos sociais existentes no território de estudo.

Observou-se na pesquisa de percepção que o atual uso do solo e nível de antropização da Área Diretamente Afetada pelo empreendimento, denota um contexto de subutilização e degradação do território. As medidas mitigadoras que podem contribuir para a redução do impacto visual provocado pela implantação e operação do depósito contemplam, sumariamente, a revegetação de taludes e superfícies com solo exposto e o incentivo à ampla divulgação de informações sobre o empreendimento.

A execução de programas relativos ao meio físico e à Comunicação Social são fundamentais para o controle e mitigação desse impacto. A criação de estratégias que minimizem a modificação da paisagem, bem como a difusão de informações corretas sobre os impactos associados à realização do projeto tendem a amenizar os aspectos observados. Além disso, programas no âmbito de desenvolvimento de novas tecnologias de menor impacto tendem a minimizar as interferências aos modos de vida locais.

O impacto de Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População Local, provocada por Modificação da Paisagem é avaliado como de efeito **adverso**, de ação **direta ou indireta** nas fases de implantação, operação e fechamento. O prazo de manifestação é **imediato** por se manifestar tão logo se iniciem as atividades do projeto e a sua duração pode ser considerada

permanente, uma vez que a principal pilha de resíduos industriais tende a existir indeterminadamente na paisagem. Tendo em vista que dificilmente as condições originais serão reestabelecidas, o caráter desse impacto pode ser considerado **irreversível**.

Ademais, o impacto é classificado como de abrangência **local** em todas as fases, por estar associado somente ao entorno do empreendimento. Além disso, espera-se que esse impacto ocorra em quase todas as fases do empreendimento, sendo **insignificante** na etapa de planejamento e com **alta possibilidade** de ocorrência nas demais. Nas fases de implantação, operação e fechamento, qualifica-se o impacto como de **grande magnitude** e de **grande importância**, pois podem ser numerosas e intensas as interferências provocadas nos níveis de conforto e na qualidade de vida da população no contexto local.

O impacto de Interferência nos Níveis de Conforto e na Qualidade de Vida da População, provocada por Modificação da Paisagem é classificado como **sinérgico** e **cumulativo**, pois se associa à ocorrência de outros impactos do próprio projeto e de outros empreendimentos da região.

A Tabela 11-33 apresenta o percurso metodológico para identificação do impacto, ao passo que a

Tabela 11-34 traz uma síntese dos critérios de avaliação do impacto.

Tabela 11-33: Identificação do impacto de Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População Local, provocada por Modificação da Paisagem

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto	Controle	Programa Ambiental
Implantação	Corte de árvores isoladas Limpeza do terreno	Geração de expectativas e inseguranças na população local e regional em relação ao empreendimento; Influência nos modos de vida e relações sociais da população em função da modificação da paisagem.		Comunicação efetiva sobre os impactos socioeconômicos do empreendimento; Incentivo ao desenvolvimento de alternativas tecnológicas de menor impacto; Medidas de Controle associadas a Programas relativos ao meio físico.	Programa de Comunicação Social Demais programas aplicáveis aos impactos previstos para o meio físico
	Exploração de áreas de empréstimo				
	Terraplenagem (incluindo relocação de acessos e bota-fora existente)				
	Disposição de material em bota-fora				
	Execução de obras civis (incluindo implantação de sistema de drenagem)				
	Implantação de pilha de resíduo industrial e				

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto	Controle	Programa Ambiental
	planta de filtragem				
Operação	Operação de pilha de resíduo industrial e planta de filtragem	Geração de expectativas e inseguranças na população local e regional em relação ao empreendimento; Influência nos modos de vida e relações sociais da população em função da modificação da paisagem.		Comunicação efetiva sobre os impactos socioeconômicos do empreendimento; Incentivo ao desenvolvimento de alternativas tecnológicas de menor impacto; Medidas de Controle associadas a Programas relativos ao meio físico.	Programa de Comunicação Social Demais programas aplicáveis aos impactos previstos para o meio físico
	Operação de estrutura geotécnica				
Fechamento	Exploração de áreas de empréstimo	Geração de expectativas e inseguranças na população local e regional em relação ao empreendimento; Influência nos modos de vida e relações sociais da população em função da modificação da paisagem.		Comunicação efetiva sobre os impactos socioeconômicos do empreendimento; Incentivo ao desenvolvimento de alternativas tecnológicas de menor impacto; Medidas de Controle associadas a Programas relativos ao meio físico.	Programa de Comunicação Social Demais programas aplicáveis aos impactos previstos para o meio físico
	Terraplenagem (incluindo relocação de acessos)				
	Revegetação de áreas degradadas				

Tabela 11-34: Avaliação do impacto de Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População Local, provocada por Modificação da Paisagem

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Efeito	Insignificante	Adverso	Adverso	Adverso
Ação		Direta/Indireta	Direta/Indireta	Direta/Indireta
Prazo de Manifestação		Imediato	Imediato	Imediato

Duração/Temporalidade		Permanente	Permanente	Permanente
Reversibilidade		Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência Espacial		Local	Local	Local
Possibilidade de ocorrência		Alta	Alta	Alta
Magnitude		Grande	Grande	Grande
Importância		Grande	Grande	Grande
Cumulatividade		Cumulativo	Cumulativo	Cumulativo
Sinergia		Sinérgico	Sinérgico	Sinérgico

11.2.3.4 Interferência nos Níveis de Emprego, Renda e Tributos

Um dos impactos do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais proposto para a Unidade Três Marias é a interferência dos níveis de emprego, renda e tributos nos municípios relacionados. Esse impacto se associa principalmente à continuidade das atividades industriais da Unidade Industrial no município de Três Marias, como a manutenção de empregos já estabelecidos e a arrecadação de impostos municipais gerada nesse sentido.

Para a implementação do empreendimento é prevista a contratação direta de 150 pessoas e indireta de 120 para a etapa de realização da construção civil. Com a soma desses números à parcela da equipe responsável pelo gerenciamento e fiscalização (43 pessoas), estima-se que o total de pessoas a serem mobilizadas seja de 313 indivíduos. Esse número pode ser considerado relativamente baixo em comparação às dinâmicas socioeconômicas existentes e ao total populacional dos municípios analisados. Observa-se, portanto, que as principais alterações nos níveis de emprego, renda e tributos municipais promovidas pelo Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais estariam diretamente ligadas à manutenção das operações da planta industrial da Unidade Três Marias e, consequentemente, à continuidade dos empregos já estabelecidos nesse contexto.

A realização do empreendimento se relaciona, ainda, aos índices de arrecadação tributária municipal. Os principais tributos aplicáveis à operação do empreendimento são: IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados), IRPJ - Imposto de Renda Pessoa Jurídica, CSLL - Contribuição Social sobre o Lucro Líquido e ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços). A contratação de empresas terceiras prestadoras de serviço como manutenção e monitoramento da estrutura geotécnica também pode, indiretamente, resultar na maior arrecadação tributária por meio de arrecadação de ISSQN (Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza).

A possibilidade de geração de expectativas na população local em função da criação de um novo empreendimento na região é um outro fator importante de ser considerado nessa análise. Ainda que o projeto esteja associado a uma Unidade Industrial já em operação, compreende-se que o aumento do tráfego de veículos, a realização de obras e as alterações na paisagem, por exemplo,

possam promover a projeção de acontecimentos por parte de moradores no que tange às dinâmicas socioeconômicas futuras.

Desse modo, as medidas de controle, mitigação, gestão e monitoramento dos aspectos socioambientais associados a esse impacto são abordadas por diferentes programas do Plano de Controle Ambiental do Projeto Disposição a Seco.

Outros dois programas relevantes nesse sentido são o Programa de Diversificação Econômica e o Programa de Comunicação Social. Em síntese, busca-se fortalecimento de alternativas econômicas nas áreas de estudo para além do âmbito industrial e o estabelecimento de uma comunicação efetiva entre moradores e a empresa responsável.

Ademais, considerando o baixo número de pessoas mobilizadas para a realização do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais, além da dinâmica já existente de expansões de infraestrutura da Unidade Industrial de Três Marias, não se faz necessária implementação de um programa específico para a gestão da mão-de-obra a ser empregada no empreendimento. Propõe-se apenas como recomendação a contratação de mão de obra local quando possível.

De modo geral, podem ser observados efeitos de **duplo-efeito** nas fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento. Essa indicação é motivada pela identificação de benefícios associados ao desenvolvimento econômico municipal no que tange à manutenção da atividade da planta industrial da Nexa no município. Em paralelo, também são observadas adversidades relacionadas à geração de insegurança e expectativas na população.

A ação do impacto é **direta e indireta** nas diferentes fases do empreendimento, por contemplarem a contratação temporária, a manutenção dos empregos da Unidade Três Marias e demais alterações do âmbito socioeconômico de modo geral. O prazo de manifestação é **imediato** e a temporalidade **permanente**, haja vista que se inicia com o começo das atividades do empreendimento e perdura enquanto houver atividades relacionadas a cada uma das fases.

Esse impacto está atrelado a uma série de condições multiescalares, objetivas e subjetivas, de caráter contínuo, que potencialmente implicam na criação de cenários muitas vezes **irreversíveis.**

Nas etapas de implantação, operação e fechamento, o grau de interferência desse impacto (**magnitude**) pode ser classificado como **pequeno** e a sua **importância grande** em função dos aspectos mencionados anteriormente. Nessas etapas, a **possibilidade de ocorrência** desse impacto é **alta**, já que está associado a atividades fundamentais para a execução do projeto.

Por possibilitar a geração e manutenção de emprego para munícipios de Três Marias e, mesmo, de São Gonçalo do Abaeté, a contratação de fornecedores da mesorregião do centro-norte de Minas (de forma mais significativa), classifica-se o impacto como **regional**.

Ressalta-se que por se tratar de ações somatórias a estruturas já existentes e por se relacionar com diferentes setores do município, esse impacto pode ser considerado **cumulativo** em todas as suas fases.

O impacto de Interferência nos Níveis de Emprego, Renda e Tributos sobre a Região apresenta potencial de interação com os níveis de conforto e com a qualidade de vida da população local tendo em vista a possibilidade de ocorrência de modificações das condições socioeconômicas da população e das expectativas da sociedade como um todo. Nesse sentido, o impacto pode ser considerado como **sinergético**.

A Tabela 11-35 apresenta o percurso metodológico para identificação do impacto, ao passo que a

Tabela 11-36 traz uma síntese dos critérios de avaliação do impacto.

Tabela 11-35: Identificação do impacto de Interferência nos Níveis de Emprego, Renda e Tributos

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
Implantação	Contratação temporária de serviços, equipamentos e insumos; Contratação temporária de mão de obra	Alteração e manutenção dos níveis de emprego, renda e tributos; Geração de expectativas e inseguranças na população local e regional em relação ao empreendimento;	Interferência nos Níveis de Emprego, Renda e Tributos	Priorização da contratação de mão de obra local Comunicação efetiva sobre os impactos socioeconômicos do empreendimento.	Programa de Gestão da Mão-de-Obra Programa de Diversificação Econômica Programa de Comunicação Social
Operação	Operação de estrutura geotécnica	Manutenção dos níveis de emprego, renda e tributos; Geração de expectativas e inseguranças na população local e regional em relação ao empreendimento;		Priorização da contratação de mão de obra local Comunicação efetiva sobre os impactos socioeconômicos do empreendimento.	Programa de Gestão da Mão-de-Obra Programa de Diversificação Econômica Programa de Comunicação Social
Fechamento	Contratação temporária de serviços, equipamentos e insumos; Contratação temporária de mão de obra	Alteração dos níveis de emprego, renda e tributos; Geração de expectativas e inseguranças na população local e regional em relação ao empreendimento;		Priorização da contratação de mão de obra local Comunicação efetiva sobre os impactos socioeconômicos do empreendimento.	Programa de Gestão da Mão-de-Obra Programa de Diversificação Econômica Programa de Comunicação Social

| Tabela 11-36: Avaliação do impacto de Interferência nos Níveis de Emprego, Renda e Tributos

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Efeito	Insignificante	Duplo-efeito	Duplo-efeito	Duplo-efeito
Ação		Direta/Indireta	Direta/Indireta	Direta/Indireta
Prazo de Manifestação		Imediato	Imediato	Imediato
Duração/Temporalidade		Permanente	Permanente	Permanente
Reversibilidade		Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência Espacial		Regional	Regional	Regional
Possibilidade de ocorrência		Alta	Alta	Alta
Magnitude		Pequena	Pequena	Pequena
Importância		Grande	Grande	Grande
Cumulatividade		Cumulativo	Cumulativo	Cumulativo
Sinergia		Sinérgico	Sinérgico	Sinérgico

11.2.3.5 Interferência no Patrimônio Cultural e Natural Local

Um dos impactos analisados para o Projeto Disposição a Seco Resíduos Industriais da Unidade Três Marias é a possível influência indireta desse empreendimento nos aspectos relacionados ao Patrimônio Cultural e Natural local. Buscou-se investigar a possibilidade de ocorrência de modificações nos bens culturais dos territórios de estudo, sejam eles materiais ou imateriais.

De modo geral, o Patrimônio Cultural e Natural de Três Marias e de São Gonçalo do Abaeté é caracterizado pela predominância de bens materiais inventariados, havendo ainda a presença de importantes sítios naturais e de práticas culturais tradicionais, como abordado na análise do Diagnóstico Socioeconômico do Estudo de Impacto Ambiental.

As Folias e Violas de Minas, manifestações culturais registradas na sede de Três Marias e protegidas na esfera estadual pelo IEPHA, não ocorrem no território onde é prevista a implantação do empreendimento e não são afetadas por repercussões físicas decorrentes das etapas de instalação, operação ou fechamento. Partindo da premissa que existe uma contraposição entre o desenvolvimento de atividades industriais e a realização de artesanias e manifestações culturais tradicionais, como as Folias de Minas, avaliou-se as repercussões indiretas decorrentes da implantação do empreendimento. Ocorre que, o cenário específico de Três Marias denota uma dinâmica de produção industrial há muito estabelecida e que seria, nesse contexto, inalterada pela implantação do projeto de Disposição a Seco do Resíduo Industrial. Desse modo, não são previstas repercussões nos bens e manifestações culturais imateriais.

Ademais, a área analisada encontra-se amplamente antropizada e foi alvo de pesquisas arqueológicas recentes que demonstraram a inexistência de vestígios arqueológicos, locais de interesse histórico, cavidades ou quaisquer outros bens de interesse cultural. Essa conclusão foi obtida a partir de diferentes pesquisas, associadas tanto ao levantamento primário de informações (*in loco*) quanto de modo secundário (por meio de referências disponibilizadas por outras instituições). Dessa forma, a realização de pesquisas bibliográficas e da consulta ao Banco de Dados Sítios Arqueológicos de Minas Gerais (IPHAN) constataram a inexistência de registros arqueológicos prévios na área do empreendimento e/ou no município de Três Marias.

Observa-se, ainda, que a ADA do Projeto Disposição de Resíduos Industriais à Seco corresponde à área outorgada pelo IPHAN no âmbito do processo º 01514.003193/2009-70 e à área prospectada no âmbito do processo 01514.000581/2022-76 nas quais não foram identificados vestígios arqueológicos. Parte da ADA do empreendimento abrange, ainda, a área dispensada de licenciamento ambiental pela Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD por meio da certidão emitida em 23/06/2020.

Tendo em vista a natureza do empreendimento e os locais de ocorrência dos bens culturais em Três Marias e São Gonçalo do Abaeté, observou-se, portanto, que os aspectos supracitados apresentam baixo nível de interferência no Patrimônio Cultural local.

A principal influência observada se associa de modo indireto ao empreendimento, por meio de modificações propostas à paisagem local inerentes à realização do Projeto Disposição de Resíduos Industriais à Seco próximo ao rio São Francisco.

Desde 2006, o rio São Francisco foi inventariado (ainda não protegido) no levantamento de Patrimônio Cultural e Natural de Três Marias, associado principalmente à noção da identidade ribeirinha e à realização de atividades no campo do turismo e lazer. Dessa forma, a criação da pilha de resíduo e de outros elementos do projeto pode interferir em aspectos subjetivos de pertencimento e identificação local à medida que altera parte dos elementos paisagísticos no contexto do Rio São Francisco. No entanto, estão previstas medidas de controle que pode mitigar estas repercussões, como revegetação de taludes, execução de Plano de Recuperação de Áreas Degradadas e outros controles relativos ao meio físico.

Além disso, geração de expectativas e incertezas podem ser abordadas a partir de ações voltadas para a comunicação efetiva dos impactos promovida pelo Programa de Comunicação Social.

A **Interferência no Patrimônio Cultural e Natural** pode ser considerada **adversa** para o município, tendo em vista a possível influência nos modos de vida e nas relações sociais estabelecidas no que tange ao contexto do Rio São Francisco. Esse impacto se manifesta **imediatamente** desde o início das atividades do projeto, se mantém ao longo do seu desenvolvimento de modo **permanente** na área em questão de modo **local**.

Durante os períodos de implantação e fechamento, a **magnitude** desse impacto pode ser classificada como **média** ao longo das etapas de implantação, operação e fechamento, tendo em

vista o período de atividade associado à pilha de resíduo industrial. Assim, entende-se que qualquer tipo de repercussão nesse sentido possui **média importância**.

Ademais, acredita-se que a reversão desse impacto apresenta significativa complexidade, tendo em vista que a pilha não possui previsão para ser retirada do local do empreendimento. Dessa forma, esse impacto pode ser considerado como **irreversível ,**caso ocorra. Nas diferentes fases, a **possibilidade de ocorrência** desse impacto é **alta**, principalmente pelas proporções do projeto e proximidade geográfica com o Rio São Francisco, Patrimônio Cultural e Natural inventariado em Três Marias.

Esse impacto em conjunto com a Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da população apresenta significativo potencial de geração de efeitos **sinérgicos** e **cumulativos**, tendo em vista a relação de todos esses impactos com a dinâmica social e cultural, além das condições ambientais de modo geral.

A Tabela 11-37 apresenta o percurso metodológico para a identificação do impacto, enquanto a

Tabela 11-38 traz uma síntese dos critérios de avaliação do impacto.

Tabela 11-37: Identificação do impacto de Interferência no Patrimônio Cultural e Natural

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
Implantação	Limpeza do terreno e corte de árvores isoladas	Interferência no modo de vida e relações sociais da população;	Interferência no Patrimônio Cultural e Natural	Comunicação efetiva sobre os impactos socioeconômicos do empreendimento; Incentivo ao desenvolvimento de alternativas tecnológicas de menor impacto; Medidas de Controle associadas a Programas relativos ao meio físico.	Programa de Comunicação Social Demais programas aplicáveis aos impactos previstos para o meio físico.
	Abertura de acessos internos e faixas de serviço;				
	Canalização de cursos d'águas existentes no terreno;				
	Terraplanagem do terreno (incluindo relocação de acessos e bota-fora existente);				
Operação	Operação de estrutura geotécnica;	Interferência no modo de vida e relações sociais da população;		Comunicação efetiva sobre os impactos socioeconômicos	Programa de Comunicação Social; Demais programas aplicáveis aos impactos

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto	Controle Ambiental	Programa Ambiental
	Manutenção dos taludes das pilhas de rejeito;			do empreendimento; Incentivo ao desenvolvimento de alternativas tecnológicas de menor impacto; Medidas de Controle associadas a Programas relativos ao meio físico.	previstos para o meio físico.
Fechamento	Descomissionamento do canteiro de obras;	Interferência no modo de vida e relações sociais da população;		Comunicação efetiva sobre os impactos socioeconômicos do empreendimento; Incentivo ao desenvolvimento de alternativas tecnológicas de menor impacto; Medidas de Controle associadas a Programas relativos ao meio físico.	Programa de Comunicação Social; Demais programas aplicáveis aos impactos previstos para o meio físico.
	Recuperação de passivos ambientais;				

Tabela 11-38: Avaliação do impacto de Interferência no Patrimônio Cultural e Natural

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Efeito	Insignificante	Adverso	Adverso	Adverso
Ação		Indireto	Indireto	Indireto
Prazo de Manifestação		Imediato	Imediato	Imediato
Duração/Temporalidade		Permanente	Permanente	Permanente
Reversibilidade		Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência Espacial		Local	Local	Local

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Possibilidade de Ocorrência		Alta	Alta	Alta
Magnitude		Média	Média	Média
Importância		Média	Média	Média
Cumulatividade		Cumulativo	Cumulativo	Cumulativo
Sinergia		Sinérgico	Sinérgico	Sinérgico

11.2.3.6 Interferência nos Vínculos Afetivos e Simbólicos da População com o Território

Um outro importante impacto potencialmente associado ao Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais é a possível interferência do empreendimento nos vínculos afetivos e simbólicos da população com o território. Em síntese, esse impacto pode estar relacionado à ocorrência de diferentes atividades e aspectos que, somados a outras problemáticas já existentes na área de estudo, tendem a influenciar nas dinâmicas socioespaciais existentes.

Essa modificação pode ser observada por meio de alterações na sensação de pertencimento local, de mudanças nas estruturas das relações sociais existentes, da interferência em importantes símbolos locais, dos modos de vida e da geração de expectativas principalmente próximo à Área Diretamente Afetada pelo projeto.

Isso acontece uma vez que o projeto se associa a uma tendência de interferência nos níveis de renda, emprego, arrecadação tributária municipal, além de modificações da paisagem e dos níveis de conforto e qualidade de vida. Ainda que de forma majoritariamente indireta, esses impactos se relacionam à geração de expectativas, à mudança de hábitos, ao possível estabelecimento de novos padrões de comportamento, dentre outros aspectos que tendem a afetar os vínculos afetivos e simbólicos de moradores com o território.

Essas questões referentes ao Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais somam-se às problemáticas socioambientais pré-existentes na região. Tanto a estrutura atual de barragens da Nexa em Três Marias quanto as propostas de novos processos de licenciamento ambiental nesse sentido se relacionam à geração de inseguranças, instabilidades e desgaste psicológico entre moradores da região, como também observado por meio da Pesquisa de Percepção realizada em 2023.

Em contraponto à realidade apresentada anteriormente, o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais pode ser considerado como uma tecnologia alternativa que substitui o uso de barragens para a disposição de resíduos industriais. Esse ponto tende a amenizar a sensação de insegurança da comunidade residente próximo ao projeto e potencialmente minimizar os impactos provocados pelo estabelecimento das estruturas de barragens na localidade.

As estratégias de controle e mitigação do impacto Interferência nos Vínculos Afetivos e Simbólicos da População com o Território promovido pela efetivação do Projeto Disposição a Seco Resíduos Industriais são abordadas no Plano de Controle Ambiental do projeto, associadas principalmente ao Programa de Comunicação Social. Em síntese, as ações perpassam principalmente pelo estabelecimento de canais efetivos de comunicação entre a comunidade da Área de Estudo Local e a empresa responsável pelas atividades em questão.

Além disso, as medidas propostas pelos programas referentes ao meio físico são fundamentais para a diminuição da interferência do projeto nos vínculos afetivos e simbólicos, uma vez que buscam minimizar a ocorrência de modificações na paisagem e de possíveis alterações da qualidade do ar, solo e água. O desenvolvimento de alternativas tecnológicas por meio de pesquisas e inovação desenvolvidos pelo empreendimento também são importantes nesse sentido, tendo em vista a possibilidade de uma menor geração de impactos nos modos de vida da população local.

O impacto **Interferência nos Vínculos Afetivos e Simbólicos da População com o Território** é previsto para todas as fases do empreendimento. Em todas as etapas esse impacto é avaliado como de efeito **adverso** por tender à interferência negativa na relação da comunidade com o território em questão. Ademais, a ação tende a acontecer de modo indireto ao longo das diferentes fases do empreendimento, à medida que desdobra principalmente de percepções subjetivas. O prazo de manifestação é **imediato** e **permanente** à medida que se inicia tão logo são realizadas as primeiras atividades do empreendimento e se manifesta ao longo de todas as etapas.

No que tange à sua reversibilidade, admite-se que a complexidade de fatores subjetivos e objetivos associados a esse impacto torna improvável a reconstituição das condições territoriais originais. Ainda que seja possível minimizar parte dos aspectos ambientais mencionados, a interferência na vida cotidiana é um impacto com elevada capacidade de desdobramento e continuidade para além do controle da empresa responsável e, portanto, pode ser considerado **irreversível** caso ocorra.

Esse impacto é considerado de **abrangência local** em todas as fases do empreendimento por estar associado principalmente à área diretamente atingida dos municípios associados. Na fase de planejamento a **possibilidade de ocorrência** desse impacto é **baixa** e nas demais fases é **alta**.

Tanto na fase de planejamento quanto de implantação, operação e fechamento qualifica-se o impacto como sendo de **média magnitude** e de **grande importância**, tendo em vista a relevância das interferências provocadas nos níveis de conforto e na dinâmica de vida da população no contexto local.

De modo geral é possível afirmar que esse impacto apresenta propriedades **cumulativas** e **sinérgicas**, à medida que se soma e se relaciona a outros impactos identificados na área, como anteriormente apresentado.

A Tabela 11-39 apresenta o percurso metodológico para identificação do impacto, ao passo que a

Tabela 11-40 traz uma síntese dos critérios de avaliação do impacto.

Tabela 11-39: Identificação do impacto de Interferência nos Vínculos Afetivos e Simbólicos da População com o Território

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto	Controle	Programa Ambiental
Planejamento	Realização de investigações, estudos preliminares e projetos de engenharia	Geração de expectativas e inseguranças na população local e regional em relação ao empreendimento; Interferência no modo de vida e relações sociais da população em função da contaminação do ar, águas e solos, da geração de ruído, da modificação da paisagem e das mudanças socioeconômicas promovidas pelo empreendimento;	Interferência nos Vínculos Afetivos e Simbólicos da População com o Território	Comunicação efetiva sobre os impactos socioeconômicos do empreendimento; Medidas de Controle associadas a Programas relativos ao meio físico.	Programa de Comunicação Social Demais programas aplicáveis aos impactos previstos para o meio físico
Implantação	Implantação de pilha de resíduo industrial e planta de filtragem Atividades geradoras de resíduos particulados, ruídos e vibração (corte de árvores isoladas, limpeza do terreno, realização de obras civis, movimentação de veículos e equipamentos) Contratação temporária de mão de obra	Geração de expectativas e inseguranças na população local e regional em relação ao empreendimento; Interferência no modo de vida e relações sociais da população em função da contaminação do ar, águas e solos, da geração de ruído, da modificação da paisagem e das mudanças socioeconômicas promovidas pelo empreendimento;		Comunicação efetiva sobre os impactos socioeconômicos do empreendimento; Incentivo ao desenvolvimento de alternativas tecnológicas de menor impacto; Medidas de Controle associadas a Programas relativos ao meio físico.	Programa de Comunicação Social; Demais programas aplicáveis aos impactos previstos para o meio físico

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto	Controle	Programa Ambiental
	Operação de estrutura geotécnica				
Operação	Atividades geradoras de resíduos particulados, ruídos e vibração (corte de árvores isoladas, limpeza do terreno, realização de obras civis, movimentação de veículos e equipamentos, revegetação de áreas degradadas)	Geração de expectativas e inseguranças na população local e regional em relação ao empreendimento; Interferência no modo de vida e relações sociais da população em função da contaminação do ar, águas e solos, da geração de ruído, da modificação da paisagem e das mudanças socioeconômicas promovidas pelo empreendimento;		Comunicação efetiva sobre os impactos socioeconômicos do empreendimento; Incentivo ao desenvolvimento de alternativas tecnológicas de menor impacto; Medidas de Controle associadas a Programas relativos ao meio físico.	Programa de Comunicação Social; Demais programas aplicáveis aos impactos previstos para o meio físico
Fechamento	Contratação temporária de mão de obra Descomissionamento de pilha de resíduo industrial e planta de filtragem Atividades geradoras de resíduos particulados, ruídos e vibração (corte de árvores isoladas, limpeza do terreno, realização de obras civis, movimentação de veículos e equipamentos, revegetação de	Geração de expectativas e inseguranças na população local e regional em relação ao empreendimento; Interferência no modo de vida e relações sociais da população em função da contaminação do ar, águas e solos, da geração de ruído, da modificação da paisagem e das mudanças socioeconômicas promovidas pelo empreendimento;		Comunicação efetiva sobre os impactos socioeconômicos do empreendimento; Incentivo ao desenvolvimento de alternativas tecnológicas de menor impacto; Medidas de Controle associadas a Programas relativos ao meio físico.	Programa de Comunicação Social; Demais programas aplicáveis aos impactos previstos para o meio físico

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto	Controle	Programa Ambiental
	áreas degradadas)				

Tabela 11-40: Avaliação do impacto de Interferência nos Vínculos Afetivos e Simbólicos da População com o Território

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Efeito	Adverso	Adverso	Adverso	Adverso
Ação	Indireta	Indireta	Indireta	Indireta
Prazo de Manifestação	Imediato	Imediato	Imediato	Imediato
Duração/Temporalidade	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência Espacial	Local	Local	Local	Local
Possibilidade de Ocorrência	Baixa	Alta	Alta	Alta
Magnitude	Média	Média	Média	Média
Importância	Grande	Grande	Grande	Grande
Cumulatividade	Cumulativo	Cumulativo	Cumulativo	Cumulativo
Sinergia	Sinérgico	Sinérgico	Sinérgico	Sinérgico

11.2.3.7 Interferência nas Condições de Tráfego e Circulação

O Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais planejado para a Unidade Três Marias tem como possível impacto a ocorrência de modificações nas Condições de Tráfego e Circulação local principalmente em relação à fase de implantação e fechamento do empreendimento.

Como consequência do provável aumento da movimentação de veículos na Estrada da Consciência, principal via de acesso para a área do Projeto, é esperada a ocorrência de diferentes desdobramentos negativos associados às condições de tráfego e circulação. Isso acontece uma vez que a tendência de piora da qualidade das vias, a maior possibilidade de atropelamentos de animais silvestres e domésticos, o aumento no risco de acidentes, a emissão de particulados,

dentre outros aspectos potencialmente associados ao empreendimento, possuem a capacidade de interferência em características socioeconômicas da população local.

Nesse sentido, pode-se citar principalmente a modificação de hábitos, práticas e condições necessárias para manutenção dos modos de vida já estabelecidos, principalmente da parcela da população diretamente afetada.

A interferência nas Condições de Tráfego e Circulação pode ser mais ou menos identificada de acordo com as fases do empreendimento e com os mecanismos de controle aplicados nesse contexto. Durante a fase de planejamento e de operação é indicado uma nula ou baixa incidência desse impacto, tendo em vista a menor demanda de movimentação de veículos pelas vias de acesso local nesses períodos. A maior intensidade de tráfego é prevista para as fases de implantação e fechamento quando há uma maior realização de atividades dependentes da movimentação de veículos na estrada municipal.

Dentre as medidas de controle se destacam aquelas relacionadas ao meio físico, responsáveis por atuar principalmente na minimização da contaminação do ar e/ou dispersão de partículas. Ademais, as pesquisas e inovações já desenvolvidas pelo empreendimento também são responsáveis por propor alternativas tecnológicas que apresentem um menor grau de geração de impacto nesse âmbito.

A Interferência nas Condições de Tráfego e Circulação é um impacto **adverso** previsto para as fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento. De modo geral, é possível caracterizá-lo como de **ação direta**, com prazo de manifestação **imediato**, uma vez que se manifesta tão logo se iniciem as atividades de implantação.

Sua duração considerada é considerada **permanente** dentro de cada fase em que o impacto está previsto para ocorrer e a sua **possibilidade de ocorrência** varia de acordo com a etapa do empreendimento. Durante a implantação e fechamento esse critério é categorizado como **alto**, tendo em vista o maior grau de circulação de veículos previsto para esses períodos. No que tange à fase de operação, sua possibilidade é classificada como **média** em função do menor fluxo de veículos previsto.

Além disso, esse impacto pode ser considerado **reversível**, pois as condições originais de tráfego e de circulação podem ser reestabelecidas a qualquer momento em que sejam cessadas as atividades. Alguns fatores, entretanto, como o atropelamento de animais e o risco de acidentes podem ser considerados como **irreversíveis** em função do seu caráter permanente.

A abrangência desse impacto é considerada **local**, haja vista que está basicamente restrito à Estrada da Consciência. Na fase de implantação e fechamento é considerado de **média magnitude** e **importância**, ao passo que na fase de operação apresenta **pequena magnitude** e **importância** tendo em vista o menor grau de impacto previsto para essas etapas.

O impacto pode ser classificado como **cumulativo** à medida que se soma a outros impactos de alteração das condições de infraestrutura local. Além disso, também é possível indicar seu caráter **sinérgico**, tendo em vista que a possível influência nos modos de vida e de práticas cotidianas dos moradores pode estar associada a fatores motivados por outros empreendimentos.

A Tabela 11-41 apresenta o percurso metodológico para identificação do impacto, ao passo que a

Tabela 11-42 traz uma síntese dos critérios de avaliação do impacto.

Tabela 11-41: Identificação do impacto de Interferência nas Condições de Tráfego e Circulação

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto	Controle	Programa Ambiental
Implantação	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral	Interferência no modo de vida e relações sociais da população em função da alteração de fluxos locais	Interferência nas Condições de Tráfego e Circulação	Medidas de Controle associadas a Programas relativos ao meio físico; Incentivo ao desenvolvimento de alternativas tecnológicas de menor impacto.	Demais programas aplicáveis aos impactos previstos para o meio físico.
Operação	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral	Interferência no modo de vida e relações sociais da população em função da alteração de fluxos locais		Medidas de Controle associadas a Programas relativos ao meio físico; Incentivo ao desenvolvimento de alternativas tecnológicas de menor impacto.	Demais programas aplicáveis aos impactos previstos para o meio físico.
Fechamento	Movimentação de veículos, equipamentos e máquinas, em geral	Interferência no modo de vida e relações sociais da população em função da alteração de fluxos locais		Medidas de Controle associadas a Programas relativos ao meio físico; Incentivo ao desenvolvimento de alternativas tecnológicas de menor impacto.	Demais programas aplicáveis aos impactos previstos para o meio físico.

| Tabela 11-42: Avaliação do impacto de Interferência nas Condições de Tráfego e Circulação

Critério	Avaliação/Fase			
	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Efeito	Insignificante	Adverso	Adverso	Adverso
Ação		Direta	Direta	Direta
Prazo de Manifestação		Imediato	Imediato	Imediato
Duração/Temporalidade		Permanente	Permanente	Permanente
Reversibilidade		Reversível/ Irreversível	Reversível/ Irreversível	Reversível/ Irreversível
Abrangência Espacial		Local	Local	Local
Possibilidade de ocorrência		Alta	Média	Alta
Magnitude		Média	Pequena	Média
Importância		Média	Pequena	Média
Cumulatividade		Cumulativo	Cumulativo	Cumulativo
Sinergia		Sinérgico	Sinérgico	Sinérgico

12 ÁREAS DE INFLUÊNCIA

Após a avaliação da caracterização do empreendimento, desenvolvimento do diagnóstico socioambiental para a área de estudo delimitada e a avaliação dos impactos ambientais identificados, foram estabelecidas áreas de influência, as quais recebem os impactos diretos e indiretos, benéficos e adversos do empreendimento.

Define-se, como referência, três conceitos principais:

- ***Área Diretamente Afetada – ADA:*** *área sujeita aos impactos diretos da implantação e operação do empreendimento;*
- ***Área de Influência Direta – AID:*** *compreende a área diretamente afetada e as áreas de entorno imediato do empreendimento. São as áreas potencialmente sujeitas aos impactos diretos da implantação, operação e fechamento do empreendimento. Seus limites irão variar em função das particularidades de cada empreendimento e das características sociais, econômicas, físicas e biológicas dos sistemas ambientais;*
- ***Área de Influência Indireta – AII:*** *é aquela potencialmente sujeita aos impactos indiretos da implantação, operação e fechamento do empreendimento.*

Na definição das áreas de influência do empreendimento são ainda considerados os controles intrínsecos, uma vez que estes são concebidos junto ao projeto de engenharia das estruturas, de maneira a mitigar impactos decorrentes de aspectos ambientais já bem conhecidos pela equipe técnica envolvida na elaboração deste EIA.

O Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais trata-se da implantação de uma estrutura dentro da unidade operacional da Unidade Nexa Três Marias, que possui monitoramentos já consolidados para os meios físico, biótico e socioeconômico, que perfazem um conjunto de variáveis que permitem o conhecimento da influência da implantação da estrutura geotécnica.

Na sequência, apresenta-se a concepção da Área Diretamente Afetada e das Áreas de Influência Direta e Indireta definidas para cada meio (físico, biótico e socioeconômico).

12.1 Área Diretamente Afetada - ADA

A Área Diretamente Afetada – ADA foi delimitada considerando estritamente as áreas que serão intervindas pela implantação e operação do Projeto de Disposição à Seco do Resíduo Industrial, abrangendo 59,1842 hectares. Todas as estruturas previstas para composição do projeto estão inseridas em propriedade da Nexa, na zona rural de Três Marias. Nesse contexto, não são previstas aquisições de novas propriedades ou negociações para arrendamento de novas propriedades.

O Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias prevê a implantação de uma pilha de disposição a seco dos resíduos industriais, um *sump*, responsável por receber toda a contribuição advinda do escoamento superficial da área operacional, um *pond* de emergência projetado para receber o rejeito proveniente da planta de filtragem em caso de manutenção, parada do sistema de filtração ou conforme necessidade operacional e, as áreas auxiliares (bota-fora, acessos). Foram incluídos na ADA somente os locais que sofrerão algum tipo de intervenção, seja na fase de implantação ou na fase de operação do projeto. Destaca-se que a planta de filtragem/cimentação já foi instalada para realização de testes industriais. A Nexa possui dispensa de licenciamento para a estrutura.

A Figura 12-1 apresenta a Área Diretamente Afetada do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial, indicando, o uso atribuído a cada porção interna da ADA, sendo eles:

- *Pilha de disposição do resíduo industrial;*
- *Sump;*
- *Planta de filtragem/cimentação;*
- *Pond de emergência;*
- *Áreas de bota-fora;*
- *Acessos - contemplam acessos relocados.*

476425 476925 477425 477925

7991850 7990850 7990350

Córrego Martinha

Córrego Retiro Velho

0 100 200 300 m

Legenda

- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes, perenes e sem classificação
- Área Diretamente Afetada (ADA)



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023); Hidrografia (Trust, 2023); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 12-1: Área Diretamente Afetada do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais na Unidade Três Marias

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	25/03/2024	NXTM-DRS-EIA-ADA-A3-v00

12.2 ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO FÍSICO

Para as temáticas do meio físico, as áreas de influências foram definidas em função das particularidades de cada tema, cenários diagnosticados e avaliação dos impactos ambientais. Foram delimitadas três AIDs, sendo elas para os temas: qualidade do ar, ruído, que guardam relação com o incômodo associado aos receptores humanos, e uma outra para os demais temas (solos, relevo, geologia e recursos hídricos), sendo esta última coincidente com a AID do meio biótico.

Para a Área de Influência Indireta – AII, houve duas delimitações, sendo uma específica para qualidade do ar e uma outra para os demais temas do meio físico.

12.2.1 Área de Influência Direta - AID

A área de influência direta (AID) do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias, seguindo o conceito supramencionado, corresponde à ADA do projeto em licenciamento e à área de entorno, que potencialmente receberá os impactos diretos ou indiretos, de maior magnitude, associados ao empreendimento.

Foram definidas três AIDs para os temas do meio físico: uma para qualidade do ar, outra para ruído e a terceira para os demais temas, sendo esta igual ao do meio biótico.

12.2.1.1 Área de Influência Direta - AID Meio Físico (Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Recursos Hídricos)

Para a maior parte dos temas do meio físico, a AID delimitada foi um recorte espacial no entorno imediato da ADA, sendo este espaço o mais propenso aos impactos ambientais positivos e negativos gerados a partir das atividades de implantação e operação do Projeto. Neste recorte estarão concentrados os monitoramentos e as medidas mitigadoras utilizadas para evitar ou minimizar os impactos ambientais identificados.

Para delimitação da AID do meio físico foram considerados os seguintes aspectos:

- *Área diretamente afetada e atividades pretendidas;*
- *Resultados de monitoramentos ambientais diversos (água, fauna e flora);*
- *Sub-bacias hidrográficas;*
- *Fragmentos florestais e campestres de relevância;*
- *Configuração do relevo;*

O limite da AID considera, de modo prioritário, as áreas de drenagem das sub-bacias dos córregos Martinha e Retiro Velho, sendo estas as mais susceptíveis a sofrerem os impactos ambientais

relacionado a dinâmica hídrica, qualidade das águas, alterações dos solos e da dinâmica geomorfológica.

A porção sul percorre, principalmente, o interflúvio das sub-bacias dos córregos Consciência e Retiro Velho. Ainda na porção sul, próximo da confluência do córrego Consciência com o rio São Francisco, a AID engloba a área de remanso do córrego Consciência, compreendendo ainda o trecho do rio São Francisco que recebe os efluentes tratados da Estação de Tratamento de Efluentes Industriais – ETEi da Unidade Nexa de Três Marias.

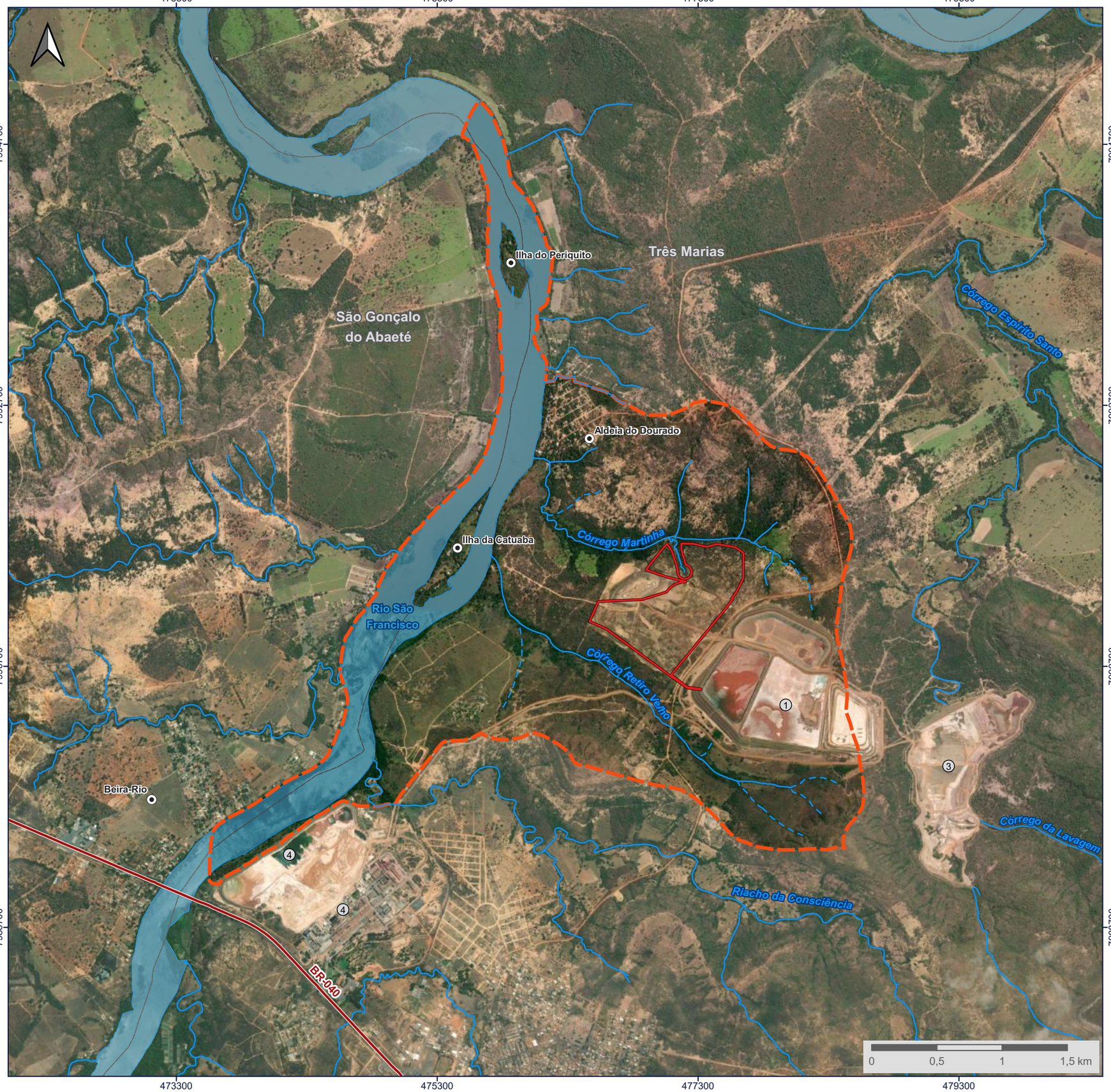
O limite da porção leste corresponde ao interflúvio da sub-bacia do córrego da Lavagem, já a oeste o limite engloba ainda trecho do RSF até a sua margem esquerda.

A ADA do Projeto se encontra posicionada sobre o interflúvio que divide as bacias dos córregos Martinha e Retiro Velho, de modo que as principais influências decorrentes da implantação e operação do empreendimento tenderão a se concentrar nas porções de jusante, no sentido do fluxo das águas, deste modo, um trecho do rio São Francisco a jusante da confluência com o córrego Martinha, na porção norte, se encontra inserido na AID.

Cabe mencionar que em função de características hidrográficas da bacia, aliado a fatores de autodepuração da água, espera-se que possíveis impactos provenientes da estrutura sejam atenuados na calha do rio São Francisco, contudo de modo conservador manteve-se o trecho de aproximadamente 4,2km a jusante da confluência com o córrego Martinha, a fim de garantir a averiguação da inexistência de possíveis impactos no RSF.

Estes contornos abrangem ainda as principais formações florestais da área, as quais estão predominantemente associadas aos cursos d'água, além de grande parte dos principais fragmentos conservados no entorno da Unidade de Três Marias

Através dos diagnósticos realizados, verificou-se que a Área de Estudo Local, representou de forma satisfatória o recorte da AID, apresentando ambientes e características físicas que encontram inseridos na AID. A Figura 12-2 apresenta a representação espacial da área de influência direta para o meio físico.

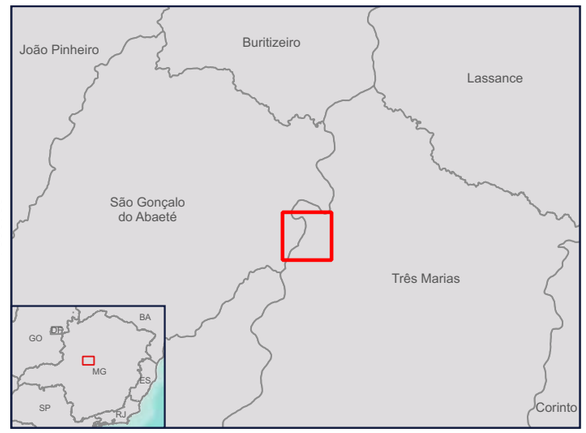


Legenda

- Localidades
- Rodovias Federais
- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes e sem classificação
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID) do Meio Físico e do Meio Biótico

Estruturas

- ③ DRM - Módulo Central
- ④ Barragem Córrego da Lavagem
- ⑤ Dique de Segurança
- ⑥ Planta Industrial Nexa



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: AID, Estruturas, Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023/2020); Rodovias (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 12-2: Área de influência direta – AID do meio físico (Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Recursos Hídricos)

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	25/03/2024	NXTM-DRS-EIA-AIDMF-A3-v00

12.2.1.2 Área de Influência Direta - AID Qualidade do Ar

A delimitação da área de influência direta da Qualidade do Ar foi fundamentada no Estudo de Dispersão Atmosférica, elaborado pela empresa WSP em 2023, o qual modelou cenários de curto prazo (24 horas) e longo prazo (anual).

Entende-se que o cenário anual representa as concentrações que poderão ocorrer com frequência em um determinado receptor, ou seja, delimita a potencial área que será acometida por um poluente. Neste sentido, para a delimitação da AID de qualidade do ar foram adotados os seguintes critérios:

- *Cenário anual de PTS por ser a pluma de maior abrangência espacial.*
- *De modo conservador, adotou-se a isolinha que corresponde à metade do padrão de qualidade do ar anual de PTS, resultando a concentração de 40 µg/m³.*
- *Abranger a Aldeia do Dourado, por ser o receptor que está mais susceptível aos possíveis incômodos da alteração da qualidade do ar.*

A Figura 12-3 apresenta a delimitação da área de influência direta da qualidade do ar.

475200 476400 477600 478800

7993400 7992200 7991000 7989800

Ilha do Periquito
São Gonçalo do Abaeté
Três Marias
Rio São Francisco
Aldeia do Dourado
Ilha da Catuaba
Córrego Martinha
Córrego da Lavagem
Córrego Retiro Velho
Riacho da Consciência
①
②

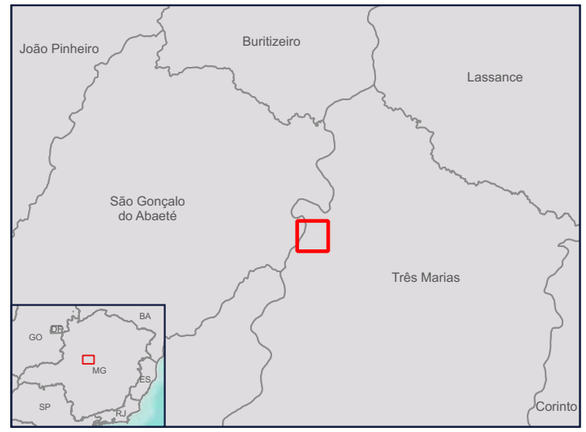
0 0,25 0,5 0,75 km

Legenda

- Localidades
- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes e sem classificação
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID) - Qualida do Ar

Estruturas

① DRM - Módulo Central
② Barragem Córrego da Lavagem



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: AID, ADA, Estruturas, Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023/2020); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 12-3: Área de Influência Direta – AID da qualidade do ar

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	25/03/2024	NXTM-DRS-EIA-AIDAr-A3-v00

12.2.1.3 Área de Influência Direta -AID Ruído Ambiental

Para se propagar, o som necessita de um meio elástico, como por exemplo: ar, água, aço, concreto, ou qualquer outro meio. A partir da fonte emissora, o meio sofre repetidas compressões e expansões que se propagam sob a forma de ondas. Além disso, a forma como o ruído irá se propagar é afetada pela distância percorrida, barreiras naturais (efeito da topografia do solo, da vegetação), barreiras artificiais (muros) e até mesmo variações nas condições atmosféricas como umidade relativa do ar, temperatura e ventos.

Quando o ruído se propaga e se depara com uma barreira, o comportamento das ondas sonoras é alterado, sendo que parte da energia sonora é refletida, parte é difratada nas extremidades da barreira e outra parte é transmitida através da barreira. A presença de uma barreira resulta em regiões de sombra acústica, ou seja, regiões resguardadas do ruído, onde os níveis sonoros são reduzidos.

Diante do exposto, a área de influência direta de ruído foi delimitada considerando dois aspectos, (*i*) localização dos receptores humanos mais próximos a ADA, visto que a distância percorrida entre fonte emissora e receptor é um aspecto que influencia no resultado dos níveis sonoros, e (*ii*) topografia local, em função do efeito de barreira acústica natural, que poderá resultar em sombras acústicas. A Figura 12-4 ilustra os limites da área de influência direta - AID.

473950 475950 477950 479950

7993100 7991100 7989100 7987100

São Gonçalo do Abaeté

Três Marias

Ilha do Periquito

Aldeia do Dourado

Ilha da Catuaba

Rio São Francisco

Córrego Martinha

Córrego Espírito Santo

Córrego Retiro Velho

Córrego da Lavagem

Ribeirão da Consciência

Córrego Barreiro Grande

Beira-Rio

BR-040

Três Marias

① ② ③ ④

0 0,5 1 1,5 km

Legenda

- Localidades
- Rodovias Federais
- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes e sem classificação
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID) - Ruído Ambiental

Estruturas

① DRM - Módulo Central
② Barragem Córrego da Lavagem
③ Dique de Segurança
④ Planta Industrial Nexa



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: AID, ADA, Estruturas, Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023/2020); Rodovias (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 12-4: Área de Influência Direta – AID do ruído ambiental

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	25/03/2024	NXTM-DRS-EIA-AIDRuido-A3-v00

12.2.2 Área de Influência Indireta - AII Meio Físico

A área de influência indireta corresponde àquela capaz de sofrer impactos indiretos decorrentes do empreendimento. Este recorte apresentou um limite distinto para qualidade do ar e um mesmo limite para os demais temas

12.2.2.1 Área de Influência Indireta - AII Meio Físico (Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Recursos Hídricos)

Os critérios adotados para delimitação da AII do meio físico são similares aos considerados para a AER. A referência principal correspondeu aos limites dos interflúvios e cursos d'água, incorporando as bacias hidrográficas mais abrangentes no entorno do Projeto.

Além da integridade das sub-bacias dos córregos Martinhas e Retiro Velho, foi compreendida na AII as sub-bacias dos córregos Consciência e da Lavagem, bem como parte da planície fluvial do rio São Francisco, na margem esquerda deste, de topografia suave e áreas de drenagem de pequenos afluentes da margem direita do RSF, localizados a jusante da confluência do córrego Martinha com o RSF.

A AII compreendeu ainda segmento fluvial do RSF em trechos a montante e a jusante da ADA do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade. A representação espacial da Área de Influência Indireta do meio físico é apresentada na Figura 12-5.

472800 475800 478800 481800

7995000 7992000 7989000 7986000

Três Marias
Ilha do Periquito
São Gonçalo do Abaeté
Aldeia do Dourado
Rio São Francisco
Ilha da Catuaba
Córrego Martunha
Córrego Retiro Velho
Beira-Rio
Córrego da Lavagem
Riacho da Consciência
Córrego Espírito Santo
BR-040
Três Marias
Córrego Barreiro Grande
Represa Três Marias
① ② ③ ④
0 0,75 1,5 2,25 km

Legenda

- Localidades
- Rodovias Federais
- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes e sem classificação
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Indireta (AII) do Meio Físico

Estruturas

① DRM - Módulo Central
② Barragem Córrego da Lavagem
③ Dique de Segurança
④ Planta Industrial Nexa



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: AII, ADA, Estruturas, Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023/2020); Rodovias (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 12-5: Área de Influência Indireta – AII do meio físico (Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Recursos Hídricos)

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	25/03/2024	NXTM-DRS-EIA-AIIMF-A3-v00

12.2.2.2 Área de Influência Indireta – AII - Qualidade do Ar

Assim como para a AID, para definição da Área de Influência Indireta (AII) da qualidade do ar foi considerado as isolinhas do modelamento matemático de dispersão atmosférica. As premissas adotadas para a delimitação foram:

- *A sobreposição das plumas do cenário de 24 horas dos poluentes de maior abrangência espacial e de interesse do Projeto – Materiais Particulados. O cenário de 24 horas, estima a situação hipotética de operação total do Projeto, assim como, a influência cumulativa das demais estruturas da Unidade de Três Marias, indicando, desta forma, uma potencial área de máxima propagação dos poluentes.*
- *Dedução de metade do padrão da qualidade do ar de 24 horas de cada poluente (PTS, MP10, MP2,5).*
- *Abarcar os receptores de entorno.*

A Figura 12-6 apresenta da delimitação da AII da qualidade do ar.



Legenda

- Localidades
- Rodovias Federais
- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes e sem classificação
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Indireta (AII) - Qualidade do Ar

Estruturas

1. DRM - Módulo Central
2. Barragem Córrego da Lavagem
3. Dique de Segurança
4. Planta Industrial Nexa



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: AII, ADA, Estruturas, Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023/2020); Rodovias (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 12-6: Área de Influência Indireta – AII da qualidade do ar

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	25/03/2024	NXTM-DRS-EIA-AIIAr-A3-v00

12.2.2.3 Área de Influência Indireta -AII Ruído Ambiental

A área de influência indireta de ruído, visa compreender os receptores localizados além da AID, os quais, podem indiretamente, notar o incremento dos níveis sonoros do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais.

Neste sentido, a AII foi delimitada considerando os aspectos, (*i*) localização dos receptores humanos presentes além da AID, e (*ii*) topografia local, em função do efeito de barreiras físicas naturais que resultam em sombras acústicas.

A Figura 12-7 ilustra os limites da área de influência direta - AII.



Legenda

- Localidades
- Rodovias Federais
- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes e sem classificação
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Indireta (AII) - Ruído Ambiental

Estruturas

① DRM - Módulo Central
② Barragem Córrego da Lavagem
③ Dique de Segurança
④ Planta Industrial Nexa



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: AII, ADA, Estruturas, Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023/2020); Rodovias (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 12-7: Área de Influência Indireta – AII do ruído ambiental

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	25/03/2024	NXTM-DRS-EIA-AIIRuido-A3-v00

12.3 ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO BIÓTICO

12.3.1 Área de Influência Direta do Meio Biótico

A área de influência direta (AID) referente ao meio biótico do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade de Três Marias, seguindo os conceitos apresentados, corresponde à ADA do projeto em licenciamento e à área de entorno, que potencialmente receberá os impactos diretos ou indiretos, de maior magnitude, associados ao empreendimento.

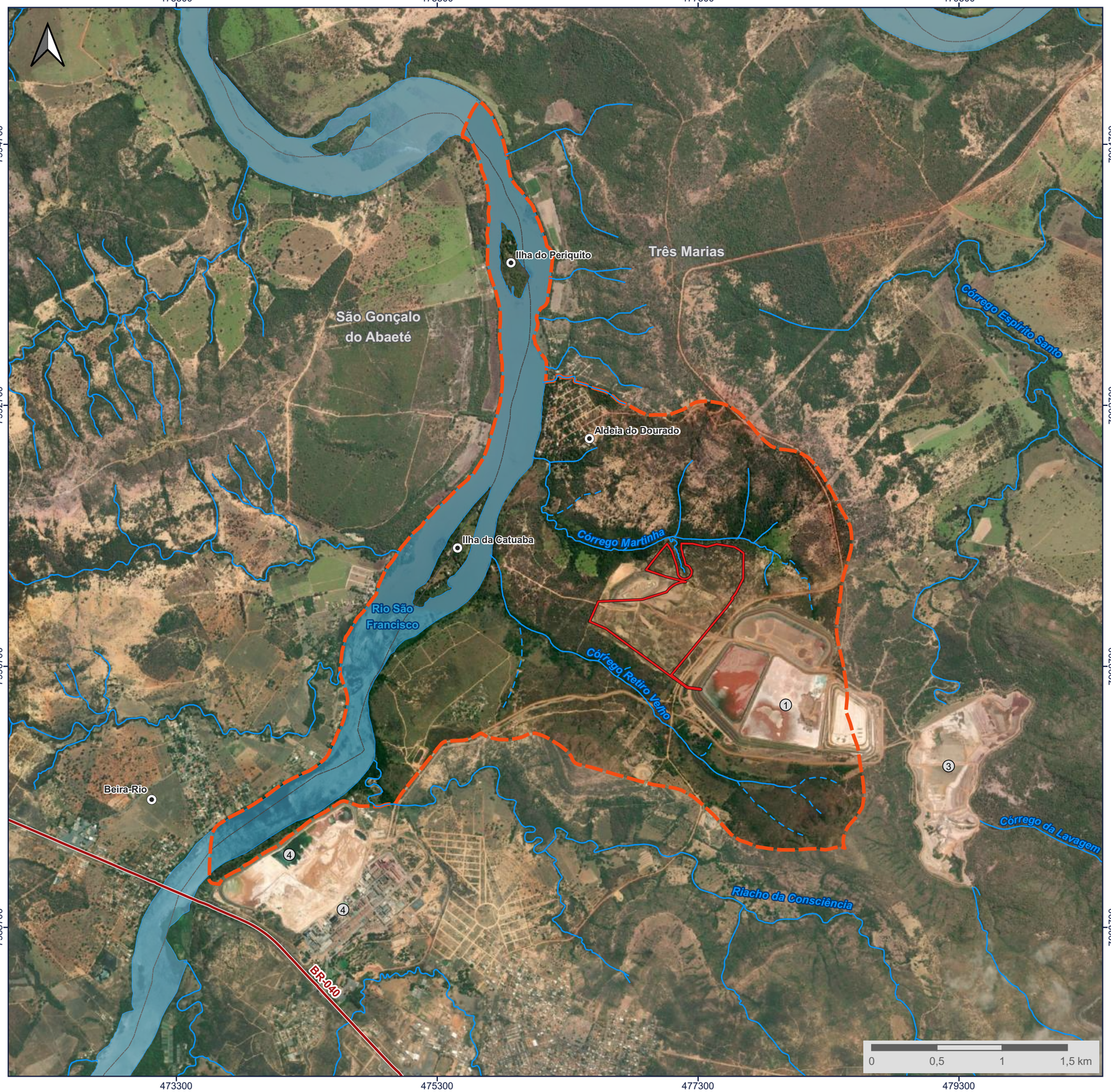
Por meio dos diagnósticos desenvolvidos para os grupos de fauna e flora, pode observar que a definição da AID representa bem a área de estudo local (AEL) utilizada para realização dos inventários. Com base nos resultados obtidos, pode-se observar que a conectividade entre os fragmentos e as paisagens encontradas na AID e AEL seguem o mesmo padrão, corroborando com a definição da AID.

Para delimitação da AID do meio bióticos foram considerados os seguintes aspectos:

- *Área diretamente afetada e atividades pretendidas;*
- *Resultados de monitoramentos ambientais (fauna e flora);*
- *Sub-bacias hidrográficas;*
- *Fragmentos florestais e campestres de relevância;*
- *Áreas ou ambientes com relevância para a manutenção de populações da fauna.*

Grosso modo, os limites da AID do meio biótico acompanham interflúvios, abrangendo, sobretudo, as sub-bacias dos córregos Retiro Velho e Martinha e outros córregos de menor porte, afluentes do rio São Francisco pela margem direita. Estes contornos abrangem as principais formações florestais da área, as quais estão predominantemente associadas aos cursos d'água, além de grande parte dos principais fragmentos conservados no entorno da Unidade de Três Marias. A associação da AID aos limites de micro e sub-bacias hidrográficas se justifica pela tipologia do empreendimento. Além disso, o Projeto em si está posicionado sobre o interflúvio que divide as bacias dos córregos Martinha e Retiro Velho, de modo que as principais influências decorrentes da operação do empreendimento tenderão a se concentrar nas porções a jusante dessas duas drenagens supracitadas.

Além das sub-bacias mencionadas foi inserido na AID um trecho do rio São Francisco, que abrange as desembocaduras dos tributários Retiro Velho e Martinha, pela margem direta, além de ilha fluvial (ilha Catuaba) posicionada próximo à foz do córrego Retiro Velho. No entanto, cabe mencionar que em função de características hidrográficas da bacia, aliado a fatores de autodepuração da água, espera-se que possíveis impactos provenientes da estrutura sejam atenuados na calha do rio São Francisco. A representação espacial da área de influência direta para o meio biótico é mostrada na Figura 12-8.

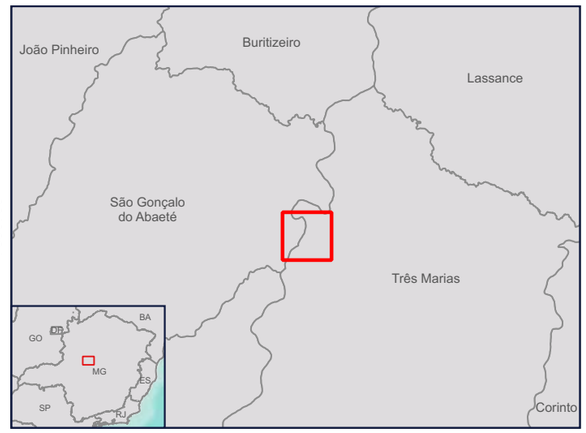


Legenda

- Localidades
- Rodovias Federais
- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes e sem classificação
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID) do Meio Físico e do Meio Biótico

Estruturas

- ③ DRM - Módulo Central
- ④ Barragem Córrego da Lavagem
- ⑤ Dique de Segurança
- ⑥ Planta Industrial Nexa



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: AID, Estruturas, Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023/2020); Rodovias (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 12-8: Área de Influência Direta – AID do meio biótico

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	25/03/2024	NXTM-DRS-EIA-AIDMB-A3-v00

12.3.2 Área de Influência Indireta do Meio Biótico

A área de influência indireta corresponde àquela capaz de sofrer impactos indiretos decorrentes do empreendimento. De maneira similar ao definido no caso da AID, para a AII foram estabelecidas três referências: uma para o meio físico, uma para o meio biótico e, outra, para o meio socioeconômico.

Os critérios adotados para delimitação da AII do meio biótico são similares aos considerados para a AID. A referência principal correspondeu aos limites dos interflúvios e cursos d'água, porém, abrangendo, em complemento*: (i)* porções de planície fluvial do rio São Francisco, na margem esquerda e direita deste; *(ii)* parte das bacias hidrográficas dos córregos Martinha, Retiro Velho, Consciência, Barreiro Grande e Lavagem; (*iii*) APP de curso d'água do Rio São Francisco.

A representação espacial da Área de Influência Indireta para o meio biótico é apresentada na Figura 12-9.

471000
475000
479000
483000
7997000
7993000
7989000
7985000

Rio São Francisco
Ilha do Periquito
Aldeia do Dourado
Ilha da Catuaba
Córrego Martinha
Córrego da Lavagem
Córrego Retiro Velho
Riacho da Consciência
Beira-Rio
BR-040
São Gonçalo do Abaeté
Três Marias
Córrego Barreiro Grande
Córrego Espírito Santo
Represa Três Marias
Morada Nova de Minas
Três Marias
0 0,75 1,5 2,25 km

Legenda

- Localidades
- Rodovias Federais
- Cursos d'água efêmeros
- Cursos d'água intermitentes e sem classificação
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Indireta (AII) do Meio Biótico

Estruturas

① DRM - Módulo Central
② Barragem Córrego da Lavagem
③ Dique de Segurança
④ Planta Industrial Nexa



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: AII, AID, Estruturas, Hidrografia, Massas d´água (Trust, 2023/2020); Rodovias (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 12-9: Área de Influência Indireta – AII do meio biótico

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	25/03/2024	NXTM-DRS-EIA-AIIMB-A3-v00

12.4 Áreas de Influência do Meio Socioeconômico

As Áreas de Influência do Projeto Disposição de Resíduos Industriais a Seco da Unidade Três Marias foram delimitadas considerando a Avaliação de Impactos Ambientais do empreendimento, bem como as características físicas, socioeconômicas e bióticas existentes na região de estudo. Especificamente em relação ao setor socioeconômico, foram ponderados impactos relacionados à ampliação do conhecimento científico da região, à demanda e oferta de infraestrutura urbana, à interferência nos níveis de conforto, qualidade da vida e vínculos afetivos da população, além de alterações gerais na dinâmica econômica e cultural local.

Esses impactos podem ser associados a parcelas específicas dos territórios de Três Marias e de São Gonçalo do Abaeté a partir da análise desses impactos (áreas de abrangência, magnitude, sinergia, cumulatividade, dentre outros), das dinâmicas socioeconômicas já existentes e das Áreas de Influência de outros setores.

A interrelação desses fatores possibilita a criação de duas áreas de influência principais: 1) Área de Influência Direta (AID); e 2) Área de Influência Indireta (AII). Os critérios para demarcação de cada uma dessas áreas, bem como o detalhamento de suas características, são abordados nos tópicos a seguir.

12.4.1 Área de Influência Direta do Meio Socioeconômico

A Área de Influência Direta (AID) do empreendimento corresponde à parcela do território que concentra a maior parte das interferências previstas pelas atividades inerentes à realização do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais, seja de forma direta ou indireta. Em síntese, foram considerados aspectos associados à proximidade física com o empreendimento, ao grau de visibilidade da área potencialmente alterada, ao grau de dispersão de partículas pelo ar e à relação com a ADA de modo geral. Nesse sentido, também são consideradas como Áreas de Influência Direta aquelas que concentram pessoas que circulam constantemente pela região da ADA e/ou que possuem vínculos socioeconômicos com a Unidade Industrial da Nexa.

A AID definida para os meios físico e biótico também foi utilizada como referência, tendo em vista que os impactos promovidos nesses setores tendem a influenciar nos vínculos afetivos, nos modos de vida, no bem-estar da população local e na dinâmica socioeconômica local[29].

Os principais critérios utilizados para a determinação da Área de Influência Direta do âmbito socioeconômico constam na lista a seguir:

[29] A relação entre esses fatores é detalhada nas análises contidas na Avaliação de Impacto Ambiental do meio socioeconômico, físico e biótico.

- *Área Diretamente Afetada – ADA do empreendimento pretendido;*
- *Demanda por serviços e infraestrutura pública;*
- *Utilização de vias públicas e acessos compartilhados com comunidades do entorno;*
- *Limites das propriedades rurais no entorno do empreendimento (obtidos por meio de consulta ao Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural - SICAR e verificação em campo);*
- *Elementos naturais ou antropizados que se configuram como barreiras físicas;*
- *Comunidades potencialmente afetadas diretamente pelo empreendimento.*
- *Área de Influência Direta dos meios biótico e físico*

A Área de Influência do meio socioeconômico corresponde, assim, à área de implantação das estruturas do Projeto em licenciamento e à área de entorno, incluindo propriedades rurais, parte da sede municipal, a localidade Aldeia do Dourado e o loteamento Nova Esperança em Três Marias. São consideradas também a Vila dos Albanos e bairro Beira Rio, em São Gonçalo do Abaeté, e Ilha da Catuaba no rio São Francisco.

De modo mais específico, a maior parte da sede municipal de Três Marias apresenta relação socioeconômica com as atividades Nexa no município por meio da geração de renda e/ou ocupação profissional. Dessa forma, a continuidade das operações da Nexa em Três Marias, promovida pela implementação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais, tende a repercutir na zona urbana tanto de forma direta quanto de forma indireta.

As áreas correspondentes às propriedades rurais do entorno da ADA e à Aldeia do Dourado foram consideradas na delimitação da AID por serem esperadas interferências diretas do empreendimento nessas localidades. Além disso, é importante ressaltar que nessa área já existem impactos associados a outros empreendimentos da empresa Nexa na região, sendo necessária especial atenção à cumulatividade e sinergia das possíveis alterações geradas.

A porção do território de São Gonçalo do Abaeté inseridos na AID se referem à Vila dos Albanos, ao bairro Beira-Rio e às propriedades rurais às margens do rio São Francisco. Localizada no rio São Francisco, a Ilha da Catuaba foi inserida na AID em função da proximidade com o empreendimento e para o aprofundamento das possíveis repercussões que o planejamento, implantação, operação e fechamento do Projeto Disposição a Seco de Resíduo Industrial podem gerar.

A Figura 12-10 apresenta a Área de Influência Direta do meio socioeconômico para o Projeto Disposição a Seco de Resíduo Industrial. À norte, a delimitação geográfica da Área de Influência Direta compreende os limites das propriedades rurais vizinhas e a área antropizada da Aldeia do Dourado, seguindo à nordeste e oeste pela delimitação das propriedades rurais vizinhas ao imóvel de propriedade da Nexa, até o córrego Consciência. A partir do córrego Consciência, segue-se no

sentido leste até a Estrada da Consciência, pela qual se segue até a malha urbanizada do distrito Sede de Três Marias. O perímetro da AID contorna parte da malha urbanizada do distrito sede, atravessa a BR-040 e segue a delimitação do território adensado, englobando a Vila da Mineira e seu entorno até a rodovia BR-040, sentido Noroeste até o município de São Gonçalo do Abaeté. Em São Gonçalo do Abaeté, o perímetro da AID percorre os limites do bairro Beira Rio, seguindo à nordeste pelos limites das propriedades rurais às margens do rio São Francisco, incluindo a Vila dos Albanos. Ainda seguindo os limites das propriedades rurais em São Gonçalo do Abaeté, o perímetro da AID segue até próximo à Ilha do Periquito e segue até o ponto inicial dessa descrição na Aldeia do Dourado, perfazendo assim o perímetro da Área de Influência Direta do meio socioeconômico.

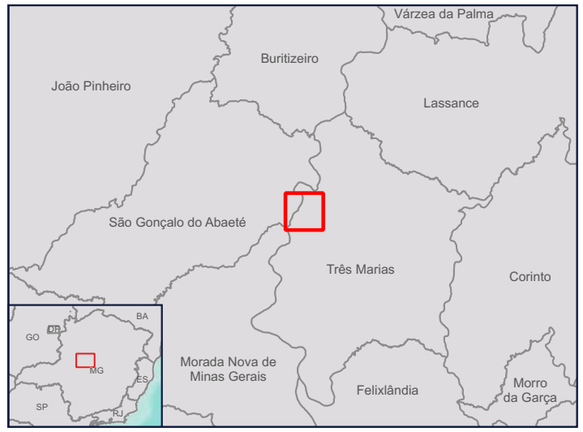


Legenda

- Localidades
- Rodovias Federais
- Hidrografia
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID) do Meio Socioeconômico

Estruturas

① DRM - Módulo Central
② Barragem Córrego da Lavagem
③ Dique de Segurança
④ Planta Industrial Nexa



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: ADA (Nexa, 2023), AID, Curso d'água, Localidades (Trust, 2023); Rodovias Federais (DNIT, 2022); Limites Municipais, Limites Estaduais (IBGE, 2022).

PROJETO
EIA doProjeto de Disposição à Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO

Figura 12-10: Área de Influência Direta – AID do meio socioeconômico

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	25/03/2024	NXTM-DRS-EIA-AIDMS-A3-v00

12.4.2 Área de Influência Indireta do Meio Socioeconômico

Para o meio socioeconômico, dado o posicionamento geográfico do Projeto Disposição à Seco de Resíduos Industriais, os limites da Área de Influência Direta (AID) e as potenciais repercussões do projeto no território considerou-se como Área de Influência Indireta (AII) os municípios de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté. Em termos socioeconômicos, a AII engloba os dois municípios em sua totalidade devido à possibilidade de ocorrência de impactos diretos ou indiretos, benéficos ou adversos, relacionados ao empreendimento.

A AII é definida como a área que, embora experimente impactos diretos e indiretos, pode sentir efeitos derivados da implantação e operação do projeto de maneira menos concentrada que na AID.

Apesar de a implantação do projeto ocorrer no município de Três Marias sua AID abrange tanto áreas do município de Três Marias como de São Gonçalo do Abaeté havendo a possibilidade de gerar repercussões na dinâmica socioeconômica de ambos os municípios, principalmente no que tange os aspectos associados a geração de empregos, renda e tributos.

Além disso, para a delimitação da AII do meio socioeconômico considerou-se também as delimitações das AII do meio físico referentes a Qualidade das Águas, Qualidade do Ar e Ruído Ambiental por serem aspectos que podem interferir de maneira direta e indireta na qualidade de vida das pessoas e gerar demandas a gestão do município associadas a esses impactos.

A inclusão desses municípios na AII é estratégica para garantir uma avaliação abrangente dos potenciais impactos e benefícios do empreendimento levando em consideração as interrelações e interdependências estabelecidas pela condição de vizinhança dos municípios tendo em vista a localização do projeto. A delimitação da AII considerando a divisão política territorial contribui para uma gestão mais assertiva dos efeitos do projeto, considerando seu alcance para além dos limites geográficos imediatos.

410000 445000 480000 515000

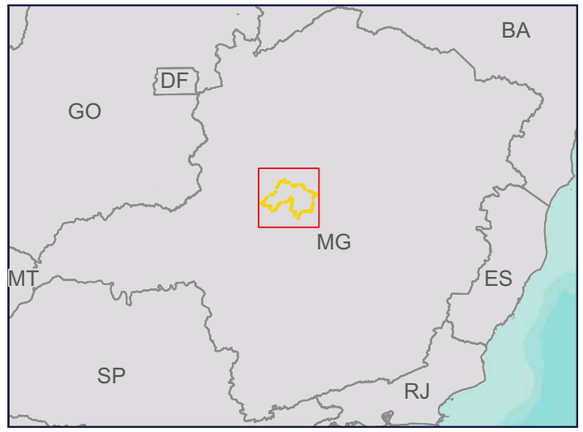
8038000 8003000 7968000 7933000

Várzea da Palma
Buritizeiro
Rio São Francisco
Lassance
São Sebastião
Sambaíba de Minas
Gama I
Luzilândia do Oeste
BR-040
BR-365
João Pinheiro
Canoeiros
Veredas
São Gonçalo do Abaeté
Beira-Rio
Três Marias
Andrequicé
MG-220
São Gonçalo do Abaeté
Três Marias
Corinto
Varjão de Minas
Lagoa Seca
Canastrão
Morada Nova de Minas
Bom Sucesso de Patos
Major Porto
Morada Nova de Minas
MG-415
Felixlândia
Patos de Minas
MG-060
Tiros
São Geraldo do Salto
Morro da Garça
São José do Buriti
Carmo do Paraíba
Lagoa do Meio
Felixlândia
BR-040
Biquinhas
MG-743
MG-164
Biquinhas
Frei Orlando
Pompéu
Paineiras
0 7,5 15 22,5 km

410000 445000 480000 515000

Legenda

- Localidades
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Rio São Francisco
- Curso d'água/Represa
- Limites Municipais
- Área de Influência Indireta (AII) do Meio Socioeconômico



Projeção Universal Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 | 23S
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51°W. Gr., acrescidas a constante -6.000.000 Km, respectivamente.

Bases Cartográficas: AII, Curso d'água (Trust, 2023); Rodovias Estaduais, Rodovias Federais (DNIT, 2022); Rio São Francisco (IGAM, 2021); Limites Municipais, Limites Estaduais, Localidades (IBGE, 2022/2010).

nexa | TRUST

PROJETO
EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

TÍTULO
Figura 12-11: Área de Influência Indireta – AII do meio socioeconômico

ELABORAÇÃO	DATA	ARQUIVO
Luísa N. Oliveira Lucas F. de Oliveira	25/03/2024	NXTM-DRS-EIA-AIIMS-A3-v00

13 PROGRAMAS DE MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO, COMPENSAÇÃO E RECUPERAÇÃO

Com o objetivo de mitigar ou potencializar os impactos decorrentes da implantação e operação do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias são propostas diversas medidas de controle e monitoramento para efeitos adversos e medidas de potencialização de efeitos benéficos gerados ao meio ambiente.

A Tabela 13-1 apresenta a relação das medidas de controle que afetam cada um dos impactos identificados. Os controles estabelecidos para os impactos previstos somam numerosas ações sobre as quais se descreveu na avaliação de impactos, demonstrando como cada um destes controles atua na mitigação das interferências causadas ao ambiente.

Tabela 13-1: Medidas ambientais propostas para impactos identificados

Medida	Impacto
Revegetação de taludes e superfícies com solo exposto	• Modificação da Paisagem • Interferência na Dinâmica Geomorfológica • Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea • Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas • Interferência na Qualidade do Ar • Alteração na Composição da Fauna Terrestre e aquática • Alteração nas Propriedades Limnológicas • Alteração do Uso do Solo e Danos a Indivíduos da Flora
Sistema de drenagem pluvial provisório (implantação)	• Interferência na Dinâmica Geomorfológica • Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea • Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas • Alteração nas Propriedades Limnológicas
Sistema de drenagem pluvial permanente (operação)	• Interferência na Dinâmica Geomorfológica • Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea • Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas • Alteração nas Propriedades Limnológicas
Armazenamento temporário de resíduos em local adequado e destinação final correta	• Interferência nas Propriedades Químicas do Solo • Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea • Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas • Alteração na Composição da Fauna Terrestre • Alteração nas Propriedades Limnológicas • Alteração do Uso do Solo e Danos a Indivíduos da Flora

Medida	Impacto
Destinação correta (tratamento) de efluentes oleosos	• Interferência nas Propriedades Químicas do Solo • Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea • Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas • Alteração na Composição da Fauna Terrestre e aquática • Alteração do Uso do Solo e Danos a Indivíduos da Flora
Destinação correta (tratamento) de efluentes sanitários	• Interferência nas Propriedades Químicas do Solo • Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea • Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas • Alteração na Composição da Fauna Terrestre e aquática • Alteração do Uso do Solo e Danos a Indivíduos da Flora
Sistema de impermeabilização e detecção de vazamentos	• Interferência nas Propriedades Químicas do Solo • Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas
Tratamento de efluentes líquidos industriais	• Interferência nas Propriedades Químicas do Solo • Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea • Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas
Umectação de pátios e vias	• Interferência na Qualidade do Ar • Alteração na Composição da Fauna Terrestre • Alteração do Uso do Solo e Danos a Indivíduos da Flora • Alteração nas Propriedades Limnológicas
Manutenção preventiva em veículos e equipamentos	• Interferência na Qualidade do Ar • Interferência nos Níveis de Pressão Sonora • Alteração na Composição da Fauna Terrestre • Alteração do Uso do Solo e Danos a Indivíduos da Flora • Dispersão Forçada de Indivíduos da Fauna Terrestre
Enclausuramento de motores	• Interferência nos Níveis de Pressão Sonora • Alteração na Composição da Fauna Terrestre • Alteração do Uso do Solo e Danos a Indivíduos da Flora • Alteração nas Propriedades Limnológicas
Comunicação efetiva sobre os impactos socioeconômicos do empreendimento	• Incremento no Conhecimento Científico sobre a Região • Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População Local, provocada por Alterações nos Níveis de Ruídos e na Qualidade do Ar, Águas e Solos • Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População Local, provocada por Modificação da Paisagem • Interferência nos Níveis de Emprego, Renda e Tributos • Interferência no Patrimônio Cultural e Natural • Vínculos Afetivos e Simbólicos da População com o Território • Interferência nas Condições de Tráfego e Circulação
Priorização da contratação da mão de obra local	• Interferência nos Níveis de Emprego, Renda e Tributos

Medida	Impacto
Realização de campanhas de educação no trânsito	• Interferência nas Condições de Tráfego e Circulação

De forma a reunir as principais ações de mitigação ou potencialização de impactos, propõe-se que sejam definidos programas ambientais que deverão compor o Plano de Controle Ambiental (documento previsto no processo de licenciamento), sendo executados ao longo das fases do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias. A Tabela 13-2 detalha cada programa em relação aos impactos identificados e, nos itens a seguir, serão apresentadas as propostas para cada um dos programas sugeridos, indicando a justificativa de sua execução, os objetivos e as diretrizes metodológicas a serem seguidas.

Tabela 13-2: Programas ambientais propostos para os impactos identificados

Programa	Impactos relacionados
Programa de Recuperação de Áreas Degradadas	• Modificação da Paisagem • Interferência na Dinâmica Geomorfológica • Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea • Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas • Interferência na Qualidade do Ar • Alteração na Composição da Fauna Terrestre • Dispersão forçada de indivíduos da fauna terrestre • Alteração nas Propriedades Limnológicas • Alteração do Uso do Solo e Danos a Indivíduos da Flora • Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População, provocada por Modificação da Paisagem • Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População, provocada por Alterações nos Níveis de Ruídos e na Qualidade do Ar, Águas e Solos • Interferência no Patrimônio Cultural e Natural • Interferência nos Vínculos Afetivos e Simbólicos da População com o Território
Plano de Fechamento	• Modificação da Paisagem • Interferência na Dinâmica Geomorfológica • Interferência nas Propriedades Químicas do Solo • Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea • Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas • Interferência na Qualidade do Ar • Interferência nos Níveis de Pressão Sonora • Alteração na Composição da Fauna Terrestre • Alteração do Uso do Solo e Danos a Indivíduos da Flora • Interferência nos Níveis de Emprego, Renda e Tributos • Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População, provocada por Modificação da Paisagem • Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População, provocada por Alterações nos Níveis de Ruídos e na Qualidade do Ar, Águas e Solos

Programa	Impactos relacionados
Programa de Controle de Processos Erosivos e Disciplinamento de Águas Pluviais	• Interferência na Dinâmica Geomorfológica • Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea • Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas • Alteração nas Propriedades Limnológicas • Alteração do Uso do Solo e Danos a Indivíduos da Flora • Alteração na Composição da Fauna Terrestre
Programa de Controle e Monitoramento Geotécnico	• Interferência na Dinâmica Geomorfológica • Interferência nas Propriedades Químicas do Solo • Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea • Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas • Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População, provocada por Alterações nos Níveis de Ruídos e na Qualidade do Ar, Águas e Solos • Interferência no Patrimônio Cultural e Natural • Interferência nos Vínculos Afetivos e Simbólicos da População com o Território
Programa de Gestão de Resíduos Sólidos	• Interferência nas Propriedades Químicas do Solo • Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea • Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas • Alteração nas Propriedades Limnológicas • Alteração do Uso do Solo e Danos a Indivíduos da Flora • Alteração na Composição da Fauna Terrestre • Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População, provocada por Alterações nos Níveis de Ruídos e na Qualidade do Ar, Águas e Solos • Interferência nos Vínculos Afetivos e Simbólicos da População com o Território
Programa de Monitoramento Qualiquantitativo das Águas Superficiais, Subterrâneas e dos Efluentes Líquidos	• Interferência nas Propriedades Químicas do Solo • Interferência na Dinâmica Hídrica Superficial e Subterrânea • Interferência na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas • Alteração na Composição da Fauna Terrestre • Alteração nas Propriedades Limnológicas • Alteração do Uso do Solo e Danos a Indivíduos da Flora • Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População, provocada por Alterações nos Níveis de Ruídos e na Qualidade do Ar, Águas e Solos • Interferência nos Vínculos Afetivos e Simbólicos da População com o Território
Programa de Gestão da Qualidade do Ar	• Interferência na Qualidade do Ar • Alteração do Uso do Solo e Danos a Indivíduos da Flora • Alteração nas Propriedades Limnológicas • Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População, provocada por Alterações nos Níveis de Ruídos e na Qualidade do Ar, Águas e Solos • Interferência nos Vínculos Afetivos e Simbólicos da População com o Território
Programa de Gestão dos Níveis de Ruído	• Interferência nos Níveis de Pressão Sonora • Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População, provocada por Alterações nos Níveis de Ruídos e na Qualidade do Ar, Águas e Solos • Interferência nos Vínculos Afetivos e Simbólicos da População com o Território

Programa	Impactos relacionados
Programa de Gestão de Tráfego	• Potencial Perda de Indivíduos da Fauna Terrestre por Atropelamentos • Dispersão forçada de indivíduos da fauna terrestre • Alteração na Composição da Fauna Terrestre • Alteração do Uso do Solo e Danos a Indivíduos da Flora • Interferência nas Condições de Tráfego e Circulação • Interferência nos Vínculos Afetivos e Simbólicos da População com o Território
Programa de Educação Ambiental	• Alteração do Uso do Solo e Danos a Indivíduos da Flora • Incremento nas Atividades de Caça e Apanha • Alteração na Composição da Fauna Terrestre e aquática • Potencial Perda de Indivíduos da Fauna Terrestre por Atropelamentos • Dispersão forçada de indivíduos da fauna terrestre • Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População, provocada por Alterações nos Níveis de Ruídos e na Qualidade do Ar, Águas e Solos
Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre	• Alteração na Composição da Fauna Terrestre
Programa de Monitoramento da Fauna Aquática	• Alteração nas Propriedades Limnológicas
Programa de Compensação Ambiental	• Alteração do Uso do Solo e Danos a Indivíduos da Flora • Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População, provocada por Alterações nos Níveis de Ruídos e na Qualidade do Ar, Águas e Solos
Programa de Comunicação Social	• Incremento no Conhecimento Científico sobre a Região • Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População, provocada por Alterações nos Níveis de Ruídos e na Qualidade do Ar, Águas e Solos • Interferência nos Níveis de Conforto e Qualidade de Vida da População Local, provocada por Modificação da Paisagem • Interferência nos Níveis de Emprego, Renda e Tributos • Interferência no Patrimônio Cultural e Natural • Vínculos Afetivos e Simbólicos da População com o Território
Programa de Gestão da Mão de Obra	• Interferência nos Níveis de Emprego, Renda e Tributos
Programa de Diversificação Econômica	• Interferência nos Níveis de Emprego, Renda e Tributos

13.1 PROGRAMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

13.1.1 Justificativa

O Programa de Gestão de Resíduos Sólidos (PGRS) do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias visa atender a legislação ambiental aplicável e às diretrizes corporativas da Nexa Recursos Minerais S.A. Busca, também, implementar ações no sentido de garantir a conformidade ambiental na gestão dos resíduos gerados na operação do

empreendimento, através da capacitação, conscientização e atuação em conjunto com as áreas geradoras.

O PGRS engloba um modelo de gestão baseado na segregação, acondicionamento, armazenamento, destinação final adequada dos resíduos, já praticados na Unidade Três Marias. Desta forma, esse programa será desenvolvido em consonância com as práticas já adotadas pela empresa para gerenciamento dos resíduos sólidos.

13.1.2 Objetivos

O PGRS tem como objetivo o estabelecimento de práticas adequadas para gestão de resíduos, em conformidade com os requisitos legais vigentes em especial a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (Lei n° 12.305/2010), a Política Estadual de Resíduos Sólidos (Lei Estadual nº 18.031/2009), a Deliberação Normativa nº 232/2019, e com as práticas operacionais internas da empresa, visando atender minimamente: (*i*) a redução da geração de resíduos, (*ii*) o aumento na reutilização e reciclagem e (*iii*) o tratamento ou destinação final adequados.

Especificamente, o programa visa estabelecer um controle quantitativo e qualitativo da geração dos resíduos gerados, evitando, desta forma, a contaminação de solos, águas superficiais e subterrâneas.

13.1.3 Diretrizes Metodológicas

- *A gestão de resíduos sólidos abrange todas as estruturas/áreas de apoio relacionadas ao Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias e tem como público-alvo os colaboradores próprios e terceiros a atuarem na implantação e operação do empreendimento.*
- *O gerenciamento deve contemplar:*
- ***Classificação dos Resíduos:*** *como referência para o gerenciamento dos resíduos, deve ser adotada a classificação estabelecida na Norma ABNT NBR 10.004:2004 (Resíduos sólidos – Classificação), a qual propõe as seguintes classes: Resíduos perigosos ou classe I; Não perigosos, não inertes ou classe II A; Não perigosos, inertes ou classe II B.*
- ***Segregação dos Resíduos:*** *os resíduos gerados devem ser segregados conforme sua classificação na fonte geradora, por esta constituir a medida mais eficaz para permitir a reutilização e a reciclagem dos mesmos. Assim, serão mantidos recipientes para segregação dos resíduos próximos às fontes, conforme as tipologias produzidas em cada setor.*
- ***Armazenamento dos Resíduos:*** *o armazenamento dos resíduos deve ser realizado em depósitos temporários de resíduos, de acordo com a classe e o tipo de material. Depósitos*

temporários de resíduos perigosos devem ser impermeabilizados e possuir sistema de contenção de vazamento para líquidos.

- ***Transporte dos Resíduos:*** *deve sempre ser realizado seguindo as legislações vigentes. Todo e qualquer resíduo que for enviado para tratamento, reciclagem ou disposição final fora da área operacional deve ser acompanhado do Manifesto para Transporte de Resíduos (MTR) que é, atualmente, emitido em plataforma online, disponibilizada pela Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEAM. Para os resíduos perigosos (Classe I), devem ser mantidos os MTRs, a cópia da Ficha de Emergência, as respectivas Notas Fiscais, e toda a documentação de autorização e licenciamento pertinente ao processo.*

- ***Destinação Final dos Resíduos:*** *deve-se buscar no mercado empresas especializadas no tratamento, destruição, disposição ou reutilização de resíduos como matéria-prima na fabricação de produtos. Sugere-se a realização de processo de habilitação e homologação de todas as empresas interessadas em receber os resíduos. A destinação dos resíduos deverá ser realizada priorizando a reciclagem e a reutilização dos materiais.*

- ***Inventário:*** *consiste em registrar em formulário a identificação e taxa de geração dos resíduos em cada um dos setores do empreendimento e a posterior destinação em função do tipo e classificação do resíduo. Os inventários deverão conter as informações exigidas para o atendimento aos requisitos da Resolução CONAMA nº 313/2002 e a Portaria do Ministério do Meio Ambiente nº280/2020 de maneira a permitir sua consolidação anual e consequente disponibilização ao órgão ambiental.*

- ***Treinamentos:*** *como forma de evitar a disposição e/ou destinação inadequada, bem como promover a conscientização sobre a necessidade de minimização de geração de resíduos, deverão ser realizados treinamentos dos colaboradores diretos e indiretos do empreendimento. Essa ação tem ligação direta com o Programa de Educação Ambiental o qual deverá, em conjunto a coordenação da gestão de resíduos, programar e realizar campanhas educativas em relação ao tema.*

- *O gerenciamento de resíduos sólidos deve ser previsto para as fases de implantação e operação do empreendimento, de forma contínua.*

- *A avaliação e o acompanhamento do Programa de Gestão de Resíduos Sólidos serão realizados semestralmente, conforme determina a legislação atual (Deliberação Normativa COPAM nº 232, de 27 de fevereiro de 2019), com envio da Declaração de Movimentação de Resíduos – DMR.*

13.2 PROGRAMA DE GESTÃO DE QUALIDADE DO AR

13.2.1 Justificativa

As atividades envolvidas na implantação e operação do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias têm potencial para promover a alteração da qualidade do ar, em razão de possíveis emissões atmosféricas. A Unidade Três Marias já desenvolve ações de controle e monitoramento da qualidade do ar na área de influência direta do Projeto, as quais devem ser continuadas.

13.2.2 Objetivos

O objetivo geral do Programa de Gestão da Qualidade do Ar é estabelecer ações que promovam o controle das emissões de poluentes atmosféricos e o monitoramento da qualidade do ar na área de influência direta do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias.

13.2.3 Diretrizes Metodológicas

- *As ações propostas no âmbito do Programa de Gestão da Qualidade do Ar devem abranger a área de influência direta definida para a temática, sendo que as ações de controle devem compreender, também, a área de influência indireta.*
- *O Programa de Gestão da Qualidade do Ar deverá focar no material particulado, principal poluente associado à implantação e operação do projeto.*
- *As ações de controle a serem contempladas no programa são:*
- *Umectação de vias não pavimentadas, utilizadas pelo empreendimento;*
- *Realização de manutenções preventivas em veículos e equipamentos;*
- *Medidas para impedir o arraste eólico de partículas em áreas expostas;*
- *Realização periódica de testes de fumaça preta em veículos e equipamentos.*
- *O monitoramento da qualidade do ar será por meio de um ponto de monitoramento localizado no receptor mais próximo à área diretamente afetada e em concordância com o estudo de dispersão atmosférica, a Aldeia dos Dourados.*
- *O monitoramento deve contemplar os parâmetros já medidos, sendo eles os materiais particulados (PTS, MP10 e MP2,5) e dois gases atmosféricos (dióxido de enxofre - SO_2 e dióxido de nitrogênio - NO_2). As amostragens devem seguir criteriosamente as diretrizes das normas técnicas aplicáveis e devem ser realizadas durante um período de 24 horas, com frequência a cada 6 dias. Deve-se, também, prever calibrações nos equipamentos.*

- *Os padrões de qualidade do ar tomados como referência para análise dos resultados serão aqueles estabelecidos na Resolução CONAMA nº 491, de 19 de novembro de 2018, considerando-se os valores de referência relativos ao padrão de qualidade do ar aplicável no momento do monitoramento. Os resultados do monitoramento deverão orientar a execução das medidas de controle, as quais podem ser aperfeiçoadas ou alteradas, caso não sejam suficientes para garantir os padrões de qualidade do ar.*

- *Devem ser elaborados relatórios anuais, a serem enviados ao órgão ambiental.*

13.3 PROGRAMA DE GESTÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO

13.3.1 Justificativa

A alteração dos níveis de pressão sonora pode ocorrer principalmente durante a fase de implantação do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias, em razão, sobretudo, da intensa movimentação de veículos, equipamentos e máquinas. Como forma de mitigar e acompanhar o possível impacto, se justifica a execução do Programa de Gestão dos Níveis de Ruído.

13.3.2 Objetivos

O objetivo geral do Programa de Gestão dos Níveis de Ruído é estabelecer medidas de controle e de monitoramento dos níveis de pressão sonora na área de entorno e vias de acesso do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias.

Os objetivos específicos são:

- *Estabelecer campanha de monitoramento dos níveis de pressão sonora, e;*

- *Acompanhar as possíveis alterações dos níveis de pressão sonora provocadas pelo empreendimento e propor medidas mitigadoras do impacto, quando necessário.*

13.3.3 Diretrizes Metodológicas

- *O Programa de Gestão dos Níveis de Ruído deve contemplar ações para serem executadas na fase de implantação, operação e fechamento do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias.*

- *As ações de controle devem contemplar a realização de manutenção periódica nos veículos, equipamentos e máquinas, de modo a manter a emissão sonora próximo ao indicado pelo fabricante. Dentre as ações de controle deve-se prever, também, a avaliação contínua da necessidade de enclausuramento de fontes ruidosas (motores por exemplo).*

- *No que tange ao monitoramento, este deve ser realizado em três pontos no entorno da área diretamente afetada pelo Projeto, localizados na área de influência direta em receptores mais próximos.*

- *As medições devem seguir criteriosamente as diretrizes das normas técnicas aplicáveis e devem ser realizadas durante no período diurno e noturno, com frequência semestral. Deve-se, também, prever calibrações nos equipamentos de amostragem.*

- *Os limites dos níveis de pressão sonora tomados como referência para análise dos resultados serão aqueles estabelecidos na Lei Estadual nº 10.100/1990, na norma ABNT NBR 10.151:2019 e durante a implantação, deve-se considerar também o Decreto Municipal de Três Marias nº 1.346/2005. Também devem ser verificados os resultados obtidos durante a campanha de diagnóstico realizada para compor este Estudo de Impacto Ambiental. Os resultados das medições deverão orientar a execução das medidas de controle, as quais podem ser aperfeiçoadas ou alteradas.*

- *Devem ser elaborados relatórios anuais, a serem enviados ao órgão ambiental.*

13.4 Programa de Monitoramento Qualiquantitativo das Águas Superficiais, Subterrâneas e dos Efluentes Líquidos

13.4.1 Justificativa

Programa de Monitoramento Qualiquantitativo das Águas Superficiais, Subterrâneas e dos Efluentes Líquidos

As atividades envolvidas na operação do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias têm potencial para modificar a qualidade das águas caso não sejam adotadas medidas para controlar, sobretudo, os sedimentos e os efluentes gerados pelo empreendimento. Ademais, a implantação e operação da estrutura geotécnica e a impermeabilização de áreas (pilha, *sump* e *pond* de emergência), podem gerar modificações no ambiente relacionado ao escoamento superficial e na infiltração da água, sendo necessário o monitoramento quantitativo das águas superficiais e subterrâneas com a finalidade de acompanhar as alterações produzidas nos sistemas hídricos superficiais e subterrâneos.

Neste sentido, o Programa de Monitoramento Qualiquantitativo das Águas Superficiais, Subterrâneas e dos Efluentes Líquidos se justifica na medida em que permitirá o acompanhamento da eficiência dos controles ambientais definidos para gestão dos efluentes e controle dos sedimentos gerados, além de identificar possíveis modificações nas características físico-químico e microbiológicas e na dinâmica nas águas superficiais e subterrâneas que estão sob influência do empreendimento.

O Programa de Monitoramento Qualiquantitativo das Águas Superficiais, Subterrâneas e dos Efluentes Líquidos contemplará o monitoramento, de forma sistemática e integrada, das seguintes matrizes:

- *Qualidade das águas superficiais;*
- *Qualidade das águas subterrâneas;*
- *Efluentes líquidos gerados no processo.*
- *Monitoramento de vazões em cursos d'água;*
- *Monitoramento dos níveis d'água dos aquíferos;*
- *Monitoramento meteorológico*

13.4.2 Objetivos

O Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas e Efluentes Líquidos visa estabelecer ações de monitoramento na área de influência do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias.

Como objetivos específicos, espera-se:

- *Identificar e acompanhar possíveis alterações na qualidade das águas dos cursos d'água e aquíferos presentes na área de influência do empreendimento;*
- *Aprofundar o conhecimento sobre as características físico-químicas e microbiológicas dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos existentes na área de influência do Projeto acompanhando a variabilidade sazonal natural dos mesmos*
- *Avaliar a eficácia dos controles ambientais e a interferência do empreendimento nos recursos hídricos;*
- *Acompanhar os efeitos da implantação e operação do empreendimento sobre a qualidade das águas superficiais e subterrâneas presentes na área de influência direta, embasado pelos padrões estabelecidos nas legislações vigentes;*
- *Fornecer subsídios para a avaliação da eficácia dos controles ambientais existentes e para identificação da necessidade de proposição de novas medidas;*
- *Aumentar o nível de conhecimento hidrológico e hidrogeológico na área de inserção do empreendimento, por meio da realização de monitoramentos contínuos;*
- *Acompanhar os efeitos da operação do empreendimento sobre as oscilações naturais do nível das águas subterrâneas;*

- *Acompanhar os efeitos da operação do empreendimento sobre as vazões dos cursos d'água e dos níveis d'água;*
- *Monitorar parâmetros meteorológicos, de forma a subsidiar análises hidrológicas e a interpretação de outros monitoramentos a serem realizados;*
- *Buscar melhoria contínua no desempenho ambiental do empreendimento, a fim de assegurar um desenvolvimento produtivo responsável e seguro para o meio ambiente.*

13.4.3 Diretrizes Metodológicas

- *Este programa se aplica ao contexto das fases de implantação e operação do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias, na área de influência direta do meio físico e deve contemplar monitoramento das seguintes matrizes: águas superficiais, subterrâneas e efluentes líquidas;*
- *A atual licença de operação LO nº 088/2013 traz, dentre suas condicionantes, a obrigação de realizar o monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais, Subterrâneas e Efluentes Líquidos na Unidade da Nexa em Três Marias, com definições específicas (frequência da amostragem e entrega de relatórios) que são resultado do histórico de cada processo de licenciamento e, também, das alterações realizadas a posteriori. A Unidade executa, atualmente, o monitoramento conforme as especificações contidas nas condicionantes das licenças supracitadas. Estes pontos serão avaliados no contexto do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias e, à priori, serão mantidos e/ou complementados;*
- *No caso dos efluentes a serem gerados nas atividades do Projeto, os mesmos serão direcionados para tratamento no local onde hoje já existe uma ETE na Unidade e, portanto, será monitorado o ponto de lançamento deste sistema denominado E1;*
- *A metodologia de amostragem e análises laboratoriais deve seguir as melhores técnicas definidas na literatura de referência e em legislações, além de ser recomendada a criação de controle de qualidade para amostragens e análises. O laboratório contratado deve ter acreditação tanto para realização de amostragem quanto para análise de cada um dos parâmetros necessários;*
- *Os resultados devem ser comparados com os limites estabelecidos para águas superficiais classe 2 e lançamento de efluentes da Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 08/2022 e limites para águas subterrâneas definidos na Resolução CONAMA nº 396/08;*
- *Para o monitoramento quantitativo das águas subterrâneas e superficiais devem ser instalados dispositivos de monitoramento hidrométrico nas seções fluviais de interesse e medido o nível d'água subterrâneo em piezômetros instalados no local;*
- *Devem ser elaborados relatórios anuais, a serem enviados ao órgão ambiental.*

13.5 PROGRAMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO GEOTÉCNICO

13.5.1 Justificativa

O Programa de Controle e Monitoramento Geotécnico se justifica na medida em que o depósito resultante Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias pode provocar a alteração da dinâmica erosiva, a alteração da qualidade das águas e dos solos ou a possível ruptura da estrutura, caso não sejam adotadas medidas concernentes à promoção da estabilidade geotécnica, prevenção de processos erosivos, monitoramento de sistema detecção de vazamentos e manutenção dos dispositivos de disciplinamento e controle das águas das chuvas.

13.5.2 Objetivos

O Programa de Controle e Monitoramento Geotécnico visa apresentar o conjunto de ações que devem ser constantemente promovidas no contexto da operação do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias com fins de monitorar a estabilidade geotécnica, estabelecer uma rotina de manutenções e correções que provenham condições de relativa estabilidade das superfícies naturais e artificializadas, contribuindo, também, para evitar impactos nas drenagens naturais.

13.5.3 Diretrizes Metodológicas

- *Deve-se elaborar o Manual de Operação da Pilha com o intuito de apresentar as diretrizes de operação, de modo a concentrar em um único documento as principais instruções de operação, monitoramento e manutenção.*
- *Devem ser previstas inspeções com frequência mínima quinzenal na estrutura, de modo a verificar o sistema de drenagem, os taludes, o sistema de detecção de vazamentos e a operação de estruturas auxiliares.*
- *Os monitoramentos devem ser executados com frequência semanal nos diversos instrumentos geotécnicos previstos no Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias, compondo banco de dados histórico.*
- *Seguindo as diretrizes internas da Nexa Recursos Minerais S.A., os dados das inspeções e de monitoramentos devem ser analisados de forma mais aprofundada com frequência mensal, tanto por técnicos da empresa quanto de consultoria externa.*
- *Semestralmente deve ser realizado inspeção detalhada em campo por empresa consultora especializada, refletindo na emissão de um relatório com a realização de análises geotécnicas.*

- *Encontrados desvios nas inspeções ou nos monitoramentos devem ser aplicáveis as medidas cabíveis, sejam elas correções de possíveis anomalias ou o acionamento de níveis de emergência, conforme previsão do Plano de Ação de Emergência a ser desenvolvido para a estrutura.*

13.6 Programa de Controle de Processos Erosivos e Disciplinamento de Águas Pluviais

13.6.1 Justificativa

O Programa de Controle de Processos Erosivos e Disciplinamento das Águas Pluviais se justifica na medida em que a implantação e operação do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias pode provocar a alteração da dinâmica erosiva, caso não sejam adotadas medidas concernentes à prevenção de processos erosivos e à manutenção dos dispositivos de disciplinamento e controle das águas das chuvas.

13.6.2 Objetivos

O Programa de Controle de Processos Erosivos e Disciplinamento das Águas Pluviais visa apresentar o conjunto de ações que devem ser promovidas no contexto do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias, com fins de estabelecer uma rotina de manutenção e correções que provenham condições de relativa estabilidade das superfícies naturais e artificializadas. Contribui, também, para evitar impactos nas drenagens naturais.

Nesse sentido são definidos os seguintes objetivos específicos:

- *Identificar e monitorar as atividades geradoras de processos erosivos;*
- *Estabelecer e executar medidas preventivas e corretivas destinadas ao controle de processos erosivos;*
- *Monitorar e controlar os processos erosivos, avaliando os resultados das medidas adotadas e/ou dos dispositivos implementados;*
- *Garantir a manutenção dos dispositivos de drenagem instalados;*
- *Prevenir o assoreamento e manter a qualidade das águas dos cursos d'agua sob a influência do empreendimento, dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente, e;*
- *Prevenir a ocorrência de danos ao meio ambiente e às estruturas do empreendimento em decorrência de processos erosivos.*

13.6.3 Diretrizes Metodológicas

- *O Programa deve contemplar ações na fase de implantação e operação do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias, contemplando todas as porções inseridas na área diretamente afetada, tanto áreas já antropizadas quanto áreas que ainda mantém características originais.*

- *Com o sistema de drenagem em funcionamento, mesmo que provisório, pode-se ocorrer as anomalias relacionadas à morfodinâmica: (i) instalação de processos erosivos em superfícies de declividade mais acentuada; (ii) assoreamento de dispositivos de drenagem, e; (iii) danificação do sistema de drenagem por processos erosivos. Sempre que alguma dessas situações for verificada, sejam em inspeções rotineiras realizadas em áreas com maior risco de instabilidades ou em vistorias ocasionais, deve-se adotar medidas preventivas e corretivas para adequação da anomalia.*

- *Devem ser previstas as seguintes ações:*

- *Inspeções periódicas com o intuito de identificar e/ou monitorar os processos erosivos.*

- *Manutenção da estabilidade de superfícies de declividade acentuada: realizar a manutenção da área com o plantio de gramíneas e, em casos em que seja difícil a conservação destas (em solos mais estéreis, especialmente), o plantio de leguminosas que contribuirão para melhoria dos níveis de fertilidade do solo.*

- *Correção de processos erosivos e movimentos de massa: deve-se adotar medidas para promover a estabilização da superfície. Recomenda-se a utilização de dois tipos de estruturas para estabilização: (i) estruturas de contenção de sedimentos para mitigação de processos erosivos e movimentos de massa de maior significância como os sulcos, as ravinas, voçorocas, deslizamentos e desmoronamentos (como paliçadas e os gabiões), e; (ii) estruturas para preenchimento de concavidades erosivas, como retentores de sedimentos e rip-rap.*

- *Manutenção dos dispositivos de drenagem: devem ser implementadas caso haja mau funcionamento ou danos em dispositivos de drenagem (sarjetas e canaletas, leiras e valetas de proteção, estruturas de dissipação de energia, como descidas d'água e dissipadores em solo, bacias de contenção, como sump). Estes dispositivos devem ser continuamente limpos, de forma a remover os sólidos que possam assorear estes dispositivos de drenagem. Se constatado danos estruturais nos dispositivos de drenagem, deve-se proceder, o mais rápido possível, a reformatação ou reconstrução da estrutura ou, até mesmo, redimensionamento do dispositivo cuja eficácia se mostre inadequada ao propósito de sua implantação.*

13.7 PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

13.7.1 Justificativa

Mesmo que o local de implantação e operação do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias já se encontre em área antropizada, considera-se que o projeto provocará corte de árvores isoladas e exposição de solo, sobretudo em áreas de bota-fora e na pilha de Disposição a Seco, justifica-se a execução de um Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

O programa também se justifica, na medida que a revegetação das áreas degradadas na região do empreendimento proporcionará uma melhoria significativa para o meio ambiente.

13.7.2 Objetivos

O objetivo geral do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas é estabelecer os procedimentos e especificações técnicas necessárias para a recuperação e/ou reabilitação ambiental das áreas degradadas durante a fase de implantação e operação do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade de Três Marias, visando propiciar condições que estimulem o resgate da qualidade do solo e o reestabelecimento da qualidade ambiental.

Como objetivos específicos tem-se:

- *Reintegração das áreas alteradas à paisagem dominante da região;*
- *Proteção do solo e controle de processos erosivos;*
- *Redução na geração de poeiras;*
- *Recuperação e restabelecimento da vegetação nas áreas alteradas e;*
- *Minimização do impacto visual causado pela modificação no relevo e na paisagem.*

13.7.3 Diretrizes Metodológicas

- *O Programa deve contemplar, como áreas-alvo, todas aquelas porções afetadas na fase de implantação e operação que não serão utilizadas na fase de operação.*
- *Devem ser propostas ações de recuperação, de manutenção e monitoramento, seguindo, minimamente, as diretrizes dispostas no Anexo I da Instrução Normativa IBAMA nº 04, de 13 de abril de 2011, correspondente a "Termo de Referência para Elaboração de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Alterada".*

- *Dentre as ações de recuperação, deve-se prever a regularização topográfica das superfícies, implantação de sistema de drenagem, a subsolagem para descompactação dos solos, aplicação de tela vegetal nos locais de maior declive, preparo do solo para plantio e revegetação das áreas com utilização de espécies típicas do cerrado, com referência no inventário florestal realizado na etapa de diagnóstico ambiental.*

- *As ações de manutenção estarão relacionadas, por exemplo, a possível replantio das mudas que não apresentarem bom desenvolvimento, além de adubação e controle de pragas. A manutenção deve ser realizada com frequência semestral, por ao menos dois anos.*

- *O monitoramento será realizado com frequência semestral, também por pelo menos dois anos, e avaliará as áreas em função do índice de pegamento das mudas.*

13.8 Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre

13.8.1 Justificativa

Considerando que existe a possibilidade de interferências em comunidades biológicas em decorrência principalmente das atividades relacionadas à implantação do empreendimento, sugere-se a implementação de Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre, uma vez que o acompanhamento periódico pode sinalizar a existência de fatores de perturbação sobre a fauna e determinar suas causas. O Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre deverá contemplar grupos de vertebrados terrestres.

13.8.2 Objetivos

O objetivo geral deste Programa é levantar e monitorar a fauna de vertebrados terrestres, de forma a identificar possíveis interferências nas comunidades faunísticas decorrentes das alterações no ambiente. Além disso, subsidiar a definição de medidas de controle para minimização de possíveis impactos à fauna.

13.8.3 Diretrizes Metodológicas

- *A área de abrangência do programa de monitoramento de fauna terrestre deve corresponder à área de influência direta do meio biótico, definida para o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.*

- *Devem ser previstos monitoramentos para os seguintes grupos: avifauna, mastofauna, Herpetofauna e a entomofauna. Os monitoramentos deverão ser realizados com frequência semestral, respeitando a sazonalidade (ciclos chuvoso e de estiagem). A definição da rede amostral deve considerar as diferentes fitofisionomias presentes na área, a distribuição*

espacial das estruturas relativas ao projeto e a presença/proximidade com sistemas hídricos superficiais.

- *Para a avifauna deve-se prever os métodos de ponto de escuta e censo por transecto de varredura. Para a mastofauna de médio e grande porte, a armadilha fotográfica e a observação direta e indireta. No caso da herpetofauna, deve-se adotar a busca ativa e registro ocasional. Em relação a entomofauna, a metodologia a ser adotada é o uso de armadilhas luminosas do tipo HP ou CDC.*
- *Devem ser elaborados relatórios anuais, a serem enviados ao órgão ambiental. Propõe-se que, inicialmente, o monitoramento seja realizado durante a fase de implantação e no primeiro ano da operação, quando deve-se desenvolver análise crítica sobre a efetividade do monitoramento, os métodos empregados e a necessidade de continuidade.*

13.9 Programa de Monitoramento da Fauna Aquática

13.9.1 Justificativa

Considerando que existe a possibilidade de interferências em comunidades biológicas em decorrência principalmente das atividades relacionadas à implantação do empreendimento, sugere-se a implementação de Programa de Monitoramento da Fauna Aquática, uma vez que o acompanhamento periódico pode sinalizar a existência de fatores de perturbação sobre a fauna e determinar suas causas. O Programa de Monitoramento da Fauna Aquática deverá contemplar grupos de vertebrados aquáticos.

13.9.2 Objetivos

O objetivo geral deste Programa é levantar e monitorar a fauna de vertebrados e invertebrados aquáticos, de forma a identificar possíveis interferências nas comunidades faunísticas decorrentes das alterações no ambiente. Além disso, subsidiar a definição de medidas de controle para minimização de possíveis impactos à fauna.

13.9.3 Diretrizes Metodológicas

A área de abrangência do programa de monitoramento de fauna aquática deve corresponder à área de influência direta do meio biótico, definida para o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

Devem ser previstos monitoramentos para a ictiofauna e para as comunidades hidrobiológicas. Os monitoramentos deverão ser realizados com frequência semestral, respeitando a sazonalidade (ciclos chuvoso e de estiagem). A definição da rede amostral deve considerar o gradiente fluvial e as Áreas de Influência do Projeto.

Para a ictiofauna deve ser amostrada por métodos quantitativos (redes de emalhar) e qualitativos (outros artefatos de pesca, como tarrafas, redes tipo picaré, peneiras e redes de arrasto) e para as comunidades hidrobiológicas as amostragens devem ser para análises qualitativas e quantitativas. O fitoplâncton deve ser amostrado em água subsuperficial utilizando balde inox e por meio de filtração de 200 litros em rede de plâncton com 20 µm de abertura de malha. O zooplâncton deve ser coletado por meio da filtração de 200 litros em rede de plâncton com 63 µm de abertura de malha. E por fim, os macroinvertebrados bentônicos devem ser coletados por meio de draga do tipo Petersen.

Devem ser elaborados relatórios anuais, a serem enviados ao órgão ambiental. Propõe-se que, inicialmente, o monitoramento seja realizado durante a fase de implantação e no primeiro ano da operação, quando deve-se desenvolver análise crítica sobre a efetividade do monitoramento, os métodos empregados e a necessidade de continuidade.

13.10 Programa de Compensação Florestal por Corte de Indivíduo de Pequi (*Caryocar brasiliense*)

13.10.1 Justificativa

A implantação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias resultará na intervenção direta de uma área em que 258 árvores que serão cortadas, sendo um indivíduo correspondente à espécie *Caryocar brasiliense* (pequizeiro). O pequi é uma espécie considerada imune de corte pela Lei Estadual nº 10.883, de 2 de outubro de 1992 (alterada pela Lei Estadual nº 20.308, 27 de julho de 2012), que a classificou como de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no estado de Minas Gerais. O subprograma contempla a proposta da compensação florestal para reparar o corte do indivíduo de pequi na área do projeto.

13.10.2 Objetivo

Este programa tem como objetivo geral atender aos requisitos legais aplicáveis à Compensação florestal prevista na Lei Estadual nº 10.883, de 2 de outubro de 1992 (alterada pela Lei Estadual nº 20.308, 27 de julho de 2012).

13.10.3 Diretrizes Metodológicas

- *A compensação florestal a que se refere este programa diz respeito àquela prevista no Artigo 36 da Lei Estadual nº10 .883 de 02 de outubro de 1992, que versa:*
- *"Fica declarado de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte o pequizeiro (Caryocar brasiliense), no Estado de Minas Gerais, conforme o disposto nos artigos 3º, 4º e 7º da Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.*

- *Sugere-se que, seguindo o § 2º, Art. 2º da Lei Estadual nº 20.308, de 27 de julho de 2012, o empreendedor opte pelo recolhimento de 100 UFEMGs (cem Unidades Fiscais do Estado de Minas Gerais), por árvore a ser suprimida, à Conta Recursos Especiais a Aplicar Pró-Pequi, de que trata o art. 5º-A da Lei n° 13.965, de 2001. Neste caso, por ser um indivíduo de pequi cortado, caberá o pagamento de 100 UFEMGs. Considerando o valor do UFEMG para o ano de 2024 de R$ 5,2797 (cinco reais e dois mil e setecentos e noventa e sete décimos de milésimos), conforme Resolução SEF/MG nº 5.748/2023, será devido, para o ano corrente, o recolhimento de R$ 527,97 (quinhentos e vinte e sete reais e noventa e sete centavos).*

13.11 PROGRAMA DE DIVERSIFICAÇÃO ECONÔMICA

13.11.1 Justificativa

O Projeto Disposição à Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias possui significativa capacidade de influência sobre as diferentes dinâmicas socioeconômicas existentes nos territórios de Três Marias e de São Gonçalo do Abaeté.

Nesse sentido, a fim de estimular uma maior seguridade e diversidade econômica ao município considera-se fundamental o estímulo ao desenvolvimento local dos municípios supracitados por meio de estratégias que visam fomentar outros tipos de atividades econômicas nas áreas de estudo do projeto.

O Programa de Diversificação Econômica busca, assim, a promoção do desenvolvimento dessas alternativas econômicas paralelas ao setor industrial, tendo em consideração as dinâmicas já existentes na região e a interação com as linhas prioritárias de ação do Plano de Desenvolvimento Local da Unidade Nexa de Três Marias.

13.11.2 Objetivos

De forma geral o Programa tem como objetivo estimular o desenvolvimento de outros setores econômicos para além do setor industrial, tendo como horizonte uma economia mais diversificada nos municípios de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté.

13.11.3 Diretrizes Metodológicas

- *Realizar levantamentos de dados secundários por meio da consulta de importantes bases nacionais, estaduais e municipais de domínio público no que tange às características econômicas da área de estudo;*
- *Levantar dados primários por meio da atuação de equipes capacitadas em trabalhos de campo devidamente planejados. Nesse sentido destaca-se a possibilidade de realização de entrevistas e questionários com moradores, pessoas responsáveis pela administração*

municipal e/ou demais pessoas de interesse, além da atuação em atividades associadas à observação/medição in loco. Ainda sobre esse tópico vale ressaltar a busca pela minimização do incomodo aos moradores por meio das técnicas de abordagem utilizadas, o agendamento prévio das visitas, dentre outros;

- *Realização de um estudo prévio da dinâmica do território, incluindo a existência de outras pesquisas em curso, a partir do contato com agentes locais;*
- *Divulgação de informações coletadas para a população de forma que a identidade dos envolvidos seja preservada. Para tanto, devem ser realizadas reuniões e audiências públicas envolvendo com o público interessado com a população, as empresas privadas, associações e o corpo político relacionado. Nesses encontros, é considerada de suma importância o planejamento prévio das ações em conjunto com as lideranças locais para a criação de um processo coerente com as dinâmicas pré-existentes no território.*
- *Elaboração de relatórios técnicos anuais para o acompanhamento e análise dos indicadores socioeconômicos levantados para uma investigação contínua dos dados. A coleta e cruzamento de dados é fundamental para a identificação e análise de oportunidades por meio do diagnóstico da dinâmica econômica dos municípios em questão, estudo de viabilidade para a implementação das atividades econômicas identificadas, compreensão do potencial de mercado e da demanda para cada uma das alternativas econômicas.*
- *Realização de reuniões com especialistas em diversificação econômica, atores locais relevantes, como líderes comunitários, representantes de setores relevantes e autoridades municipais contribui para a elaboração colaborativa de um plano estratégico e condizente com a realidade.*

13.12 PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL

13.12.1 Justificativa

O Programa de Comunicação Social proposto para a Unidade Três Marias tem como intenção atuar na facilitação e efetividade do diálogo entre os moradores locais, empresas responsáveis e demais órgãos relacionados ao empreendimento. Busca-se, assim, uma maior aproximação entre a percepção local dos moradores e as estratégias relacionadas ao projeto, a fim de estabelecer medidas mais coerentes com a realidade local.

Desse modo, o programa visa minimizar as possíveis especulações e expectativas em relação ao Projeto Disposição à Seco, na medida em que busca esclarecer os impactos (negativos e positivos) decorrentes da implantação, operação e fechamento do empreendimento, permitindo que a relação entre empresa e comunidades envolvidas seja permeada por acesso à informação, transparência e diálogo. Assim, o investimento no diálogo com os diversos atores sociais e formadores de opinião é fundamental para um modelo de gestão responsável, criando um

relacionamento com bases sólidas de confiança e respeito e realizando o gerenciamento das expectativas do público.

13.12.2 Objetivos

O objetivo geral deste Programa é estabelecer uma estratégia contínua e eficiente de relacionamento entre empreendedor, comunidades locais, poder público e sociedade, que promova uma aproximação entre as atividades pretendidas e os modos de vida dos moradores.

13.12.3 Diretrizes Metodológicas

- *Fazer o levantamento e análise das dinâmicas sociais já existentes, bem como os possíveis canais de comunicação vigentes no território. Esses estudos devem ser realizados tanto de maneira remota, por meio de dados secundários, quanto de modo presencial a partir do contato com agentes sociais locais relevantes. A partir desse levantamento poderão ser elaboradas as estratégias de comunicação a serem desenvolvidas de forma efetiva, tendo como base a intenção de uma construção colaborativa.*
- *Estabelecimento de uma relação direta entre as lideranças locais e a empresa a fim de facilitar a articulação da comunidade local para o arranjo de atividades comunitárias como reuniões, audiências públicas, dentre outros.*
- *Divulgar informações coletadas para a população de forma que a identidade dos envolvidos seja preservada. Para tanto, devem ser realizadas reuniões e audiências públicas envolvendo a população, as empresas privadas e o corpo político relacionado. Nesses encontros, é considerada de suma importância o planejamento prévio das ações em conjunto com as lideranças locais para a criação de um processo coerente com as dinâmicas pré-existentes no território.*
- *Manter a efetividade do funcionamento dos canais de comunicação realizando atualização e adequações nos meios de manifestação sempre que necessário.*
- *Criar um banco de dados que seja atualizado constantemente de acordo com o status das manifestações e solicitações.*

13.13 PROGRAMA DE GESTÃO DE MÃO DE OBRA

13.13.1 Justificativa

A geração de oportunidades de trabalho, mesmo que temporária, decorrente da implantação do Projeto Disposição à Seco de Resíduos Industriais associada a priorização de contratação de mão de obra local potencializa os efeitos positivos do empreendimento, conforme avaliação da população local e de representantes institucionais. Dessa forma, torna-se fundamental a

existência de um programa que vise a gestão de questões relacionadas à contratação de profissionais para o projeto, considerando as dinâmicas vigentes e os possíveis impactos provocados nas comunidades locais.

Para a implementação do empreendimento é prevista a contratação direta de 150 pessoas e indireta de 120 para a etapa de realização da construção civil. Com a soma desses números à parcela da equipe responsável pelo gerenciamento e fiscalização (43 pessoas), estima-se que o total de pessoas a serem mobilizadas seja de 313 indivíduos. Esse número pode ser considerado relativamente baixo em comparação às dinâmicas socioeconômicas já estabelecidas devido as expansões anteriores da Nexa e ao total populacional dos municípios analisados. No entanto, é relevante no que tange ao favorecimento de contratação de mão de obra local em detrimento a contratação de mão de obra externa.

Frente o exposto, de forma a maximizar a contratação de profissionais dos municípios de Três Marias e de São Gonçalo do Abaeté, contribuindo para evitar fluxo migratório, justifica-se a implementação do Programa de Gestão de Mão de Obra.

13.13.2 Objetivos

O objetivo geral deste Programa é estabelecer diretrizes para se dar preferência à mão de obra local a ser requerida para a implantação do Projeto Disposição à Seco de Resíduos Industriais, sempre que a vaga disponibilizada puder ser preenchida por um profissional local, com vistas a potencializar os efeitos positivos da geração de empregos na região de inserção e minimizar os efeitos negativos deste empreendimento.

13.13.3 Diretrizes Metodológicas

- *Realizar levantamentos de dados secundários por meio da consulta de importantes bases nacionais, estaduais e municipais de domínio público para a coleta de informações no que tange às características socioeconômicas relacionadas da população e primários por meio de contato com as instituições que possam ser relevantes no contexto (secretaria de assistência social, instituições de ensino, agências de emprego)*
- *Realizar reuniões com especialistas, atores locais relevantes, como líderes comunitários, representantes de setores relevantes e autoridades municipais contribui para a elaboração colaborativa de um plano estratégico e condizente com a realidade.*
- *Divulgar amplamente para a população por diferentes meios de comunicação (utilizando o PCS como ferramenta) informações sobre as vagas ofertadas, procedimentos e diretrizes para o recrutamento;*
- *Criar um banco de empregos com dados com informações sobre os interessados em vagas relacionadas ao empreendimento;*

- *Minimizar o fluxo migratório impulsionado pela realização do empreendimento e a mitigação de possíveis desdobramentos proporcionados pela sua existência;*
- *Análise prévia dos currículos cadastrados e encaminhamento para cursos de formação técnica-profissional e/ou banco de empregos;*
- *Se factível, estabelecimento de parcerias entre empresa e centros de formação profissional da região, para a promoção de palestras, eventos e cursos.*
- *A elaboração de um Plano de Desmobilização direcionado para questões associadas ao fim das etapas previamente planejadas, incluindo alternativas após a finalização das atividades.*

13.14 PROGRAMA DE GESTÃO DE TRÁFEGO

13.14.1 Justificativa

O Programa de Gestão de Tráfego se estrutura no sentido de atenuar os possíveis impactos relacionados a ocorrência de modificações nas Condições de Tráfego e Circulação local associados ao Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais, sobretudo nas vias rurais, que poderão ser utilizadas para acesso à área do Projeto.

Nas diferentes fases do projeto é previsto que a concentração do fluxo de veículos ocorra predominantemente nas vias internas existentes na propriedade da Nexa. Entretanto, é possível que as atividades associadas ao projeto também tenham como consequência o aumento da movimentação de veículos na Estrada da Consciência, principal via municipal de acesso para a área do Projeto. Nesse sentido, é esperada a ocorrência de diferentes desdobramentos negativos associados às condições de tráfego e circulação. Isso acontece uma vez que há a tendência de piora da qualidade das vias, a maior possibilidade de atropelamentos de animais silvestres e domésticos, o aumento no risco de acidentes, a emissão de particulados, dentre outros aspectos potencialmente associados ao empreendimento, possuem a capacidade de interferência em características socioeconômicas da população local.

A implementação do Plano de Gestão de Tráfego se justifica como medida preventiva para propiciar condições adequadas de segurança de tráfego, a fim de resguardar a integridade física do contingente de trabalhadores envolvidos nas atividades relacionadas ao empreendimento e dos demais usuários das vias de acesso tanto em sua etapa de implantação quanto de operação. Visa também evitar o atropelamento de fauna nas vias internas e externas ao empreendimento e resguardar a segurança da população local usuária das principais vias de acesso ao Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais.

O aumento do trânsito de máquinas e veículos também acarretará impactos sobre o meio biótico. Espécimes da fauna são frequentemente encontrados cruzando vias em busca de sítios reprodutivos, alimentação e abrigo, ou dispersando de suas populações originais.

Consequentemente, existe a possibilidade de que, com a intensificação do tráfego nas vias de acesso, ocorra um aumento da mortalidade de animais por atropelamento. Nesse sentido, torna-se necessário a sinalização nos acessos com placas verticais, com o intuito de alertar os condutores sobre o trânsito de animais.

13.14.2 Objetivos

Este Programa tem como objetivo geral orientar posturas defensivas/preventivas nos colaboradores do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais, em todos os níveis de responsabilidade, e usuários das vias de acesso ao empreendimento, com os seguintes objetivos específicos:

- *Divulgar as medidas de segurança destinadas a evitar a ocorrência de acidentes, tanto relacionados a pessoas quanto à fauna durante todas as etapas do empreendimento;*
- *Implantar medidas de sinalização, em parceria com o poder público local, conforme recomendações do Código de Trânsito Brasileiro, bem como de equipamentos de trânsito (como lombadas), que visem a assegurar o tráfego seguro dos operários, da população e de máquinas;*
- *Divulgar para a população que reside nas proximidades, e que utiliza essas vias, assim como para o efetivo de trabalhadores das obras, as medidas de sinalização, segurança e educação no trânsito.*

13.14.3 Diretrizes Metodológicas

- *Implantação de medidas de sinalização em todas as vias de acesso ao empreendimento inseridas na AID, em parceria com os órgãos municipais responsáveis pelo trânsito, conforme recomendações do Código de Trânsito Brasileiro, visando assegurar o tráfego seguro dos operários, da população e de máquinas;*
- *Se factível, o estabelecimento de horários permitidos para o tráfego de veículos pesados vinculados ao Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais;*
- *Monitoramento dos acidentes ocorridos envolvendo veículos próprios e contratados principalmente na área do empreendimento, incluindo as principais vias do entorno do projeto e acidentes relacionados de modo a propor medidas de melhoria para sua diminuição;*
- *Divulgação, para a população que reside nas proximidades do empreendimento e funcionários do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais, das medidas de sinalização, segurança e de educação no trânsito.*

Para o público interno do empreendimento as seguintes atividades estão previstas:

- *Realização de palestras/campanhas de orientação e educação no trânsito, complementando com a distribuição de cartilhas informativas e educativas para os trabalhadores dos canteiros de obras principais.*

13.15 PROGRAMA DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

13.15.1 Justificativa

A implantação e operação do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais poderão implicar na ocorrência de impactos de efeito adverso sobre o ambiente. Por isso, foram previstas diversas medidas de controle de maneira a mitigar estes impactos e, também, medidas de monitoramento, para acompanhá-los.

Todavia, nem sempre é possível reverter os impactos gerados caberá então a compensação ambiental, a que se refere o Art. 36 da Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC).

13.15.2 Objetivos

O objetivo geral do programa é apresentar as ações necessárias para efetivar a compensação ambiental pela implantação e operação do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais, atendendo aos requisitos legais aplicáveis à Compensação Ambiental prevista na Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000.

13.15.3 Diretrizes Metodológicas

A compensação ambiental referida como do "SNUC" é prevista no Art. 36 da Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), pelo seguinte texto:

> *"Art. 36. Nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental competente, com fundamento em estudo de impacto ambiental e respectivo relatório - EIA/RIMA, o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral, de acordo com o disposto neste artigo e no regulamento desta Lei.*
>
> *§ 1º O montante de recursos a ser destinado pelo empreendedor para esta finalidade não pode ser inferior a meio por cento dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento, sendo o percentual fixado pelo órgão ambiental licenciador, de acordo com o grau de impacto ambiental causado pelo empreendimento. (Vide ADIN nº 3.378-6, de 2008)*

§ 2º Ao órgão ambiental licenciador compete definir as unidades de conservação a serem beneficiadas, considerando as propostas apresentadas no EIA/RIMA e ouvido o empreendedor, podendo inclusive ser contemplada a criação de novas unidades de conservação.

§ 3º Quando o empreendimento afetar unidade de conservação específica ou sua zona de amortecimento, o licenciamento a que se refere o caput deste artigo só poderá ser concedido mediante autorização do órgão responsável por sua administração, e a unidade afetada, mesmo que não pertencente ao Grupo de Proteção Integral, deverá ser uma das beneficiárias da compensação definida neste artigo.

§ 4º A obrigação de que trata o caput deste artigo poderá, em virtude do interesse público, ser cumprida em unidades de conservação de posse e domínio públicos do grupo de Uso Sustentável, especialmente as localizadas na Amazônia Legal. (Incluído pela Lei nº 13.668, de 2018)."

Em nível federal, o Decreto Federal nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, alterado pelo Decreto Federal nº 6.848, de 14 de maio de 2009, e a Resolução CONAMA nº 371, de 5 de abril de 2006, regulamentam a compensação ambiental, definindo os parâmetros para composição do valor com base na multiplicação do somatório dos investimentos necessários para a implantação do empreendimento com o grau de impacto (negativo) gerado nos ecossistemas.

No âmbito do estado de Minas Gerais, a Deliberação Normativa COPAM nº 94, de 12 de abril de 2006 estabelece diretrizes e procedimentos para aplicação da compensação ambiental de empreendimentos considerados de significativo impacto ambiental. Já o Decreto Estadual nº 45.175/2009 (alterado pela Decreto Estadual nº 45.629/2011) estabelece a metodologia de gradação de impactos ambientais e procedimentos para fixação e aplicação da compensação ambiental no estado. Os procedimentos para formalização dos processos de compensação estão descritos na Portaria IEF nº 55, de 23 de abril de 2012 e na Portaria IEF nº 77, de 01 de julho de 2020.

Estes atos definem o cálculo da compensação de forma similar à proposição federal, ficando a cargo da Câmara de Proteção à Biodiversidade e Áreas Protegidas do Conselho de Política Ambiental- CPB / COPAM deliberar quanto à aplicação dos recursos da compensação ambiental. Ao Instituto Estadual de Florestas – IEF, por meio da Gerência de Compensação Ambiental e Regularização Fundiária – GCARF, compete a instrução do processo de cumprimento da compensação.

Para esta tipologia de compensação, há somente uma modalidade que constitui o pagamento de valor ao estado de Minas Gerais, que serão destinados à implantação e manutenção de Unidades de Conservação. Após abertura do processo e apresentação da documentação pertinente, o IEF/GCARF define o valor da compensação e aplicação, sendo o processo submetido à aprovação da Câmara de Proteção à Biodiversidade e Áreas Protegidas do COPAM – CPB. As medidas

compensatórias a serem executadas serão consubstanciadas em Termo de Compromisso de Compensação Ambiental – TCCA.

A definição da compensação é realizada a partir da apresentação à Gerência de Compensação Ambiental e Regularização Fundiária – GCARF Instituto Estadual de Florestas – IEF dos valores de investimento do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, a partir do preenchimento da Planilha de Valores de Referência específica para atividades industriais, acompanhada dos estudos ambientais e documentos administrativos que subsidiaram o processo de licenciamento.

A partir disso, o órgão ambiental (GCARF/IEF) procederá o estabelecimento do valor aplicável à compensação ambiental e, após aprovação junto à Câmara de Proteção à Biodiversidade e Áreas Protegidas do Conselho de Política Ambiental- CPB / COPAM, o empreendedor deverá proceder o pagamento do valor definido para a compensação ambiental.

Sendo assim, as atividades previstas neste programa contemplam:

- *Preparação da documentação necessária à abertura de processo de compensação ambiental;*
- *Protocolo na Gerência de Compensação Ambiental e Regularização Fundiária – GCARF Instituto Estadual de Florestas – IEF dos valores de investimento do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias, a partir do preenchimento da Planilha de Valores de Referência específica para atividades industriais, acompanhada dos estudos ambientais e documentos administrativos que subsidiaram o processo de licenciamento.*
- *Pagamento do valor de compensação ambiental definido para o empreendimento (esta atividade depende de avaliação do órgão ambiental e votação da CPB/COPAM).*

13.16 PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O Programa de Educação Ambiental – PEA tem por objetivo mobilizar e sensibilizar tanto trabalhadores de empreendimentos de significativo impacto ambiental, quanto residentes de sua área de influência, de forma a fortalecer valores que contribuem para o estabelecimento de uma melhor relação entre o homem e o meio ambiente, considerando os aspectos socioculturais, físicos e bióticos e visando a conservação dos recursos naturais.

No estado de Minas Gerais, a elaboração de Programas de Educação Ambiental deve atender aos pressupostos estabelecidos na Deliberação Normativa COPAM nº 214, de 26 de abril de 2017 (alterada pela Deliberação Normativa COPAM nº 238, de 26 de agosto de 2020). Este ato normativo estabelece que, para a obtenção de Licença Prévia, o empreendedor deve apresentar um escopo do PEA, que deverá se basear nas informações obtidas nos estudos ambientais e apresentar de forma sintética a proposta que se pretende desenvolver do referido programa. Estabelece, também, que para a obtenção de licença ambiental para empreendimentos existentes

ou atividade já licenciada, o empreendedor deverá apresentar a revisão e/ou complementação do PEA anteriormente aprovado pelo órgão ambiental, caso haja modificação na sua Área de Abrangência da Educação Ambiental, inclusão de novos grupos sociais impactados e/ou inserção de novas atividades não inseridas na licença anterior.

A Unidade Três Marias já possui Programa de Educação Ambiental, o qual contempla todas as atividades executadas no empreendimento e todas as licenças anteriormente emitidas. O Programa foi elaborado em conformidade com a Deliberação Normativa COPAM nº 214/2017 e já é executado pela Nexa Recursos Minerais S.A., sendo que a área de abrangência das ações de educação ambiental abarca a área de influência direta (AID) do meio socioeconômico proposta neste EIA, para o Projeto Disposição à Seco de Resíduos Industriais.

Neste sentido, o Programa de Educação Ambiental para o Projeto Disposição à Seco de Resíduos Industriais, foi desenvolvido por empresa especializada e anexado ao Plano de Controle Ambiental.

13.17 PLANO DE FECHAMENTO

O Plano de Fechamento constitui um instrumento de gestão ambiental primordial para garantir a correta desmobilização e descomissionamento das estruturas de um empreendimento na fase de fechamento. O plano tem por objetivo principal promover a recuperação da área impactada, de forma a possibilitar usos futuros do local.

Nesse contexto, a Nexa Recursos Minerais S.A. contratou da empresa especializada para desenvolver o Projeto de Descomissionamento para a Pilha de Resíduos Industriais o qual está apresentado na íntegra no Plano de Controle Ambiental - PCA.

14 PROGNÓSTICO AMBIENTAL

A análise apresentada nesta seção foi fundamentada nos conhecimentos obtidos durante o diagnóstico ambiental, abrangendo aspectos sociais, econômicos, assim como as características físicas e bióticas das áreas de estudo. As informações obtidas foram consolidadas em uma análise integrada, possibilitando o delineamento de um cenário prospectivo na área do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias. Além disso, o cenário futuro da região de implantação do empreendimento, orientado pela previsão de impactos e pela definição dos programas ambientais, subsidiou a elaboração deste prognóstico ambiental, considerando tanto a não execução do empreendimento, o que provavelmente resultaria na continuidade dos processos diagnosticados, quanto a efetiva concretização do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais, o qual irá resultar na manutenção e continuidade do desenvolvimento de um grande empreendimento metalúrgico na região analisada.

14.1 SEM O EMPREENDIMENTO

Sem a implantação do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais, espera-se um desequilíbrio na manutenção da empregabilidade e na obtenção de renda na região após o fim da vida útil do atual depósito de resíduos. Este cenário poderá ocorrer visto que os processos produtivos metalúrgicos da Unidade Três Marias gera resíduos que são contidos no Depósito de Rejeitos Murici, especificamente no Módulo Oeste 1, o qual se encontra próximo do fim da vida útil (2027), não havendo outros depósitos/barragens de contenção na Unidade Três Marias passíveis de receber os resíduos industriais. Conforme resultados da pesquisa de percepção realizada com a comunidade inserida na área de estudo local, 73% dos entrevistados afirmaram conhecer pelo menos uma pessoa do convívio próximo que trabalha na Nexa.

Além disso, haverá reflexo negativo nos setores econômicos que mantém relação direta ou indireta com a Unidade Três Marias, uma vez que diante dos dados apresentados na caracterização socioeconômica, foi observado a relevância da Nexa para a região e a forte influência nas dinâmicas econômicas locais. A geração de empregos, a arrecadação de impostos e a movimentação de outros setores da economia associados à presença da Nexa em Três Marias são destaques que reforçam a importância da empresa nos municípios de Três Marias e São Gonçalo do Abaeté. Como efeito adverso observado tem-se a forte dependência econômica para com a empresa.

Na ausência da implementação do empreendimento espera-se a manutenção da cobertura vegetal e uso e cobertura do solo, que atualmente já apresenta predominância de ambientes antrópicos. Ou seja, sem a implantação do projeto, a área provavelmente continuaria antropizada, pois já abriga atividades da Nexa no território. Ressalta-se que para a implantação do empreendimento, serão cortados somente indivíduos isolados e por se tratar de área antropizada isso reduz significativamente a alteração do uso e ocupação do solo e danos a indivíduos da flora.

A não implementação do empreendimento irá fomentar a preservação e manutenção de espécie de flora imune de corte (pela Lei Estadual nº10.883, de 2 de outubro de 1992 – alterada pela Lei Estadual nº20.308, 27 de julho de 2012), visto que para a ADA foi registrada a presença da *Caryocar brasiliense* (pequizeiro), espécie pertencente à família Caryocaraceae.

No que tange à fauna, a não implantação do empreendimento irá contribuir para a manutenção das espécies faunísticas identificadas na região, embora, a área seja conhecida por abrigar espécies generalistas, adaptadas a ambientes alterados, condizentes com a paisagem e cursos d'água da região da área de estudo, em sua maior porção com forte influência e pressão antrópica.

Do ponto de vista de perturbações ambientais, é esperado que se mantenham, tendo em vista que a área é caracterizada por atividades da Nexa por mais de cinco décadas, além de outras atividades antrópicas, como áreas urbanizadas em constante crescimento e trânsito de moradores locais. Desta forma, mesmo sem a implantação do empreendimento é esperado que se mantenham as

fontes de ruído e poluição do ar diagnosticados. Enfatiza-se que a Unidade Três Marias, realiza o controle e monitoramento de ruído e qualidade do ar constantemente.

É esperado que a qualidade das águas superficiais se mantenha conforme cenário diagnosticado, onde o manganês total foi o parâmetro que teve o maior número de registros de valores acima do limite, que pode estar relacionado ao arcabouço geológico da região visto que é observado inclusive nos pontos a montante da Unidade Três Marias. Os demais parâmetros com concentrações acima do padrão tiveram ocorrência pontual, sem recorrência e representatividade na série avaliada.

De modo geral, a não implantação do Projeto acarretará a manutenção do cenário diagnosticado pelos aspectos bióticos e físicos, que atualmente são constantemente monitorados e controlados pela empresa. Ao passo que para os aspectos sociais e econômicos possuirá um efeito adverso, em razão de possível paralização das atividades metalúrgicas na Unidade Três Marias.

14.2 COM O EMPREENDIMENTO

O local de implantação do Projeto Disposição de Resíduos Industriais será em ambiente já antropizado, utilizado no passado como área de empréstimo e bota fora para a implantação do DRM. Ainda assim, para a implantação do Projeto Disposição de Resíduos Industriais serão necessárias novas modificações na paisagem, originadas pelo corte de indivíduos isolados e movimentação de terra e durante a etapa de operação por meio da consolidação uma pilha de disposição dos resíduos industriais secos, a qual terá, ao fim, uma altura estimada de 36 metros.

Embora a ADA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias já se encontre degradada, a modificação da paisagem representa um impacto visual para a área de entorno do empreendimento, resultado da implantação, operação e fechamento de atividades do Projeto, neste caso, em um ambiente rural. De acordo com o estudo de visadas, verificou-se que a estrada da Consciência e as áreas rurais a noroeste na ADA, principalmente nas margens do rio São Francisco são as regiões com maior propensão de visualizar a pilha do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias.

A fauna registrada na área de estudo é caracterizada por apresentar hábito generalista, ou seja, possuir maior tolerância as alterações ambientais. Desta forma, a supressão, mesmo que de indivíduos isolados, poderá fomentar o afugentamento da fauna local. Entretanto, embora este efeito negativo seja esperado para a área de implantação do empreendimento, a fauna generalista sentirá de forma menos intensa, haja vista que ela já está adaptada com as atividades antrópicas da região, sendo frequentes a movimentação de máquinas, pessoas, ruídos e material particulado.

O cenário atual já está associado a áreas caracterizadas por algum aspecto ambiental que possa gerar incômodos, como a própria área operacional da Unidade Três Marias. Desta forma, muito embora ocorram impactos cumulativos provenientes das diversas atividades originadas pelo

Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais, os programas de controle ambiental estarão ativos para mitigar, minimizar e compensar os impactos.

Ainda que estas modificações sejam negativas para o meio ambiente, não são significativas aos modos de vida da população humana local, haja vista que a paisagem atual é composta por incômodos ambientais, devido à presença da Nexa há mais de cinco décadas no território, além das áreas urbanas. A região já possui níveis de pressão sonora instalados, principalmente devido ao contexto de uso e ocupação, conforme observado nos estudos do meio físico, originados por atividades diversas, tais como: intenso tráfego de veículos/máquina, movimentação de pessoas, manifestação da fauna local, bem como o funcionamento da Nexa.

Na hipótese de implantação do empreendimento serão executadas atividades na área diretamente afetada. As áreas alteradas e com solo exposto passarão a sofrer ações das chuvas, podendo promover o carreamento de sedimentos que, se não contidos, podem influenciar na qualidade das águas a jusante destas áreas, resultando em aumento dos níveis de turbidez, cor e séries de sólidos, alterações em parâmetros associados à matriz geológica regional e assoreamento de nascentes.

Vale ressaltar que as intervenções no meio físico serão realizadas de forma planejada e acompanhadas por programas de controle e monitoramento para mitigar os impactos ambientais negativos. O gerenciamento adequado dos resíduos, gestão das emissões atmosféricas e ruído, além do programa de monitoramento da qualidade das águas, são elementos essenciais para promover a qualidade ambiental e melhorar a qualidade de vida das comunidades envolvidas no Projeto.

Quanto à dinâmica econômica, entende-se que haverá uma manutenção da mão de obra existente por, no mínimo, mais 8,5 anos, visto que com a implantação da Pilha de Disposição a Seco haverá um aumento da vida útil da Unidade Três Marias, havendo uma perspectiva de manutenção de empregabilidade e obtenção de renda da região. Ademais, não são previstas alterações substanciais dos modos de vida da população, considerando que não haverá aumento da pressão sobre a infraestrutura básica dos municípios afetados e/ou migração temporária e mudanças no cotidiano da população.

Em resumo, mesmo que a implementação do empreendimento introduza elementos de modificação ambiental, esses fatores, além de ocorrerem em uma região já impactada pela presença consolidada da Nexa desde a década de 1960 e pelos efeitos da urbanização circundante (comunidades e outras áreas urbanizadas), serão mitigados, monitorados, controlados e compensados por meio de programas de mitigação de impactos ambientais. Além disso, o cenário com o empreendimento propõe a manutenção da oferta de empregos, renda e estabilidade econômica, levando em consideração também os efeitos sobre a economia regional.

15 CONCLUSÃO

A elaboração do Estudo de Impacto Ambiental permitiu a compreensão das atividades previstas no âmbito do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias e o conhecimento das características ambientais e socioeconômicas da região onde se insere o empreendimento.

Com base nestas informações, foi possível identificar e avaliar os impactos decorrentes das atividades previstas para o projeto, considerando a implantação de uma pilha de disposição a seco dos resíduos industriais da Unidade Três Marias. Também foi possível detalhar as ações ambientais imprescindíveis para mitigação e compensação de efeitos adversos e para potencialização de efeitos benéficos.

A Unidade Três Marias da Nexa Recursos Minerais S.A. constitui empreendimento metalúrgico que tem como atividade principal a produção de zinco em formas primárias. O processo produtivo do empreendimento gera um resíduo, denominado lama terciária, o qual, atualmente, precisa ser disposto hidraulicamente em barragens/depósitos de contenção.

O empreendimento iniciou sua operação no ano de 1969, sendo o resíduo industrial sempre disposto em barragens de contenção. Atualmente, a Unidade Três Marias está realizando a disposição hidráulica dos resíduos no Depósito de Rejeitos Murici – DRM, sendo esta a única estrutura disponível para esta finalidade e que tem previsão máxima de vida útil até o ano de 2027. Para que a Unidade Três Marias continue operando, será imprescindível a implantação de um novo modal de disposição da lama terciária , sendo o Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais a melhor alternativa tecnológica em termos socioambientais.

No que se refere às alternativas locacionais, a área selecionada possui características que favorecem, do ponto de vista da ocorrência de impactos socioambientais, a implantação do empreendimento, tais como: inexistência de processos minerários, recursos hídricos protegidos, reservas da biosfera, sítios ramsar, corredores ecológicos, terras indígenas, terras quilombolas e comunidades tradicionais, distanciamento de unidade de conservação e de feições espeleológicas registradas.

O projeto da Disposição a Seco de Resíduos Industriais, levou em consideração as melhores práticas para reduzir os impactos ambientais, como a implantação de sistema de impermeabilização de fundo, que foi projetado com dupla impermeabilização associado a um sistema de detecção de vazamentos, instalação de instrumentos de monitoramento, de modo subsidiar com informações que possibilitem avaliação do desempenho da estrutura, sistema de drenagem interna a fim de prevenir erosões regressivas internas (*piping*) e aliviar o excesso de poropressão no interior da pilha. A fundação do *SUMP* e do *Pond* de Emergência também receberão um sistema de impermeabilização, acrescida de uma camada protetiva e um sistema de detecção de vazamentos.

Em síntese, está se tratando de um projeto que será desenvolvido em área já dominada por paisagem antropizada, visto se tratar de local anteriormente utilizado como áreas de empréstimo e bota-fora e, portanto, marcada pela presença da atividade metalúrgica, desenvolvida há mais de cinco décadas.

O Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais tem como objetivo realizar a disposição a seco dos resíduos industriais, gerados na planta hidrometalúrgica de zinco da Unidade Três Marias, após um processo de filtragem e adição de leite de cal e cimento. Conforme dados disponibilizados pela Nexa, a Unidade Três Marias produz cerca de 827 toneladas/dia de resíduo base seca e conta com cerca de 1.300 funcionários.

No contexto em que se insere, o Projeto permitirá a manutenção das atividades da Unidade Três Marias, na medida em que se apresenta como uma solução tecnológica para disposição dos resíduos industriais, proporcionando, por consequência, a continuação dos níveis de emprego e da massa salarial associada, além da manutenção da arrecadação pública gerada pela operação.

De fato, durante os estudos socioeconômicos, foram entrevistados representantes de instituições e moradores do entorno do empreendimento, sendo que, unanimemente, todos foram favoráveis à continuidade das atividades da Unidade Três Marias, tendo como fundamento principal a geração de emprego e renda.

A execução de ações ambientais, incluindo medidas mitigadoras de efeitos adversos ao meio ambiente e potencializadoras dos efeitos benéficos e medidas de monitoramento, são capazes de contribuir para melhoria das condições socioambientais das áreas de influência do Projeto.

Em razão de todas as conclusões obtidas no Estudo de Impacto Ambiental, **conclui-se pela viabilidade socioambiental do Projeto Disposição a Seco de Resíduo Industrial da Unidade Três Marias.**

16 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abarca, A. L. F., & Moraes, L. M. (2019). Ecologia Política Urbana no estudo da cidade segregada Latino-Americana. RDE - Revista de Desenvolvimento Econômico, 2(43), 274–295. https://doi.org/10.36810/rde.v2i43.6296

ABELL, R.; THIEME, M.L.; REVENGA, C.; BRYER, M.; KOTTELANT, M.; BOGUTSKAIA, N.; MANDRAK, N.; BALDERAS, S.C.; BUSSING, W.; STIASSNY, M.L.J.; SKELTON, P.; ALLEN, G.R.; UNMACK, P.; NASEKA, A.; NG, R.; SINDORF, N.; ROBERTSON, J.; ARMIJO, E.; HIGGNS, J.V.; HEIBEL, T.J.; WIKRAMANAYAKE, E.; OLSON, D.; LÓPEZ, H.L.; REIS, R.E.; LUNDEMBERG, J.G.; SABAJ PÉREZ, M.H.; PETRY, P. Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. BioScience, v. 58, n. 5, p. 403-414, 2008.

ABOIM, I.L.; GOMES, D. F.; MAFALDA J. P. O. Phytoplankton response to water quality seasonality in a Brazilian neotropical river. Environmental Monitoring and Assessment, v. 192, p. 1-16, 2020.

ABREU, M. L. 1998. Climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais: de Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul. Revista Geonomos, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p.17-22, dez.

AB'SÁBER, A. N. 1983. O domínio dos cerrados: introdução ao conhecimento.

ACCORDI, I. A. Pesquisa e Conservação de aves em Áreas Úmidas. Pp. 189 a 116 In VON MATTER, S.; STRAUBE, F.C.; ACCORDI, I.; PIACENTINI, V. & CÂNDIDO-JÚNIOR, J.F. (eds.) Ornitologia e Conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento. Rio de Janeiro: Technical Books Editora. 2010.

Agência Minas. Estado apresenta Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática em audiência pública. Disponível em: https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/estado-apresenta-indice-mineiro-de-vulnerabilidade-climatica-em-audiencia-publica. Atualizado em 26 outubro 2022. Acesso em setembro de 2023.

Agência Nacional da Mineração (ANM). Sumário Mineral Brasileiro de 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral>. Acesso em Abr de 2023.

AGOSTINHO, A.A.; THOMAZ, S.M.; GOMES, L.C. Conservation of the biodiversity of Brazil's inland waters. Conservation Biology, v. 19, n. 3, p. 646-652, 2005.

ALKMIM F.F., BRITO NEVES B.B. & CASTRO ALVES J.A. 1993. Arcabouço tectônico do Cráton do São Francisco - Uma revisão. In: J.M.L. Dominguez & A. Misi (eds.) O Cráton do São Francisco, SBG/Núcleo BA/SE, pp.: 45-62.

ALMEIDA. F. F. M. 1977. O Cráton do São Francisco. Rev. Bras. Geoc., 7(4):349-364.

ALVARENGA, A.S. 2014. Influência da estrutura da vegetação na comunidade de abelhas em florestas tropicais secas.

ALVES, C. B. M.; LEAL, C. G. Aspectos da conservação da fauna de peixes da bacia do rio São Francisco em Minas Gerais. MG. Biota, v. 2, n. 6, p. 26-50, 2010.

ALVES, C.B.M., & POMPEU, P.D.S. 2008. A ictiofauna da bacia do rio das Velhas como indicador da qualidade ambiental. Projeto Manuelzão: a história da mobilização que começou em torno de um rio. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 95-106.

ALVES-DA-SILVA, S. M.; LAITANO, C. de S. Euglenaceae pigmentadas do banhado do Jacaré, em um parque de proteção ambiental, Triunfo, Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia, série Botânica, v. 45, p. 89-116, 1994.

AMORIM, D. de S. Neotropical Diptera diversity: richness, paterns, and perspectives In: PAPE R, BICKEL D, MEIER R., editors. Diptera Diversity: Status, Challenges and Tools. 2009.

AMPHIBIAWEB. University of California, Berkeley, CA, USA. 2020. Disponível em: <https://amphibiaweb.org>. Acesso em: 31 Jul 2023.

ANA - Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico. Outorgas emitidas. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/outorga/outorgas-emitidas#:~:text=Acompanhe%20seu%20pedido%20de%20outorga,no%20link%20%22consulte%20processos%22. Acesso em abril de 2023.

ANM – AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. Sistema de Informações Geográficas da Mineração – SIGMINE. Disponível em: <https://geo.anm.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6a8f5ccc4b6a4c2bba79759aa952d908> Acesso em março de 2023.

ANTIPOVA, T. V. Preliminary data on species diversity and quantitative distribution of bivalves mollusks in the Barents sea. Oceanology, v. 15, n. 2, p. 226-227, 1976.

ANTUNES, A. Z. Alterações na composição da comunidade de aves ao longo do tempo em um fragmento florestal no sudeste do Brasil. Ararajuba, v. 13, n. 1, p. 47-61, 2005.

APPEL, G. *et al.* Habitat disturbance trumps moonlight effects on the activity of tropical insectivorous bats. Animal Conservation, v. 24, n. 6, p. 1046-1058, 2021.

ARAÚJO, C.O., CONDEZ, T.H. & SAWAYA, R.J. 2009. Anfíbios anuros do Parque Estadual das Furnas do Bom Jesus, sudeste do Brasil, e suas relações com outras taxocenoses no Brasil. Biota Neotrop. 9(2): http://www.biotaneotropica.org.br/v9n2/pt/abstract?article+bn01109022009

ARAÚJO, H.S.; WIELOCH, A.H.; NARCISO, R.S.; OLIVEIRA, M.A. & CONSOLI, R.A.G.B. Identificação e distribuição sazonal de culicídeos (Diptera: Culicidae) do Campus Ecológico da PUC, Belo Horizonte, MG. Anais do 14 Congresso Brasileiro de Entomologia- Piracicaba, SP. 1993. 747p.

ARAUJO, R. S. 2022. Mapeamento do potencial espeleológico da região noroeste do Estado do Espírito Santo e caracterização das cavidades naturais subterrâneas em granito na região do município de Nova Venécia – ES. Monografia apresentada ao Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Nova Venécia, Licenciatura em Geografia, 2022.

ARNDT, H. Rotifers as predators on components of the microbial web (bacteria, heterotrophic flagellates, ciliates) —a review. In: Rotifer Symposium VI: Proceedings of the Sixth International Rotifer Symposium, held in Banyoles, Spain, June 3–8, 1991. Springer Netherlands, 1993. p. 231-246.

Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Pnud Brasil, Ipea e FJP, 2020. Indicadores e dados socioeconômicos sobre os municípios brasileiros. 2022. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/consulta>

AZEVEDO, A.A.D. 2002. Composição de faunas de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e da flora associada em áreas de cerrado de Minas Gerais, Brasil.

AZEVEDO, F. C. *et al*. Avaliação do risco de extinção da Onça-parda Puma concolor (Linnaeus, 1771) no Brasil. 2013. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/faunabrasileira/avaliacao-do-risco/carnivoros/on%C3%A7a-parda_Puma_concolor.pdf>.

BACELLAR, L. de A. Geologia estrutural do Supergrupo São Francisco ao longo da seção regional Coromandel - Três Marias - Conselheiro Mata, MG. 1989. 128 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1989.

BARATA, R.A., FRANÇA-SILVA, J.C., MAYRINK, W., SILVA, J.C.D., PRATA, A., LOROSA, E.S., ... & DIAS, E.S. 2005. Aspectos da ecologia e do comportamento de flebotomíneos em área endêmica de leishmaniose visceral, Minas Gerais. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 38, 421-425.

BARBOSA, J. M., SOARES, E. C., CINTRA, I. H. A., HERMANN, M., & ARAÚJO, A. R. R. 2017. Perfil da ictiofauna da bacia do rio São Francisco. Acta of Fisheries and Aquatic resources, 5(1), 70-90.

BASTOS, R. P. *et al.* Anfíbios da floresta nacional de Silvânia, Estado de Goiás. Stylo gráfica e editora, Goiânia, 2003.

BATALHA FILHO, H. 2008. Distribuição geográfica, filogeografia e história evolutiva da abelha sem ferrão Melipona quadrifasciata (Hymenoptera, Apidae).

BECKER, M. & DALPONTE, J.C.1999. Rastros de mamíferos silvestres brasileiros – um guia de campo. 2 ed., Editora UnB.

BECKER, R. A. *et al.* DNA barcoding and morphological identification of neotropical ichthyoplankton from the Upper Paraná and São Francisco. Journal of Fish Biology, v. 87, n. 1, p. 159-168, 2015.

BERNARD, E; TAVARES, Valéria da Cunha; SAMPAIO, Erica. Compilação atualizada das espécies de morcegos (Chiroptera) para a Amazônia Brasileira. Biota neotropica, v. 11, p. 35-46, 2011.

BERNARDE, P S; ABE, Augusto Shinya. A snake community at Espigão do Oeste, Rondônia, southwestern Amazon, Brazil. South American Journal of Herpetology, v. 1, n. 2, p. 102-113, 2006.

BERNARDE, P. S.; KOKUBUM, MN de C. Anurofauna do Município de Guararapes, Estado de São Paulo, Brasil (Amphibia: Anura). Acta Biol. Leopoldensia, v. 21, n. 1, p. 89-97, 1999.

BERNARDE, P. S; GOMES, Jáson de Oliveira. Serpentes peçonhentas e ofidismo em Cruzeiro do Sul, Alto Juruá, estado do Acre, Brasil. Acta Amazonica, v. 42, p. 65-72, 2012.

BETANCUR-R, R. *et al.* Phylogenetic classification of bony fishes. BMC evolutionary biology, v. 17, n. 1, p. 162, 2017.

BIBBY, C. J.; BURGESS, N. D.; HILL, D. A. Bird Census Techniques. British Trust for Ornithology and RSPB. 1993.

BILLERMAN, M.; KEENEY, B. K.; RODEWALD, P. G. & SCHULENBER, T. S. (Editors). Birds of the World. Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, NY, USA. 2020. Disponível em: <https://birdsoftheworld.org/bow/home>. Acesso em: 25 mai 2020.

BIRINDELLI, J.L.O.; SIDLAUSKAS, B.L. Preface: How far has Neotropical ichthyology progressed in twenty years? Neotropical Ichthyology v. 16, n. 3, 2018.

BOLZAN, D.P. 2011. Morcegos da Estação Ecológica de Pirapitinga, Morada Nova de Minas, Minas Gerais.

BOMFIM, L. F. C. 2010. Mapa de Domínios/Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil em ambiente SIG: Concepção e Metodologia. Águas subterrâneas. Recuperado de https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22886. Acesso em abril de 2023.

BONILLA-GÓMEZ, M. A; NATES-PARRA, Guiomar. Abejas euglosinas de Colombia (Hymenoptera: Apidae) I. Claves ilustradas. Caldasia, p. 149-172, 1992.

BONVICINO, C. R.; D'ANDREA, P.A.; OLIVEIRA, J.A. Guia dos Roedores do Brasil, com Chaves para Gêneros Baseados em Características Externas. Rio de Janeiro: Centro Pan-Americano de Febre Aftosa - OPAS/OMS. 2008.

BORGES, P.A.L.; TOMAS, W.M; 2008. Guia de rastros e outros vestígios de mamíferos do Pantanal. Embrapa Pantanal.

Brand Meio Ambiente. Relatório de Impacto Ambiental. Disponível em: <https://drive.cemig.com.br/cemigdrive/index.php/s/5fL5HQK5JatBNmq 23/01>. Acesso em: 23 Jan 2023.

BRANDES, T. S. Automated sound recording and analysis techniques for bird surveys and conservation. Bird Conservation International, v. 18, n. S1, p. S163-S173, 2008.

BRASIL. 1990. Decreto Federal n° 99.556, de 01 de outubro de 1990. Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, e dá outras providências.

BRASIL. 2004. Resolução CONAMA nº 347, de 10 de setembro de 2004, dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico.

BRASIL. 2008. Decreto Federal n° n° 6.640, de 07 de novembro de 2008. Dá nova redação aos Arts. 1°, 2°, 3°, 4° E 5° e acrescenta os Arts. 5-A E 5-B ao Decreto n° 99.556, de 1° de Outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional.

BRASIL. 2009. Portaria ICMBIO Nº 78, de 3 de setembro de 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. 2022. Sistema de Informações de Geração. Disponível em: <https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/6d90b77c-c5f5-4d81-bdec-7bc619494bb9/resource/11ec447d-698d-4ab8-977f-b424d5deee6a/download/siga-empreendimentos-geracao.csv>

BRASIL. Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL. Portal Brasileiro de Dados Abertos. 2022. Disponível em: < https://dados.gov.br/dataset/meu-municipio-anatel>

BRASIL. Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Brasília, DF. 2010.

BRASIL. Lei Federal nº 10.257 de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília-DF, 2001.

BRASIL. Lei Federal nº 6.607, de 07 de dezembro de 1978 – Declara o Pau-Brasil árvore nacional, institui o Dia do Pau-Brasil, e dá outras providências.

BRASIL. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro.

BRASIL. Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado.

BRASIL. Lei nº 9.743, de 15 de dezembro de 1988. Declara de interesse comum, de preservação permanente e imune de corte o ipê-amarelo e dá outras providências.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Portaria n° 148, de 7 de junho de 2022. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção: Diário Oficial da União, 2022.

BRASILEIRO, C. A., SAWAYA, R. J., KIEFER, M. C., & MARTINS, M. 2005. Amphibians of an open Cerrado fragment in southeastern Brazil. Biota Neotropica, 5, 93-109.

BRAY, J. R.; CURTIS, J. T. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecological monographs, v. 27, n. 4, p. 326-349, 1957.

BREDT, A.; UIEDA, W., & MAGALHÃES, E.D. 1999. Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, centro-oeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). Revista Brasileira de Zoologia, 16, 731-770.

BRITSKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. Manual de identificação de peixes da região de Três Marias. 1986.

BUSS, D F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. Cadernos de Saúde Pública, v. 19, p. 465-473, 2003.

CALLISTO, M. *et al.* Avaliação da biodiversidade de macroinvertebrados bentônicos ao longo de uma cascata de reservatórios no baixo rio São Francisco (nordeste do Brasil). Brazilian Journal of Biology, v. 65, p. 229-240, 2005.

Câmara Municipal de Três Marias. Consórcio dos Municípios do Lago de Três Marias. Disponível em: < https://cmtresmarias.mg.gov.br/pdf_lei/0001035_lo_lei_ordinaria_1681_2001.pdf > Acesso em 17 de Abr 2023.

CÂMARA, F.P., THEOPHILO, R.L.G., SANTOS, G.T.D., PEREIRA, S.R.F.G., CÂMARA, D.C.P., & MATOS, R.R.C.D. 2007. Estudo retrospectivo (histórico) da dengue no Brasil: características regionais e dinâmicas. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 40, 192-196.

CAMARGO, S.A.F.; PETRERE-jr, M. Social and financial aspects of the artisanal fisheries of Middle São Francisco River, Minas Gerais, Brazil. Fisheries Management and Ecology, 8(2):163-171. http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2400.2001.00246.x 2001.

CAMPOS, C. C. Assembléia de Copépodes (Copepoda: Crustacea) na plataforma continental do Nordeste do Brasil. 2014. Tese de Doutorado. Dissert ação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais). 46f. Universidade Federal do Ceara, Fortaleza.

CAMPOS, L.A.O *et al.* Utilização de armadilhas para a captura de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apoidea). Revista Brasileira de Zoologia, v. 6, p. 621-626, 1989.

CANIE/CECAV - Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav/cadastro-nacional-de-informacoes-espeleologicas/canie Acesso em março de 2023.

CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; FEIO, R. N. A new species of Phyllomedusa wagler, 1830 from the State of Minas Gerais, Brazil:(amphibia, anura, hylidae). Museu Nacional, 2006.

CARAMASCHI, U.; POMBAL, J. P. Barycholos savagei: a junior synonym of Paludicola ternetzi, with notes on development. Journal of Herpetology, v. 35, n. 2, p. 357-360, 2001.

CARDOSO DA SILVA, J. M.; BATES, J. M. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot: the Cerrado, which includes both forest and savanna habitats, is the second largest South American biome, and among the most threatened on the continent. BioScience, v. 52, n. 3, p. 225-234, 2002.

CARNEY, R. L. *et al.* River bacterioplankton community responses to a high inflow event. Aquatic Microbial Ecology, v. 75, n. 3, p. 187-205, 2015.

CARVALHO, D. C.; BEHEREGARAY, L. B. Conservation genetics of the threatened catfish Conorhynchos conirostris (Siluriformes: incertae sedis), an evolutionary relict endemic to the São Francisco River Basin, Brazil. Conservation Genetics, v. 19, n. 5, p. 1223-1230, 2018.

CASARIM, R. *et al.* Fish movement patterns in a Neotropical free-flowing tributary located downstream from a large dam. Marine and Freshwater Research, v. 69, n. 10, p. 1626-1634, 2018.

CASATTI, L.; CASTRO, R. Testing the ecomorphological hypothesis in a headwater riffles fish assemblage of the rio São Francisco, southeastern Brazil. Neotropical ichthyology, v. 4, n. 2, p. 203-214, 2006.

CAVALCANTI, R.B. 1999. Bird species richness and conservation in the Cerrado region of central Brazil. Studies in Avian Biology, 19: 244-249.

CBH São Francisco. CBH do Entorno da Represa de Três Marias (SF4) – MINAS GERAIS. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/comites-de-afluentes/cbh-do-entorno-da-represa-de-tres-marias-sf4-minas-gerais/>. Acesso em: 27 Jan 2023.

CEDEFES – Centro de Documentação Eloy Ferreira da Silva. Povos Indígenas Tradicionais. Disponível em: <https://www.cedefes.org.br/povos-indigenas-destaque/>. Acesso em: 20 Mar. 2023.

CEDEFES – Centro de Documentação Eloy Ferreira da Silva. Relação das Comunidades Negras Quilombolas em Minas Gerais. 2021. Disponível em: <https://www.cedefes.org.br/wp-content/uploads/2019/05/Relacao-CNQ-em-Minas-Gerais-atualizadaem04062021.pdf> Acesso em: 20 Mar. 2023.

CEMIG. Usina Hidrelétrica de Três Marias. Disponível em: < https://www.cemig.com.br/usina/tres-marias/ > Acesso em 03 de Abri de 2023

CEMIG-Companhia Energética de Minas Gerais. Em Três Marias (Mg), Cemig Inicia Operação de Primeira Usina do seu Novo Plano de Investimentos. Disponível em <https://www.cemig.com.br/release/em-tres-marias-mg-cemig-inicia-operacao-de-primeira-usina-do-seu-novo-plano-de-investimentos/ > Acesso em 13 de Abr 2023.

CETEC. 2005. Determinação de equações volumétrica aplicáveis ao manejo sustentado de florestas nativas no Estado de Minas Gerais e outras regiões do país. Belo Horizonte, MG: CETEC.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/o-que-sao-areas-contaminadas/. Acesso em 29/11/2022.

Circuito Lago Três Marias. Atrativos Turísticos em Três Marias. Disponível em: < https://circuitolagotresmarias.com.br/site/ > Acesso em: 19 Jan. 2023.

CLARKE, F. M., & DOWNIE, J. R. 2001. A bat (Chiroptera) survey of mora rainforest in Trinidad's Victoria-Mayaro Forest Reserve. Biodiversity & Conservation, 10, 725-736.

CLIMA GERAIS - PLATAFORMA MINEIRA PARA ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Vulnerabilidade às mudanças climáticas. Disponível em: https://clima-gerais.meioambiente.mg.gov.br/vulnerabilidade-territoria. Acesso em 06 de abril de 2023.

CNC – Cadastro Nacional de Cavernas, da SBE – Sociedade Brasileira de Espeleologia, disponível em http://www.sbe.com.br/cnc. Acesso em março de 2023.

CODEVASF. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Plano Nascente São Francisco: Plano de Preservação e Recuperação de Nascentes da Bacia do Rio São Francisco. Editora IABS, Brasília-DF, Brasil: 130p.

COELHO, M. S. *et al.* Gall-inducing insects from Serra do Cabral, Minas gerais, Brazil. Biota Neotropica, v. 13, p. 102-109, 2013.

COHEN, RC; STEBBINS NW. A Natural History of Amphibians Princeton University Press Princeton. New Jersey, USA, 1995.

COLLI, Guarino R.; BASTOS, Rogério P.; ARAUJO, Alexandre FB. The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna. In: The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna. Columbia University Press, 2002. p. 223-241.

COLWELL, R. K. Estimates: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 9. User's Guide and Application. 2013. Disponível em: <https://osf.io/su57f/>. Acesso em: 30 jun 2023.

Comitê da Bacia Hidrográfica Rio São Francisco. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 2016-2025. 2016

Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf). Eduardo Jorge de Oliveira Motta e Ney E. Wanderley Gonçalves (organizadores). Plano Nascente São Francisco: plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio São Francisco. Editora IABS, Brasília-DF, Brasil, 2016.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. Projeto APA Sul RMBH: estudos do meio físico, pedologia, Edgar Shinzato, Amaury de Carvalho Filho. Belo Horizonte: CPRM/EMBRAPA/SEMAD, 2005. 53p., il. v. 5; mapas em apêndices (Série Programa Informações Básicas para a Gestão Territorial - GATE). Versão digital e convencional.

CONSOLI, R.A.G.B; OLIVEIRA, R.L. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Editora Fiocruz, 1994.

Consórcio Regional de Saneamento Básico Central de Minas. Quem somos. 2019. Disponível em: <https://coresab.com.br/quem-somos/>. Acesso em: 25 Jan. 2023.

Constituição Federal. Plano Plurianual. Disponível em: < https://www.gov.br/mj/pt-br/acesso-a-informacao/governanca/PPA/o-plano-plurianual-ppa-e-a-constituicao-federal.pdf > Acesso em 04 Abr. 2023.

COPAM - CONSELHO DE POLÍTICA AMBIENTAL. 2010. Deliberação Normativa COPAM nº 147, de 30 de abril de 2010. Aprova a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais. Diário do Executivo do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 04 maio 2010.

CORESAB. Consórcio Regional de Saneamento Básico Central de Minas. Disponível em: <https://coresab.com.br/ >Acesso em: 28 Mar. 2023.

COSTA, H. C. & BÉRNILS, R. S. 2018. Répteis brasileiros: lista de espécies. Disponível em: <http://www.sbherpetologia.org.br/>. Acesso em: 22 jun 2023.

COSTA, L.P. *et al.* Mammal conservation in Brazil. Conservation Biology, v. 19, n. 3, p. 672-679, 2005.

COSTA, R. D.; SILVA, R. R.; KNAUER, L. G. PREZOTTI, F. P. S.; PAULA, F. L.; DUARTE, F. T.; TEIXEIRA, L. F. 2011. Programa de Mapeamento do Estado de Minas Gerais - Projeto Alto Paranaíba, Capítulo XIV Folha Três Marias (SE.23-Y-B-III). Escala 1:100.000.

COURTNEY, G. W. *et al.* Aquatic Diptera. Part one. Larvae of aquatic Diptera. An introduction to the aquatic insects of North America, v. 4, p. 687-722, 2008.

COUTINHO, 2016 - COUTINHO, L.M. 2016. Biomas Brasileiros. Oficina de Textos, São Paulo.

COUTINHO, L. M. O conceito de cerrado. Revista Brasileira de Botânica 1: 17-23. 1978.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. 2001. Projeto São Francisco. Província mineral Bambuí. Mapeamento geológico, avaliação de recursos hídricos da bacia do São Francisco em Minas Gerais.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. 2007. Mapa de Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil, escala 1:2.500.000.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. Sensoriamento Remoto E Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial. 2001. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos, 2001.

CRUMP, M. Climate and Environment. In: Heyer, W. R.; Donnelly, M. A.; McDiarmid, R. W.; Hayer, L. A. C.; Foster, M. S. Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians. Washington and London: Smithsonian Institution Press, p. 42-45. 1994.

CRUZ, C.A.G.; FEIO, R.N. & CARAMASCHI, U. 2009. Anfíbios do Ibitipoca. Belo Horizonte: Bicho do Mato.

DE LIMA, A. M. X.; ROPER, J. J. The use of playbacks can influence encounters with birds: an experiment. Revista Brasileira de Ornitologia, v. 17, p. 37-40, 2009.

DE PAULA, R. C. *et al.* Avaliação do risco de extinção do lobo-guará *Chrysocyon brachyurus* (Illiger, 1815) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, v. 3, n. 1, p. 146-159, 2013.

DELGADO-JARAMILLO, M. *et al.* Assessing the distribution of a species-rich group in a continental-sized megadiverse country: Bats in Brazil. Diversity and Distributions, v. 26, n. 5, p. 632-643, 2020.

DEVELEY, P. F. Métodos para estudos com aves. In: CULLEN JR., Laury.; RUDRAN, Rudy & VALLADARES-PÁDUA, Cláudio. (org.) Métodos de Estudo em Biologia da Conservação & Manejo de Vida Silvestre. Curitiba: Editora da UFPR/Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003. cap. 6, p. 153 - 168.

Diário Cidade. Escola Municipal Lagoa do Canastrão. Disponível em: < https://www.diariocidade.com/mg/sao-goncalo-do-abaete/enderecos/escola-municipal-de-lagoa-do-canastrao/ >. Acesso em: 30 Jan. 2023.

Diário Cidade. Escola Municipal Pontal do Abaeté. Disponível em: < https://www.diariocidade.com/mg/sao-goncalo-do-abaete/enderecos/escola-municipal-de-pontal-do-abaete-distrito-beira-rio/ >. Acesso em: 02 Fev. 2023.

DIAS, E.S., FRANÇA-SILVA, J.C., SILVA, J.C.D., MONTEIRO, É.M., PAULA, K.M.D., GONÇALVES, C.M., & BARATA, R.A. 2007. Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) de um foco de leishmaniose

tegumentar no Estado de Minas Gerais. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 40, 49-52.

DÍAZ, M. M. *et al.* Clave de identificación de los murciélagos de Sudamérica/Chave de identificação dos morcegos da América do Sul. Publicación Especial Nro, v. 2, p. 160, 2016.

DINIZ-FILHO, J.A. *et al.* Spatial patterns in species richness and priority areas for conservation of anurans in the Cerrado region, Central Brazil. Amphibia-Reptilia, v. 25, n. 1, p. 63-75, 2004.

DRUMOND, G. M. *et al.* Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, v. 222, 2005.

DUELLMAN, W. E. Distribution patterns of amphibians in South America. In: Duellman, W. E. (ed). Patterns of distribution of amphibians: a global perspective. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, p. 255-328. 1999.

DUELLMAN, W. E. Patterns of species diversity in anuran amphibians in the American tropics. Annals of the Missouri Botanical Garden, p. 79-104, 1998.

DUELLMAN, W.E. Temporal fluctuations in abundances of anuran amphibians in a seasonal Amazonian rainforest. Journal of herpetology, p. 13-21, 1995.

EGGLETON, P. The state of the World's insects. Annual Review of Environment and Resources, 45, 8.1– 8.22. 2020.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. The Botanical Review, v. 38, p. 201-341, 1972.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2004. Mapeamento de solos e aptidão agrícola das terras do Estado de Minas Gerais / Fernando Cézar Saraiva do Amaral... [et al.]. - Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 95 p. - (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 63).

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2018. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5ª edição. Brasília, DF.

EMMONS, L. H. & FEER, F. Neotropical rainforest mammals: a Field Guide. Chicago: University of Chicago Press. 2ª ed. 1997.

ESTEVES, F. A. *et al.* Fundamentos de limnología. Ed. Interciência: Finep, Rio De Janeiro, 2ª Ed, 575p, 1998.

Facebook. Prefeitura Municipal de São Gonçalo do Abaeté. Disponível em: < https://www.facebook.com/profile/100080198786213/search/?q=lagoa%20do%20canastr%C3%A3o >. Acesso em: 31 Jan. 2023.

FALCÃO, F.C.; REBÊLO, V.F.; TALAMONI, S.A. Structure of a bat assemblage (Mammalia, lage (Mammalia, Chiroptera) in Serra do Car a do Caraça Reserve, South-east Br South-east Brazil. Revista Brasileira de Zoologia, v. 20, n. 2, p. 347–350, 2003.

FATMA. 2016. Exóticos invasores – plantas ornamentais, animais de estimação e peixes para pesca desportiva. Fatma.

FCP - Fundação Cultural Palmares. Comunidades Remanescentes de Quilombola Certificadas. 2022. Disponível em: <https://www.palmares.gov.br/sites/mapa/crqs-estados/crqs-go-22082022.pdf >. Acesso em: 20 Mar. 2023.

FEARNSIDE, P.M. Brazil's madeira river dams: a setback for environmental policy in Amazonian development. Water Alternatives, v. 7, n. 1, 2014.

Federminas. Associação Comercial, Industrial, Agropecuária e Serviços de Três Marias. Disponível em: <https://www.federaminas.com.br/entidades/associacao-comercial-industrial-agropecuaria-e-servicos-de-tres-marias/ > Acesso em: 23 Jan. 2023.

FENTON, M. B. *et al. Phyllostomid bats* (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. Biotropica, p. 440-446, 1992.

FERDOUS, Z., & MUKTADIR, A.K.M. 2009. A review: potentiality of zooplankton as bioindicator.

FERNANDES, M. M.; CHAVES, M. A.; MELO, M. C.; CORDEIRO, P. F.; FREITAS, M. D. F. P. P. 2013. Susceptibilidade à erosão das terras no entorno do rio São Francisco, trecho Três Marias-Pirapora, Minas Gerais.

FILGUEIRAS et at., 1994 - FILGUEIRAS, T.S. *et al.* 1994. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. Cadernos de Geociências, v. 12, n. 1, p. 39–43.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < http://floradobrasil.jbrj.gov.br/ >.

FORATTINI, O. P. Culicidologia Médica, vol. 2. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo, p. 1-860, 2002.

FRANCO, D. C. *et al.* Plano de Manejo do Parque Estadual das Furnas do Bom Jesus. Relatório Técnico: Módulo Avaliação Ecológica Rápida - Tema Vegetação. 155 p. 2007.

FRICKE, R. Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species, References, electronic version. Disponível em: http://researcharchive.calacademy.org (acesso em 10 de agosto de 2022).

FROST, D. R. 2007. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.0. Electronic database. American Museum of Natural History, New York, USA. Disponível em: <http://research.amnh.org/herpetology/amphi bia/index.html>. Acesso em: 01 jul 2023.

FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS. Revisão das listas das espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção do estado de Minas Gerais. Relatório final. Volume 3 (Resultados: Lista Vermelha da Fauna de Minas Gerais). Biodiversitas. 2007.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM. 2014. Estudo de vulnerabilidade regional às mudanças climáticas. Acesso em: http://www.feam.br/banco-de-noticias/1237-feam-elabora-estudo-que-aponta-vulnerabilidade-as-mudancas-climaticas-em-minas-gerais. Acesso em setembro de 2023.

Fundação João Pinheiro. Plano Estratégico para o Desenvolvimento Sustentável do Turismo em Minas Gerais – Volume 2: Objetivos, Metas, Estratégias e Sistema de Monitoramento e Avaliação. Belo Horizonte, 2016.

FUNDAÇÃO OSVALDO CRUZ - FIOCRUZ. Vulnerabilidade à mudança do Clima. 2016. Disponível em: https://projetovulnerabilidade.fiocruz.br/o-que-e-vulnerabilidade. Acesso em 10 de abril de 2023.

FURLONGER, C.L., DEWAR, H.J., & FENTON, M.B. 1987. Habitat use by foraging insectivorous bats. Canadian Journal of Zoology, 65(2), 284-288.

GAGNÉ, S A.; FAHRIG, L. Effect of landscape context on anuran communities in breeding ponds in the National Capital Region, Canada. Landscape Ecology, v. 22, p. 205-215, 2007.

GAMA ENGENHARIA E RECURSOS HÍDRICOS. 2015. Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do entorno da represa de Três Marias. Volume I: meio físico-biótico e disponibilidades hídricas.

GARBINO, G.S.T.; GREGORIN, R.; LIMA, I.P.; LOUREIRO, L.; MORAS, L.; MORATELLI, R.; NOGUEIRA, M.R.; PAVAN, A.C.; TAVARES, V.C.; NASCIMENTO, M.C.; NOVAES, R.L.M.; PERACCHI, A.L. 2022. Updated checklist of Brazilian bats: versão 2020. Comitê da Lista de Morcegos do Brasil—CLMB. Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros (Sbeq). Disponível em: <https://www.sbeq.net/lista-de-especies>. Acessado em: 15 de dezembro de 2022.

GEOWORLD. 2003. Use maps do Assess Visual Vulnerability. Disponível em: <http://www.innovativegis.com/basis/BeyondMappingSeries/BeyondMapping_III/Topic5/FurtherReading_Topic5.htm>. Acesso em: maio de 2023.

GERDAU, 2014. Conforme dados do Parecer Único nº 171/2017 da Licença de Operação Corretiva, processo administrativo nº 03066/2007/002/2014.

GIULIETTI, A.M. RAPINI, A. ANDRADE, M. J. G. QUEIROZ, L. P. SILVA, J. M. C. Plantas Raras do Brasil. Co-editora: Universidade Estadual de Feira de Santana. Belo Horizonte, MG: Conservação Internacional, 2009.

GODINHO, A. L.; BRITO, M. F. G.; GODINHO, Hugo Pereira. Pesca nas corredeiras de Buritizeiro: da ilegalidade à gestão participativa. Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte, PUC-Minas, p. 347-360, 2003.

GODINHO, A. L.; POMPEU, Paulo dos Santos. A importância dos ribeirões para os peixes de piracema. Águas, peixes e pescadores do São Francisco da Minas Gerais. Belo Horizonte: PUC Minas, p. 361-372, 2003.

GODINHO, H. P. & GODINHO, A. L. Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte: PUC Minas.458 p. 2003.

GONÇALVES, F. *et al.* Combined impacts of climate and land use change and the future restructuring of Neotropical bat biodiversity. Perspectives in Ecology and Conservation, v. 19, n. 4, p. 454-463, 2021.

GOTELLI, N.J.; C.; R.K. Estimating species richness. In: Frontiers in measuring biodiversity. New York: Oxford University Press. 2001.

GOTTSBERGER, B.; GRUBER, E. Temporal partitioning of reproductive activity in a neotropical anuran community. Journal of tropical ecology, v. 20, n. 3, p. 271-280, 2004.

Governo do Estado de Minas Gerais - Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão. Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado. 2019. Disponível em: https://www.almg.gov.br/acompanhe/planejamento_orcamento_publico/pmdi/index.html. Acesso em: Abr de 2023.

Governo Federal. Atualização e Complementação do Diagnóstico do Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco: Relatório de Atualização e Complementação do Diagnóstico do Meio Socioeconômico da BHSF. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80253/MacroZEE%20BHSF/diagnostico_atualizado/Diagnostico%20meio%20socioeconomico%20-%20RF.pdf>. Acesso em: 10 Abr 2023.

Governo Federal. Elaboração do Prognóstico e dos Subsídios à Implementação do Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco: Resumo Executivo. Ministério do Meio Ambiente, 2018. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80253/MacroZEE%20BHSF/PrognSubsImplem-MacroZEE-SF_R10_FINAL.pdf>. Acesso em: 10 Abr 2023.

Governo Federal. Programa Águas Brasileiras. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/programa-aguas-brasileiras/programa-aguas-brasileiras-1>. Acesso em: 03 Abr 2023.

Governo Federal. Programa de Revitalização de Bacias Hidrográficas do Brasil. Disponível em: < https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/bacias-hidrograficas/revitalizacao-de-bacias> Acesso em: 10 de Abr. 2023.

Governo Federal. Programa Interáguas. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/interaguas-1>. Acesso em: 11 Abr. 2023.

GRIMALDI, D.; ENGEL, Mi.S. Evolution of the Insects. Cambridge University Press, 2005.

Grupo Farroupilha. Fazenda Pirulito São Gonçalo do Abaeté. Disponível em: < https://grupofarroupilha.com/unidades/ >. Acesso em: 02 Fev. 2023.

GUTIÉRREZ, E.E.; MARINHO-FILHO, J. The mammalian faunas endemic to the Cerrado and the Caatinga. ZooKeys, n. 644, p. 105, 2017.

HADDAD JR., V. Animais Aquáticos de Importância médica no Brasil. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v.36, p. 591-597, 2003.

HADDAD, C.F.B. 1998. Biodiversidade do Estado de São Paulo. In: Castro, R.M.C. (ed.). Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil. São Paulo: FAPESP. p.15-26. 71p. (Série Vertebrados).

HADDAD, C.F.B.; TOLEDO, L.F.; PRADO, C.P.A. Anfíbios da Mata Atlântica: guia dos anfíbios anuros da Mata Atlântica. Editora Neotropica, 2008.

HAMADA, N. *et al.* Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. Manaus: Editora do INPA, 2014.

HAMMER, Ø. HARPER, D.A.T. PAST: Paleontological statistics software package for education and data anlysis. Palaeontologia electronica, v. 4, n. 1, p. 1, 2001.

HARBACH, R. E. The classification of genus Anopheles (Diptera: Culicidae): a working hypothesis of phylogenetic relationships. Bulletin of entomological research, v. 94, n. 6, p. 537-553, 2004.

HEYER, W. R.; DONNELLY, M. A.; MCDIARMID, R. W.; HAYEK, L. C.; FOSTER, M. S. Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians. Washington, D.C: Smithsonian Institution Press, 364 p. 1994.

HIDROWEB - Rede Hidrometeorológica Nacional DA Agência Nacional das Águas (ANA). Estação Pluviométrica Canoeiros. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas. Acesso em março de 2023.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. PORTARIA NORMATIVA N.º 83, DE 26 / 09 / 1991. Proíbe o corte e exploração da Aroeira Legítima ou Aroeira do Sertão, das Baraúnas, do Gonçalo Alves em floresta primária.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Instrução normativa nº 146, de 10 de janeiro de 2007. Considera a necessidade de estabelecer critérios e padronizar os procedimentos relativos à fauna no âmbito do licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades que causam impactos sobre a fauna silvestre. 2007.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Instrução Normativa IBAMA nº 191, de 24 de setembro de 2008. Proibir o corte do licuri (*Syagrus coronata* (mart.) becc.) nas áreas de ocorrência natural desta palmeira nos estados de Alagoas, Bahia, Minas Gerais, Pernambuco e Sergipe até que sejam estabelecidas normas de manejo da espécie por cada estado.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Ficha de Caracterização de Atividade – FCA: UHE Formoso. 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2002. Mapa de Climas do Brasil. Escala: 1:5.000.000. Disponível em: http://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/climatologia/mapas/brasil/Map_BR_clima_2002.pdf. Acesso em março de 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Base de Informações sobre os Povos Indígenas e Quilombolas. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/27480-base-de-informacoes-sobre-os-povos-indigenas-e-quilombolas.html?=&t=o-que-e> Acesso em: 20 Mar. 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cadastro de Localidades Quilombolas em 2019. Disponível em: <https://dadosgeociencias.ibge.gov.br/portal/apps/opsdashboard/index.html#/3e004e4eb5da44babde549994891eb64 > Acesso em: 20 Mar. 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cadastro Central de Empresas. 2024. Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/sao-goncalo-do-abaete/pesquisa/19/29761?tipo=ranking&indicador=29765 >

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Morbidade. 2022. Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. MUNIC – Perfil dos Municípios Brasileiros. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Nível de Instrução da População São Gonçalo do Abaeté. Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/sao-goncalo-do-abaete/pesquisa/23/22469 > Acesso em: 29. Jan. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Resultados do Censo 2010 agregados por setores Censitários. 2011. Disponível em: <https://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_do_Universo/Agregados_por_Setores_Censitarios/>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Serviços da Saúde. 2022. Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema agregador de informações do IBGE sobre os municípios e estados do Brasil. 2022. Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/> Acesso em: 18. Jan. 2023

IBGE, 2004 - IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. 2004. Mapa de Vegetação do Brasil. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, da Diretoria de Geociências ICMBio. Estação Ecológica de Pirapitinga. Ministério do Meio Ambiente. Brasília. 2013.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Perfil dos Municípios Brasileiros. Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/tres-marias/pesquisa/1/94413>. Acesso em: 11 de Abr. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2018. Cobertura e Uso da Terra de Minas Gerais.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Províncias estruturais, compartimentos de relevo, tipos de solos e regiões fitoecológicas / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. - Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

ICMBio. 2018. Lista Vermelha de Peixes Ameaçados de Extinção 2018.

ICMBio. 2022. Lista Vermelha de Peixes Ameaçados de Extinção 2022.

ICMBIO/CECAV, disponível em http://www4.icmbio.gov.br/cecav). Acesso em março de 2023.

IDESISEMA. Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Mudanças Climáticas. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2023. Dado em formato vetorial (shapefile). Disponível em: https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/. Acesso em: 6 abril de 2023.

IDESISEMA. Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Áreas de influência de cavidades. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2023. Dado em formato vetorial (shapefile). Disponível em: https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/. Acesso em: 6 agosto de 2023.

IDESISEMA. Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Potencialidade de ocorrência de cavidades. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2023. Dado em formato vetorial (shapefile). Disponível em: https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/. Acesso em: 6 agosto de 2023.

IDESISEMA. Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Compartimento de relevo, 2018. Série Unidades de Relevo do Brasil – 1:5.000.000 de 2006. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2023. Dado em formato vetorial (shapefile). Disponível em: https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/. Acesso em: março de 2023.

IEPHA – Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais. Tabela de pontuação do ICMS Cultural ano exercício 2022. 2021. Disponível em: <http://www.iepha.mg.gov.br/images/Pontuacao-Definitiva-Exec-2022-Publicacao.pdf> Acesso em: 20 Mar. 2023.

IEPHA – Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais. Lista de bens protegidos em Minas Gerais. 2020. Disponível em: <http://www.iepha.mg.gov.br/images/ICMS/2020_tabela_/LISTA_BENS_PROTEGIDOS_atualiza%C3%A7%C3%A3o_at%C3%A9_exerc%C3%ADcio_2021_SITE.pdf>

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Sistema Catálogo de Escolas. 2022. Disponível em:<https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/inep-data/catalogo-de-escolas>

INFOSANBAS. Informações sobre saneamento básico dos municípios brasileiros. 2022. Disponível em: <https://infosanbas.org.br>

Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IDE-Sisema. Tipologia e Localização da Disposição de Resíduos Sólidos Municipais. Disponível em: < https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis >. Acesso em: 29 Jan. 2024.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas do Brasil. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/normais. Acesso em março de 2023.

Instagram. Prefeitura de São Gonçalo do Abaeté. Disponível em: < https://www.instagram.com/sgaprefeitura/ >. Acesso em: 25 Jan. 2023.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. Guia para gestão de planos de ação nacional para a conservação das espécies ameaçadas de extinção: PAN - elabore - monitore – avalie. Brasília: ICMBio, 2018. 160 p. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/saiba-mais/documentos-e-downloads/PAN__elabore__monitore__avalie_2018v2.pdf>. Acesso em Abr de 2023.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. Plano de Ação para Conservação do Patrimônio Espeleológico Brasileiro. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-cavernas-do-brasil#:~:text=O%20PAN%20Cavernas%20do%20Brasil,voltados%20ao%20uso%20sustent%C3%A1vel%20das>. Acesso em: Abr de 2023.

Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais. 2010. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/gestao-das-aguas/plano-de-recursos-hidricos>. Acesso em: Abr de 2023.

Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Plano Mineiro de Segurança Hídrica – Plano de Trabalho. 2022.

Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC. 2022: Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. *In*: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3–33, doi:10.1017/9781009325844.001.

Ipatrimônio. São Gonçalo do Abaeté – Capela de Nossa Senhora de Imaculada Conceição e São Sebastião. Disponível em: < https://www.ipatrimonio.org/sao-goncalo-do-abaete-capela-de-nossa-senhora-de-imaculada-conceicao-e-sao-sebastiao/#!/map=38329&loc=-18.023139488973126,-45.141448974609375,9 >. Acesso em: 26 Jan 2023.

Ipatrimônio. São Gonçalo do Abaeté – Folia de Reis de Canoeiros. Disponível em: < https://www.ipatrimonio.org/sao-goncalo-do-abaete-folia-de-reis-de-canoeiros/#!/map=38329&loc=-18.033157950571667,-45.529972314834595,15 >. Acesso em: 01 Fev. 2023.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Mapa das Organizações da Sociedade Civil. Disponível em: < https://mapaosc.ipea.gov.br/ >. Acesso em: 27 Jan. 2023.

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Lista dos Bens Tombados e Processos em Andamento. 2022. Disponível em: < http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/126>

IPHAN. Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão – SICG. Disponível em: <https://sicg.iphan.gov.br/sicg/>. Acesso em 11 Jan. 2023.

IUCN - International Union for Conservation of Nature, 2018. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/>. Acesso em 4 out. 2022.

IUCN - International Union for Conservation of nature. 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em <http://www.iucnredlist.org/>. Acesso 05 jun. 2017.

IUCN - INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. 2022. Red List of Threatened Species: version 2020.2. Disponível em: <http://www. iucnredlist.org.>. Acesso em: 05 de outubro de 2022.

IUCN 2019. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-2. http://www.iucnredlist.org. Último acesso em: 20 de outubro de 2022.

IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. 2023. Disponível em <http://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 02 de julho de 2023.

JANSEN, D.C; CAVALCANTI, L. F. LAMBLÉM, H. S. Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. Revista Brasileira de Espeleologia, Brasília, 2012, v. 2, n.1.

JONES, K.K. *et al.* Community structure, distribution, and standing stock of benthos, epibenthos, and plankton in the Columbia River estuary. Progress in Oceanography, v. 25, n. 1-4, p. 211-241, 1990.

JORGE, M. T., & RIBEIRO, L. A. 1992. Epidemiologia e quadro clínico do acidente por cascavel sul-americana (Crotalus durissus). Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo, 34, 347-354.

JORNAL ESTADO DE MINAS. 2022. "Minas Gerais é o estado com mais desastres naturais nos últimos 10 anos". Disponível em https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2022/04/07/interna_gerais,1358442/minas-gerais-e-o-estado-com-mais-desastres-naturais-nos-ultimos-10-anos.shtml. Acesso em 10 de abril de 2023.

JOSÉ DE PAGGI, S. AND J. C. PAGGI. 2007. Zooplankton. p. 229–50. In M. Iriondo, J. C. Paggi, and J. Parma (eds.) The Middle Paraná River: Limnology of a Subtropical Wetland. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany.

KLINK, C. A., & MACHADO, R. B. 2005. Conservation of the Brazilian cerrado. Conservation biology, 19(3), 707-713.

KLOH, J. S.; FIGUEREDO, Cleber Cunha; ETEROVICK, Paula Cabral. How close is microhabitat and diet association in aquatic ecomorphotypes? A test with tadpoles of syntopic species. Hydrobiologia, v. 828, p. 271-285, 2019.

KLUG, L. MARENGO, J. A. LUEDEMANN, G. 2016 Mudanças climáticas e os desafios brasileiros para implementação da nova agenda urbana. Repositório IPEA. Mudanças Climáticas. Capítulo 12. Disponível em:

https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9184/1/Mudan%C3%A7as%20clim%C3%A1ticas.pdf. Acesso em 06 de abril de 2023.

KREBS, C.J. Ecological Methodology. 2nd Edition, Benjamin Cummings, Menlo Park, 620 p. 1999.

KRUK, C.; SEGURA, A.M. The habitat template of phytoplankton morphology-based functional groups. Phytoplankton responses to human impacts at different scales, p. 191-202, 2012.

KUNZ, T.H.; TIDEMANN, C.R.; RICHARDS, G.C. Capturing mammals: Small volant mammals. Pp. 122–146, In D.E. Wilson, F.R. Cole, J.D. Nichols, R. Rudran, and M.S. Foster (Eds.). Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Mammals. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. 409 pp., 1996.

LABRUNA, M.B. Ecology of rickettsia in South America. Annals of the New York Academy of Sciences, v. 1166, n. 1, p. 156-166, 2009.

LANSAC-TÔHA, F. A. *et al.* Biodiversity of zooplankton communities in the Upper Paraná River floodplain: interannual variation from long-term studies. Brazilian Journal of Biology, v. 69, p. 539-549, 2009.

LANSAC-TÔHA, F. A. *et al.* Zooplâncton de uma planície de inundação do rio Paraná. II. Variação sazonal e influência dos níveis fluviométricos sobre a comunidade. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 6, p. 42-55, 1993.

LAURANCE, W.F. *et al.* Biomass collapse in Amazonian Forest fragments. Science, v. 278, n. 5340, p. 1117-1118, 1997.

Leis Estaduais. Lei Ordinária nº 16460, de 12 de dezembro de 2006. Disponível em: < https://leisestaduais.com.br/mg/lei-ordinaria-n-16460-2006-minas-gerais-declara-de-utilidade-publica-a-entidade-consorcio-dos-municipios-do-lago-de-tres-marias-comlago-com-sede-no-municipio-de-tres-marias > Acesso em 17 de Abr 2023.

LEITE, A. C.; VALADARES, C.; MENDES, J. B. Geoprocessamento. Belo Horizonte, 2015. Trabalho de graduação (Disciplina de Geoprocessamento) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais.

LEITE, F.S.F., PEZZUTI, T.L., GARCIA, P.C.A. 2019. Anfíbios anuros do Quadrilátero Ferrífero (data de acesso). Acessível em http://saglab.ufv.br/aqf/. Universidade Federal de Viçosa, Campus Florestal, Minas Gerais, Brasil.

LIKENS, G.E. Primary production of inland aquatic ecosystems. Primary productivity of the biosphere, p. 185-202, 1975.

LIMA, V.R.D. 2021. O uso da morfometria geométrica alar para análise de simetria bilateral em mosquitos Culex subgênero Culex.

LINNAEUS, Carolus. Systema naturae. Laurentii Salvii: Stockholm, 1758.

LOIOLA, C.F., SILVA, D.A.D., & GALATI, E.A.B. 2007. Phlebotomine fauna (Diptera: Psychodidae) and species abundance in an endemic area of American cutaneous leishmaniasis in southeastern Minas Gerais, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 102, 581-585.

LOISELLE, B.A. Bird abundance and seasonality in a Costa Rican lowland forest canopy. The Condor, v. 90, n. 4, p. 761-772, 1988.

LONGHURST, A. R., & PAULY, D. Tropical Oceans.

LOPES, J.M. *et al.* The critical importance of an undammed river segment to the reproductive cycle of a migratory Neotropical fish. Ecology of Freshwater Fish, v. 28, n. 2, p. 302-316, 2018.

LUND, J.W.G.; KIPLING, C.; LE CREN, E. D. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. Hydrobiologia, v. 11, p. 143-170, 1958.

LÜTKEN, C. F. 1875. Velhas-Flodens Fiske. Et Bidrag til Brasiliens Kongelige Danske Videnskabernes Selskab.

LUZ, S.C.S.; LIMA, H.C.; SEVERI, W. Composição da ictiofauna em ambientes marginais e tributários do médio-submédio rio São Francisco. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 7, n. 2, p. 358-366, 2012.

MACE, G.M. & REYNOLDS, J.D. Exploitation as a conservation issue. In Conservation of exploited species (J.D. Reynolds, G.M. Mace, K.H. Redford & J.G. Robinson, eds). Cambridge University Press, Cambridge, p. 3-15. 2001.

MACHADO, A.B. M.; FONSECA, G. A. B.; MACHADO, R. B.; AGUIAR, L. M. S. & LINS, L.V. (eds.). Livro vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 1998.

MACHADO, A.B.; DRUMMOND, G.M.; PAGLIA, A.P. (org.). 2008. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, vol. 2, 1420 p.

MAGURRAN, A. E. Measuring biological diversity in time (and space). Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assessment. p. 85-96, 2011.

MAGURRAN, A. E. Measuring Biological Diversity. Oxford: Blackwell Publishing. 256 p. 2004.

MAGURRAN, A.E. Ecological diversity and its measurement. Princeton university press, 1988.

MANLY, B.J.F. 2008. Métodos estatísticos multivariados: uma introdução. 3 ed. Porto Alegre. Bookman. 229pp.

MAPBIOMAS. Mapas de uso e ocupação do solo dos municípios brasileiros. 2022. Disponível em: <https://mapbiomas.org/> Acesso em: 18. Jan. 2023

MARGALEF, R. Limnología (Vol. 1009). Barcelona: Omega, 1983.

MARIANI CF, MOSCHINI-CARLOS V, BRANDIMARTE AL, NISHIMURA PY, TÓFOLI CF, DURAN DS, LOURENÇO EM BRAIDOTTI JC, ALMEIDA LP, FIDALGO VH, POMPÊO MLM. Biota and water quality in the Riacho Grande reservoir, Billings complex (São Paulo, Brazil). Acta Limnol Bras 18(3):267–280. 2006.

MARINI, M. A.; GARCIA, F. I. Bird conservation in Brazil. Conservation Biology, v. 19, n. 3, p. 665-671, 2005.

MARTINS, C. S. 2000. Caracterização física e fitogeográfica de Minas Gerais. Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da Flora de Minas Gerais. Fundação Biodiversitas, Zoo-Botânica, Belo-Horizonte, 35-43.

MARTINS, F.R.; SANTOS, FAM dos. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. Revista Holos, v. 1, n. 1, p. 236-267, 1999.

MARTINS, Fabrina Bolzan, GONZAGA, Gabriela, SANTOS, Diego Felipe dos REBOITA, Michelle Simões. Classificação Climática De Köppen e de Thornthwaite para Minas Gerais: Cenário Atual e Projeções Futuras. Revista Brasileira de Climatologia. Ano 14 – Edição Especial Dossiê Climatologia de Minas Gerais. Nov 2018.

MARTINS, M. & OLIVEIRA, M. E. 1998. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. Herpetol. Nat. Hist. 6(2):78-150.

MATSUMURA-TUNDISI, TAKAKO *et al.* Eutrofização da represa de Barra Bonita: estrutura e organização da comunidade de Rotifera. Revista Brasileira de Biologia, v. 50, n. 4, p. 923-935, 1990.

MAURER, B.A.; MCGILL, Brian J. Measurement of species diversity. Biological diversity: frontiers in measurement and assessment, p. 55-65, 2011.

MAZEROLLE, M.J.; DESROCHERS, A.; ROCHEFORT, L. Landscape characteristics influence pond occupancy by frogs after accounting for detectability. Ecological Applications, v. 15, n. 3, p. 824-834, 2005.

MCALLISTER, D.E.; HAMILTON, A.L.; HARVEY, B. Global freshwater biodiversity: striving for the integrity of freshwater ecosystems. Sea Wind: bulletin of Ocean Voice International; 11 (3), 1997.

MEC – Ministério da Educação. Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior / Cadastro e-Mec. 2022. Disponível em: <https://emec.mec.gov.br/>

MELLO, P.L.H.D. 2014. Répteis Squamata endêmicos do Cerrado: Perdas de hábitat e conservação em cenários futuros.

MELO, M.R., & OYAKAWA, O.T. 2015. A new species of Characidium Reinhardt (Characiformes, Crenuchidae) with a distinctively dimorphic male. Copeia, 103(2), 281-289.

MELO, T. X.; LOURENÇO, L. J. S.; MEDEIROS, E. S. F. 2014. Checklist of zooplankton from the upper Ipanema River (Pernambuco), an intermittent river in semi-arid Brazil.Check List 10(3): 524–528.

MENIN, M.; WALDEZ, F.; LIMA, A.P. Temporal variation in the abundance and number of species of frogs in 10,000 ha of a forest in Central Amazonia, Brazil. South American Journal of Herpetology, v. 3, n. 1, p. 68-81, 2008.

MERRITT, R.W., *et al.* An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa. 1158 pp. 2008.

METCALFE, J.L. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in Europe. Environmental pollution, v. 60, n. 1-2, p. 101-139, 1989.

MICHALSKI, F.; PERES, C.A. Anthropogenic determinants of primate and carnivore local extinctions in a fragmented forest landscape of southern Amazonia. Biological conservation, v. 124, n. 3, p. 383-396, 2005.

MINAS GERAIS, 2000. LEI Nº 13.635 2000 de 12/07/2000. Declara o Buriti de Interesse Comum e Imune de Corte.

MINAS GERAIS, 2004. DECRETO Nº 43.904/2004 de 26/10/2004. Declara Imune de Corte e Exploração no Estado de Minas Gerais a Leguminosa Arbórea Conhecida como Faveiro de Wilson.

MINAS GERAIS, 2008. Deliberação Normativa COPAM nº 129, de 27 de novembro de 2008, que dispõe sobre o Zoneamento Ecológico Econômico - ZEE como instrumento de apoio ao planejamento e à gestão das ações governamentais para a proteção do meio ambiente do Estado de Minas Gerais.

MINAS GERAIS, 2012. Lei nº 20.308, de 27 de julho de 2012. Altera a Lei nº 10.883, de 2 de outubro de 1992[1], que declara de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no Estado de Minas Gerais, o pequizeiro (*Caryocar brasiliense*), e a Lei nº 9.743, de 15 de dezembro de 1988[2], que declara de interesse comum, de preservação permanente e imune de corte o ipê-amarelo. Diário do Executivo – "Minas Gerais" – 28/07/2012.

MINAS GERAIS, 2014. DECRETO Nº 46.602, DE 19 DE SETEMBRO DE 2014. Declara de interesse comum, de preservação permanente e imune de corte o Pinheiro Brasileiro.

MINAS GERAIS, 2019. DECRETO Nº 47.749, DE 11 DE NOVEMBRO DE 2019; Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental e sobre a produção florestal no âmbito do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.; Diário Executivo – Minas Gerais –12/11/2019.

MINAS GERAIS. 2010. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 02, de 08 de setembro de 2010. Institui o Programa Estadual de Gestão de Áreas Contaminadas, que estabelece as diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por substâncias químicas.

MINAS GERAIS. 2017. Instrução de Serviço SISEMA n° 08/2017. Dispõe sobre os procedimentos para a instrução dos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos efetiva ou potencialmente capazes de causar impactos sobre cavidades naturais subterrâneas e suas áreas de influência.

MINAS GERAIS. Gabinete Militar do Governador. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil. Plano de Emergência Pluviométrica 2021/2022: período 1º de outubro de 2021 a 30 de março de 2022 – CEDEC/MG – Minas Gerais: GMG. 2022.

Minas Gerais. Lei Estadual nº 12.503 de 1997. Cria o Programa Estadual de Conservação de Água. Minas Gerais: Diário do Executivo, 1997.

Minas Gerais. Secretaria de Estado de Justiça e Segurança Pública (SEJUSP)- Dados Abertos. Disponível em: <http://www.seguranca.mg.gov.br/2018-08-22-13-39-06/dados-abertos>. Acesso em: out de 2023.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Saúde Plano de Enfrentamento e resposta de vigilância em saúde ambiental à situação de seca/estiagem no Estado de Minas Gerais – 2020– Minas Gerais: SES. 2020.

Minas. Igreja de Canoeiros. Disponível em: <https://www.minasgerais.com.br/pt/atracoes/sao-goncalo-do-abaete/igreja-de-canoeiros>. Acesso em: 01 Fev. 2023.

Minas. Igreja Nossa Senhora das Mercês. Disponível em: < https://www.minasgerais.com.br/pt/atracoes/tres-marias/arquitetura/igreja-nossa-senhora-da-merces > Acesso em: 20 Jan. 2023.

Ministério de Minas e Energia. Plano Nacional de Mineração 2030: Geologia, Mineração e Transformação Mineral. 2011.

Ministério do Desenvolvimento Regional - Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA). Plano Nacional de Segurança Hídrica. Disponível em: <https://pnsh.ana.gov.br/home. Acesso em junho/2022>. Acesso em: Abr de 2023.

Ministério do Desenvolvimento Regional. Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040. Volume II: Plano de Ação: Estratégia Nacional para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos 2022-2040. 2022.

Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Qualidade Ambiental. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. 2022

MITTERMEIER, R.A. *et al.* Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. 2. ed. Cidade do México: CEMEX, 2004.

MITTERMEIER, R.A.; ROBLES-GIL, P.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C.G.; LAMOREUX, J. & FONSECA, G.A.B. Hotspots Revisited. Mexico City: CEMEX/Agrupación Sierra Madre. 2004.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria Nº 300, DE 13 DE DEZEMBRO DE 2022. Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. 2022.

MUYLAERT, R.L.; STEVENS, R.D.; RIBEIRO, M.C. Threshold effect of habitat loss on bat richness in cerrado-forest landscapes. Ecological Applications, v. 26, n. 6, p. 1854-1867, 2016.

MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

Nexa Recursos Minerais S.A. - Unidade Três Marias. 2022. Relatório de Monitoramento Hídrico Integrado - Outubro de 2021 a Setembro de 2022. Outubro de 2022.

Nexa Recursos Minerais S.A. - Unidade Três Marias. 2022. Relatório de Monitoramento de Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas na Área do Depósito de Rejeitos Murici - DRM-Abril a Setembro de 2022. Outubro de 2022.

Nexa Recursos Minerais S.A. - Unidade Três Marias. 2023. Relatório de Monitoramento de Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas na Área do Depósito de Rejeitos Murici - DRM-Outubro de 2022 a Setembro de 2023. Abril de 2023.

NIMER, E. 1989. Climatologia do Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE. 421p.

NOGUEIRA, C., RIBEIRO, S., COSTA, G. C., & COLLI, G. R. 2011. Vicariance and endemism in a Neotropical savanna hotspot: distribution patterns of Cerrado squamate reptiles. Journal of Biogeography, 38(10), 1907-1922.

NOGUEIRA, M. R.; LIMA, I. P. D.; MORATELLI, R.; TAVARES, V. D. C.; GREGORIN, R.; LÚCIO, P. (2014). Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. Check List, v. 10, n. 4, p. 808–821, 2014.

NOWAK, R. M. 1999. Walker's Mammals of the World (Vol. 1). JHU press.

Núcleo de Segurança Hídrica do Ministério do Desenvolvimento Regional. 2º Boletim de Monitoramento – Plano Nacional De Segurança Hídrica. 2021.

OGRZEWALSKA, M. *et al.* Epidemiology of Brazilian spotted fever in the Atlantic Forest, state of São Paulo, Brazil. Parasitology, v. 139, n. 10, p. 1283-1300, 2012.

OLIVEIRA FILHO, A.T. *et al*. Definição e delimitação de domínios e subdomínios das paisagens naturais do estado de Minas Gerais. Mapeamento e inventário da flora e dos reflorestamentos de Minas Gerais. Lavras: UFLA, p. 21-35, 2006.

OLIVEIRA, M.L. Três novas espécies de abelhas da Amazônia pertencentes ao gênero Eulaema (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). Acta Amazonica, v. 36, p. 121-127, 2006.

OLIVEIRA, Mara Regina de. Investigação da Contaminação por Metais Pesados da Água e Sedimento de Corrente nas Margens do Rio São Francisco e Tributários, a Jusante da Represa da CEMIG, no município de Três Marias, 2007.

OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B.; ALVES SOBRINHO, T.; PANACHUKI, E. Processo Analítico Hierárquico Aplicado a Vulnerabilidade Natural a Erosão. 2009. São Paulo, UNESP, Revista de Geociências, v. 28, n. 4, p. 417-424, 2009. XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do solo. Florianópolis, 2013.

OLIVEIRA-NETO, A.L., MORENO, I.H., JOLY, C.A., & BICUDO, C.E.M. 1999. Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX. Invertebrados de água doce.

PACHECO, J.F. *et al.* Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee—second edition. Ornithology Research, v. 29, n. 2, p. 94-105, 2021.

PAGLIA, A. P.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L. M. S.; CHIARELLO, A. G.; LEITE, Y. L. R; COSTA, L. P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M. C. M.; MENDES, S. L.; TAVARES, V. da C.; MITTERMEIER, R. A.; PATTON, J. L. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil / Annotated Checklist of Brazilian Mammals. 2ed. Occasional Papers in Conservation Biology, 6: 1-76. 2012.

PARDINI, R.; UMETSU, F. Pequenos mamíferos não-voadores da Reserva Florestal do Morro Grande: distribuição das espécies e da diversidade em uma área de Mata Atlântica. Biota Neotropica, v. 6, 2006.

PARKER, T.A., III, STOTZ, D.F. & FITZPATRICK, J.W. Ecological and distributional databases. In: STOTZ, D.F.; FITZPATRICK, J.W.; PARKER, T.A., III & MOSKOVITS, D.K. (Eds.). Neotropical birds: ecology and conservation. Chicago: Univ. Chicago Press. 1996.

PASSOS, V.M.A., FALCÃO, A.L., MARZOCHI, M.C.A., GONTIJO, C.M.F., DIAS, E.S., BARBOSA-SANTOS, E.G.O., ... & KATZ, N. 1993. Epidemiological aspects of American cutaneous leishmaniasis in a periurban area of the metropolitan region of Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 88, 103-110.

PENIDO, I.S.; PESSALI, T.C.; ZAWADZKI, C.H. When destruction comes first: two new species of Hypostomus Lacépède, 1803 (Siluriformes: Loricariidae) from a deeply impacted river in the Rio São Francisco Basin in Brazil. Journal of Fish Biology, 2021.

PERACCHI, A. L.; LIMA, I. P.; REIS, N. R.; NOGUEIRA, M. R.; ORTÊNCIOFILHO, H. Ordem Chiroptera. In: REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. (Eds.). Mamíferos do Brasil. Londrina: 2006, p.153- 230.

Periódicos UFMG. Aspectos Geoarqueológicos Do Sítio Cemitério Caixa D'água: Vale Do São Francisco - Minas Gerais/Brasil. Disponível em: < https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11727/8467 > Acesso em: 23 Fev. 2023.

PIACENTINI, V.Q. *et al.* Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee/Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. Revista Brasileira de Ornitologia, v. 23, p. 91-298, 2015.

PICAPEDRA, P.H.S *et al.* A long-term study on zooplankton in two contrasting cascade reservoirs (Iguacu River, Brazil): effects of inter-annual, seasonal, and environmental factors. PeerJ, v. 8, p. e8979, 2020.

PIELOU, E.C. The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of theoretical biology, v. 13, p. 131-144, 1966.

PIMENTA, B.; PEZZUTI. T.; FONSECA, M. R.; COSTA, D. Anfíbios: Alvorada de Minas, Conceição do Mato Dentro, Don Joaquim: Minas Gerais. Belo Horizonte: Bicho do Mato Editora, 196 p. 2014.

PINTO, T. J. D. S. Macroinvertebrados como bioindicadores em riacho tropical: uma avaliação de impactos por sedimentação, rompimento de barragem e de recuperação após medidas de restauração. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2018.

POMPEU, P.S.; GODINHO, H.P. Ictiofauna de três lagoas marginais do médio São Francisco. Águas, Peixes e Pescadores do São Francisco das Minas Gerais. PUC Minas, Belo Horizonte, p. 167-181, 2003.

Portal da Qualidade das Águas. Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas. Disponível em: < http://pnqa.ana.gov.br/pnqa.aspx > Acesso em: 06 de Abr. 2023.

Portal Três Marias. Conheça Andrequicé/MG. Disponível em: <https://www.portaltresmarias.com.br/conheca-andrequice>. Acesso em: 30 Jan 2023.

POTTS, S.G. *et al*. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. Trends in ecology & evolution, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010.

POUGH, F. H.; HEISER, J. B.; McFARLAND, W. N. A Vida dos Vertebrados. São Paulo: Atheneu, 2 ed., 839 p. 1993.

Prefeitura De Três Marias. Diagnóstico do Patrimônio Cultural da Área de Inventário Ribeirão do Boi e Extrema Grande. 2009.

Prefeitura Municipal de Morada Nova de Minas. Travessia de Balsas. Disponível em: <https://www.moradanova.mg.gov.br/detalhe-da-materia/info/atencao-confira-aqui-os-horarios-de-travessia-das-balsas-atualizados/46834 > Acesso em: 26 Jan 2024.

Prefeitura Municipal de São Gonçalo do Abaeté. Histórico de São Gonçalo do Abaeté. Disponível em: https://www.saogoncalodoabaete.mg.gov.br/historia.html. Acesso em: 20 Jan. 2023.

Prefeitura Municipal de São Gonçalo do Abaeté. Portal da Transparência. Disponível em: < http://177.131.142.182:8444/transparencia/paginas/publico/receita/consultarSubGrupoReceita.xhtml >. Acesso em: 26 Jan. 2024.

Prefeitura Municipal de São Gonçalo do Abaeté. Relatório Final do Plano Municipal de Saneamento Básico. 2016.

Prefeitura Municipal de Três Marias. Inventário de Proteção do Patrimônio Cultural de Três Marias. 2014. Disponível em: https://alertalicitacao.com.br/!licitacao/DOU-e6033bc0e8878d317e69 >. Acesso em: Acesso em: 15 Fev 2024.

Prefeitura Municipal de Três Marias. Lei Complementar nº 1/2008, de 10 de julho de 2008. Institui o Plano Diretor Participativo de Desenvolvimento Municipal do Município de Três Marias dá Outras Providências. Três Marias, MG, p. 2-50, 10 jul. 2008. Disponível em: < https://www.tresmarias.mg.gov.br/abrir_arquivo.aspx/Lei_Complementar_1_2008?cdLocal=5&arquivo={C02CDBD4-53DA-60D8-AD6B-4DD3B484EECC}.pdf>. Acesso em: 26 Jan 2023.

Prefeitura Municipal de Três Marias. Lei Municipal nº 2331/2012, de 25 de abril de 2012. Dispõe sobre normas de uso e ocupação do solo no Município de Três Marias. Três Marias, MG, p. 1-60, 25 abr. 2012.

Prefeitura Municipal de Três Marias. Licitação de Tomada de Preços para Implantação de Aterro Sanitário.

Prefeitura Municipal de Três Marias. Plano Plurianual. Disponível em: < https://www.tresmarias.mg.gov.br/arquivo/legislacao/lei_2580_2015 > Acesso em 04 Abr. 2023.

Prefeitura Municipal de Três Marias. Portal da Transparência. Disponível em: < https://dadosabertos-portalfacil.azurewebsites.net/461/receitas>. Acesso em: 20 Jan. 2023.

Prefeitura Municipal de Três Marias. Vizinho Protegido – Segurança. Disponível em: < https://www.tresmarias.mg.gov.br/detalhe-da-materia/info/vizinho-protegido---seguranca-publica/26671 > Acesso em: 20 Jan. 2023.

PRITCHARD, D.; HOGG, A.J. On sediment transport under dam-break flow. Journal of Fluid Mechanics, v. 473, p. 265-274, 2002.

Prous, A. Arqueologia Brasileira. Disponível em: https://leiaarqueologia.files.wordpress.com/2018/02/prous-a-1992-arqueologia-brasileira.pdf > Acesso em: 23 Jan 2023.

PUGEDO, H. *et al.* HP: um modelo aprimorado de armadilha luminosa de sucção para a captura de pequenos insetos. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 38, p. 70-72, 2005.

Quero Passagem. Rodoviária de São Gonçalo do Abaeté. Disponível em: < https://queropassagem.com.br/para-sao-goncalo-abaete-mg > Acesso em: 26 Jan. 2023.

Quero Passagem. Rodoviária de Três Marias. Disponível em: < https://queropassagem.com.br/rodoviaria-de-tres-marias#gref >. Acesso em: 20 Jan. 2023.

QUINN JL, COLE EF, PATRICK SC, SHELDON BC. Scale and state dependence of the relationship between personality and dispersal in a great tit population. J Anim Ecol. 2011.

R CORE TEAM. 2020. R: A language and environment for statistical computing. ISBN 3-900051-07-0. Retirado de http://www.R-project.org, 2020.

RAMOS, M. L. S. & PAIXÃO, M. M. O M. 2003. Disponibilidade hídrica de águas subterrâneas: produtividade de poços e reservas explotáveis dos principais sistemas aquíferos. 41 p.

RAPOSO, A. A. Análise morfométrica e da suscetibilidade erosiva como base para o ordenamento territorial da bacia do ribeirão Sardinha (Quadrilátero Ferrífero – MG). 2014. Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas.

RATTER, J.A.; RIBEIRO, J.F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. Annals of botany, v. 80, n. 3, p. 223-230, 1997.

REBOITA, Michelle Simões, RODRIGUES, Marcelo, SILVA, Luiz Felipe, ALVES, Maria Amélia. Aspectos Climáticos do Estado de Minas Gerais. Revista Brasileira de Climatologia. Ano 11 – Vol. 17 – Jul/Dez 2015.

REDFORD, K.H. A floresta vazia. In Manejo e conservação da vida silvestre (C. Valladares-Pádua & R.E. Bodmer, orgs). Sociedade Civil Mamirauá, Belém, p. 1-22. 1997.

REIS, H. L. S. 2014. Geologia e Recursos Minerais da Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I): estado de Minas Gerais.

REIS, N. R., PERACCHI, A. L., PEDRO, W. A., & LIMA I. P. (Eds.). Mamíferos do Brasil. 2nd ed. Londrina: Universidade Estadual da Londrina: p. 440. 2011.

REIS, N. R.; SHIBATTA, O. A.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. Sobre os Mamíferos do Brasil. In: REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. Mamíferos do Brasil, 2ed., Londrina: Universidade Estadual de Londrina, p. 23-29. 2011.

REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W.A.; LIMA, I.P. Morcegos do Brasil. UEL, Londrina. 253p. 2007.

REIS, R E.; KULLANDER, Sven O.; FERRARIS, Carl J. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, 2003.

REIS, R. E. *et al.* Fish biodiversity and conservation in South America. Journal of fish biology, v. 89, n. 1, p. 12-47, 2016.

RENCTAS. Primeiro Relatório Nacional sobre o Tráfico de Animais Silvestres Brasília, Renctas, 2001.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 392, DE 25 DE JUNHO DE 2007. Definição de vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais. Disponível em: http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=6991

REYNOLDS, C. S.; DESCY, J.-P. The production, biomass and structure of phytoplankton in large rivers. Large Rivers, p. 161-187, 1996.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. p. 87-166.

RIBEIRO, L.O.; UIEDA, V.S. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. Revista brasileira de Zoologia, v. 22, p. 613-618, 2005.

RIBEIRO-JÚNIOR, J.W.; BERTOLUCI, J. Anuros do cerrado da Estação Ecológica e da Floresta Estadual de Assis, sudeste do Brasil. Biota Neotropica, v. 9, p. 207-216, 2009.

RODRIGUES, M.T. The conservation of Brazilian reptiles: challenges for a megadiverse country. Conservation biology, v. 19, n. 3, p. 659-664, 2005.

RODRIGUES, M.T.U. Conservação dos répteis brasileiros: os desafios para um país megadiverso. Megadiversidade, v. 1, n. 1, p. 87-94, 2005.

ROMAÑA, C. Utilisation de la methode des precipitives pour identification du sang engeré par certain Reduvides. Bull. Soc. Path. Exot. 32: 625-628. 1939.

ROOS, A.L. Capturando Aves. In: VON MATTER, Sandro; STRAUBE, Fernando Costa; ACCORDI, Iury Almeida; PIACENTINI, Vitor de Queiroz & CANDIDO-JR, José Flávio. Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento. Rio de Janeiro: Editora Technical Books, 2010. p. 79- 104.

ROWCLIFFE, J. M *et al.* Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. Journal of Applied Ecology, p. 1228-1236, 2008.

ROWCLIFFE, J. M; COWLISHAW, Guy; LONG, Janice. A model of human hunting impacts in multi-prey communities. Journal of applied ecology, v. 40, n. 5, p. 872-889, 2003.

ROYAL BOTANICAL GARDEN 2022; Disponível em: https://www.kew.org/about-us/press-media/2022-at-Kew-and-Wakehurst.

RUSSO, D *et al.* Do we need to use bats as bioindicators? Biology, v. 10, n. 8, p. 693, 2021.

SATO, Y.; GODINHO, H.P. Peixes da bacia do rio São Francisco. In: Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo: EDUSP, 1999. p. 401-413.

SCOLFORO J. R. S.; Oliveira A. D.; Carvalho, L. M.T. (editores), 2008. Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais: zoneamento e cenários exploratórios. Lavras: Editora UFLA

SCOLFORO, J. R. S.; THIERSCH, C. R. Biometria florestal: medição, volumetria e gravimetria. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004.

Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais. Diagnóstico do Setor Mineral De Minas Gerais: Documento-Base para Formulação do Plano Estadual da Mineração. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.mg.gov.br/application/projetos/projeto/1081≥. Acesso em: Abr de 2022.

SEGALLA, M. V.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; GARCIA, P. C. A.; GRANT, T.; HADDAD, C. F. B.; SANTANA, D. J.; TOLEDO, L. F; LANGONE, J. Brazilian amphibians – list of species. 2019. Disponível em: <http://www.sbherpetologia.org.br>. Acesso em: 02 jul 2023.

SEGALLA, M.V.; BERNECK, B.; CANEDO, C.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C.A.G., GARCIA, P.C.A.; GRANT, T.; HADDAD, C.F.B.; LOURENÇO, A.C.C.; MÂNGIA, S.; MOTT, T.; NASCIMENTO, L.B.; TOLEDO, L.F.; WERNECK, F.P.; LANGONE, J.A. 2021. List of Brazilian Amphibians. Herpetologia Brasileira, 10(1): 121- 216.

SER-DH Sistema Estadual de Redes em Direitos Humanos da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Social. Mapeamento de Comunidades e Povos Tradicionais em Minas Gerais. Disponível em: <https://serdh.mg.gov.br/mapas/#!/comunidade>. Acesso em: 20 Mar. 2023.

SHANNON, C.E.; WEAVER, W.; WIENER, N. The mathematical theory of communication. Physics Today, v. 3, n. 9, p. 31-32, 1949.

SICK, H. Ornitologia Brasileira. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 1997.

Sidra IBGE. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: < https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas > Acesso em: 18. Jan. 2023

SIGEP - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos. Disponível em: http://sigep.cprm.gov.br/. Acesso em março de 2023.

SILVA, C. R. da, & Dantas, M. E. (n.d.). Mapas Geoambientais.

SILVA, G.S., MELO, B.F., OLIVEIRA, C., & BENINE, R.C. 2016. Revision of the South American genus Tetragonopterus Cuvier, 1816 (Teleostei: Characidae) with description of four new species. Zootaxa, 4200(1), 1-46.

SILVA, J.M.C. Birds of the Cerrado region, South America. Steenstrupia, 21: 69-92. 1995.

SILVA, L.A.F.D. 2014. Helmintofauna associada a répteis provenientes da Reserva Particular do Patrimônio Natural Foz do Rio Aguapeí, Estado de São Paulo.

SILVA, R.F.D., & NEVES, D.P. 1989. Os mosquitos (Diptera: Culicidae) do Campus Ecológico da UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 84, 501-503.

SILVANO, D.L.; SEGALLA, M.V. Conservação de anfíbios no Brasil. Megadiversidade, v. 1, n. 1, p. 79-86, 2005.

SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R; ALMEIDA, E.A.B. Abelhas brasileiras. Sistemática e Identificação. Fundação Araucária, Belo Horizonte, v. 253, 2002.

SILVEIRA, L., JÁCOMO, A.T.A. & DINIZ-FILHO, J.A.F. 2003. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. Biol. Conserv. 114:351-355.

SIMÕES, N.R.; SONODA, S. Estrutura da assembléia de microcrustáceos (Cladocera e Copepoda) em um reservatório do semi-árido Neotropical, Barragem de Pedra, Estado da Bahia, Brasil. Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 31, n. 1, p. 89-95, 2009.

SISTEMA DE GEOCIÊNCIAS DA CPRM - GeoSGB. Disponível em: https://geosgb.cprm.gov.br/. Acesso em março de 2023.

Sistema de Informação de Águas Subterrâneas – SIAGAS do Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Disponível em: https://siagasweb.sgb.gov.br/layout/index.php Acesso em abril de 2023.

Sistema Estadual de Meio Ambiente - SISEMA. Infraestrutura de Dados Espaciais- IDE-SISEMA. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>. Acesso em: Abr de 2023.

SMITH, M. A.; GREEN, D. M. Dispersal and the metapopulation in amphibian and paradigm ecology are all amphibian conservation: populations metapopulations. Ecography, v. 28, n. 1, p. 110-128, 2005.

SMITH, V.H.; JOYE, S.B.; HOWARTH, R.W. Eutrophication of freshwater and marine ecosystems. Limnology and oceanography, v. 51, n. 1part2, p. 351-355, 2006.

SOARES, B.E. *et al.* Temporal variations in the feeding of the endangered Neotropical fish Brycon orthotaenia (Characiformes: Bryconidae) in the middle São Francisco River. Studies on Neotropical Fauna and Environment, v. 52, n. 3, p. 239-243, 2017.

SOMENZARI, M. *et al.* An overview of migratory birds in Brazil. Papéis Avulsos de Zoologia, v. 58, 2018.

SONTER, L.J.; ALI, S.H.; WATSON, J.E.M. Mining and biodiversity: key issues and research needs in conservation science. Proceedings of the Royal Society Biological Sciences v. 285, n. 1892, p. 20181926, 2018.

SOUZA, C.M.D., PESSANHA, J.E., BARATA, R.A., MONTEIRO, É.M., COSTA, D.C., & DIAS, E.S. 2004. Study on phlebotomine sand fly (Diptera: Psychodidae) fauna in Belo Horizonte, state of Minas Gerais, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 99, 795-803.

Souza, M. L. (2021). Os Conceitos Fundamentais da Pesquisa Sócio-Espacial (6a Edição).

Souza, M. L. de. (2020). Articulando ambiente, território e lugar: A luta por justiça ambiental e suas lições para a epistemologia e a teoria geográficas. AMBIENTES, 2, 16–64.

SOUZA-PEREIRA, P. E., & MONTEIRO CAMARGO, A. F. Efeito da salinidade e do esgoto orgânico sobre a comunidade zooplanctônica, com ênfase nos copépodes, do estuário do rio Itanhaém, Estado de São Paulo. Acta Scientiarum, 9-17. 2004.

STOTZ, D. F.; FITZPATRICK, J. W.; PARKER, T. A. III & DK MOSKOVITS. 1996. Neotropical birds: ecology e conservation. Chicago, University of Chicago Press, 478p.

STRAUBE, F. C.; BIANCONI, G.V. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. Chiroptera Neotropical, v. 8, n. 1-2, p. 150-152, 2002.

STUMPP, R. *et al.* Contributions to the knowledge of small mammals (Mammalia) from northwestern Minas Gerais, Brazil. Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão, nova série, v. 38, n. 1, p. 1-21, 2016.

STUTZ, W. H. *et al.* Updated list of Uberlândia bats (Minas Gerais state, southeastern Brazil). Chiroptera Neotropical, v. 10, n. 1-2, p. 188-190, 2004.

SZARO, R.C.; SEVERSON, K.E. Management of anphibians, reptiles and small mamals in North América. 1988.

TADDEI, V.A. 1999. Os morcegos. Pp.249-283. In: Insetos e outros invasores de residências (Mariconi, F.A.M., coord.). "Biblioteca de Ciências Agrárias Luis de Queirós", USP, Piracicaba, SP, 1ª ed., 460 pp.

TAVARES, T. D.; 2019 Proveniência sedimentar da Formação Três Marias no Sinclinal de Buenópolis (MG). Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais (Tectônica, Petrogênese e Recursos Minerais). Departamento de Geologia. Universidade Federal de Ouro Preto.

TAVARES, V.C.; AGUIAR, L.M.S.; PERINI, F.A.; FALCÃO, F.C.; GREGORIN, R. Bats of the state of Minas Gerais, southeastern Brasil. Chiroptera Neotropical, v. 16, n. 1, 2010.

TERÁN, G.E.; BENITEZ, M. F.; MIRANDE, J. M. Opening the Trojan horse: phylogeny of Astyanax, two new genera and resurrection of Psalidodon (Teleostei: Characidae). Zoological Journal of the Linnean Society, 2020

Tetra Tech. 2023. FEL 3 – Projeto Básico – Cimentação de Rejeito – Memorial Descritivo de Controle e Intertravamento de Processo. Relatório Técnico MD-C720521010-0901AUT0501 elaborado em fevereiro de 2023.

TEWS, J. *et al.* Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. Journal of biogeography, v. 31, n. 1, p. 79-92, 2004.

THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN (2020); Disponível em> https://www.nybg.org/plant-research-and-conservation/

THORNTON, D.H.; BRANCH, L.C.; SUNQUIST, M.E. The relative influence of habitat loss and fragmentation: do tropical mammals meet the temperate paradigm? Ecological Applications, v. 21, n. 6, p. 2324-2333, 2011.

THORP, J. H., & COVICH, A. P. An overview of freshwater habitats. Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates', 2nd edn. (Eds J. Thorp and AP Covich.) pp, 19-41. 2001.

TILMAN, D.; KILHAM, S.S.; KILHAM, P. Phytoplankton community ecology: the role of limiting nutrients. Annual review of Ecology and Systematics, v. 13, n. 1, p. 349-372, 1982.

TOLEDO, L.F.; ZINA, J.; HADDAD, C.F.B. Distribuição espacial e temporal de uma comunidade de anfíbios anuros do município de Rio Claro, São Paulo, Brasil. Holos Environment, v. 3, n. 2, p. 136-149, 2003.

TPF Engenharia Ltda. 2022. FEL 2 – Projeto Conceitual - Depósito de Rejeitos (disposição a seco)- Relatório Técnico Conceitual (RTC) para projeto conceitual de empilhamento à seco de rejeitos cimentados referente ao RT06. Relatório Técnico. RL-C720521010-0902CIV0122-R1, elaborado em 04 de dezembro de 2022.

TPF Engenharia Ltda. 2022a. FEL 3 - Projeto do Aterro Experimental - Projeto Conceitual - FEL 3 – Depósito de rejeitos com deposição a seco, estudos sobre o risco geológico, estrutural e sísmico - Relatório Técnico. RL-C720521010-0902CIV0910-R0, elaborado em 12 de dezembro de 2022.

TPF Engenharia Ltda. 2023. FEL 3 – Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais de Três Marias – MG. Relatório Técnico de Estudos e Avaliações Geológico-Geotécnicas e Hidrogeológicas Incluindo Estudos de Estabilidade e Percolação, Liquefação de Rejeitos e Tensão-Deformação. Relatório Técnico RL-C720521010-0902CIV0914-R2, elaborado em maio de 2023.

TPF Engenharia Ltda. 2023a. FEL 3 – Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais de Três Marias – MG. Relatório Técnico – Critérios e Premissas. Relatório Técnico RL-C720521010-0902CIV0925-R2, elaborado em junho de 2023.

TPF Engenharia Ltda. 2023b. FEL 3 – Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais de Três Marias – MG. Relatório Técnico – Estudos Hidrológicos-Hidráulicos . Relatório Técnico RL-C720521010-0902CIV0911-R3, elaborado em julho de 2023.

TPF Engenharia Ltda. 2023c. FEL 3 – Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais de Três Marias – MG. Relatório Técnico – Mapeamento Geológico-Geotécnico. Relatório Técnico RL-C720521010-0902CIV0910-R3, elaborado em julho de 2023.

TRAJANO, E., & GIMENEZ, E.E. 1998. Bat community in a cave from eastern Brazil, including a new record of Lionycteris (Phyllostomidae, Glossophaginae). Studies on Neotropical Fauna and Environment, 33(2), 69-75.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. Estudo dos Insetos: Tradução da 7ª edição de Borror and DeLong ‘s Introduction to the Study of Insects. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015. 761 p.

TROMBULAK, SC.; FRISSELL, C.A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. Conservation biology, v. 14, n. 1, p. 18-30, 2000.

UEHLINGER, V. Étude statistique des méthodes de dénombrement planctonique. Arch. Sci., 17(2):121-123.1964

UETZ, P. *et al.* A global catalog of primary reptile type specimens. Zootaxa, v. 4695, n. 5, p. 438–450-438–450, 2019.

UFRGS – Universidade Federal do rio Grande do Sul. 2022. Processo de solidificação \ estabilização de rejeito de zinco. Resultados de ensaios químicos, mineralógicos, microestruturais

e de caracterização geotécnica – Relatório Técnico RL-C720521010-0902CIV0710-R0, elaborado em 10 de outubro de 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV, UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS – UFLA, FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE – FEAM E FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais. Escala 1:650.000.

UTERMÖHL H. Zur Vervollkommnung der quntitativen Phytoplankton // Methodik Internationale Vereinigung für theoretishe und angewandte Limnologie, Mitteilungen. V. 9. P. 1–38. 1958.

VALDUJO, P.H. *et al.* Anuran species composition and distribution patterns in Brazilian Cerrado, a Neotropical hotspot. South American Journal of Herpetology, v. 7, n. 2, p. 63-78, 2012.

VALE, M.M. *et al.* Endemic birds of the Atlantic Forest: traits, conservation status, and patterns of biodiversity. Journal of Field Ornithology, v. 89, n. 3, p. 193-206, 2018.

VAN DER LAAN R, editor. Freshwater fish list: an alphabetic scientific name list of the world's freshwater fishes and an overview of the scientific names used in the aquarium literature. 18th ed. Almere: The Netherlands; 2016.

VAN ROOY, P.T.J.C; STUMPEL, A.H.P. Ecological impact of economic development on Sardinian herpetofauna. Conservation Biology, v. 9, n. 2, p. 263-269, 1995.

VASCONCELOS, M. F.; D'ANGELO NETO, S. Padrões de distribuição e conservação da avifauna na região central da Cadeia do Espinhaço e áreas adjacentes, Minas Gerais, Brasil. Cotinga, v. 28, p. 27-44, 2007.

VASCONCELOS, T.D.S., & ROSSA-FERES, D.D.C. 2005. Diversidade, distribuição espacial e temporal de anfíbios anuros (Amphibia, Anura) na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. Biota Neotropica, 5, 137-150.

VÉLEZ, D., & SILVEIRA, F.A. 2006. Synonymic note on Epicharis (Triepicharis) Moure 1945 (Hymenoptera: Apidae). Lundiana: International Journal of Biodiversity, 7(2), 151-154.

VELHO, L.F.M.; LANSAC-TÔHA, F.A.; SERAFIM-JUNIOR, M. Testate amoebae (Rhizopodea-Sarcodina) from zooplankton of the high Paraná River floodplain, state of Mato Grosso do Sul, Brazil: I. Families Arcellidae and Centropyxidae. Studies on Neotropical Fauna and Environment, v. 31, n. 1, p. 35-50, 1996.

VIEIRA, A.C.B. *et al.* Population dynamics of Moina minuta Hansen (1899), Ceriodaphnia cornuta Sars (1886), and Diaphanosoma spinulosum Herbst (1967) (Crustacea: Branchiopoda) in different nutrients (N and P) concentration ranges. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 23, p. 48-56, 2011.

VIELLIARD, J.M.E.; ALMEIDA, M.E.C.; ANJOS, L. dos; SILVA, W.R. 2010 Levantamento quantitativo por pontos de escruta e o índice pontual de abundância (IPA). In: MATTER, S.V.; STRAUBE, F.C.; ACCORDI, I.; PIACENTINI, V.; CÂNDIDO-JR, J.F. Ornitologia e Conservação. Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento. Rio de Janeiro: Technical Books. p. 47-60.

VIELLIARD, J.M.E.; SILVA, W.R. Nova metodologia de levantamento quantitativo da avifauna e primeiros resultados no interior do Estado de São Paulo, Brasil. Anais do IV Encontro Nacional de Anilhadores de Aves, Recife, p. 117-151, 1990.

WARD, R. A. Second Supplement to "A Catalog of the Mosquitoes of the World" (Diptera: Culicidae). Mosquito Systematics, Salt Lake, Utah, v.16, n. 3. 1984.

WEBB, J.K.; BROOK, B.W.; SHINE, R. What makes a species vulnerable to extinction? Comparative life-history traits of two sympatric snakes. Ecological research, v. 17, p. 59-67, 2002.

WELLS, K.D. 2007 The Ecology and Behavior of Amphibians. The University of Chicago Press, Chicago, USA.

WHELAN, C.J.; ŞEKERCIOĞLU, Ç.H.; WENNY, D.G. Why birds matter: from economic ornithology to ecosystem services. Journal of Ornithology, v. 156, p. 227-238, 2015.

Wikiloc - Trilhas do Mundo. Cachoeira do Garimpo em canoeiros São Gonçalo do Abaeté. Disponível em: < https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/cachoeira-do-garimpo-em-canoeiros-sao-goncalo-do-abaete-mg-25854689 >. Acesso em: 01 Fev. 2023.

Wikipedia. Lista de Mesorregiões e Microrregiões de Minas Gerais. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_mesorregi%C3%B5es_e_microrregi%C3%B5es_de_Minas_Gerais>. Acesso em: 27 Jan 2023.

Wikipedia. São Gonçalo do Abaeté. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_Gon%C3%A7alo_do_Abaet%C3%A9#:~:text=Em%20maio%20de%201867%2C%20o,como%20um%20de%20seus%20distritos.>. Acesso em: 26 Jan 2023.

WILLIG, M.R. Reproductive patterns of bats from caatingas and cerrado biomes in northeast Brazil. Journal of Mammalogy, v. 66, n. 4, p. 668-681, 1985.

WILSON, L.D.; MCCRANIE, J.R. The conservation status of the herpetofauna of Honduras. Amphibian and Reptile Conservation, v. 3, n. 1, p. 6, 2004.

WSP - Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda. 2021. Relatório Integrado para os Serviços de Investigação Ambiental Detalhada, em Áreas da Unidade da Nexa Recursos Minerais, localizadas em Três Marias / MG – Etapas I, II, III, IV e V. NEXA Recursos Minerais S.A. Unidade Três Marias. Maio de 2021. RT-012_189-535-2229_04-J.

WSP - Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda. 2022. Relatório Integrado - Etapas de Investigação Ambiental Confirmatória, Investigação Detalhada, Avaliação de Risco à Saúde Humana, Avaliação de Risco Ecológica e Modelagem Matemática Hidrogeológica nas Áreas do Depósito de Rejeito Murici e Barragem Córrego da Lavagem. NEXA - Unidade Três Marias. Dezembro de 2022, RT-043_189-535-2229_00-B - Minuta

WSP - Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda. 2022a. Relatório Integrado para os Serviços de Investigação Ambiental na área do pH9. NEXA Recursos Minerais S.A. Unidade Três Marias. Dezembro de 2022. RT-044_189-535-2229_00-B.

WSP - Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda. 2022b. Relatório Consolidado das Atividades de Gerenciamento e Melhora do Quadro Hidroquímico na Área Clube Piraquaras e arredores. NEXA Recursos Minerais S.A. Unidade Três Marias. Novembro de 2022. RT-045_189-535-2229_00-B.

WSP - Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda. 2023. Relatório Técnico: Estudo de *Baseline* – determinação de Valor de Referência de Solo – Planta Cimentação: NEXA Três Marias. Maio de 2023. RT-002_20438011_00-B.

WSP - Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda. 2023a. Relatório Técnico: Relatório Preliminar de Valores de Referência para Água Subterrânea – Área da Planta de Cimentação e Futura Pilha de Resíduos Secos – Unidade Três Marias. Julho de 2023. RT-004_20438011_00-B.

WSP - Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda. 2023b. Relatório Técnico: Relatório Preliminar de Valores de Referência para Água Superficial – Área da Planta de Cimentação e Futura Pilha de Resíduos Secos (Três Marias / MG). Julho de 2023. RT-005_20438011_00-B.

YEO, M.*et al.* Origins of Chagas disease: Didelphis species are natural hosts of Trypanosoma cruzi I and armadillos hosts of Trypanosoma cruzi II, including hybrids. International journal for parasitology, v. 35, n. 2, p. 225-233, 2005.

YOUNG, B.E. *et al.* Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. Conservation biology, v. 15, n. 5, p. 1213-1223, 2001.

YouTube. Confira as emoções do Rodeio da festa do Peão de São Gonçalo do Abaeté 2022. Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=RQuSvwaLMQU >. Acesso em: 30 Jan. 2023.

ZANELLA, F.C.V., & MARTINS, C.F. 2003. Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação. Ecologia e conservação da Caatinga, 75-134.

ZANELLA, N.; CECHIN, S.Z. Taxocenose de serpentes no planalto médio do Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, v. 23, p. 211-217, 2006.

ZAWADZKI, C.H., OYAKAWA, O.T., & BRITSKI, H.A. 2017. Hypostomus velhochico, a new keeled Hypostomus Lacépède, 1803 (Siluriformes: Loricariidae) from the rio São Francisco basin in Brazil. Zootaxa, 4344(3), 560-572.

ZIERER, M., BRANDÃO, C.A.L., FOEGER, V., DALEPRANE, J.M., & WAIANDT, H.R. 2008. Estudo bioquímico do sangue de Bothrops jararaca (serpentes, Viperidae) mantida em cativeiro e de vida livre nos municípios de Santa Teresa e Santa Maria de Jetibá, ES. Diálogos e Ciência. Revista da Rede de Ensino FTC, 6, 1-8.

ZUG, G.R.; VITT, L.; CALDWELL, J.P. Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles. Academic press, 2001.

ANEXO 1 – ART E CTF

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20232624287

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

1. Responsável Técnico

RICARDO BARBOSA DOS SANTOS

Título profissional: **GEÓLOGO**

RNP: **0714545562**

Registro: **DF0000005662D MG**

Empresa contratada: **TRUST GESTAO E SUSTENTABILIDADE LTDA**

Registro Nacional: **46768-MG**

2. Dados do Contrato

Contratante: **Nexa Recursos Minerais S.A.**

CPF/CNPJ: **42.416.651/0001-07**

RODOVIA BH/BRASILIA BR 040 KM 284,5

Nº: **S/N**

Complemento:

Bairro: **CMM**

Cidade: **TRÊS MARIAS**

UF: **MG**

CEP: **39205000**

Contrato: **Não especificado**

Celebrado em: **11/01/2023**

Valor: **R$ 850.250,00**

Tipo de contratante: **Pessoa Juridica de Direito Privado**

Ação Institucional: **Outros**

3. Dados da Obra/Serviço

RODOVIA BH/BRASILIA BR 040 KM 284,5

Nº: **S/N**

Complemento:

Bairro: **CMM**

Cidade: **TRÊS MARIAS**

UF: **MG**

CEP: **39205000**

Data de Início: **01/02/2023**

Previsão de término: **01/02/2024**

Coordenadas Geográficas: **0, 0**

Finalidade: **AMBIENTAL**

Código: **Não Especificado**

Proprietário: **Nexa Recursos Minerais S.A.**

CPF/CNPJ: **42.416.651/0001-07**

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
14 - Elaboração		
40 - Estudo > MEIO AMBIENTE > DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > DE DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > #7.2.1.6 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	1,00	un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: https://www.crea-mg.org.br/transparencia/lgpd/politica-privacidade-dados. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

7. Entidade de Classe

- SEM INDICAÇÃO DE ENTIDADE DE CLASSE

RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149

Digital Signer:RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149
DN:CN=RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149, OU=Videoconferencia, OU=09155925000186, OU=(EM BRANCO), OU=RFB e-CPF A3, OU=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, O=ICP-Brasil, C=BR
Date:22/12/2023 13:44:37 -03:00

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Belo Horizonte, 22 de dezembro de 2023

Local data

RICARDO BARBOSA DOS SANTOS - CPF: 316.514.371-49

Nexa Recursos Minerais S.A. - CNPJ: 42.416.651/0001-07

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: https://crea-mg.sitac.com.br/publico/, com a chave: bYbZw
Impresso em: 22/12/2023 às 13:37:00 por: , ip: 179.178.160.250

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20232624287

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

Valor da ART: **R$ 254,59** Registrada em: **21/12/2023** Valor pago: **R$ 254,59** Nosso Número: **8603407114**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: https://crea-mg.sitac.com.br/publico/, com a chave: bYbZw
Impresso em: 22/12/2023 às 13:37:00 por: , ip: 179.178.160.250

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20232624422

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

1. Responsável Técnico

ANA MARIA RAPOSO DO CARMO
Título profissional: **GEÓGRAFA**
RNP: **1412373140**
Registro: **MG0000169236D MG**

2. Dados do Contrato

Contratante: **TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA** CPF/CNPJ: **21.024.830/0001-29**
RUA PARAÍBA Nº: **1352**
Complemento: **SALA 607** Bairro: **SAVASSI**
Cidade: **BELO HORIZONTE** UF: **MG** CEP: **30130148**

Contrato: **Não especificado** Celebrado em: **11/01/2023**
Valor: **R$ 3.000,00** Tipo de contratante: **Pessoa Juridica de Direito Privado**
Ação Institucional: **Outros**

3. Dados da Obra/Serviço

RODOVIA BH/BRASILIA BR 040 KM 284,5 Nº: **s/n**
Complemento: Bairro: **CMM**
Cidade: **TRÊS MARIAS** UF: **MG** CEP: **39205000**
Data de Início: **01/02/2023** Previsão de término: **01/02/2024** Coordenadas Geográficas: **0, 0**
Finalidade: **AMBIENTAL** Código: **Não Especificado**
Proprietário: **NEXA RECURSOS MINERAIS S.A.** CPF/CNPJ: **42.416.651/0001-07**

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
14 - Elaboração		
40 - Estudo > MEIO AMBIENTE > DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > DE DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > #7.2.1.6 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	1,00	un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: https://www.crea-mg.org.br/transparencia/lgpd/politica-privacidade-dados. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

7. Entidade de Classe

- SEM INDICAÇÃO DE ENTIDADE DE CLASSE

gov.br
Documento assinado digitalmente
ANA MARIA RAPOSO DO CARMO
Data: 22/12/2023 13:58:15-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Belo Horizonte (Local), 22 de dezembro (data) de 2023

ANA MARIA RAPOSO DO CARMO - CPF: 086.282.366-86
RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149
Digital Signer:RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149 DN:CN=RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149, OU=videoconferencia, OU=09155925000186, OU=(EM BRANCO), OU=RFB e-CPF A3, OU=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, O=ICP-Brasil, C=BR Date:22/12/2023 13:46:29 -03:00

TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA - CNPJ: 21.024.830/0001-29

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

Valor da ART: **R$ 96,62** Registrada em: **21/12/2023** Valor pago: **R$ 96,62** Nosso Número: **8603407440**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: https://crea-mg.sitac.com.br/publico/, com a chave: Z7zZ8
Impresso em: 22/12/2023 às 13:38:55 por: , ip: 179.178.160.250

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20232621215

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

1. Responsável Técnico

ANDRE SANDIM CAMPOS
Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**
RNP: **1411108043**
Registro: **MG0000155493D MG**

Empresa contratada: **RANDI ENGENHARIA LTDA**
Registro Nacional: **0001326023-MG**

2. Dados do Contrato

Contratante: **Trust Gestão e Sustentabilidade Ltda**
CPF/CNPJ: **21.024.830/0001-29**
RUA PARAÍBA
Nº: **1352**
Complemento: **sala 607**
Bairro: **SAVASSI**
Cidade: **BELO HORIZONTE**
UF: **MG**
CEP: **30130148**

Contrato: **Não especificado**
Celebrado em: **01/02/2023**
Valor: **R$ 5.000,00**
Tipo de contratante: **Pessoa Juridica de Direito Privado**
Ação Institucional: **Outros**

3. Dados da Obra/Serviço

RODOVIA BR-040
Nº: **S/N**
Complemento: **Km 284,5**
Bairro: **CMM**
Cidade: **TRÊS MARIAS**
UF: **MG**
CEP: **39205000**
Data de Início: **28/07/2023**
Previsão de término: **01/02/2024**
Coordenadas Geográficas: **-18.194377, -45.241892**
Finalidade: **AMBIENTAL**
Código: **Não Especificado**
Proprietário: **Nexa Recursos Minerais S.A.**
CPF/CNPJ: **42.416.651/0001-07**

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
14 - Elaboração		
40 - Estudo > MEIO AMBIENTE > GESTÃO AMBIENTAL > #7.6.6 - DE ESTUDOS AMBIENTAIS	1,00	un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

Estudos hidrológicos para elaboração de EIA da unidade de Três Marias.

6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: https://www.crea-mg.org.br/transparencia/lgpd/politica-privacidade-dados. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

7. Entidade de Classe

SENGE-MG - Sindicato de Engenheiros no Estado de Minas Gerais

gov.br
Documento assinado digitalmente
ANDRE SANDIM CAMPOS
Data: 19/12/2023 14:11:46-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____, _____ de _____ de _____
Local data

ANDRE SANDIM CAMPOS - CPF: 096.730.536-50

RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149

Digital Signer:RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149
DN:CN=RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149, OU=videoconferencia, OU=00155925000186, OU=(EM BRANCO), OU=RFB e-CPF A3, OU=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, O=ICP-Brasil, C=BR
Date:22/12/2023 13:33:56 -03:00

Trust Gestão e Sustentabilidade Ltda - CNPJ: 21.024.830/0001-29

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

Valor da ART: **R$ 96,62** Registrada em: **19/12/2023** Valor pago: **R$ 96,62** Nosso Número: **8603402301**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: https://crea-mg.sitac.com.br/publico/, com a chave: z42yB
Impresso em: 19/12/2023 às 14:10:03 por: , ip: 189.83.45.111

Serviço Público Federal
Conselho Federal de Biologia
Conselho Regional de Biologia - 4ª Região

Situação: DEFERIDO	Data: 17/11/2022
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART	Nº: 20221000115472

CONTRATADO

Nome BRUNA KAREN PINHEIRO COSTA	Registro CRBio: 112538/04-D
Cpf: 112.639.406-84	Tel: (31) 99977-7451
E-mail: BRUNA_KPC@YAHOO.COM.BR	
Endereço RUA DOM OSCAR ROMERO, 157 AP 201 BL D2	
Cidade: BELO HORIZONTE	Bairro: NOVA GAMELEIRA
CEP: 30.510-080	UF: MG

CONTRATANTE

Nome TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA	
Registro	CPF/CGC/CNPJ: 21.024.830/0001-29
Endereço RUA PARAÍBA, 1352 SALA 607	
Cidade BELO HORIZONTE	Bairro SAVASSI
CEP: 30.130-148	UF: MG
Site:	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

Natureza Prestação de Serviço - EXECUÇÃO DE ESTUDOS, PROJETOS DE PESQUISA E/OU SERVIÇOS			
Identificação PROJETO CIMENTAÇÃO E EMPILHAMENTO A SECO			
Município do Trabalho: TRÊS MARIAS,	UF :MG	Município da sede: BELO HORIZONTE,	UF :MG
Forma de participação: EQUIPE	Perfil da equipe: BIÓLOGOS, ENGENHEIROS, GEÓLOGOS E GEÓGRAFOS		
Área do Conhecimento: ECOLOGIA, ZOOLOGIA	Campo de Atuação: MEIO AMBIENTE E BIODIVERSIDADE		

Descrição sumária da atividade: Elaboração de estudos ambientais de apifauna com coleta de dados primários para composição do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Projeto Cimentação e Empilhamento a Seco para Unidade Três Marias da Nexa.

Valor: R$ 2.000,00	Total de horas: 300
Início 17/11/2022	Término

ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

verifique a autenticidade

Data: 17/ 11 / 2022

Bruna Karen Pinheiro Costa

Assinatura do Profissional

Data: / /

RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149

Assinado de forma digital por RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149 Dados: 2022.11.18 13:25:11 -03'00'

Assinatura e Carimbo do Contratante

Solicitação de baixa por distrato

Data: / / Assinatura do Profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante

Solicitação de baixa por conclusão

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / / Assinatura do Profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20232624462

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

1. Responsável Técnico

ERICA MANTOVANI DE OLIVEIRA

Título profissional: **GEÓLOGA**

RNP: **2601941090**

Registro: **32005MG**

2. Dados do Contrato

Contratante: **Trust Gestão e Sustentabilidade Ltda.** CPF/CNPJ: **21.024.830/0001-29**

RUA PARAÍBA Nº: **1352**

Complemento: **sala 607** Bairro: **SAVASSI**

Cidade: **BELO HORIZONTE** UF: **MG** CEP: **30130148**

Contrato: **Não especificado** Celebrado em: **11/01/2023**

Valor: **R$ 2.000,00** Tipo de contratante: **Pessoa Juridica de Direito Privado**

Ação Institucional: **Outros**

3. Dados da Obra/Serviço

RODOVIA BR-040 (Belo Horizonte/Brasília) Nº: **s/n**

Complemento: **KM 284,5** Bairro: **CMM**

Cidade: **TRÊS MARIAS** UF: **MG** CEP: **39205000**

Data de Início: **11/01/2023** Previsão de término: **01/02/2024** Coordenadas Geográficas: **0, 0**

Finalidade: Código: **Não Especificado**

Proprietário: **Nexa Recursos Minerais S.A** CPF/CNPJ: **42.416.651/0001-07**

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
8 - Consultoria		
40 - Estudo > MEIO AMBIENTE > DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > DE DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > #7.2.1.1 - CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO	240,00	h

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

Diagnóstico do Meio Físico, Avaliação dos Impactos Ambientais e Programas Ambientais das temáticas: geologia, solos, paisagem, processos erosivos, recursos hídricos subterrâneos, espeleologia e clima do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: https://www.crea-mg.org.br/transparencia/lgpd/politica-privacidade-dados. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

7. Entidade de Classe

SINGEO-MG - Sindicato dos Geólogos no Estado de Minas Gerais

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Belo Horizonte (Local), 20 de Dezembro (data) de 2023

ERICA MANTOVANI DE OLIVEIRA - CPF: 290.233.058-84

RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149

Digital Signer:RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149
DN:CN=RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149, OU=videoconferencia, OU=01559250000186, OU=EM BRANCO, OU=RFB e-CPF A3, OU=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, O=ICP-Brasil, C=BR
Date:22/12/2023 14:12:31 -03:00

Trust Gestão e Sustentabilidade Ltda. - CNPJ: 21.024.830/0001-29

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

Valor da ART: **R$ 96,62** Registrada em: **20/12/2023** Valor pago: **R$ 96,62** Nosso Número: **8603407586**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: https://crea-mg.sitac.com.br/publico/, com a chave: yc1zY
Impresso em: 20/12/2023 às 12:41:59 por: , ip: 191.255.86.246

Serviço Público Federal
Conselho Federal de Biologia
Conselho Regional de Biologia - 4ª Região

Situação: DEFERIDO	Data: 16/11/2022
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART	Nº: 20221000115420

CONTRATADO

Nome FAGNER DANIEL TEIXEIRA	Registro CRBio: 098742/04-D
Cpf: 097.381.616-30	Tel: (37) 3333-1754
E-mail: FAGNERDANI@HOTMAIL.COM	
Endereço AVENIDA JOAO GONCALVES TEIXEIRA, 22 CASA	
Cidade: CARMÓPOLIS DE MINAS	Bairro: GLORIA
CEP: 35.534-000	UF: MG

CONTRATANTE

Nome TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA.	
Registro	CPF/CGC/CNPJ: 21.024.830/0001-29
Endereço RUA PARAÍBA, 1352 SALA 607	
Cidade VAZANTE	Bairro SAVASSI
CEP: 38.780-000	UF: MG
Site:	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

Natureza Prestação de Serviço - EXECUÇÃO DE ESTUDOS, PROJETOS DE PESQUISA E/OU SERVIÇOS			
Identificação PROJETO CIMENTAÇÃO E EMPILHAMENTO A SECO			
Município do Trabalho: TRÊS MARIAS,	UF :MG	Município da sede: BELO HORIZONTE,	UF :MG
Forma de participação: EQUIPE	Perfil da equipe: BIÓLOGOS, ENGENHEIROS, GEÓLOGOS E GEÓGRAFOS		
Área do Conhecimento: ECOLOGIA, ZOOLOGIA	Campo de Atuação: MEIO AMBIENTE E BIODIVERSIDADE		

Descrição sumária da atividade: Elaboração de estudos ambientais da avifauna com coleta de dados primários para composição do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Projeto Cimentação e Empilhamento a Seco para Unidade Três Marias da Nexa.

Valor: R$ 2.000,00	Total de horas: 80
Início 10/11/2022	Término

ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

verifique a autenticidade

Data: 16 / 11 / 2022

Assinatura do Profissional

Data: / /

RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149

Assinado de forma digital por RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149
Dados: 2022.11.17 08:34:45 -03'00'

Assinatura e Carimbo do Contratante

Solicitação de baixa por distrato

Data: / / Assinatura do Profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante

Solicitação de baixa por conclusão

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / / Assinatura do Profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante

Serviço Público Federal
Conselho Federal de Biologia
Conselho Regional de Biologia - 4ª Região

Situação: DEFERIDO	Data: 16/11/2022
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART	Nº: 20221000115389

CONTRATADO

Nome GABRIELA RODRIGUES SILVA	Registro CRBio: 117246/04-D
Cpf: 118.926.006-92	Tel: 998938895
E-mail: GABYRSILVA96@GMAIL.COM	
Endereço AVENIDA CORONEL JUVENTINO DIAS, 676	
Cidade: PEDRO LEOPOLDO	Bairro: CENTRO
CEP: 33.250-156	UF: MG

CONTRATANTE

Nome TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA.	
Registro	CPF/CGC/CNPJ: 21.024.830/0001-29
Endereço RUA PARAÍBA, 1352 SALA 607	
Cidade BELO HORIZONTE	Bairro SAVASSI
CEP: 30.130-148	UF: MG
Site:	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

Natureza Prestação de Serviço - EXECUÇÃO DE ESTUDOS, PROJETOS DE PESQUISA E/OU SERVIÇOS			
Identificação PROJETO CIMENTAÇÃO E EMPILHAMENTO A SECO			
Município do Trabalho: TRÊS MARIAS,	UF :MG	Município da sede: BELO HORIZONTE,	UF :MG
Forma de participação: EQUIPE	Perfil da equipe: BIÓLOGOS, ENGENHEIROS, GEÓLOGOS E GEÓGRAFOS		
Área do Conhecimento: ECOLOGIA, ZOOLOGIA	Campo de Atuação: MEIO AMBIENTE E BIODIVERSIDADE		

Descrição sumária da atividade: Elaboração de estudos ambientais da ictiofauna com coleta de dados primários para a composição do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Projeto Cimentação e Empilhamento a Seco para Unidade Três Marias da Nexa.

Valor: R$ 2.000,00	Total de horas: 80
Início 10/11/2022	Término

ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

verifique a autenticidade

Data: 16 / 11 / 2022

Gabriela Rodrigues Silva

Assinatura do Profissional

Data: / /

RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149

Assinado de forma digital por RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149
Dados: 2022.11.17 08:36:22 -03'00'

Assinatura e Carimbo do Contratante

Solicitação de baixa por distrato

Data: / / Assinatura do Profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante

Solicitação de baixa por conclusão

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / / Assinatura do Profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante

Serviço Público Federal
Conselho Federal de Biologia
Conselho Regional de Biologia - 4ª Região

Situação: DEFERIDO	Data: 16/11/2022
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART	Nº: 20221000115402

CONTRATADO

Nome GUSTAVO HENRIQUE DE PAULA ABRANTES	Registro CRBio: 117374/04-D
Cpf: 093.784.916-26	Tel: (31) 98465-7774
E-mail: GUSTAVOABRANTES@OUTLOOK.COM	
Endereço RUA JOSÉ RIBEIRO FILHO, 35 BLOCO 1 - APTO. 607	
Cidade: BELO HORIZONTE	Bairro: OURO PRETO
CEP: 31.330-500	UF: MG

CONTRATANTE

Nome TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA.	
Registro	CPF/CGC/CNPJ: 21.024.830/0001-29
Endereço RUA PARAÍBA, 1352 607	
Cidade BELO HORIZONTE	Bairro SAVASSI
CEP: 30.130-148	UF: MG
Site:	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

Natureza Prestação de Serviço - EXECUÇÃO DE ESTUDOS, PROJETOS DE PESQUISA E/OU SERVIÇOS			
Identificação PROJETO CIMENTAÇÃO E EMPILHAMENTO A SECO			
Município do Trabalho: TRÊS MARIAS,	UF :MG	Município da sede: BELO HORIZONTE,	UF :MG
Forma de participação: EQUIPE	Perfil da equipe: BIÓLOGOS, ENGENHEIROS, GEÓLOGOS E GEÓGRAFOS.		
Área do Conhecimento: ECOLOGIA, LIMNOLOGIA, ZOOLOGIA	Campo de Atuação: MEIO AMBIENTE E BIODIVERSIDADE		

Descrição sumária da atividade: Elaboração de estudos ambientais da Biota Aquática com coleta de dados primários para composição do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Projeto Cimentação e Empilhamento a Seco para Unidade Três Marias da Nexa.

Valor: R$ 2.000,00	Total de horas: 40
Início 10/11/2022	Término

ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

gov.br
Documento assinado digitalmente
GUSTAVO HENRIQUE DE PAULA ABRANTES
Data: 16/11/2022 11:15:12-0300
Verifique em https://verificador.iti.br

Assinatura do Profissional

Data: / /

RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149
Assinado de forma digital por RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149
Dados: 2022.11.17 08:35:35 -03'00'

Assinatura e Carimbo do Contratante

verifique a autenticidade

Solicitação de baixa por distrato

Data: / / Assinatura do Profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante

Solicitação de baixa por conclusão

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / / Assinatura do Profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante

Serviço Público Federal
Conselho Federal de Biologia
Conselho Regional de Biologia - 4ª Região

Situação: DEFERIDO	Data: 16/11/2022
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART	Nº: 20221000115403

CONTRATADO

Nome IAGO DE SOUZA PENIDO	Registro CRBio: 104692/04-D
Cpf: 112.082.976-35	Tel: (31) 98558-6844
E-mail: IAGO.PENIDO@GMAIL.COM	
Endereço RUA SÃO SILVESTRE, 178	
Cidade: BETIM	Bairro: PRESIDENTE KENNEDY
CEP: 32.665-606	UF: MG

CONTRATANTE

Nome TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA.	
Registro	CPF/CGC/CNPJ: 21.024.830/0001-29
Endereço RUA PARAÍBA, 1352 SALA 607	
Cidade BELO HORIZONTE	Bairro SAVASSI
CEP: 30.130-148	UF: MG
Site:	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

Natureza Prestação de Serviço - EXECUÇÃO DE ESTUDOS, PROJETOS DE PESQUISA E/OU SERVIÇOS			
Identificação PROJETO CIMENTAÇÃO E EMPILHAMENTO A SECO			
Município do Trabalho: TRÊS MARIAS,	UF :MG	Município da sede: BELO HORIZONTE,	UF :MG
Forma de participação: EQUIPE	Perfil da equipe: BIÓLOGOS, PESCADORES, GEÓLOGOS E GEÓGRAFOS		
Área do Conhecimento: ECOLOGIA, LIMNOLOGIA, ZOOLOGIA	Campo de Atuação: MEIO AMBIENTE E BIODIVERSIDADE		

Descrição sumária da atividade: Elaboração de estudos ambientais da ictiofauna com coleta de dados primários para composição do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Projeto Cimentação e Empilhamento a Seco para Unidade Três Marias da Nexa.

Valor: R$ 10.000,00	Total de horas: 200
Início 10/11/2022	Término

ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

gov.br
Documento assinado digitalmente
IAGO DE SOUZA PENIDO
Data: 16/11/2022 11:24:07-0300
Verifique em https://verificador.iti.br

Assinatura do Profissional

Data: / /

RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149
Assinado de forma digital por RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149
Dados: 2022.11.17 08:42:37 -03'00'

Assinatura e Carimbo do Contratante

verifique a autenticidade

Solicitação de baixa por distrato

Data: / / Assinatura do Profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante

Solicitação de baixa por conclusão

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / / Assinatura do Profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20232622100

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

1. Responsável Técnico

KATIA SOUZA LIMA DUTRA

Título profissional: **ENGENHEIRA AMBIENTAL**

RNP: **1408906783**

Registro: **MG00000131057D MG**

2. Dados do Contrato

Contratante: **Trust Gestão e Sustentabilidade Ltda**

CPF/CNPJ: **21.024.830/0001-29**

RUA PARAÍBA

Nº: **1352**

Complemento: **Sala 607**

Bairro: **SAVASSI**

Cidade: **BELO HORIZONTE**

UF: **MG**

CEP: **30130148**

Contrato: **Não especificado**

Celebrado em: **11/01/2023**

Valor: **R$ 3.000,00**

Tipo de contratante: **Pessoa Juridica de Direito Privado**

Ação Institucional: **Outros**

3. Dados da Obra/Serviço

RODOVIA BH/BRASILIA BR 040

Nº: **km 284,5**

Complemento:

Bairro: **CMM**

Cidade: **TRÊS MARIAS**

UF: **MG**

CEP: **39205000**

Data de Início: **01/02/2023**

Previsão de término: **01/02/2024**

Coordenadas Geográficas: **0, 0**

Finalidade: **AMBIENTAL**

Código: **Não Especificado**

Proprietário: **Nexa Recursos Minerais S.A.**

CPF/CNPJ: **42.416.651/0001-07**

4. Atividade Técnica

14 - Elaboração	Quantidade	Unidade
40 - Estudo > MEIO AMBIENTE > DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > DE DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > #7.2.1.6 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	1,00	un
40 - Estudo > MEIO AMBIENTE > DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > DE DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > #7.2.1.7 - PROGNÓSTICO AMBIENTAL	1,00	un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

Diagnóstico, AIA, Programas MF (Ar e Ruído e Vibração). Alternativas tecnológicas, aspectos legais, órgão legais e prognóstico.

6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

- Cláusula Compromissória: Qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei no. 9.307, de 23 de setembro de 1996, por meio da Câmara de Mediação e Arbitragem - CMA vinculada ao Crea-MG, nos termos do respectivo regulamento de arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: https://www.crea-mg.org.br/transparencia/lgpd/politica-privacidade-dados. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

7. Entidade de Classe

SENGE-MG - Sindicato de Engenheiros no Estado de Minas Gerais

gov.br
Documento assinado digitalmente
KATIA SOUZA LIMA DUTRA
Data: 22/12/2023 10:55:14-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____, _____ de _____ de _____

Local data

KATIA SOUZA LIMA DUTRA - CPF: 080.702.946-71

RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149

Digital Signer:RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149
DN:CN=RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149, OU=videoconferencia, OU=09155925000186, OU=[EM BRANCO], OU=RFB e-CPF A3, OU=Secretaria da Receita a Federal do Brasil - RFB, O=ICP-Brasil, C=BR
Date:22/12/2023 13:41:30 -03:00

Trust Gestão e Sustentabilidade Ltda - CNPJ: 21.024.830/0001-29

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20232622100

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

10. Valor

Valor da ART: **R$ 96,62** Registrada em: **21/12/2023** Valor pago: **R$ 96,62** Nosso Número: **8603403710**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: https://crea-mg.sitac.com.br/publico/, com a chave: 62zD5
Impresso em: 22/12/2023 às 10:51:03 por: , ip: 189.89.29.8

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20232621436

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

1. Responsável Técnico

LUCAS FERNANDES DE OLIVEIRA

Título profissional: **ENGENHEIRO SANITARISTA E AMBIENTAL**

RNP: **1419861190**

Registro: **279638MG**

2. Dados do Contrato

Contratante: **Trust Gestão e Sustentabilidade LTDA** CPF/CNPJ: **21.024.830/0001-29**

RUA PARAÍBA Nº: **1352**

Complemento: **SL 607** Bairro: **SAVASSI**

Cidade: **Belo Horizonte** UF: **MG** CEP: **30130148**

Contrato: **Não especificado** Celebrado em: **11/01/2023**

Valor: **R$ 1.500,00** Tipo de contratante: **Pessoa Juridica de Direito Privado**

Ação Institucional: **Outros**

3. Dados da Obra/Serviço

RODOVIA BR-040, km 284,5 Nº: **S/N**

Complemento: Bairro: **CMM**

Cidade: **TRÊS MARIAS** UF: **MG** CEP: **39205000**

Data de Início: **01/02/2023** Previsão de término: **01/02/2024** Coordenadas Geográficas: **0, 0**

Finalidade: **AMBIENTAL** Código: **Não Especificado**

Proprietário: **Nexa Recursos Minerais S.A.** CPF/CNPJ: **42.416.651/0001-07**

4. Atividade Técnica

14 - Elaboração	Quantidade	Unidade
40 - Estudo > GEODÉSIA > GEOPROCESSAMENTO > DE BASE CARTOGRÁFICA > #34.5.6.1 - PARA SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS	1,00	un
40 - Estudo > MEIO AMBIENTE > DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > DE DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > #7.2.1.6 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	1,00	un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

Geoprocessamento, Análise Integrada e Alternativas Locacionais do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: https://www.crea-mg.org.br/transparencia/lgpd/politica-privacidade-dados. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

7. Entidade de Classe

- SEM INDICAÇÃO DE ENTIDADE DE CLASSE

gov.br
Documento assinado digitalmente
LUCAS FERNANDES DE OLIVEIRA
Data: 22/12/2023 07:57:25-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Belo Horizonte (Local), 22 de dezembro (data) de 2022

LUCAS FERNANDES DE OLIVEIRA - CPF: 101.602.916-07

RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149

Digital Signer:RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149
ENCR=RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149, OU=videoconferencia, Brasil - RSL:CHOP-Nuvem - CMB BRANCO), OU=RFB e-CPF A3, OU=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RSL:CHOP-Nuvem - CMB
Date:22/12/2023 12:42:05 -03:00

Trust Gestão e Sustentabilidade LTDA - CNPJ: 21.024.830/0001-29

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

Valor da ART: **R$ 96,62** Registrada em: **21/12/2023** Valor pago: **R$ 96,62** Nosso Número: **8603402652**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: https://crea-mg.sitac.com.br/publico/, com a chave: 50Dc7
Impresso em: 22/12/2023 às 07:51:52 por: , ip: 191.185.79.101

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20232621302

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

1. Responsável Técnico

MARIANA COSTA MARINHO LAMEGO

Título profissional: **GEÓGRAFA**

RNP: **1404533354**

Registro: **MG0000096770D MG**

2. Dados do Contrato

Contratante: **Trust Gestão e Sustentabilidade Ltda**

CPF/CNPJ: **21.024.830/0001-29**

RUA PARAÍBA

Nº: **1352**

Complemento: **607**

Bairro: **SAVASSI**

Cidade: **BELO HORIZONTE**

UF: **MG**

CEP: **30130148**

Contrato: **Não especificado**

Celebrado em: **01/02/2023**

Valor: **R$ 3.000,00**

Tipo de contratante: **Pessoa Juridica de Direito Privado**

Ação Institucional: **Outros**

3. Dados da Obra/Serviço

RODOVIA BH/BRASILIA BR 040

Nº: **284,5**

Complemento:

Bairro: **CMM**

Cidade: **TRÊS MARIAS**

UF: **MG**

CEP: **39205000**

Data de Início: **01/02/2023**

Previsão de término: **01/02/2024**

Coordenadas Geográficas: **0, 0**

Finalidade: **AMBIENTAL**

Código: **Não Especificado**

Proprietário: **Nexa Recursos Minerais S.A.**

CPF/CNPJ: **42.416.651/0001-07**

4. Atividade Técnica

14 - Elaboração	Quantidade	Unidade
42 - Estudo de viabilidade ambiental > MEIO AMBIENTE > DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > DE DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > #7.2.1.1 - CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO	1,00	un
42 - Estudo de viabilidade ambiental > MEIO AMBIENTE > DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > DE DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > #7.2.1.6 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	1,00	un
42 - Estudo de viabilidade ambiental > MEIO AMBIENTE > DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > DE DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > #7.2.1.9 - IDENTIFICAÇÃO E POTENCIALIZAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	1,00	un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: https://www.crea-mg.org.br/transparencia/lgpd/politica-privacidade-dados. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

7. Entidade de Classe

APROGEO-MG - Associação dos Profissionais Geógrafos do Estado de Minas Gerais

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20232621302

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

MARIANA COSTA MARINHO LAMEGO:06131625603

Assinado de forma digital por MARIANA COSTA MARINHO LAMEGO:06131625603
Dados: 2023.12.21 17:10:19 -03'00'

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

MARIANA COSTA MARINHO LAMEGO - CPF: 061.316.256-03

RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149

Digital Signer:RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149
DN:CN=RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149, OU=videoconferencia, OU=09155925000186, OU=(EM BRANCO), OU=RFB e-CPF A3, OU=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, O=ICP-Brasil, C=BR
Date:22/12/2023 13:42:38 -03:00

Belo Horizonte 21 de dezembro de 2023
Local data

Trust Gestão e Sustentabilidade Ltda - CNPJ: 21.024.830/0001-29

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

Valor da ART: **R$ 96,62** Registrada em: **21/12/2023** Valor pago: **R$ 96,62** Nosso Número: **8603402402**

Serviço Público Federal
Conselho Federal de Biologia
Conselho Regional de Biologia - 4ª Região

Situação: DEFERIDO	Data: 24/10/2023
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART	Nº: 20231000113160

CONTRATADO

Nome PAULO EDUARDO ROCHA DA COSTA	Registro CRBio: 037490/04-D
Cpf: 040.039.276-30	Tel: 31 34761072
E-mail: GESTAOAMBIENTAL2019@HOTMAIL.COM	
Endereço RUA LARISSA, 795	
Cidade: NOVA LIMA	Bairro: VALE DO SOL
CEP: 34.011-063	UF: MG

CONTRATANTE

Nome TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA.	
Registro	CPF/CGC/CNPJ: 21.024.830/0001-29
Endereço RUA PARAÍBA, 1352 SALA 607	
Cidade BELO HORIZONTE	Bairro SAVASSI
CEP: 30.130-148	UF: MG
Site:	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

Natureza Prestação de Serviço - PROPOSIÇÃO DE ESTUDOS, PROJETOS DE PESQUISAS E/OU SERVIÇOS			
Identificação INVENTÁRIO FLORESTAL PARA COMPOR PROJETO DE INTERVENÇÃO AMBIENTAL			
Município do Trabalho: TRÊS MARIAS,	UF :MG	Município da sede: BELO HORIZONTE,	UF :MG
Forma de participação: EQUIPE	Perfil da equipe: BIÓLOGOS, ENGENHEIROS, GEÓLOGOS E GEÓGRAFOS;		
Área do Conhecimento: BOTÂNICA, ECOLOGIA	Campo de Atuação: MEIO AMBIENTE E BIODIVERSIDADE		

Descrição sumária da atividade: Elaboração de estudos ambientais de flora, com coleta de dados primários, para composição de Projeto de Disposição a seco de resíduos Industriais da unidade Três Marias da NEXA Recursos Minerais S.A.

Valor: R$ 5.000,00	Total de horas: 50
Início 01/10/2023	Término

ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

verifique a autenticidade

gov.br
Documento assinado digitalmente
PAULO EDUARDO ROCHA DA COSTA
Data: 24/10/2023 15:02:35-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Assinatura do Profissional

Data: / /

RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149

Digital Signer:RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149
DN:CN=RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149, OU=videoconferencia, OU=40155925000186, OU=[EM BRANCO], OU=RFB e-CPF A3, OU=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, O=ICP-Brasil, C=BR
Date:19/12/2023 10:51:52 -03:00

Assinatura e Carimbo do Contratante

Solicitação de baixa por distrato

Data: / / Assinatura do Profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante

Solicitação de baixa por conclusão

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / / Assinatura do Profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante

Serviço Público Federal
Conselho Federal de Biologia
Conselho Regional de Biologia - 4ª Região

Situação: DEFERIDO	Data: 11/11/2022
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART	Nº: 20221000115338

CONTRATADO

Nome RAPHAEL HIPOLITO DOS SANTOS	Registro CRBio: 070120/04-D
Cpf: 068.476.516-01	Tel: 31 33857798
E-mail: RAPHAHIPOLITO@GMAIL.COM	
Endereço RUA MARIA AMÉLIA PIMENTA, 186	
Cidade: BELO HORIZONTE	Bairro: TEIXEIRA DIAS (BARREIRO)
CEP: 30.644-340	UF: MG

CONTRATANTE

Nome TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA.	
Registro	CPF/CGC/CNPJ: 21.024.830/0001-29
Endereço RUA PARAÍBA, 1352 SALA 607	
Cidade VAZANTE	Bairro SAVASSI
CEP: 38.780-000	UF: MG
Site:	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

Natureza Prestação de Serviço - EXECUÇÃO DE ESTUDOS, PROJETOS DE PESQUISA E/OU SERVIÇOS			
Identificação PROJETO CIMENTAÇÃO E EMPILHAMENTO A SECO			
Município do Trabalho: TRÊS MARIAS,	UF :MG	Município da sede: BELO HORIZONTE,	UF :MG

Forma de participação: EQUIPE	Perfil da equipe: BIÓLOGOS, ENGENHEIROS, GEÓLOGOS E GEÓGRAFOS
Área do Conhecimento: ECOLOGIA, ZOOLOGIA	Campo de Atuação: MEIO AMBIENTE E BIODIVERSIDADE

Descrição sumária da atividade: Coordenação e elaboração de estudos ambientais da mastofauna com coleta de dados primários para composição do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Projeto Cimentação e Empilhamento a Seco para Unidade Três Marias da Nexa.

Valor: R$ 2.000,00	Total de horas: 40
Início 11/11/2022	Término

ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

verifique a autenticidade

Data: / /

Raphael Hipólito dos Santos

Assinado de forma digital por Raphael Hipólito dos Santos
Dados: 2022.11.16 09:33:59 -03'00'

Assinatura do Profissional

Data: / /

RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149

Assinado de forma digital por RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149
Dados: 2022.11.17 08:47:05 -03'00'

Assinatura e Carimbo do Contratante

Solicitação de baixa por distrato

Data: / / Assinatura do Profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante

Solicitação de baixa por conclusão

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / / Assinatura do Profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante

Serviço Público Federal
Conselho Federal de Biologia
Conselho Regional de Biologia - 4ª Região

Situação: DEFERIDO	Data: 21/12/2023
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART	Nº: 20231000115964

CONTRATADO(A)

Nome VANESSA DINIZ E SILVA	Registro CRBio: 093659/04-D
Cpf: 100.659.516-38	Tel: (31) 98809-6367
E-mail: VANESSA_NIZITO@HOTMAIL.COM	
Endereço RUA OLEGARIO MACIEL , 21 CX A	
Cidade: ESMERALDAS	Bairro: CENTRO
CEP: 35.740-000	UF: MG

CONTRATANTE

Nome TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA.	
Registro	CPF/CGC/CNPJ: 21.024.830/0001-29
Endereço RUA PARAÍBA, 1352 SALA 607	
Cidade BELO HORIZONTE	Bairro SAVASSI
CEP: 30.130-140	UF: MG
Site:	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

Natureza Prestação de Serviço - EXECUÇÃO DE ESTUDOS, PROJETOS DE PESQUISA E/OU SERVIÇOS			
Identificação PROJETO DE DISPOSIÇÃO A SECO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS			
Município do Trabalho: TRÊS MARIAS,	UF :MG	Município da sede: BELO HORIZONTE,	UF :MG
Forma de participação: EQUIPE	Perfil da equipe: BIÓLOGOS, GEÓLOGOS, ENGENHEIROS E ARQUITETOS.		
Área do Conhecimento: BOTÂNICA, ECOLOGIA, LIMNOLOGIA, ZOOLOGIA	Campo de Atuação: MEIO AMBIENTE E BIODIVERSIDADE		

Descrição sumária da atividade: Coordenação do Meio Biótico para compor o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Projeto de Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade de Três Marias da Nexa Recursos Minerais S.A. (42.416.651/0001-07).

Valor: R$ 2.000,00	Total de horas: 80
Início 19/12/2023	Término

ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

verifique a autenticidade

gov.br Documento assinado digitalmente
VANESSA DINIZ E SILVA
Data: 21/12/2023 15:43:10-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Assinatura do(a) Profissional

Data: / /

RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149

Digitally signed by RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149
DN: CN=RICARDO BARBOSA DOS SANTOS:31651437149, OU=videoconferencia, OU=09155925000186, OU=(EM BRANCO), OU=RFB e-CPF A3, OU=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, O=ICP-Brasil, C=BR
Date: 22/12/2023 13:43:03 -03:00

Assinatura e Carimbo do(a) Contratante

Solicitação de baixa por distrato

Data: / / Assinatura do(a) Profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do(a) Contratante

Solicitação de baixa por conclusão

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / / Assinatura do(a) Profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do(a) Contratante

1. RESPONSÁVEL TÉCNICO

Nome Civil/Social: BEATRIZ RIBEIRO BARTHOLO
CPF: 103.XXX.XXX-88
Título Profissional: Arquiteto(a) e Urbanista
Nº do Registro: 00A2729091

2. DETALHES DO RRT

Nº do RRT: SI13834180I00CT001
Modalidade: RRT SIMPLES
Data de Cadastro: 20/12/2023
Forma de Registro: INICIAL
Data de Registro: 22/12/2023
Forma de Participação: INDIVIDUAL

2.1 Valor da(s) taxa(s)

Valor da(s) taxa(s): R$115,18
Boleto nº 19381402
Pago em: 21/12/2023

3. DADOS DO SERVIÇO/CONTRATANTE

3.1 Serviço 001

Contratante: Trust Gestão e Sustentabilidade LTDA
CPF/CNPJ: 21.XXX.XXX/0001-29
Tipo: Pessoa Jurídica de Direito Privado
Data de Início: 20/12/2023
Valor do Serviço/Honorários: R$0,00
Data de Previsão de Término: 01/02/2024

3.1.1 Endereço da Obra/Serviço

País: Brasil
CEP: 39205000
Tipo Logradouro: RUA
Nº: S N
Logradouro: RIO GRANDE DO NORTE
Complemento: KM 284,5
Bairro: CENTRO
Cidade/UF: TRÊS MARIAS/MG

3.1.2 Atividade(s) Técnica(s)

Grupo: ATIVIDADES ESPECIAIS EM ARQUITETURA E URBANISMO
Quantidade: 1,00
Atividade: 5.2 - CONSULTORIA
Unidade: unidade

3.1.3 Tipologia

Tipologia: Não se aplica

3.1.4 Descrição da Obra/Serviço

Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias da empresa Nexa.

3.1.5 Declaração de Acessibilidade

Declaro a não exigibilidade de atendimento às regras de acessibilidade previstas em legislação e em normas técnicas pertinentes para as edificações abertas ao público, de uso público ou privativas de uso coletivo, conforme § 1º do art. 56 da Lei n° 13.146, de 06 de julho de 2015.

4. RRT VINCULADO POR FORMA DE REGISTRO

Nº do RRT	Contratante	Forma de Registro	Data de Registro
SI13834180I00CT001	**Trust Gestão e Sustentabilidade LTDA**	**INICIAL**	**20/12/2023**

5. DECLARAÇÃO DE VERACIDADE

Declaro para os devidos fins de direitos e obrigações, sob as penas previstas na legislação vigente, que as informações cadastradas neste RRT são verdadeiras e de minha responsabilidade técnica e civil.

6. ASSINATURA ELETRÔNICA

Documento assinado eletronicamente por meio do SICCAU do arquiteto(a) e urbanista BEATRIZ RIBEIRO BARTHOLO, registro CAU nº 00A2729091, na data e hora: 20/12/2023 12:00:40, com o uso de login e de senha. O **CPF/CNPJ** está oculto visando proteger os direitos fundamentais de liberdade, privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural **(LGPD)**
A autenticidade deste RRT pode ser verificada em: https://siccau.caubr.gov.br/app/view/sight/externo?form=Servicos, ou via QRCode.

1. RESPONSÁVEL TÉCNICO

Nome Civil/Social: CHRISTINO RAMOS DE ALMEIDA NETO
CPF: 091.XXX.XXX-40
Título Profissional: Arquiteto(a) e Urbanista
Nº do Registro: 00A1438972

2. DETALHES DO RRT

Nº do RRT: SI13838447I00CT001
Modalidade: RRT SIMPLES
Data de Cadastro: 21/12/2023
Forma de Registro: INICIAL
Data de Registro: 22/12/2023
Forma de Participação: INDIVIDUAL

2.1 Valor da(s) taxa(s)

Valor da(s) taxa(s): R$115,18
Boleto nº 19385618
Pago em: 21/12/2023

3. DADOS DO SERVIÇO/CONTRATANTE

3.1 Serviço 001

Contratante: Trust Gestão e Sustentabilidade Ltda.
CPF/CNPJ: 21.XXX.XXX/0001-29
Tipo: Pessoa Jurídica de Direito Privado
Data de Início: 21/12/2023
Valor do Serviço/Honorários: R$0,00
Data de Previsão de Término: 01/02/2024

3.1.1 Endereço da Obra/Serviço

País: Brasil
CEP: 39205000
Tipo Logradouro: RUA
Nº: SEM NÚMERO
Logradouro: RIO GRANDE DO NORTE
Complemento: KM 284,5
Bairro: CENTRO
Cidade/UF: TRÊS MARIAS/MG

3.1.2 Atividade(s) Técnica(s)

Grupo: ATIVIDADES ESPECIAIS EM ARQUITETURA E URBANISMO
Quantidade: 1,00
Atividade: 5.2 - CONSULTORIA
Unidade: unidade

3.1.3 Tipologia

Tipologia: Não se aplica

3.1.4 Descrição da Obra/Serviço

Pesquisa de Percepção de Campo para elaboração de Estudos do Meio Socioeconômico para Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias da Empresa Nexa.

3.1.5 Declaração de Acessibilidade

Declaro a não exigibilidade de atendimento às regras de acessibilidade previstas em legislação e em normas técnicas pertinentes para as edificações abertas ao público, de uso público ou privativas de uso coletivo, conforme § 1º do art. 56 da Lei n° 13.146, de 06 de julho de 2015.

4. RRT VINCULADO POR FORMA DE REGISTRO

Nº do RRT	Contratante	Forma de Registro	Data de Registro
SI13838447I00CT001	**Trust Gestão e Sustentabilidade Ltda.**	**INICIAL**	**21/12/2023**

5. DECLARAÇÃO DE VERACIDADE

Declaro para os devidos fins de direitos e obrigações, sob as penas previstas na legislação vigente, que as informações cadastradas neste RRT são verdadeiras e de minha responsabilidade técnica e civil.

6. ASSINATURA ELETRÔNICA

Documento assinado eletronicamente por meio do SICCAU do arquiteto(a) e urbanista CHRISTINO RAMOS DE ALMEIDA NETO, registro CAU nº 00A1438972, na data e hora: 21/12/2023 09:44:59, com o uso de login e de senha. O **CPF/CNPJ** está oculto visando proteger os direitos fundamentais de liberdade, privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural **(LGPD)**
A autenticidade deste RRT pode ser verificada em: https://siccau.caubr.gov.br/app/view/sight/externo?form=Servicos, ou via QRCode.

1. RESPONSÁVEL TÉCNICO

Nome Civil/Social: GUSTAVO LIMA DE ALMEIDA
CPF: 101.XXX.XXX-98
Título Profissional: Arquiteto(a) e Urbanista
Nº do Registro: 00A1976370

2. DETALHES DO RRT

Nº do RRT: SI13839401I00CT001
Modalidade: RRT SIMPLES
Data de Cadastro: 21/12/2023
Forma de Registro: INICIAL
Data de Registro: 22/12/2023
Forma de Participação: INDIVIDUAL

2.1 Valor da(s) taxa(s)

Valor da(s) taxa(s): R$115,18
Boleto nº 19386927
Pago em: 21/12/2023

3. DADOS DO SERVIÇO/CONTRATANTE

3.1 Serviço 001

Contratante: Trust Gestão e Sustentabilidade Ltda.
CPF/CNPJ: 21.XXX.XXX/0001-29
Tipo: Pessoa Jurídica de Direito Privado
Data de Início: 01/02/2023
Valor do Serviço/Honorários: R$0,00
Data de Previsão de Término: 01/02/2024

3.1.1 Endereço da Obra/Serviço

País: Brasil
CEP: 39205000
Tipo Logradouro: RUA
Nº: KM 284,5
Logradouro: RODOVIA BR 040
Complemento:
Bairro: CMM
Cidade/UF: TRÊS MARIAS/MG

3.1.2 Atividade(s) Técnica(s)

Grupo: MEIO AMBIENTE E PLANEJAMENTO REGIONAL E URBANO
Quantidade: 1,00
Atividade: 4.2.6 - Estudo de Impacto Ambiental - Relatório de Impacto no Meio Ambiente - EIA - RIMA
Unidade: unidade

3.1.3 Tipologia

Tipologia: Industrial

3.1.4 Descrição da Obra/Serviço

Revisão e elaboração de análises do meio socioeconômico, estudo de visadas e modelagem 3D para Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias

3.1.5 Declaração de Acessibilidade

Declaro a não exigibilidade de atendimento às regras de acessibilidade previstas em legislação e em normas técnicas pertinentes para as edificações abertas ao público, de uso público ou privativas de uso coletivo, conforme § 1º do art. 56 da Lei n° 13.146, de 06 de julho de 2015.

4. RRT VINCULADO POR FORMA DE REGISTRO

Nº do RRT	Contratante	Forma de Registro	Data de Registro
SI13839401I00CT001	**Trust Gestão e Sustentabilidade Ltda.**	**INICIAL**	**21/12/2023**

5. DECLARAÇÃO DE VERACIDADE

Declaro para os devidos fins de direitos e obrigações, sob as penas previstas na legislação vigente, que as informações cadastradas neste RRT são verdadeiras e de minha responsabilidade técnica e civil.

6. ASSINATURA ELETRÔNICA

Documento assinado eletronicamente por meio do SICCAU do arquiteto(a) e urbanista GUSTAVO LIMA DE ALMEIDA, registro CAU nº 00A1976370, na data e hora: 21/12/2023 12:35:45, com o uso de login e de senha. O **CPF/CNPJ** está oculto visando proteger os direitos fundamentais de liberdade, privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural **(LGPD)**
A autenticidade deste RRT pode ser verificada em: https://siccau.caubr.gov.br/app/view/sight/externo?form=Servicos, ou via QRCode.

1. RESPONSÁVEL TÉCNICO

Nome Civil/Social: LAÍS CORDEIRO GODINHO
CPF: 127.XXX.XXX-00
Título Profissional: Arquiteto(a) e Urbanista
Nº do Registro: 00A2974657

2. DETALHES DO RRT

Nº do RRT: SI13834192I00CT001
Modalidade: RRT SIMPLES
Data de Cadastro: 20/12/2023
Forma de Registro: INICIAL
Data de Registro: 22/12/2023
Forma de Participação: INDIVIDUAL

2.1 Valor da(s) taxa(s)

Valor da(s) taxa(s): R$115,18
Boleto nº 19381398
Pago em: 21/12/2023

3. DADOS DO SERVIÇO/CONTRATANTE

3.1 Serviço 001

Contratante: Trust Gestão e Sustentabilidade LTDA
CPF/CNPJ: 21.XXX.XXX/0001-29
Tipo: Pessoa Jurídica de Direito Privado
Data de Início: 20/12/2023
Valor do Serviço/Honorários: R$0,00
Data de Previsão de Término: 01/02/2024

3.1.1 Endereço da Obra/Serviço

País: Brasil
CEP: 39205000
Tipo Logradouro: RUA
Nº: S/N
Logradouro: RIO GRANDE DO NORTE
Complemento: KM284,5
Bairro: CENTRO
Cidade/UF: TRÊS MARIAS/MG

3.1.2 Atividade(s) Técnica(s)

Grupo: ATIVIDADES ESPECIAIS EM ARQUITETURA E URBANISMO
Quantidade: 1,00
Atividade: 5.2 - CONSULTORIA
Unidade: unidade

3.1.3 Tipologia

Tipologia: Não se aplica

3.1.4 Descrição da Obra/Serviço

Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade Três Marias da empresa Nexa

3.1.5 Declaração de Acessibilidade

Declaro a não exigibilidade de atendimento às regras de acessibilidade previstas em legislação e em normas técnicas pertinentes para as edificações abertas ao público, de uso público ou privativas de uso coletivo, conforme § 1º do art. 56 da Lei n° 13.146, de 06 de julho de 2015.

4. RRT VINCULADO POR FORMA DE REGISTRO

Nº do RRT	Contratante	Forma de Registro	Data de Registro
SI13834192I00CT001	**Trust Gestão e Sustentabilidade LTDA**	**INICIAL**	**20/12/2023**

5. DECLARAÇÃO DE VERACIDADE

Declaro para os devidos fins de direitos e obrigações, sob as penas previstas na legislação vigente, que as informações cadastradas neste RRT são verdadeiras e de minha responsabilidade técnica e civil.

6. ASSINATURA ELETRÔNICA

Documento assinado eletronicamente por meio do SICCAU do arquiteto(a) e urbanista LAÍS CORDEIRO GODINHO, registro CAU nº 00A2974657, na data e hora: 20/12/2023 12:00:51, com o uso de login e de senha. O **CPF/CNPJ** está oculto visando proteger os direitos fundamentais de liberdade, privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural **(LGPD)**
A autenticidade deste RRT pode ser verificada em: https://siccau.caubr.gov.br/app/view/sight/externo?form=Servicos, ou via QRCode.

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
6584273	20/08/2024	20/08/2024	20/11/2024

Dados básicos:

CNPJ : 21.024.830/0001-29
Razão Social : TRUST GESTAO E SUSTENTABILIDADE LTDA
Nome fantasia : TRUST GESTAO E SUSTENTABILIDADE
Data de abertura : 12/09/2014

Endereço:

logradouro: RUA PARAIBA
N.º: 1352 Complemento: SALA 607
Bairro: SAVASSI Município: BELO HORIZONTE
CEP: 30130-148 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código	Atividade
0003-00	Consultoria técnica

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa jurídica está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa jurídica, de observância dos padrões técnicos normativos estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO e pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa jurídica inscrita.

Chave de autenticação	3QCDPR1EAZCRHYS9

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
6489766	20/08/2024	20/08/2024	20/11/2024

Dados básicos:

CPF: 316.514.371-49
Nome: RICARDO BARBOSA DOS SANTOS

Endereço:

logradouro: RUA PARAÍBA
N.º: 1352 Complemento: SALA 607
Bairro: SAVASSI Município: BELO HORIZONTE
CEP: 30130-148 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2134-05	Geólogo	Prestar assessoria e consultoria

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	987Z1T11LRJ6JG8D

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
5813915	20/08/2024	20/08/2024	20/11/2024

Dados básicos:

CPF: 086.282.366-86
Nome: ANA MARIA RAPOSO DO CARMO

Endereço:

logradouro: RUA PARAÍBA
N.º: 1352 Complemento: SALA 607
Bairro: SAVASSI Município: BELO HORIZONTE
CEP: 30130-148 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2513-05	Geógrafo	Avaliar os processos de produção do espaço
2513-05	Geógrafo	Fornecer subsídios ao ordenamento territorial
2513-05	Geógrafo	Realizar pesquisas geográficas
2513-05	Geógrafo	Tratar informações geográficas em base georreferenciada

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	IKRUNPVZ6YIMQ219

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
4902429	20/08/2024	20/08/2024	20/11/2024

Dados básicos:

CPF: 061.316.256-03
Nome: MARIANA COSTA MARINHO LAMEGO

Endereço:

logradouro: RUA TEREZA MOTA VALADARES
N.º: 190 Complemento: 901
Bairro: BURITIS Município: BELO HORIZONTE
CEP: 30575-160 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2513-05	Geógrafo	Avaliar os processos de produção do espaço
2513-05	Geógrafo	Fornecer subsídios ao ordenamento territorial
2513-05	Geógrafo	Realizar pesquisas geográficas
2513-05	Geógrafo	Regionalizar território
2513-05	Geógrafo	Tratar informações geográficas em base georreferenciada

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	PX96KS3W4XBC7HG5

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
5551104	20/08/2024	20/08/2024	20/11/2024

Dados básicos:

CPF: 080.702.946-71
Nome: KATIA SOUZA LIMA DUTRA

Endereço:

logradouro:	RUA ITAJUBÁ 1965 APARTAMENTO 302		
N.º:	1965	Complemento:	APARTAMENTO 302
Bairro:	SAGRADA FAMILIA	Município:	BELO HORIZONTE
CEP:	31035-540	UF:	MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2140-05	Engenheiro Ambiental	Prestar consultoria, assistência e assessoria

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	6VAM6QZ15UH87T7D

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
7840650	20/08/2024	20/08/2024	20/11/2024

Dados básicos:

CPF: 101.602.916-07
Nome: LUCAS FERNANDES DE OLIVEIRA

Endereço:

logradouro: RUA GONÇALVES DIAS
N.º: 3144 Complemento: 401
Bairro: BARRO PRETO Município: BELO HORIZONTE
CEP: 30140-093 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2140-05	Engenheiro Ambiental	Prestar consultoria, assistência e assessoria

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	9TRAH2NX4VDY55UZ

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
7130864	26/06/2024	26/06/2024	26/09/2024

Dados básicos:

CPF: 096.730.536-50
Nome: ANDRÉ SANDIM CAMPOS

Endereço:

logradouro: RUA LAURO FERREIRA
N.º: 163 Complemento: APTO 1001 BLOCO 2
Bairro: BURITIS Município: BELO HORIZONTE
CEP: 30575-080 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2142-35	Engenheiro Civil (Hidrologia)	Prestar consultoria, assistência e assessoria

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	51RMI2BAU187JQL1

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
7995607	17/07/2024	17/07/2024	17/10/2024

Dados básicos:

CPF: 290.233.058-84
Nome: ERICA MANTOVANI DE OLIVEIRA

Endereço:

logradouro: RUA CURITIBA
N.º: 653 Complemento: CASA
Bairro: VILA MOTTA Município: CATANDUVA
CEP: 15804-055 UF: SP

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2134-05	Geólogo	Prestar assessoria e consultoria

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	WSL2UI2KZWN6B4M1

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
5375955	18/06/2024	18/06/2024	18/09/2024

Dados básicos:

CPF: 100.659.516-38
Nome: VANESSA DINIZ E SILVA

Endereço:

logradouro:	RUA OLEGÁRIO MACIEL, 21 A		
N.º:	21	Complemento:	A
Bairro:	CENTRO	Município:	ESMERALDAS
CEP:	35740-000	UF:	MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	Y813NETYMCH34VIV

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
8095011	01/08/2024	31/07/2024	31/10/2024

Dados básicos:

CPF: 103.733.326-88
Nome: BEATRIZ RIBEIRO BARTHOLO

Endereço:

logradouro: RUA TOME DE SOUZA
N.º: 557 Complemento: APT 1002
Bairro: SAVASSI Município: BELO HORIZONTE
CEP: 30140-131 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2141-25	Arquiteto Urbanista	Prestar serviços de consultoria e assessoria

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	I76E77V7NHE2Q2V3

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
8493969	17/07/2024	17/07/2024	17/10/2024

Dados básicos:

CPF: 127.320.476-00
Nome: LAIS CORDEIRO GODINHO

Endereço:

logradouro: RUA BUENÓPOLIS
N.º: 128 Complemento: CASA TÉRREA
Bairro: SANTA TEREZA Município: BELO HORIZONTE
CEP: 31015-120 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2141-25	Arquiteto Urbanista	Prestar serviços de consultoria e assessoria

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	5PIDAKTJV4EKQXKA

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
2849922	26/08/2024	11/07/2024	11/10/2024

Dados básicos:

CPF: 097.381.616-30
Nome: FAGNER DANIEL TEIXEIRA

Endereço:

logradouro: AV, JOÃO GOLÇALVES TEIXEIRA
N.º: 22 Complemento: CASA
Bairro: GLÓRIA Município: CARMOPOLIS DE MINAS
CEP: 35534-000 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais – CTF/APP

Código	Descrição
21-27	Porte e uso de motosserra - Lei nº 12.651/2010: art. 69, § 1º

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais e de prestação de informações ambientais sobre as atividades desenvolvidas sob controle e fiscalização do Ibama, por meio do CTF/APP.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/APP não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/APP não habilita o transporte e produtos e subprodutos florestais e faunísticos.

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Estudar seres vivos
2211-05	Biólogo	Inventariar biodiversidade

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	PSSQCF4XYN8D4KHT

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
6939774	03/09/2024	03/09/2024	03/12/2024

Dados básicos:

CPF: 101.569.286-98
Nome: GUSTAVO LIMA DE ALMEIDA

Endereço:

logradouro: RUA EURITA
N.º: 20 Complemento: AP 701
Bairro: SANTA TEREZA Município: BELO HORIZONTE
CEP: 31010-210 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2141-25	Arquiteto Urbanista	Prestar serviços de consultoria e assessoria

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	9SG77IVJGU6TZHRK

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
2093228	25/07/2024	03/07/2024	03/10/2024

Dados básicos:

CPF: 040.039.276-30
Nome: PAULO EDUARDO ROCHA DA COSTA

Endereço:

logradouro: RUA LARISSA
N.º: 941 Complemento:
Bairro: VALE DO SOL Município: NOVA LIMA
CEP: 34000-000 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais – CTF/APP

Código	Descrição
21-27	Porte e uso de motosserra - Lei nº 12.651/2010: art. 69, § 1º

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais e de prestação de informações ambientais sobre as atividades desenvolvidas sob controle e fiscalização do Ibama, por meio do CTF/APP.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/APP não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/APP não habilita o transporte e produtos e subprodutos florestais e faunísticos.

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Manejar recursos naturais
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	K9S6EFVMCD4L6YCX

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
5595378	03/09/2024	03/09/2024	03/12/2024

Dados básicos:

CPF: 112.639.406-84
Nome: BRUNA KAREN PINHEIRO COSTA

Endereço:

logradouro: RUA DOM OSCAR ROMERO N157
N.º: 157 Complemento: BLOCO D2 APT 201
Bairro: NOVA GAMELEIRA Município: BELO HORIZONTE
CEP: 30510-080 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	6GUHD1QBFWBPCTAU

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
8095795	02/09/2024	02/09/2024	02/12/2024

Dados básicos:

CPF: 091.624.206-40
Nome: CHRISTINO RAMOS DE ALMEIDA NETO

Endereço:

logradouro: RUA DOS PSICÓLOGOS
N.º: 286 Complemento:
Bairro: ALÍPIO DE MELO Município: BELO HORIZONTE
CEP: 30840-180 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2141-25	Arquiteto Urbanista	Prestar serviços de consultoria e assessoria

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	ZKDEI8EEI9ID9AKX

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
7506867	29/07/2024	29/07/2024	29/10/2024

Dados básicos:

CPF: 118.926.006-92
Nome: GABRIELA RODRIGUES SILVA

Endereço:

logradouro: AVENIDA CORONEL JUVENTINO DIAS
N.º: 676 Complemento:
Bairro: CENTRO Município: PEDRO LEOPOLDO
CEP: 33600-000 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Estudar seres vivos
2211-05	Biólogo	Inventariar biodiversidade
2211-05	Biólogo	Manejar recursos naturais
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental
2211-05	Biólogo	Realizar diagnósticos biológicos, moleculares e ambientais

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	GRLRAHJVBCUHK6KH

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
7511181	03/09/2024	03/09/2024	03/12/2024

Dados básicos:

CPF: 093.784.916-26
Nome: GUSTAVO HENRIQUE DE PAULA ABRANTES

Endereço:

logradouro:	RUA BOAVENTURA - ATÉ 1250/1251		
N.º:	929	Complemento:	BLOCO 1 APTO. 301
Bairro:	INDAIÁ	Município:	BELO HORIZONTE
CEP:	31270-020	UF:	MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Inventariar biodiversidade

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	JY143DTP74UGPPG5

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
5817252	02/09/2024	02/09/2024	02/12/2024

Dados básicos:

CPF: 112.082.976-35
Nome: IAGO DE SOUZA PENIDO

Endereço:

logradouro:	RUA SÃO SILVESTRE		
N.º:	178	Complemento:	
Bairro:	PRESIDENTE KENNEDY	Município:	BETIM
CEP:	32665-606	UF:	MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	FJVNWRRFNRGYBYUK

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
2917602	22/08/2024	22/08/2024	22/11/2024

Dados básicos:

CPF: 068.476.516-01
Nome: RAPHAEL HIPOLITO DOS SANTOS

Endereço:

logradouro: RUA MARIA AMELIA PIMENTA
N.º: 186 Complemento: CASA
Bairro: TEIXEIRA DIAS Município: BELO HORIZONTE
CEP: 30644-340 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Inventariar biodiversidade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	2N3KVPEPTX62HPFZ

ANEXO 2 – CERTIFICADO DE ACREDITAÇÃO

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 – ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016	Folha: 1	Total de Folhas: 28

CAMPO FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO VEGETAL LTDA / CAMPO - CENTRO DE TECNOLOGIA AGRICOLA E AMBIENTAL

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	INSTALAÇÃO PERMANENTE

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIO BIOLOGICO**	
ÁGUA BRUTA, ÁGUA TRATADA, ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, ÁGUA RESIDUAL, ÁGUA SALOBRA E SALINA	Determinação de Coliformes Totais e Escherichia Coli pelo método de Extrato Enzimático - Colilert. Presença e Ausência	SMWW - 23ª Ed. Seção 9223
	Determinação de Coliformes Totais e Escherichia Coli pelo método de Extrato Enzimático. Quantificação – Colilert LQ: 1 NMP/100 mL	SMWW - 23ª Ed. Seção 9223
	Determinação de Bactérias Heterotróficas pelo método da Membrana Filtrante. LQ: 1 UFC/100 mL	SMWW - 23ª Ed. Seção 9215 D
	Determinação de Enterococcus pelo método pelo teste com Substrato Fluorogênico – Enterolert LQ: 1 NMP/100 mL	SMWW - 23ª Ed. Seção 9230 D
	Determinação de Streptococcus pelo método de Membrana filtrante. LQ: 1 UFC/100 mL	SMWW - 23ª Ed. Seção 9230C.
	Determinação de Ecotoxicidade Crônica com Ceriodaphnia dubia	ABNT NBR 13.373:2017
	Determinação de Ecotoxidade Aguda com Daphnia similis	ABNT NBR 12.713:2016
	Determinação de Ecotoxidade Aguda com Danio rerio	ABNT NBR 15088:2016

"Este Escopo cancela e substitui a revisão emitida anteriormente"

_____

Em, 26/04/2022

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
AGRICULTURA E PECUÁRIA	**ENSAIO QUÍMICO**	
SOLOS	Determinação de Acidez Potencial em tampão de acetado de cálcio por titulometria LQ: 0,2 cmolc/dm³	Manual de análises químicas do solo, plantas e fertilizantes. 2ª edição revista e ampliada. EMBRAPA, 2009, pág. 167
	Determinação de Al, Ca, Mg em extrator de KCl 1 mol/L– por Espectrofotometria de Emissão Ótica- ICP/OES Alumínio: LQ: 0,1 cmolc/dm³ Cálcio: LQ: 0,1 cmolc/dm³ Magnésio: LQ: 0,1 cmolc/dm³	Manual de análises químicas do solo, plantas e fertilizantes. 2ª edição revista e ampliada. EMBRAPA, 2009, pág. 120
	Determinação de Boro em extrator cloreto de bário e água quente por Espectrofotometria de Emissões Ótica-ICP/OES Boro: LQ: 0,1 mg/dm³	Manual de análises químicas do solo, plantas e fertilizantes. 2ª edição revista e ampliada. EMBRAPA, 2009, pág. 162
	Determinação de Enxofre em extrator de fosfato de cálcio por Espectrofotometria de Emissões Ótica-ICP/OES Enxofre: LQ: 0,5 mg/dm³	Manual de análises químicas do solo, plantas e fertilizantes. 2ª edição revista e ampliada. EMBRAPA, 2009, pág. 177 e SHIRISHA, K. et al. Comparative Evolution of ICP-AES and turbidimetric Methods for determining extractable sulfur in soils. Journal of Indian Society of Soil Science., Vol 58, Nº 3, pp 323-326, 2010.
	Determinação de Matéria Orgânica oxidável com solução de dicromato por colorimetria LQ: 0,2 cmolc/dm³	Recommended Soil Testing Procedures for the Northeastern United States, 3RD Edition - Northeastern Regional Publication No. 493, Chapter 8, 2011
	Determinação de Carbono Orgânico oxidável com solução de dicromato por Titulometria LQ: 0,2 cmolc/dm³	
	Determinação de P, K, Fe, Mn, Cu e Zn em Extrator Mehlich I por Espectrofotometria de Emissões Ótica-ICP/OES Fósforo: LQ: 0,3 mg/dm³ Potássio: LQ: 2,5 mg/dm³ Ferro: LQ: 1,5 mg/dm³ Manganês: LQ: 0,5 mg/dm³ Cobre: LQ: 0,1 mg/dm³ Zinco: LQ: 0,1 mg/dm³	Manual de análises químicas do solo, plantas e fertilizantes. 2ª edição revista e ampliada. EMBRAPA, 2009, pág. 130

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
AGRICULTURA E PECUÁRIA	**ENSAIO QUÍMICO**	
SOLOS	Determinação Granulométrica em Solo: Argila com dispersão com solução de NaOH 1 mol/L e quantificação utilizando densímetro. LQ: 1%	Manual de Análises Químicas de solos, Plantas e Fertilizantes – 2ª edição revista e ampliada – EMBRAPA, 2017 pág. 95
	Determinação Granulométrica em Solo: Areia por peneiramento. LQ: 1%	Manual de Análises Químicas de solos, Plantas e Fertilizantes – 2ª edição revista e ampliada – EMBRAPA, 2017 pág. 95
	Determinação Granulométrica em Solo: Silte calculado pela diferença de areia e argila. LQ: 1%	Manual de Análises Químicas de solos, Plantas e Fertilizantes – 2ª edição revista e ampliada – EMBRAPA, 2017 pág. 95
TECIDO VEGETAL	Determinação de Nutrientes e Contaminantes em Tecido Vegetal utilizando digestão em Forno Microondas e quantificação por Espectrometria de Emissão Óptica (ICP/OES): Boro LQ: 2 mg/kg Cálcio LQ: 1 g/kg Magnésio LQ: 0,2 g/kg Fósforo LQ: 0,1 g/kg Enxofre LQ: 0,1 g/kg Potássio LQ: 1 g/kg Cobre LQ: 2 mg/kg Ferro LQ: 20 mg/kg Manganês LQ: 20 mg/kg Zinco LQ: 2 mg/kg Alumínio LQ: 1,0mg/kg Antimônio LQ: 1,0mg/kg Arsênio LQ: 1,0mg/kg Bário LQ: 1,0mg/kg Cádmio LQ: 0,5mg/kg Chumbo LQ: 1,0mg/kg Cobalto LQ: 1,0mg/kg Cromo LQ: 1,0mg/kg Molibdênio LQ: 1,0mg/kg Níquel LQ: 1,0mg/kg Selênio LQ: 1,0mg/kg	Manual de Análises Químicas de solos, Plantas e Fertilizantes – 2ª edição revista e ampliada – EMBRAPA, 2009, pág. 192
TECIDO VEGETAL	Determinação de Nutrientes em Tecido Vegetal por Titulação Nitrogênio LQ: 0,56 g/kg	Manual de Análises Químicas de solos, Plantas e Fertilizantes – 2ª edição revista e ampliada – EMBRAPA, 2009, pág. 203

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIO QUÍMICO**	
ÁGUA BRUTA, ÁGUA TRATADA, ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, ÁGUA RESIDUAL, ÁGUA SALOBRA E SALINA	Determinação alcalinidade total, hidróxidos, carbonatos, bicarbonatos por método titulométrico LQ: 1mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 2320 B
	Determinação de mercúrio total e dissolvido por GVF acoplado a ICP/OES LQ: 0,002mg/L	MET 002 Rev.10 (2011)
	Determinação de sólidos totais por secagem a 103-105°C LQ: 33mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 2540 B
	Determinação de óleos e graxas totais e minerais pelo método da partição gravimétrica líquido. LQ: 10mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 5520 B-F
	Determinação de óleos e graxas vegetais calculado pela diferença entre óleos e graxas total e minerais LQ: 10mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 5520 B-F
	Determinação de turbidez pelo método nefelométrico LQ: 0,5NTU	SMWW, 23ª Edição, Método 2130 B
	Determinação de condutividade eletrolítica LQ: 0,005mS/cm	SMWW, 23ª Edição, Método 2510 B
	Determinação da cor pelo método da comparação visual LQ: 10Pt-Co	SMWW, 23ª Edição, Método 2120 B
	Determinação de Fósforo e Fosfato Total - Método Colorimétrico (ácido ascórbico) LQ: 0,02mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 4500-P E
	Determinação de ânions por Cromatografia Iônica com detector amperométrico Cianeto livre: LQ: 0,005mg/L Cianeto total: LQ: 0,005mg/L Cianeto wad: LQ: 0,005mg/L Sulfeto: LQ: 0,005mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 4110 B

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIO QUÍMICO**	
ÁGUA BRUTA, ÁGUA TRATADA, ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, ÁGUA RESIDUAL, ÁGUA SALOBRA E SALINA	Determinação de ânions por cromatografia de íons com supressão química da condutividade do eluente Fluoreto - LQ: 0,05mgF/L Cloreto - LQ: 2mg/L Nitrito - LQ: 0,05mgN/L Nitrato - LQ: 0,2 mgN/L Sulfato - LQ: 2mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 4110 B
	Determinação de BTEX por Cromatografia Gasosa acoplada à espectrometria de massas. Benzeno: LQ: 0,002mg/L Tolueno: LQ: 0,002mg/L Etilbenzeno: LQ: 0,002mg/L Xileno: LQ: 0,002mg/L	US EPA SW 846, método 8020A:1994
	Determinação de acidez pelo método titulométrico LQ: 1mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 2310 B
	Determinação de sólidos totais dissolvidos por secagem a 180°C LQ: 33mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 2540 C
	Determinação de sólidos sedimentáveis LQ: 0,45mL/L	SMWW, 23ª Edição, Método 2540 F
	Determinação de sólidos suspensos totais por secagem a 103-105°C LQ: 33mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 2540 D
	Determinação de fósforo total pelo método colorimétrico (ácido ascórbico) LQ: 0,05mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 4500-P E
	Determinação de sólidos totais fixos e voláteis por ignição a 550°C LQ: 33 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 2540 E
	Determinação de Sólidos Suspensos fixos e voláteis por ignição a 550°C LQ: 33 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 2540 G

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIO QUÍMICO**	
ÁGUA BRUTA, ÁGUA TRATADA, ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, ÁGUA RESIDUAL, ÁGUA SALOBRA E SALINA	Determinação de nitrogênio amoniacal pelo método titulométrico LQ: 0,28 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 4500NH3 C
	Determinação de nitrogênio pelo método semimicro Kjeldahl LQ: 0,28 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 4500NH3 C
	Determinação de nitrogênio orgânico pelo método semimicro Kjeldahl LQ: 0,28 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 4500 N_{org} B
	Determinação de nitrogênio total pelo método do Persulfato LQ: N_{total} = 0,5 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 4500 N C
	Determinação de Cianeto Total por Eletrodo de Íon Específico. LQ: 0,005mg/L	SMWW, 23ª Edição, 4500CN F
	Determinação de cromo hexavalente e cromo trivalente pelo método colorimétrico LQ: 0,05 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 3500Cr B
	Determinação de agrotóxicos organoclorados e Organofosforados pelo método de cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa por extração líquido-líquido Alacloro: LQ:0,020 µg/L Aldrin: LQ:0,005 µg/L Dieldrin: LQ:0,005 µg/L Atrazina: LQ: 2 µg/L Clordano (cis+trans): LQ:0,04 µg/L Demeton (Demeton-O+Demeton-S): LQ:0,1 µg/L DDT (p,p'-DDT+p,p'-DDE+p,p'-DDD): LQ:002 µg/L Endossulfan (α+β+sulfato): LQ:0,056 µg/L Endrin: LQ:0,004 µg/L Gution: LQ:0,005 µg/L Heptacloro epóxido+Heptacloro: LQ:0,01 µg/L Hexaclorobenzeno: LQ:0,0065 µg/L Lindano (γ–HCH): LQ:0,02 µg/L Malation: LQ:0,1 µg/L Metolacloro: LQ:10 µg/L Metoxicloro: LQ:0,03 µg/L	US EPA 3510C:1996 US EPA 8082A:2000 US EPA 8270C:1996

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIO QUÍMICO**	
ÁGUA BRUTA, ÁGUA TRATADA, ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, ÁGUA RESIDUAL, ÁGUA SALOBRA E SALINA	Paration: LQ:0,04 µg/L Simazina: LQ:2,0 µg/L Toxafeno: LQ: 0,01 µg/L	US EPA 3510C:1996 US EPA 8082A:2000 US EPA 8270C:1996
	Determinação de Fluoreto por Eletrodo de Íon Específico. LQ: 0,05mg/L	SMWW, 23ª Edição, 4500 F- C
	Determinação de Sulfeto por Eletrodo de Íon Específico. LQ: 0,002mg/L	SMWW, 23ª Edição, 4500 S2- G
	Determinação compostos Voláteis por cromatografia gasosa acoplado com Espectrometria de Massas: Cloreto de Vinila LQ: 1,0 mg/L 1,2 Dicloroetano LQ: 1,0 mg/L 1,1 Dicloroeteno LQ: 1,0 mg/L 1,2 Dicloroeteno LQ: 1,0 mg/L Estireno LQ: 1,0 mg/L Tetracloroeteno LQ: 1,0 mg/L Tricloroeteno LQ: 1,0 mg/L	EPA 8260 D, 2017.
	Determinação compostos Semi-voláteis por cromatografia gasosa acoplado com Espectrometria de Massas: Bis(2-Etilhexil)ftalato LQ: 1,0 mg/L	Determinação: EPA 8270 E, 2018. Preparo: EPA 3510 C, 1996.
	Determinação de Acrilamida por cromatografia gasosa acoplado com Espectrometria de Massas. LQ: 0,5mg/L	EPA 8032 A, 1996.
	Determinação de Metal Total e Dissolvido por Espectrofotometria de Emissões Ótica- ICP/OES: Alumínio: LQ: 0,05mg/L Arsênio: LQ: 0,002mg/L Antimônio: LQ: 0,005mg/L Bário: LQ: 0,005mg/L Bismuto: LQ: 0,039 mg/L Boro: LQ: 0,05mg/L Cálcio: LQ: 0,2mg/L Cádmio: LQ: 0,001mg/L Cobalto: LQ: 0,005mg/L Cobre: LQ: 0,006mg/L Cromo: LQ: 0,005mg/L Chumbo: LQ: 0,01mg/L Estrôncio LQ: 0,01 mg/L Ferro: LQ: 0,05mg/L Ítrio LQ: 0,02 mg/L Potássio: LQ: 0,02mg/L	US EPA 6010 (2014) US EPA 3015A (2007)

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIO QUÍMICO**	
ÁGUA BRUTA, ÁGUA TRATADA, ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, ÁGUA RESIDUAL, ÁGUA SALOBRA E SALINA	Magnésio: LQ: 0,1mg/L Manganês: LQ: 0,05mg/L Magnésio: LQ: 0,1mg/L Sódio: LQ: 0,004mg/L Níquel: LQ: 0,005mg/L Fósforo: LQ: 0,004mg/L Selênio: LQ: 0,002mg/L Silício: LQ: 0,04mg/L Tório LQ: 0,004 mg/L Tungstênio LQ: 0,01 mg/L Urânio LQ: 0,015 mg/L Zinco: LQ: 0,05mg/L	US EPA 6010 (2014) US EPA 3015A (2007)
	Determinação da demanda bioquímica de oxigênio através do ensaio em 05 dias LQ: 2mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 5210 B
	Determinação de cloro residual livre pelo método colorimétrico com N, N-dietil-p-fenilenodiamina LQ: 0,01mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 4500-Cl G
	Determinação de surfactantes aniônicos pelo método colorimétrico LQ: 0,1mg/L	ABNT NBR 10738:1989
	Determinação de fenol pelo método colorimétrico LQ: 0,001mg/L	ABNT NBR 10740:1989
	Determinação da demanda química de oxigênio pelo método do refluxo fechado seguido de espectrofotometria LQ: 25mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 5220 D
	Determinação de Amônia por meio do cálculo LQ: 0,28mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 4500- NH3 F
	Determinação de Dureza Total – Método Titulométrico do EDTA LQ: 2,0mgCaCO3/L	SMWW, 23ª Edição, Método 2340B
	Determinação de Dureza de Cálcio – Método Titulométrico do EDTA LQ: 2,0mgCaCO3/L	SMWW, 23ª Edição, Método 2340B
	Determinação de Dureza de Magnésio por Cálculo LQ: 2,0mgCaCO3/L	SMWW, 23ª Edição, Método 2340B

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIO QUÍMICO**	
ÁGUA BRUTA, ÁGUA TRATADA, ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, ÁGUA RESIDUAL, ÁGUA SALOBRA E SALINA	Determinação de Fenóis e Cresóis 2-Clorofenol LQ: 0,1 µg/L Pentaclorofenol LQ:3 µg/L 2,4 Diclorofenol LQ:0,3 µg/L 2,4,6 Tricolofenol LQ:0,2 µg/L 2,4,5-T: LQ:2,0 µg/L Cresol LQ:2 µg/L Triclorofenol LQ: 4 µg/L	US EPA 8270C (1996) e US EPA 8041A (2000)
	Determinação de PCBs - Bisfenilas Policlorados Aroclor 1232 LQ: 2 µg/L Aroclor 1248 LQ: 2 µg/L Aroclor 1260 LQ: 2 µg/L	US EPA 8270C (1996)
	Determinação de Trihalometanos Diclorometano LQ: 4 µg/L Clorofórmio ou Triclorometano LQ: 4 µg/L Tetracloreto de Carbono LQ: 4 µg/L Bromodiclorometano LQ: 4 µg/L Dibromoclorometano LQ: 4 µg/L Tribromometano ou Bromofórmio LQ: 4 µg/L	MET 057 Rev.03 (2014)
	Determinação HPA por Cromatografia Gasosa acoplado a espectrometria de massas por extração líquido-líquido. Naftaleno: LQ: 0,002mg/L Acenafteno: LQ: 0,002mg/L Acenaftleno: LQ: 0,002mg/L Fluoreno: LQ: 0,002mg/L Fenantreno: LQ: 0,002mg/L Antraceno: LQ: 0,002mg/L Fluoranteno: LQ: 0,002mg/L Pireno: LQ: 0,002mg/L Benz(a)antraceno: LQ: 0,002mg/L Criseno: LQ: 0,002mg/L Benzo(b) fluoranteno: LQ: 0,002mg/L Benzo(k) fluoranteno: LQ: 0,002mg/L Benzo (a) pireno: LQ: 0,002mg/L Indeno (1,2,3 c, d) pireno: LQ: 0,002mg/L Dibenzo (a, h) antraceno: LQ: 0,002mg/L Benzo (g, h, i) perileno: LQ: 0,002mg/L	US EPA 8100:1986
	Determinação de Orgânicos por Cromatografia Gasosa acoplado a espectrometria de massas Monoclorobenzeno: LQ: 0,002mg/L 1,2 diclorobenzeno: LQ: 0,002mg/L 1,3 diclorobenzeno: LQ: 0,002mg/L 1,4 diclorobenzeno: LQ: 0,002mg/L	US EPA SW 846, metódo 8020A:1994

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIO QUÍMICO**	
ÁGUA BRUTA, ÁGUA TRATADA, ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, ÁGUA RESIDUAL, ÁGUA SALOBRA E SALINA	Determinação de HTP por Cromatografia Gasosa Acoplado a Espectrometria de Massas C8 Octano LQ: 0,001 mg/L C9 Nonano LQ: 0,001 mg/L C10 Decane LQ: 0,001 mg/L C11 Undecano LQ: 0,001 mg/L C12 Dodecane LQ: 0,001 mg/L C13 Tridecano LQ: 0,001 mg/L C14 Tetradecane LQ: 0,001 mg/L C15 Pentadecano LQ: 0,001 mg/L C16 Hexadecane LQ: 0,001 mg/L C17 Heptadecano LQ: 0,001 mg/L C18 Octadecane LQ: 0,001 mg/L C19 Nonadecano LQ: 0,001 mg/L C20 Eicosane LQ: 0,001 mg/L C21 Fitano LQ: 0,001 mg/L C22 Docosane LQ: 0,001 mg/L C23 Tricosano LQ: 0,001 mg/L C24 Tetradocosane LQ: 0,001 mg/L C25 Pentacosano LQ: 0,001 mg/L C26 Hexadocosane LQ: 0,001 mg/L C27 Heptacosano LQ: 0,001 mg/L C28 Octadocosane LQ: 0,001 mg/L C29 Nonacosano LQ: 0,001 mg/L C30 Triacontano LQ: 0,001 mg/L C31 Hentriacontano LQ: 0,001 mg/L C32 Detriacontano LQ: 0,001 mg/L C33 Tritriacontano LQ: 0,001 mg/L C34 Tetratriacontano LQ: 0,001 mg/L C35 Pentatriacontano LQ: 0,001 mg/L C36 Hexatriacontano LQ: 0,001 mg/L C37 Heptatriacontano LQ: 0,001 mg/L C38 Octatriacontano LQ: 0,001 mg/L C39 Nonatriacontano LQ: 0,001 mg/L C40 Tetracontano LQ: 0,001 mg/L	US EPA 8015B (1996)
	Determinação de Cloraminas totais por colorimetria. LQ: 4,0 mg/L	SMWW 23ª Ed. Seção 4500 Cl G

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIO QUÍMICO**	
SOLOS, ROCHA, REJEITO, LODOS, SEDIMENTOS E RESÍDUOS SÓLIDOS	Determinação de metal total por espectrofotometria de emissão de plasma: método de plasma indutivamente acoplado (ICP/EOS) Alumínio: LQ: 1,0 mg/Kg Arsênio: LQ: 1,0 mg/Kg Antimônio: LQ: 1,0 mg/Kg Boro: LQ: 1,0 mg/Kg Bário: LQ: 1,0 mg/Kg Bismuto: LQ: 1,0 mg/Kg Cálcio: LQ: 50,0 mg/Kg Cádmio: LQ: 0,5 mg/Kg Cobalto: LQ: 1,0 mg/Kg Cobre: LQ: 1,0 mg/Kg Cromo: LQ: 1,0 mg/Kg Chumbo: LQ: 1,0 mg/Kg Estrôncio: LQ: 1,0 mg/Kg Ferro: LQ: 1,0 mg/Kg Ítrio: LQ: 1,0 mg/Kg Mercúrio: LQ: 0,4 mg/Kg Potássio: LQ: 20,0 mg/Kg Magnésio: LQ: 50,0 mg/Kg Manganês: LQ: 1,0 mg/Kg Molibdênio: LQ: 1,0 mg/Kg Sódio: LQ: 100 mg/Kg Níquel: LQ: 1,0 mg/Kg Selênio: LQ: 1,0 mg/Kg Tório: LQ: 1,0 mg/Kg Tungstênio: LQ: 1,0 mg/Kg Urânio: LQ: 1,0 mg/Kg Zinco: LQ: 1,0 mg/Kg	US EPA SW 3050B (1996) US EPA SW 7074A (1994) US EPA 200.7 (1994)
	DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS CLORADOS E FOSFORADOS Alaclor LQ 0,001 mg/kg Aldrin LQ 0,001 mg/kg Atrazina LQ 0,001 mg/kg Clordano LQ 0,001 mg/kg Clorpirifós LQ 0,001 mg/kg DDD LQ 0,001 mg/kg DDE LQ 0,001 mg/kg DDT LQ 0,001 mg/kg Demeton (O e S) LQ 0,001 mg/kg Dieldrin LQ 0,001 mg/kg Endrin LQ 0,001 mg/kg HCH (beta) LQ 0,001 mg/kg Hexaclorobenzeno LQ 0,001 mg/kg Lindano (HCH gama) LQ 0,001 mg/kg	EPA 3550C (2007)

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIO QUÍMICO**	
SOLOS, ROCHA, REJEITO, LODOS, SEDIMENTOS E RESÍDUOS SÓLIDOS	Heptachlor epoxide LQ 0,001 mg/kg Methoxychlor LQ 0,001 mg/kg DETERMINAÇÃO DE HIDROCARBONETOS POLICICLOS AROMATICOS Naftaleno LQ 0,01 mg/kg Acenaftileno LQ 0,01 mg/kg Acenafteno LQ 0,01 mg/kg Fluoreno LQ 0,01 mg/kg Fenantreno LQ 0,025 mg/kg Antraceno LQ 0,01 mg/kg Fluoranteno LQ 0,01 mg/kg Pireno LQ 0,025 mg/kg Benzo(a)antraceno LQ 0,025 mg/kg Criseno LQ 0,01 mg/kg Benzo(b)fluoranteno LQ 0,01 mg/kg Benzo(k)fluoranteno LQ 0,01 mg/kg Benzo(a)pireno LQ 0,01 mg/kg Indeno(1,2,3 cd)pireno LQ 0,01 mg/kg Dibenzo(a,h)antraceno LQ 0,01 mg/kg Benzo(g,h,i)perileno LQ 0,01 mg/kg DETERMINAÇÃO DE FENOIS E CRESOIS Fenol LQ 0,02 mg/kg 2-Clorofenol LQ 0,02 mg/kg 2-Metilfenol (o-Cresol) LQ 0,02 mg/kg p-Cresol LQ 0,02 mg/kg m-Cresol LQ 0,02 mg/kg 2,4-Diclorofenol 0,02 mg/kg 2,4,6-Triclorofenol 0,02 mg/kg 2,4,5-Triclorofenol 0,02 mg/kg Pentaclorofenol LQ 0,02 mg/kg Tribromometano ou Bromofórmio LQ - 0,04 mg/kg Diclorometano LQ - 0,04 mg/kg DETERMINAÇÃO DE HIDROCARBONETOS TOTAIS EM PETRÓLEO Decane LQ 0,01 mg/kg Dodecane LQ 0,01 mg/kg Tetradecane LQ 0,01 mg/kg Hexadecane LQ 0,01 mg/kg Octadecane LQ 0,01 mg/kg Eicosane LQ 0,01 mg/kg Docosane LQ 0,01 mg/kg Tetracosane LQ 0,01 mg/kg Hexacosane LQ 0,01 mg/kg Octacosane LQ 0,01 mg/kg	EPA 3550C (2007)

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIO QUÍMICO**	
SOLOS, ROCHA, REJEITO, LODOS, SEDIMENTOS E RESÍDUOS SÓLIDOS	DETERMINAÇÃO DE BISFENILAS POLICLORADAS Aroclor 1232 LQ 0,002 mg/kg Aroclor 1248 LQ 0,002 mg/kg Aroclor 1260 LQ 0,002 mg/kg DETERMINAÇÃO DE TRIHALOMETANOS Triclorometano (Clorofórmio) LQ - 0,04 mg/kg Tetracloreto de carbono LQ - 0,04 mg/kg Bromodiclorometano LQ - 0,04 mg/kg Dibromoclorometano LQ - 0,04 mg/kg Tribromometano ou Bromofórmio LQ - 0,04 mg/kg DETERMINAÇÃO DE BTEXCLORADOS Benzeno LQ - 0,02 mg/kg Tolueno LQ - 0,02 mg/kg Monoclorobenzeno LQ - 0,02 mg/kg Etilbenzeno LQ - 0,02 mg/kg Xilenos (o,p e m) LQ - 0,02 mg/kg 1,2 - Diclorobenzeno LQ - 0,02 mg/kg 1,3 - Diclorobenzeno LQ - 0,02 mg/kg 1,4 - Diclorobenzeno LQ - 0,02 mg/kg DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS ORGANICOS VOLATEIS Cloreto de Vinila LQ - 10 mg/kg 1,2-Dicloroetano LQ - 10 mg/kg 1,1 Dicloroeteno LQ - 10- mg/kg 1,2-Dicloroeteno LQ - 10 mg/kg Estireno LQ - 10 mg/kg Tetracloroeteno LQ - 10 mg/kg Triclorobenzeno LQ - 10 mg/kg Tricloroeteno LQ - 10 mg/kg DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS SEMI VOLÁTEIS Bis(2-EtilHexil)ftalato LQ - 10 mg/kg	EPA 3550C (2007) Determinação: EPA 8270 E, 2018. Preparo: EPA 3550 C, 2007.
	Determinação da Capacidade de Geração Ácida (NAG) por adição simples pelo método eletroquímico. LQ: 0,3 Kg H_2SO_4/t	Environmental Geochemistry International – Single Addition Net Acid Generation (NAG) Test Procedure Summary (2010)
	Determinação da Capacidade da Neutralização Ácida (ANC) pelo método eletroquímico. LQ: 0,2 kg$CaCO_3$/t	US EPA-600/2-78-054 (1978)

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIO QUÍMICO**	
SOLOS, ROCHA, REJEITO, LODOS, SEDIMENTOS E RESÍDUOS SÓLIDOS	Ensaios Cinéticos de Lixiviação - Drenagem Livre Determinação de metal total e dissolvido por espectrometria de emissão de plasma: método de plasma indutivamente acoplado (ICP/EOS) em extrato Lixiviado: Alumínio: LQ: 0,05mg/L Arsênio: LQ: 0,002 mg/L Antimônio: LQ: 0,005mg/L Boro: LQ: 0,05mg/L Bário: LQ: 0,005mg/L Cálcio: LQ: 0,2mg/L Cádmio: LQ: 0,001mg/L Cobalto: LQ: 0,005mg/L Cobre: LQ: 0,006mg/L Cromo: LQ: 0,005mg/L Chumbo: LQ: 0,01mg/L Ferro: LQ: 0,05mg/L Potássio: LQ: 0,02mg/L Magnésio: LQ: 0,1mg/L Manganês: LQ: 0,05mg/L Sódio: LQ: 0,004mg/L Níquel: LQ: 0,005mg/L Selênio: LQ: 0,002mg/L Silício: LQ: 0,04mg/L Zinco: LQ: 0,05mg/L Estrôncio – LQ: 0,1 mg/L	Amira, Project P387A (2002) US.EPA 3015A (1994), SMWW 23ª Edição, Método 3030E e 3120
	Determinação de ânions por cromatografia de íons em extrato Lixiviado: Fluoreto - LQ: 0,05mgF/L Cloreto - LQ: 2mg/L Nitrito - LQ: 0,05mgN/L Nitrato - LQ: 0,2 mgN/L Sulfato - LQ: 2mg/L Determinação de acidez pelo método titulométrico em extrato Lixiviado: LQ: 1mg/L Determinação alcalinidade total, hidróxidos, carbonatos, bicarbonatos por método titulométrico em extrato Lixiviado: LQ: 1mg/L	SWMM 23ª Edição, Método 4110-B SWMM 23ª Edição, Método 2310-B SWMM 23ª Edição, Método 2320-B

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIO QUÍMICO**	
SOLOS, ROCHA, REJEITO, LODOS, SEDIMENTOS E RESÍDUOS SÓLIDOS	Determinação de metal total e dissolvido por espectrometria de emissão de plasma: método de plasma indutivamente acoplado (ICP/EOS) em extrato Lixiviado Fósforo: LQ: 0,004mg/L Bismuto – LQ: 0,1 mg/L Ítrio – LQ: 0,1 mg/L Tório – LQ: 0,1 mg/L Tungstênio – LQ: 0,1 mg/L Urânio – LQ: 0,1 mg/L	US EPA 200.7:1994
	Determinação de condutividade eletrolítica em extrato Lixiviado: LQ: 0,005mS/cm Determinação de pH pelo método eletrométrico em extrato Lixiviado: Faixa: 2 a 13 Determinação do potencial de oxiredução pelo método eletroanalítico direto – potenciometria em extrato Lixiviado: Faixa:-1900 mV a +1900 mV Determinação de oxigênio dissolvido pelo método com eletrodo de membrana em extrato Lixiviado: LQ: 0,05mg/L	Amira, Project P387A (2002) SMWW 23ª Edição, Método 3030E e 3120B
	Ensaios Cinéticos de Lixiviação - Célula Úmida Determinação de metal total e dissolvido por espectrometria de emissão de plasma: método de plasma indutivamente acoplado (ICP/EOS) em extrato Lixiviado Alumínio: LQ: 0,05mg/L Arsênio: LQ: 0,002mg/L Antimônio: LQ: 0,005mg/L Boro: LQ: 0,05mg/L Bário: LQ: 0,005mg/L Cálcio: LQ: 0,2mg/L Cádmio: LQ: 0,001mg/L Cobalto: LQ: 0,005mg/L Cobre: LQ: 0,006mg/L Cromo: LQ: 0,005mg/L Chumbo: LQ: 0,01mg/L Ferro: LQ: 0,05mg/L Potássio: LQ: 0,02mg/L Magnésio: LQ: 0,1mg/L Manganês: LQ: 0,05mg/L	ASTM – D 5744-13 (2013) SMWW 23ª Edição, Método 3030E e 3120B

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIO QUÍMICO**	
SOLOS, ROCHA, REJEITO, LODOS, SEDIMENTOS E RESÍDUOS SÓLIDOS	Sódio: LQ: 0,004mg/L Níquel: LQ: 0,005mg/L Fósforo: LQ: 0,004mg/L Selênio: LQ: 0,002mg/L Silício: LQ: 0,04mg/L Zinco: LQ: 0,05mg/L Bismuto – LQ: 1 mg/L Estrôncio – LQ: 1 mg/L Ítrio – LQ: 1 mg/L Tório – LQ: 1 mg/L Tungstênio – LQ: 1 mg/L Urânio – LQ: 1 mg/L	ASTM – D 5744-13 (2013) SMWW 23ª Edição, Método 3030E e 3120B
	Determinação de ânions por cromatografia de íons em extrato Lixiviado: Fluoreto - LQ: 0,05mgF/L Cloreto - LQ: 2mg/L Nitrito - LQ: 0,05mgN/L Nitrato - LQ: 0,2 mgN/L Sulfato - LQ: 2mg/L	SWMM 23ª Edição, Método 4110-B
	Determinação de acidez pelo método titulométrico em extrato Lixiviado: LQ: 1mg/L	SWMM 23ª Edição, Método 2310-B
	Determinação alcalinidade total, hidróxidos, carbonatos, bicarbonatos por método titulométrico em extrato Lixiviado: LQ: 1mg/L	SWMM 23ª Edição, Método 2320-B
	Determinação de condutividade eletrolítica em extrato Lixiviado: LQ: 0,005mS/cm	
	Determinação de pH pelo método eletrométrico em extrato Lixiviado: Faixa: 2 a 13	
	Determinação do potencial de oxiredução pelo método eletroanalítico direto – potenciometria em extrato Lixiviado: Faixa:-1900 mV a +1900 mV	EPA 600/2-78-054 (1978) Appendix A: Testing Protocols, n° 09211/2 (1997) EPA 530-R-94-036 (1994)
	Determinação de oxigênio dissolvido pelo método com eletrodo de membrana em extrato Lixiviado: LQ: 0,05mg/L	

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIO QUÍMICO**	
SOLOS, ROCHA, REJEITO, LODOS, SEDIMENTOS E RESÍDUOS SÓLIDOS	Balanço Ácido-Base Modificado – MABA Determinação de Potencial de Neutralização (PN) para o ensaio de MABA por Eletropotenciometria. LQ: 0,01 kgCaCO3/t Determinação de Potencial de Geração de Acidez (PA) para o ensaio de MABA por cálculo. LQ: 0,3 kgCaCO3/t Determinação de Potencial de Neutralização Líquido (NNP) para o ensaio de MABA por cálculo. Faixa de Trabalho: -200 a 200 kgCaCO3/t Determinação de Razão do Potencial de Neutralização (NPR) para o ensaio de MABA por cálculo. LQ: 0,03 Determinação do pH na pasta (1:1) para o ensaio de MABA por Eletropotenciometria pH 1:1 Faixa de trabalho: 2 a 12. Determinação de Enxofre total para o ensaio de MABA por espectrofotometria de emissão atômica. LQ: 0,1% S Determinação de Sulfeto (Enxofre Pirídico) para o ensaio de MABA por cálculo. LQ: 0,01% S Determinação de Sulfato para o ensaio de MABA por espectrofotometria de emissão atômica. LQ: 0,1% S	EPA 600/2-78-054 (1978) Appendix A: Testing Protocols, n° 09211/2 (1997) EPA 530-R-94-036 (1994)
AR, GASES E POLUENTES DA ATMOSFERA	Determinação de partículas totais em suspensão – PTS pelo método do amostrador de grande volume. LQ: 5 µg/Nm^3	ABNT NBR 9547:1997
	Determinação de particulados inaláveis - PM10 pelo Método do amostrador de grande volume acoplado a um separador inercial de partículas LQ: 5 µg/Nm^3	ABNT NBR 13412:1995
	Determinação de Dióxido de Enxofre pelo método de Peróxido de Hidrogênio. LQ:4 µg/m^3	ABNT NBR 12979:1993

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIO QUÍMICO**	
AR, GASES E POLUENTES DA ATMOSFERA	Determinação de Fluoreto pelo método do eletrodo de íon específico. LQ:1 µg/m³	ASTM D3268:2011
	Determinação de metais por espectrometria de emissão de plasma: método de plasma indutivamente acoplado Determinação de Mercúrio LQ: 0,01µg/Nm³ Determinação de Magnésio LQ: 0,01µg/Nm³ Determinação de Estanho LQ: 0,01µg/Nm³ Determinação de Fósforo LQ: 0,01µg/Nm³ Determinação de Alumínio LQ: 0,01µg/Nm³ Determinação de Cromo LQ: 0,01µg/Nm³ Determinação de Cobre LQ: 0,01µg/Nm³ Determinação de Prata LQ: 0,01µg/Nm³ Determinação de Níquel LQ: 0,01µg/Nm³ Determinação de Zinco LQ: 0,01µg/Nm³ Determinação de Arsênio LQ: 0,01µg/Nm³ Determinação de Ferro LQ: 0,01µg/Nm³ Determinação de Manganês LQ: 0,01µg/Nm³ Determinação de Cádmio LQ: 0,01µg/Nm³ Determinação de Cálcio LQ: 0,01µg/Nm³ Determinação de Chumbo LQ: 0,01µg/Nm³	EPA – IO – 3.1:1999 EPA – IO – 3.4:1999
	Determinação de Partículas Respiráveis - PM2,5 pelo método do Amostrador de Grande Volume acoplado a um separador inercial de Partículas. LQ: 3 µg/m³	40 CFR Appedix L to Part 50
	Determinação de Dióxido de Nitrogênio pelo método de Arsenito de Sódio. LQ: 22 µg/m³	USEPA EQN-1277-026:1977
EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS	Determinação de Material Particulado por Gravimetria em efluentes gasosos de dutos e chaminés de fontes estacionárias LQ: 1,0mg/Nm³	EPA Method 5:2017
	Determinação de Dióxido de Enxofre por titulometria em efluentes gasosos de dutos e chaminés de fontes estacionárias LQ: 1,2mg/Nm³	EPA 08:2019
	Determinação de Ácido Clorídrico e Cloro Livre por cromatografia iônica o em efluentes gasosos de dutos e chaminés de fontes estacionárias LQ: 0,1µg/Nm³	EPA 9057:1996

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
PRODUTOS QUÍMICOS	**ENSAIO QUÍMICO**	
EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS	Determinação de Trióxido de Enxofre e Névoas de Ácido Sulfúrico por titulometria em efluentes gasosos de dutos e chaminés de fontes estacionárias LQ: 0,05mg/Nm³	EPA 08:2019

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
PRODUTOS QUÍMICOS	**ENSAIO QUÍMICO**	
FERTILIZANTES QUÍMICOS E MINERAIS	Determinação de nitrogênio total por titulometria LQ: 0,5%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo I, C-1.3
	Determinação de fósforo total (P_2O_5) por colorimetria LQ: 1%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo I, C-2.2
	Determinação fósforo solúvel em água por colorimetria LQ: 1%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo I, C-3.2
	Determinação de fósforo solúvel em CNA + água por colorimetria LQ: 1%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo I, C-4.2
	Determinação fósforo solúvel em ácido cítrico por colorimetria LQ: 1%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo I, C-5.2
	Determinação de potássio solúvel em água por fotometria de chama LQ: 1%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo I, C-7.1.2
	Determinação de cálcio total por espectrofotometria de emissões ótica- ICP/OES LQ: 0,5%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo I, C-8.2

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
PRODUTOS QUÍMICOS	**ENSAIO QUÍMICO**	
FERTILIZANTES QUÍMICOS E MINERAIS	Determinação de magnésio total por espectrofotometria de emissões ótica- ICP/OES LQ: 0,5%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo I, C-8.3
	Determinação de enxofre total por gravimetria LQ: 1%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo I, C-9
	Determinação de boro por colorimetria LQ: 0,1%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo I, C-10.2
	Determinação de zinco por espectrofotometria de emissões ótica- ICP/OES LQ: 0,05%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo I, C-11
	Determinação de cobre por espectrofotometria de emissões ótica- ICP/OES LQ: 0,05%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo I, C-12-1
	Determinação de manganês por espectrofotometria de emissões ótica- ICP/OES LQ: 0,05%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo I, C-13.1

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
PRODUTOS QUÍMICOS	**ENSAIO QUÍMICO**	
FERTILIZANTES QUÍMICOS E MINERAIS	Determinação de ferro por espectrofotometria de emissões ótica- ICP/OES LQ: 0,05%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo I, C-14.1
	Determinação de molibdênio por espectrofotometria de emissões ótica- ICP/OES LQ: 0,01%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo I, C-15.1
	Determinação de cobalto por espectrofotometria de emissões ótica- ICP/OES LQ: 0,01%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo I, C-16.1
	Determinação de níquel por espectrofotometria de emissões ótica- ICP/OES LQ: 0,01%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo I, C-17.1
	Determinação de micronutrientes metálicos solúveis em ácido cítrico e citrato neutro de amônio por espectrofotometria de emissões ótica- ICP/OES Boro: LQ: 0,1% Cobalto: LQ: 0,01% Ferro: LQ: 0,05% Molibdênio: LQ: 0,01% Níquel: LQ: 0,01% Zinco: LQ: 0,05% Cobre: LQ: 0,05% Manganês:LQ: 0,05%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo I, C-18
	Determinação de metais por espectrofotometria de emissões ótica- ICP/OES Cádmio: LQ: 0,20mg/kg Chumbo: LQ: 0,20mg/kg Cromo: LQ: 0,20mg/kg Selênio: LQ: 0,20mg/kg Mercúrio: LQ: 0,20mg/kg Arsênio: LQ: 0,20mg/kg	US EPA 3050B:1996 e US EPA 7470A:1994

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
PRODUTOS QUÍMICOS	**ENSAIO QUÍMICO**	
CORRETIVO DE ACIDEZ	Determinação de óxido de cálcio por espectrofotometria de emissões ótica- ICP/OES LQ: 1%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo V, C-4.3
	Determinação de óxido de magnésio por espectrofotometria de emissões ótica- ICP/OES LQ: 0,5%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo V, C-3
	Determinação do poder de neutralização (PN) por titulação LQ: 1%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo V, C-1
	Determinação do poder relativo de neutralização total por cálculo - (PRNT). LQ: 1%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo V, D-2
	Determinação da distribuição do tamanho de partícula por granulometria: Peneira com abertura de 2 mm LQ: 1% Peneira com abertura de 0,84 mm LQ: 1% Peneira com abertura de 0,30 mm LQ: 1%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo V, B-2.1
	Determinação de metais por espectrofotometria de emissões ótica – ICP/OES Cádmio: LQ: 0,20mg/kg Chumbo: LQ: 0,20mg/kg	US EPA 3050B:1996

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
PRODUTOS QUÍMICOS	**ENSAIO QUÍMICO**	
FERTILIZANTES ORGÂNICOS E ORGÂNOMINERAIS	Determinação de umidade por secagem em estufa a 65ºC LQ: 1%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo III, D-1
	Determinação de pH pelo método eletrométrico Faixa: 1-13	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo III, D-2
	Determinação de nitrogênio total por titulometria LQ: 0,5%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo III, E-1.1
	Determinação de fósforo total por colorimetria LQ: 1%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo III, E-2
	Determinação de potássio solúvel em água por espectrometria de emissão em chama LQ: 1%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo III, E-6
	Determinação de cálcio e magnésio total por espectrofotometria de emissões ótica- ICP/OES LQ: 0,5%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo III, E-7
	Determinação de enxofre por gravimetria LQ: 1%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo III, E-8

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1039	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
PRODUTOS QUÍMICOS	**ENSAIO QUÍMICO**	
FERTILIZANTES ORGÂNICOS E ORGÂNOMINERAIS	Determinação de boro por colorimetria LQ: 0,1%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo III, E-9
	Determinação de carbono orgânico por titulometria LQ: 1,8%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo III, E-13
	Determinação da capacidade de troca catiônica por titulometria LQ: 5 mmol/kg	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo III, E-15
	Determinação de micronutrientes metálicos por espectrofotometria de emissões ótica- ICP/OES Cobalto: LQ: 0,01% Ferro: LQ: 0,05% Molibdênio: LQ: 0,01% Níquel: LQ: 0,01% Zinco: LQ: 0,05%	Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) – 2017 Capítulo III, E-10

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
1039	**INSTALAÇÃO DE CLIENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIO QUÍMICO**	
ÁGUA BRUTA, ÁGUA TRATADA, ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, ÁGUA RESIDUAL, ÁGUA SALOBRA E SALINA	Determinação de condutividade pelo método eletrométrico LQ: 0,005 mS/cm	SMWW, 23ª Edição, Método 2510 B
	Determinação de pH pelo método eletrométrico Faixa: 2 a 13	SMWW, 23ª Edição, Método 4500-H^+ B
	Determinação de temperatura Faixa: 10 a 40 ºC	SMWW, 23ª Edição, Método 2550 B
	Determinação de turbidez pelo método nefelométrico LQ: 0,05NTU	SMWW, 23ª Edição, Método 2130 B
	Determinação do potencial de oxiredução pelo método eletroanalítico direto – potenciometria. Faixa:-1900 mV a +1900 mV	SMWW, 23ª Edição, Método 2580 B
	Determinação de oxigênio dissolvido pelo método com eletrodo de membrana LQ: 0,05mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 4500-O G
	Aspecto, corantes artificiais, materiais flutuantes, óleos e graxas visíveis, resíduos e sólidos objetáveis e substâncias que conferem odor, por método de observação visual ou percepção. LQ: Qualitativo	SMWW, 23ª Edição, Método 2110
EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS	Determinação de Monóxido de Carbono – Método do Analisador Portátil LQ: 1ppm	US EPA CTM 030 (1997)
	Determinação de Oxigênio – Método do Analisador Portátil LQ: 0,1%	US EPA CTM 030 (1997)
	Determinação de Óxidos de Nitrogênio em dutos de chaminés – Método do Analisar Portátil Faixa: 2 a 400 mg/Nm^3	EPA CTM 030:1997

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
1039	**INSTALAÇÃO DE CLIENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIO QUÍMICO**	
EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS	Determinação de pontos de amostragem em dutos e chaminés de fontes estacionárias	US.EPA Método 1:2017
	Amostragem para determinação de Ácido clorídrico e Cloro Livre em efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias	EPA 050:1996
	Amostragem para determinação de Material Particulado em efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias	EPA Method 5:2017
	Amostragem para determinação de Dióxido de Enxofre, Trióxido de Enxofre e Névoas de Ácido Sulfúrico em efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias	EPA 08:1996
MEIO AMBIENTE	**AMOSTRAGEM**	
ÁGUA BRUTA, ÁGUA TRATADA, ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, ÁGUA RESIDUAL, ÁGUA SALOBRA E SALINA	Amostragem em Rios, Lagos, Represas, Sistemas Alternativos de Abastecimento Público, Poços Freáticos Profundos, Nascentes e Minas, Estação de Tratamento De Água (ETA), Sistema de Reservação, Redes de Distribuição, Sistemas Alternativos de Abastecimento Público, Amostragem em Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), Sistemas Industriais	ABNT NBR 9898:1987
	Amostragem de águas subterrâneas pelo método de baixa vazão	ABNT NBR 15847:2010
SOLOS, ROCHA, REJEITO, LODOS, SEDIMENTOS E RESÍDUOS SÓLIDOS	Amostragem em tambores e recipientes similares, caminhão tanque, lagoas de resíduos, leitos de secagem, recipientes contendo pó ou resíduos granulados, lagoas secas e solos e áreas contaminadas, tecido vegetal, montes ou pilhas de resíduos, tanques ou contêineres e resíduos heterogêneos.	ABNT 10.007 (2004) Manual de Investigação de Àreas Contaminadas, Cap. IV, CETESB (2017)
AR, GASES E POLUENTES DA ATMOSFERA	Amostragem para determinação de partículas totais em suspensão – PTS pelo método do amostrador de grande volume.	ABNT NBR 9547:1997
	Amostragem para determinação de particulados inaláveis – PM10 pelo Método do amostrador de grande volume acoplado a um separador inercial de partículas	ABNT NBR 13412:1995

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
1039	**INSTALAÇÃO DE CLIENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**AMOSTRAGEM**	
AR, GASES E POLUENTES DA ATMOSFERA	Amostragem para determinação de Dióxido de Enxofre pelo método de Peróxido de Hidrogênio.	ABNT NBR 12979:1993
	Amostragem para determinação de Fluoreto pelo método de tubos impregnados com bicarbonato de sódio e filtro de particulado.	ASTM 3268 – D:2011
	Amostragem para determinação de Metais em filtros de PTS, PM10 e PM2,5	EPA – IO – 3.1 EPA – IO – 3.4 (1999)
	Amostragem para determinação de Partículas Respiráveis - PM2,5 pelo método do Amostrador de Grande Volume acoplado a um separador inercial de Partículas.	40 CFR Appedix L to Part 50
	Amostragem para determinação de Dióxido de Nitrogênio em ar atmosférico pelo método de Arsenito de Sódio.	USEPA EQN-1277-026, 1977
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS MECÂNICOS**	
EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS	Determinação da massa molecular seca em dutos e chaminés de fontes estacionárias LQ: 28,84 g/mol	CETESB L9.223
	Determinação da velocidade e vazão dos gases em dutos e chaminés de fontes estacionárias Faixa: 3 a 50 m/s	US.EPA Método 2:2017
	Determinação da umidade em dutos e chaminés de fontes estacionárias Faixa: 0 a 100%	ABNT NBR 11967:1989
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS ACÚSTICOS, DE VIBRAÇÃO E CHOQUE**	
ÁREAS HABITADAS AMBIENTES EXTERNOS E INTERNOS	Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habita das	ABNT 10151:2019 Método Simplificado (8.1) Método Detalhado (8.2)
xx	xxxx	xxx

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 – ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016	Folha: 1	Total de Folhas: 5

RAZÃO SOCIAL/DESIGNAÇÃO DO LABORATÓRIO

Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente Ltda – EPP/ Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1402	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS QUÍMICOS**	
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	Determinação de Material Particulado em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias - por gravimetria LQ: 3,04 mg	ABNT NBR 12019:1990
	Determinação de Dióxido e Trióxido de Enxofre e Nevoas de Ácido Sulfúrico em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias - por titulometria LQ SO_2: 3,76 mg SO_2 LQ SO_3: 0,94 mg SO_3	ABNT NBR 12021:2017
	Determinação de Óxido de Nitrogênio em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias - por colorimetria LQ: 9,63 µg NO_2	CETESB L – 9.229:1992
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS BIOLÓGICOS**	
AR INTERIOR EM AMBIENTE CLIMATIZADO ARTIFICIAL DE USO PÚBLICO E COLETIVO	Determinação de fungos no ar - quantitativa/contagem em placas LQ: 4,80 UFC/m^3	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 001
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS QUÍMICOS**	
GASES E POLUENTES DA ATMOSFERA	Determinação de Partículas Totais em Suspensão - PTS por gravimetria LQ: 1,61 mg	ABNT NBR 9547:1997
	Determinação de Partículas Inaláveis - PI por gravimetria LQ: 1,61 mg	ABNT NBR 9547:1997
MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DE	**ENSAIOS MECÂNICOS**	

"Este Escopo cancela e substitui a revisão emitida anteriormente"

_____

Em, 05/08/2022

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 - ENSAIO

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1402	**INSTALAÇÃO PERMANENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEDIÇÃO E CONTROLE		
COLETOR ISOCINÉTICO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS (CIPA)	Ensaio de gasômetro seco e placa de orifício. Faixa: 10 a 35 L/min	ABNT NBR 12020:1992 Item 5.1
	Ensaio de Pitot “S” isolado ou em conjunto com Sonda de Amostragem Faixa: 4 a 25 m/s	ABNT NBR 12020:1992 Item 5.2
	Ensaio de Boquilha Faixa: 4 a 17 mm	ABNT NBR 12020:1992 Item 5.4

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 - ENSAIO

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1402	**INSTALAÇÃO DE CLIENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**AMOSTRAGEM**	
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	Amostragem para determinação de Material Particulado em Efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias.	ABNT NBR 12019:1990
	Amostragem para determinação de dióxido de enxofre, trióxido de enxofre e névoas de ácido sulfúrico em efluentes gasosos de dutos e chaminés de fontes estacionárias.	ABNT NBR 12021:2017
	Amostragem para determinação de óxidos de nitrogênio em efluentes gasosos de dutos e chaminés de fontes estacionárias.	CETESB L9.229:1992
MEIO AMBIENTE	**AMOSTRAGEM**	
AR INTERIOR EM AMBIENTE CLIMATIZADO ARTIFICIAL DE USO PÚBLICO E COLETIVO	Amostragem para determinação de fungos no ar Faixa de Trabalho: 25 l/min a 35 l/min	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 001
	Amostragem para determinação de concentração de aerodispersóides - Medição Direta.LQ: 0,1 µg/m^3	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 004
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS QUÍMICOS**	
AR INTERIOR EM AMBIENTE CLIMATIZADO ARTIFICIAL DE USO PÚBLICO E COLETIVO	Determinação da concentração de dióxido de carbono – Medição Direta. Faixa de Trabalho: 50 ppm a 5000 ppm	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 002
	Determinação da temperatura do ar - Medição Direta. Faixa de Trabalho: 10°C a 40°C	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 003
	Determinação da umidade do ar - Medição Direta. Faixa de Trabalho: 20% a 90%	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 003
	Determinação da velocidade do ar - Medição Direta. Faixa de Trabalho: 0,01 m/s a 10 m/s	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 003
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS ACÚSTICOS, DE VIBRAÇÃO E CHOQUE**	
ÁREA HABITADAS; AMBIENTES INTERNOS E EXTERNOS	Medição de nível de pressão sonora (ruído) LQ: 30 dB	ABNT NBR 10151:2019
	Determinação de vibração contínua ambiental através da velocidade (pico) Faixa de velocidade: 0,13 a 130 mm/s	POP-MON-11
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS QUÍMICOS**	
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	Determinação de Monóxido de Carbono e Oxigênio em emissões de motores a gás, caldeiras, processos de aquecimento diversos, utilizando analisadores portáteis.	EPA MÉTODO 003:2017

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1402	**INSTALAÇÃO DE CLIENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
	O_2 – LQ: 0,1% CO – LQ: 1,0 ppm	
	ENSAIOS MECÂNICOS	
	Determinação da Velocidade e Vazão dos Gases em Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias Faixa de velocidade: 3 a 30 m/s	ABNT NBR 11966:1989
	AMOSTRAGEM	
	Amostragem e Determinação de Umidade de Efluentes Gasosos em Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias. Faixa: 0 a 50 %	ABNT NBR 11967:1989
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS (CONTINUAÇÃO)	Amostragem e Determinação da Massa Molecular Seca em Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias. Faixa: 28 a 32 g/gmol	CETESB L9.223:1992 EPA MÉTODO 003:2017
	Amostragem para Determinação de Ácido Fluorídrico e Fluoretos em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	CETESB L-9. 213:1995
	Amostragem para Determinação de Dioxinas e Furanos em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	EPA MÉTODO 0023A:1995
	Amostragem para Determinação de Compostos Orgânicos Semi-voláteis em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	CETESB L-9. 232:1990
	Amostragem para Determinação de Compostos Orgânicos totais através de Cromatografia Gasosa FID	EPA MÉTODO OTM-025A:1999
	Amostragem para Determinação de Metais (Alumínio, Bário, Berilo, Estanho, Titânio, Bismuto, Boro, Cádmio, Cálcio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo, Estrôncio, Ferro, Fósforo, Lítio, Magnésio, Manganês, Molibdênio, Níquel, Potássio, Prata, Sódio, Tálio, Vanádio, Zinco, Arsênio, Selênio, Antimônio, Mercúrio, Paládio, Platina, Telúrio, Silício, Urânio, Enxofre e Zircônio) em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	EPA MÉTODO 29:2017
	Amostragem para Determinação de Cianetos em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	Carb Método 426:1987
	Amostragem para Determinação de Ácido Clorídrico e Cloro Livre em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	CETESB L-9. 231:1994

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1402	**INSTALAÇÃO DE CLIENTE**

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
	Amostragem para Determinação de Compostos Orgânicos Voláteis em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias -.	EPA MÉTODO 0030:1986 e EPA MÉTODO 0031:1996
MEIO AMBIENTE	**AMOSTRAGEM**	
GASES E POLUENTES DA ATMOSFERA	Amostragem para Determinação de concentração total de material particulado em suspensão no ar ambiente pelo método do Amostrador de Grande Volume – PTS.	ABNT NBR 9547:1997
	Amostragem para Determinação da Concentração de Partículas Inaláveis em suspensão no ar ambiente pelo método do Amostrador de Grande Volume acoplado a um separador inercial de partículas – PI.	ABNT NBR 13412:1995

ANEXO 3 – LAUDOS DE RUÍDO E VIBRAÇÃO

RELATÓRIO TÉCNICO Nº 23125B REV02

RUÍDO AMBIENTAL

NATUREZA DO TRABALHO: AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA

CLIENTE:
TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA
RUA PARAÍBA, 1352, 6ºANDAR SALA 607
BAIRRO: SAVASSI
BELO HORIZONTE / MG
CEP: 30.130-148
CNPJ: 21.024.483/0001-29

AUTORES:
LUCIANO SERGIO ALVES DA SILVA
RODRIGO KASBERGEN SILVA

DATA DE EMISSÃO: 13 DE MARÇO DE 2023

DATA DA REVISÃO: 11 DE ABRIL DE 2023

EQUIPE TÉCNICA

LUCIANO SÉRGIO ALVES DA SILVA
Engenheiro de Segurança do Trabalho
CREA/MG 18 597-MTB 4369

RODRIGO KASBERGEN SILVA
Engenheiro Mecânico / Segurança do Trabalho
CREA/MG 80.559
Técnico em Química
CRQ-2ª Região/MG 024021711

LEONARDO PATRICK SANTOS OLIVEIRA
Técnico de Monitoramento

RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO

EDER GOMES DE CARVALHO
Técnico em Segurança do Trabalho
MTE / SSST – MG/000092.2

ÍNDICE

1 - OBJETIVO 4

2 - METODOLOGIA 4

3 - LOCAIS DE MEDIÇÕES 5

4 - APARELHAGEM UTILIZADA 9

5 - RESUMO DOS RESULTADOS DAS MEDIÇÕES DE NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA 9

6 - GRÁFICOS 10

7 - DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE 11

ANEXOS 12

I - PLANILHAS DE DEMONSTRAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA E CÁLCULO DO LEQ 12

II - GRÁFICOS DOS MONITORAMENTOS 15

III - CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO 19

IV - CROQUI 33

V - CERTIFICADO E ESCOPO DE ACREDITAÇÃO 34

VI - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART 40

1 - OBJETIVO

Amostragem de níveis de pressão sonora para compor o diagnóstico de ruído ambiental do Estudo de Impacto Ambiental - EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade de Três Marias.

2 - METODOLOGIA

O levantamento foi realizado no método simplificado da ABNT 10.151/2019 versão corrigida de 2020, segundo os preceitos definidos nas metodologias indicadas, com medidor integrado de nível sonoro (sonômetro) classe 1, devidamente calibrado (certificados em anexo), com tempo de medição por ponto/horário de aproximadamente 15 minutos e tempo de integração de 1 segundo, curva de ponderação A com circuito de resposta rápida para todas medições.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas	
ABNT NBR 10.151	Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral
Procedimento Interno	
POP-MON-09	Medição de Ruído Ambiental - Método Simplificado

Os ruídos totais e os ruídos específicos em questão, foram calculados conforme item 9.2.3 ABNT NBR 10.151:2019 versão corrigida de 2020, conforme transcrito abaixo:

9.2.3 Determinação do nível de pressão sonora de um som específico

O nível de pressão sonora de som específico referente às fontes sonoras contribuintes pode ser medido diretamente, quando este for predominante sobre as fontes sonoras residuais ou calculado indiretamente, subtraindo-se do som total a influência do som residual, conforme a Equação 2.

$$L_{esp} = 10 \cdot \log_{10}\left(10^{\frac{L_{tot}}{10}} - 10^{\frac{L_{res}}{10}}\right) \quad (2)$$

onde

L_{esp} é o nível de pressão sonora do som específico;

L_{tot} é o nível de pressão sonora do som total;

L_{res} é o nível de pressão sonora do som residual.

NOTA 1 Quando a diferença aritmética entre o nível de pressão sonora do som total e o nível de pressão sonora do som residual for superior a 15 dB, assume-se que o nível de pressão sonora do som específico é igual ao nível de pressão sonora do som total. Neste caso, considera-se que o som específico é completamente predominante.

NOTA 2 Quando a diferença aritmética entre o nível de pressão sonora do som total e o nível de pressão sonora do som residual for inferior a 3 dB, não é possível determinar com alta exatidão o nível de pressão sonora do som específico. Nestes casos, recomenda-se informar no relatório que o nível de pressão sonora do som específico é próximo ao nível de pressão sonora residual.

3 - LOCAIS DE MEDIÇÕES

As medições foram realizadas nos pontos, conforme identificação a seguir:

Ponto:	01	**Coordenadas Geográficas:**	23K 0475620 / 7991899
Localização:			Ilha Catuaba São Gonçalo do Abaeté / MG.



	Data	**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
Horário dos Monitoramentos:	08/03/2023	10h53min	-	-
		-	21h43min	-
		-	-	22h50min
Velocidade do Vento:		**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
		0,1 m/s	0,0 m/s	0,0 m/s

Observações:

- Durante o período diurno de medição foi registrada a passagem de embarcações e movimentação de moradores, não foi registrada a geração de ruídos fora dos padrões da região (pássaros e insetos).
- Durante o período vespertino de medição foi registrada a passagem de embarcações e movimentação de moradores, foram registrados ruídos provenientes de descarga de minério por basculamento.
- Durante o período noturno de medição foi registrada a passagem de embarcações, foram registrados ruídos provenientes de descarga de minério por basculamento.

Ponto:	02	**Coordenadas Geográficas:**	23K 0476408 / 7992384
Localização:			Aldeia dos Dourados Três Marias / MG.



	Data	**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
Horário dos Monitoramentos:	08/03/2023	14h05min	-	-
		-	20h16min	-
	09/03/2023	-	-	00h13min
Velocidade do Vento:		**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
		0,0 m/s	0,0 m/s	0,0 m/s

Observações:

- Durante o período diurno de medição foi registrada a passagem de veículos em uma via próxima. Não foi registrada a geração de ruídos fora dos padrões da região (pássaros, insetos e animais domésticos).
- Durante o período vespertino de medição foram registrados ruídos provenientes de embarcações e sirenes da empresa Nexa, passagem de veículos em uma via próxima.
- Durante o período noturno de medição foram registrados ruídos provenientes de descarga de minério por basculamento.

Ponto:	03	**Coordenadas Geográficas:**	23K 0478417 / 7991395
Localização:			Entrada da Fazenda JS Três Marias / MG.



	Data	**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
Horário dos Monitoramentos:	08/03/2023	14h45min	-	-
		-	20h51min	-
	09/03/2023	-	-	00h46min

Velocidade do Vento:	**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
	2,1 m/s	0,1 m/s	0,0 m/s

Observações:

- Durante o período diurno de medição foi registrada a passagem de veículos na via (14:51, 14:55, 14:57, 14:58 e 14:59). Não foi registrada a geração de ruídos fora dos padrões da região (pássaros, insetos e animais domésticos).
- Durante o período vespertino de medição foram registrados ruídos provenientes de embarcações, também foram registrados ruídos provenientes de descarga de minério por basculamento e passagem de veículos em uma via próxima.
- Durante o período noturno de medição foi registrada a passagem de caminhões na via.

Ponto:	04	**Coordenadas Geográficas:**	23K 0477069 / 7989178
Localização:			Entrada de propriedade particular as margens da Estrada Consciência. Três Marias / MG.



Horário dos Monitoramentos:	**Data**	**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
	08/03/2023	15h23min	-	-
		-	21h25min	-
	09/03/2023	-	-	01h14min
Velocidade do Vento:		**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
		2,1 m/s	0,1 m/s	0,0 m/s

Observações:

- Durante o período diurno de medição foi registrada a passagem de veículos na via (15:26, 15:28, 15:29, 15:33, 15:34, 15:36 e 15:38), na região monitorada existe uma fábrica de gelo, que influencia no resultado das medições.
- Durante o período vespertino de medição foi registrada a passagem de veículos na via (21:26, 21:30, 21:39 e 21:40), na região monitorada existe uma fábrica de gelo, que influencia no resultado das medições.
- Durante o período noturno de medição não foi registrada a passagem de veículos na via. Na região monitorada existe uma fábrica de gelo, que influencia no resultado das medições.

4 - APARELHAGEM UTILIZADA

Os níveis de pressão sonora foram medidos em decibéis, na curva de ponderação (A) ajustado para resposta rápida (fast), utilizando os equipamentos descritos abaixo:

Equipamento	Patrimônio	Marca	Modelo	Número de Série
Medidor	Segma 0370	Svantek	Svantek 971	34315
Calibrador	Segma 0183	Chrompack	SmartCal	CAL0000001402
Anemômetro	Segma 0116	B-MAX	XT-2134	-
Tripé	Segma 0314	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
GPS	Segma 0115	Garmin	Etrex	16R403045
Trena	Segma 0239	SAGYMA	3 m	Não aplicável

5 - RESUMO DOS RESULTADOS DAS MEDIÇÕES DE NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA

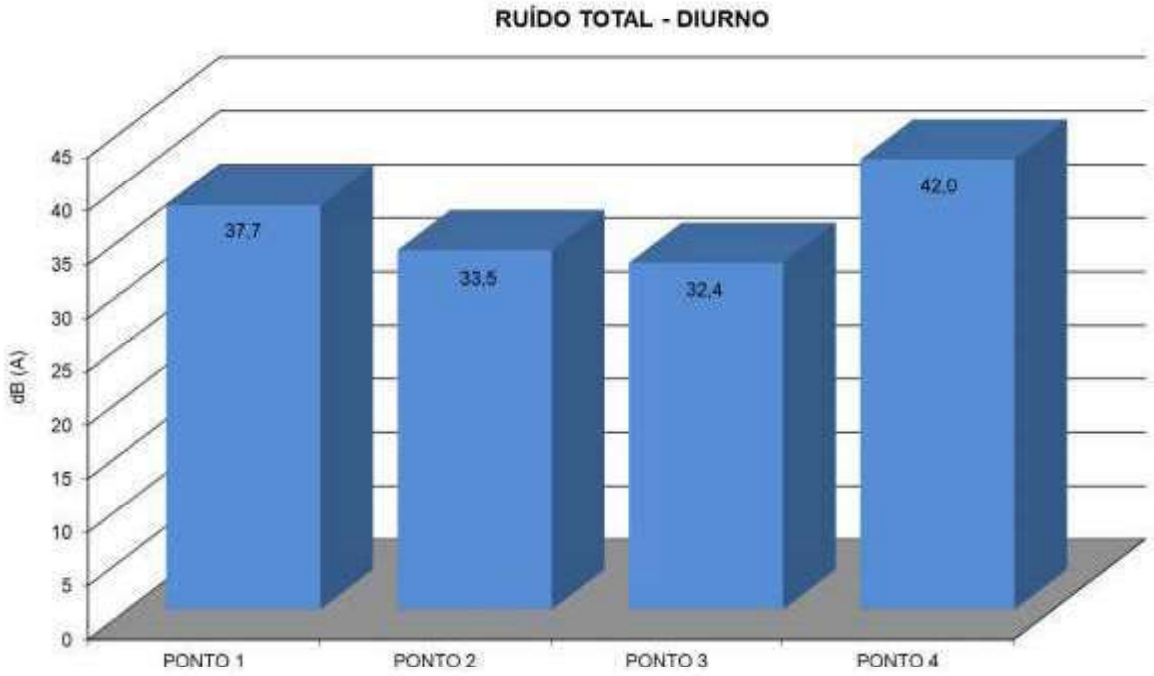
Durante o monitoramento não foi encontrado condições climáticas que impossibilitasse a realização das medições conforme determina item 7.3 ABNT NBR 10.151:2019

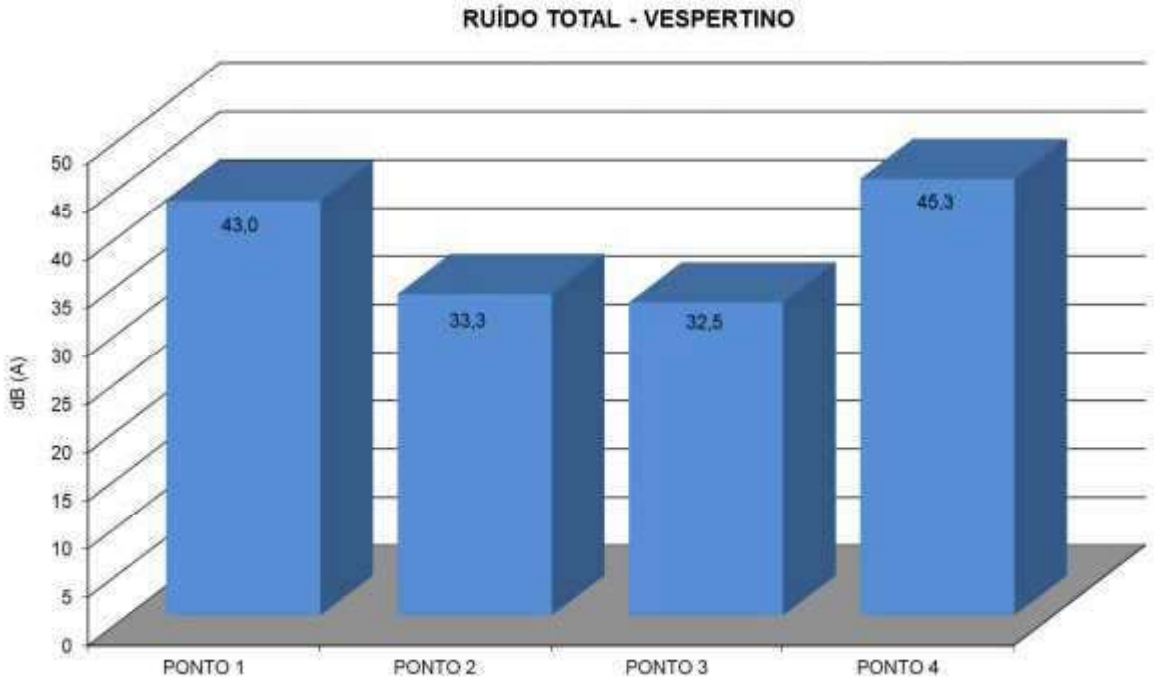
N.º de pontos	Localização	Níveis	Diurno dB(A)	Vespertino dB(A)	Noturno dB(A)
01	Ilha Catuaba São Gonçalo do Abaeté / MG.	**Ruído Total (Leq T)**	**37,7**	**43,0**	**41,3**
		Incerteza ruído total (U)	1,0	0,6	0,7
02	Aldeia dos Dourados Três Marias / MG.	**Ruído Total (Leq T)**	**33,5**	**33,3**	**34,3**
		Incerteza ruído total (U)	1,1	0,9	0,8
03	Entrada da Fazenda JS Três Marias / MG.	**Ruído Total (Leq T)**	**32,4**	**32,5**	**33,4**
		Incerteza ruído total (U)	0,8	0,9	1,4
04	Entrada de propriedade particular as margens da Estrada Consciência. Três Marias / MG.	**Ruído Total (Leq T)**	**42,0**	**45,3**	**41,8**
		Incerteza ruído total (U)	0,5	0,6	0,2

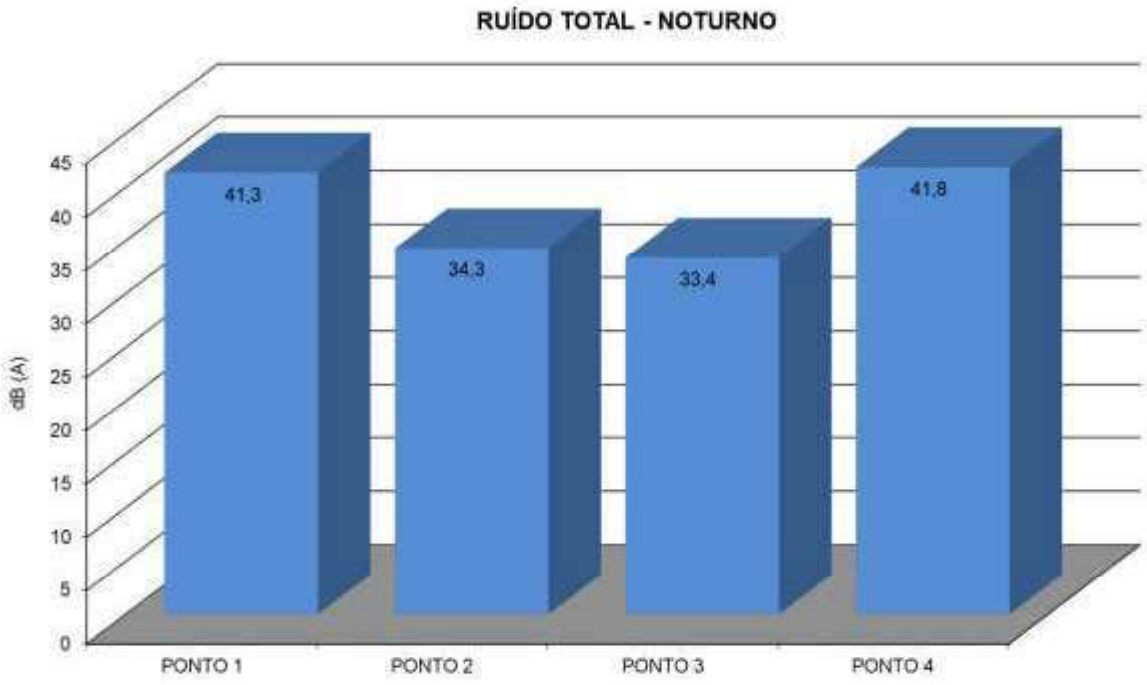
*Incerteza (95%) K=2

Nível de pressão sonora total - $L_{aeq,T}$ = Nível de pressão sonora total considera-se os sons de todas as fontes sonoras contribuintes, sejam elas específicas ou residuais.

6 - GRÁFICOS


RUÍDO TOTAL - DIURNO
dB (A)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
37,7
33,5
32,4
42,0
PONTO 1
PONTO 2
PONTO 3
PONTO 4


RUÍDO TOTAL - VESPERTINO
dB (A)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
43,0
33,3
32,5
45,3
PONTO 1
PONTO 2
PONTO 3
PONTO 4



Nível de pressão sonora total - $L_{aeq,T}$
Nível de pressão sonora total considera-se os sons de todas as fontes sonoras contribuintes, sejam elas específicas ou residuais.

7 - DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE

A Regra de Decisão para a declaração da conformidade dos resultados deste relatório foi aplicada sem levar em conta a incerteza de cada parâmetro avaliado, sendo considerado o nível de risco associado a essa regra.

SEGMA - SEGURANÇA DO TRABALHO E MEIO AMBIENTE LTDA.
RODRIGO KASBERGEN SILVA
Engenheiro Mecânico / Segurança do Trabalho
CREA/MG 80.559
Técnico em Química
CRQ-2ª Região/MG 024021711

ELABORADO POR	REVISADO POR
E.G.C.	

Este relatório técnico só poderá ser reproduzido por inteiro

ANEXOS

I - PLANILHAS DE DEMONSTRAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA E CÁLCULO DO Leq

DIURNO

Segma	PLANILHA DE RELATÓRIO - RUÍDO					RSG-PSG-GEQ-10-16 Revisão: 00 Página: 1/3	
PONTO 1		**PONTO 2**		**PONTO 3**		**PONTO 4**	
DATA	HORA	DATA	HORA	DATA	HORA	DATA	HORA
8/3/23	10:53	8/3/23	14:05	8/3/23	14:45	8/3/23	15:24
Nº de leituras	**L - dB (A)**	**Nº de leituras**	**L - dB (A)**	**Nº de leituras**	**L - dB (A)**	**Nº de leituras**	**L - dB (A)**
1	36,5	1	31,9	1	31,8	1	41,3
2	38,4	2	32,9	2	34,6	2	41,5
3	39,5	3	34,3	3	32,3	3	42,0
4	39,0	4	31,5	4	35,8	4	41,7
5	38,0	5	29,2	5	35,1	5	41,9
6	40,1	6	27,7	6	34,0	6	41,8
7	37,3	7	29,0	7	31,1	7	42,0
8	38,7	8	33,4	8	30,5	8	41,4
9	40,0	9	30,6	9	29,4	9	41,8
10	41,7	10	30,5	10	30,3	10	42,1
11	34,3	11	32,0	11	32,1	11	41,7
12	36,3	12	31,6	12	30,9	12	42,2
13	36,6	13	29,9	13	31,3	13	42,4
14	36,9	14	30,7	14	33,9	14	41,9
15	38,7	15	31,5	15	29,7	15	41,6
16	35,7	16	33,0	16	33,4	16	42,0
17	30,9	17	28,5	17	31,2	17	42,1
18	32,3	18	35,2	18	29,8	18	41,5
19	33,3	19	33,0	19	33,1	19	43,3
20	33,4	20	30,5	20	30,0	20	43,4
21	35,9	21	29,7	21	29,3	21	42,0
22	37,5	22	39,2	22	33,4	22	43,5
23	36,0	23	35,8	23	30,7	23	41,6
24	35,2	24	35,7	24	30,4	24	42,0
25	34,8	25	35,5	25	31,3	25	42,6
26	38,9	26	37,5	26	31,6	26	41,6
27	38,3	27	35,7	27	35,2	27	41,2
28	40,8	28	36,0	28	34,2	28	41,5
29	39,2	29	33,7	29	30,2	29	41,7
30	36,8	30	32,6	30	31,7	30	42,2
Mínimo=	30,90	Mínimo=	27,70	Mínimo=	29,30	Mínimo=	41,20
Máximo=	41,70	Máximo=	39,20	Máximo=	35,80	Máximo=	43,50
$L_{aeq=}$	**37,70**	**$L_{aeq=}$**	**33,54**	**$L_{aeq=}$**	**32,36**	**$L_{aeq=}$**	**42,02**

VESPERTINO

Segma	PLANILHA DE RELATÓRIO - RUÍDO				RSG-PSG-GEQ-10-16 Revisão: 00 Página: 1/3	
PONTO 1		**PONTO 2**		**PONTO 3**		**PONTO 4**	
DATA	HORA	DATA	HORA	DATA	HORA	DATA	HORA
8/3/23	21:45	8/3/23	20:17	8/3/23	20:51	8/3/23	21:25
Nº de leituras	**L - dB (A)**	**Nº de leituras**	**L - dB (A)**	**Nº de leituras**	**L - dB (A)**	**Nº de leituras**	**L - dB (A)**
1	42,1	1	31,2	1	33,8	1	44,7
2	42,2	2	30,8	2	32,6	2	46,1
3	43,2	3	30,3	3	33,1	3	46,2
4	45,7	4	29,5	4	32,4	4	44,8
5	42,4	5	30,9	5	33,3	5	44,1
6	42,7	6	31,3	6	31,8	6	44,2
7	42,4	7	31,6	7	30,3	7	45,0
8	41,4	8	31,0	8	31,4	8	44,7
9	42,9	9	29,9	9	34,1	9	43,6
10	42,2	10	30,9	10	33,2	10	44,0
11	41,3	11	31,1	11	32,8	11	44,3
12	41,2	12	33,8	12	32,1	12	44,0
13	41,6	13	33,5	13	31,0	13	44,6
14	42,3	14	33,3	14	31,4	14	45,4
15	42,2	15	32,4	15	31,6	15	45,0
16	41,8	16	31,1	16	32,0	16	44,0
17	41,4	17	31,3	17	30,7	17	48,3
18	41,1	18	31,9	18	28,4	18	45,4
19	42,0	19	37,5	19	29,2	19	45,8
20	44,2	20	34,4	20	28,5	20	48,2
21	42,5	21	33,8	21	29,9	21	47,9
22	43,5	22	34,2	22	30,2	22	45,5
23	45,5	23	34,6	23	29,4	23	45,2
24	45,2	24	35,5	24	29,9	24	44,8
25	44,8	25	34,3	25	29,6	25	45,1
26	44,4	26	34,7	26	33,9	26	45,0
27	44,2	27	35,3	27	31,6	27	44,9
28	43,8	28	35,4	28	30,9	28	44,6
29	42,1	29	35,5	29	39,1	29	44,2
30	41,8	30	34,6	30	35,5	30	44,1
Mínimo=	41,10	Mínimo=	29,50	Mínimo=	28,40	Mínimo=	43,60
Máximo=	45,70	Máximo=	37,50	Máximo=	39,10	Máximo=	48,30
$L_{aeq=}$	**43,02**	**$L_{aeq=}$**	**33,34**	**$L_{aeq=}$**	**32,47**	**$L_{aeq=}$**	**45,31**

NOTURNO

Segma		PLANILHA DE RELATÓRIO - RUÍDO				RSG-PSG-GEQ-10-16 Revisão: 00 Página: 1/3	
PONTO 1		**PONTO 2**		**PONTO 3**		**PONTO 4**	
DATA	HORA	DATA	HORA	DATA	HORA	DATA	HORA
8/3/23	22:51	9/3/23	00:14	9/3/23	00:46	9/3/23	01;15
Nº de leituras	**L - dB (A)**	**Nº de leituras**	**L - dB (A)**	**Nº de leituras**	**L - dB (A)**	**Nº de leituras**	**L - dB (A)**
1	42,9	1	35,7	1	28,3	1	42,2
2	42,5	2	34,4	2	30,7	2	41,7
3	43,9	3	34,5	3	21,1	3	41,9
4	42,4	4	31,9	4	27,4	4	42,0
5	42,9	5	33,3	5	28,2	5	42,3
6	43,2	6	34,1	6	29,9	6	41,4
7	43,1	7	37,3	7	30,0	7	41,7
8	42,6	8	35,3	8	29,5	8	41,7
9	43,1	9	36,9	9	29,3	9	41,0
10	42,9	10	34,4	10	31,6	10	42,2
11	40,1	11	35,0	11	32,3	11	42,0
12	40,4	12	33,4	12	33,8	12	41,5
13	40,2	13	33,0	13	33,3	13	41,6
14	41,3	14	33,8	14	32,6	14	41,3
15	42,0	15	34,0	15	31,4	15	41,6
16	40,9	16	36,1	16	31,0	16	42,1
17	39,8	17	33,9	17	28,8	17	41,7
18	40,9	18	37,7	18	33,0	18	42,2
19	40,3	19	35,4	19	29,9	19	42,4
20	39,8	20	34,3	20	30,3	20	42,1
21	40,1	21	31,8	21	33,2	21	41,7
22	39,0	22	30,2	22	31,7	22	41,9
23	40,6	23	32,3	23	33,9	23	42,3
24	40,3	24	32,5	24	33,0	24	41,2
25	39,1	25	31,2	25	32,1	25	42,8
26	38,8	26	31,7	26	33,0	26	41,6
27	40,2	27	34,7	27	31,7	27	41,9
28	40,0	28	33,9	28	39,9	28	41,4
29	39,7	29	32,3	29	40,1	29	41,8
30	39,2	30	31,8	30	39,2	30	41,4
Mínimo=	38,80	Mínimo=	30,20	Mínimo=	21,10	Mínimo=	41,00
Máximo=	43,90	Máximo=	37,70	Máximo=	40,10	Máximo=	42,80
$L_{aeq=}$	**41,33**	**$L_{aeq=}$**	**34,27**	**$L_{aeq=}$**	**33,38**	**$L_{aeq=}$**	**41,84**

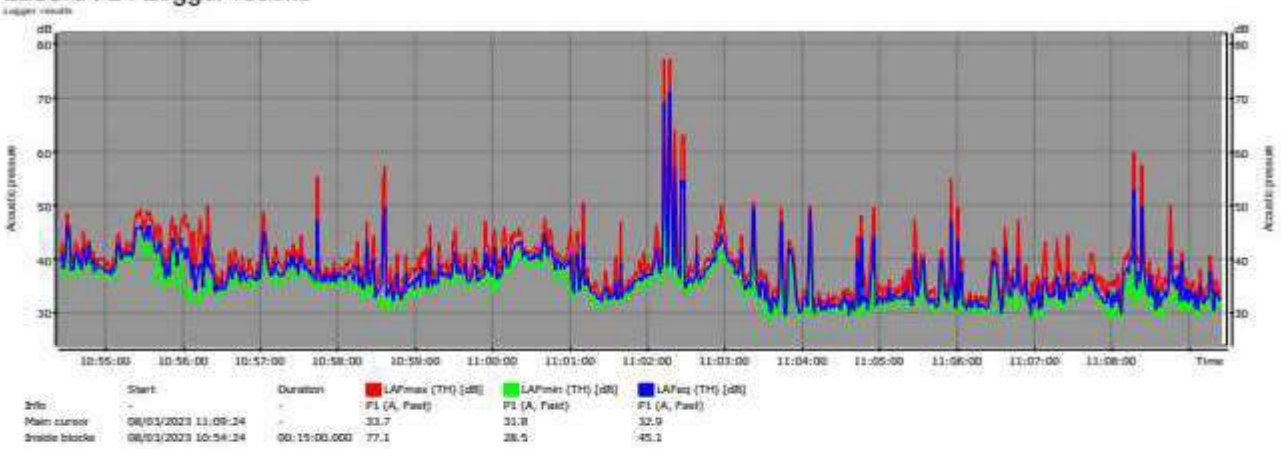
II - GRÁFICOS DOS MONITORAMENTOS

NÍVEL DE PRESSÃO SONORA CONTÍNUO EQUIVALENTE PONDERADA EM "A" - LAeq,T

Ponto 01

Diurno

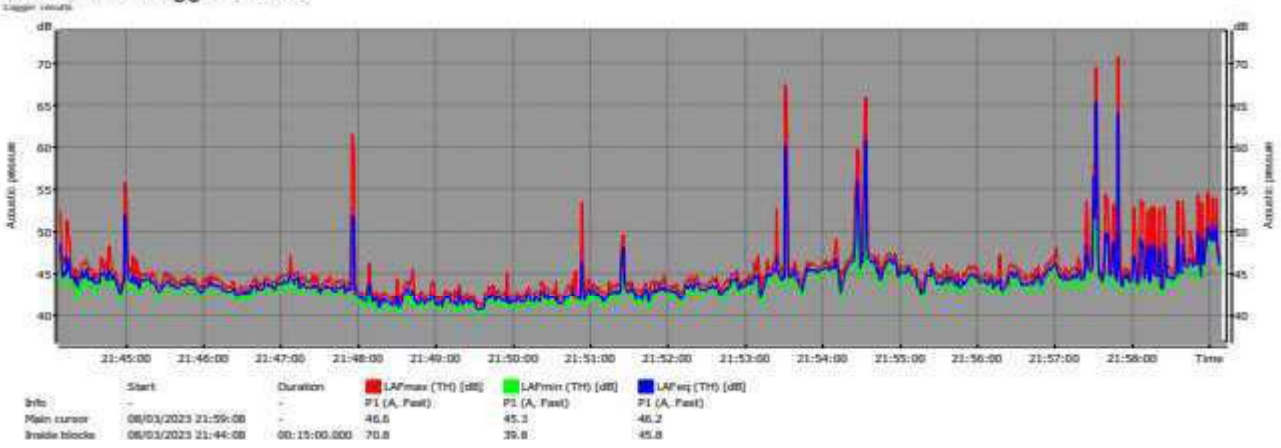
L258.SVL : Logger results



	Start	Duration	LAFmax (TH) [dB]	LAFmin (TH) [dB]	LAFeq (TH) [dB]
Info	-	-	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)
Main cursor	08/03/2023 11:09:24	-	33.7	31.8	32.9
Inside blocks	08/03/2023 10:54:24	00:15:00.000	77.1	28.5	45.1

Vespertino

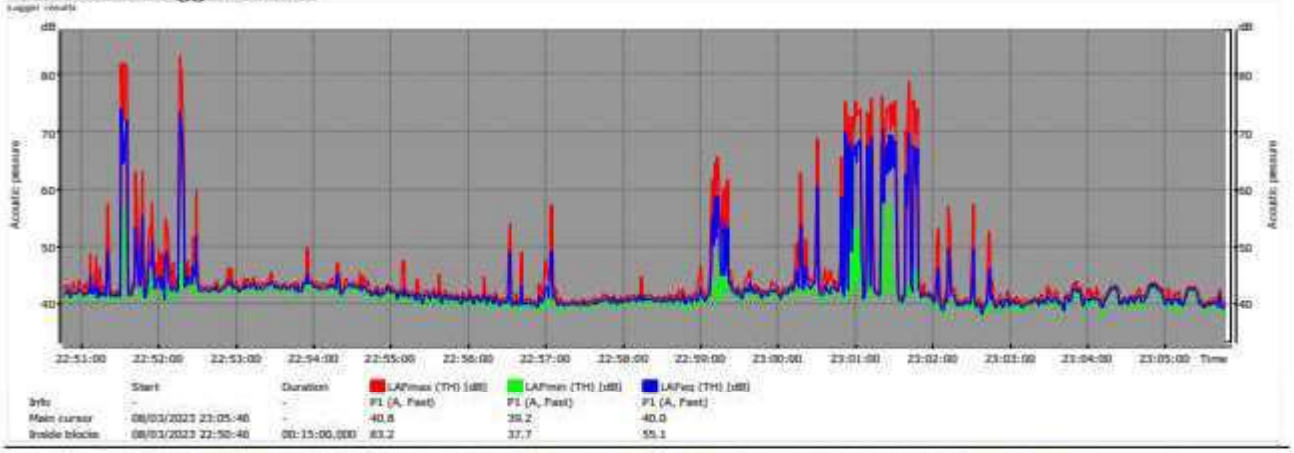
L269.SVL : Logger results



	Start	Duration	LAFmax (TH) [dB]	LAFmin (TH) [dB]	LAFeq (TH) [dB]
Info	-	-	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)
Main cursor	08/03/2023 21:59:08	-	46.6	45.3	46.2
Inside blocks	08/03/2023 21:44:08	00:15:00.000	70.8	39.8	45.8

Noturno

L270.SVL : Logger results

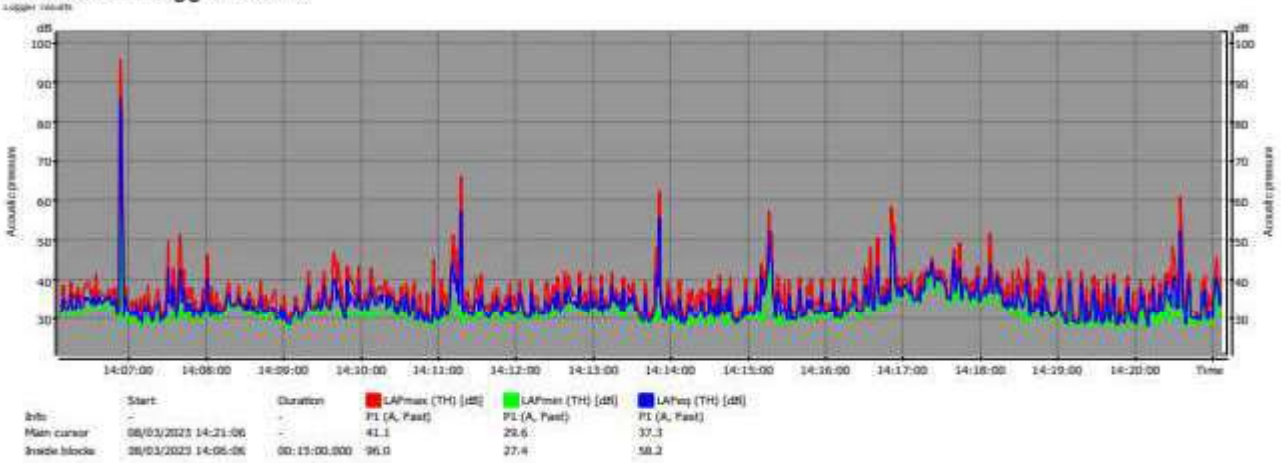


	Start	Duration	LAFmax (TH) [dB]	LAFmin (TH) [dB]	LAFeq (TH) [dB]
Info	-	-	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)
Main cursor	08/03/2023 23:05:46	-	40.8	39.2	40.0
Inside blocks	08/03/2023 22:50:46	00:15:00.000	83.2	37.7	55.1

Ponto 02

Diurno

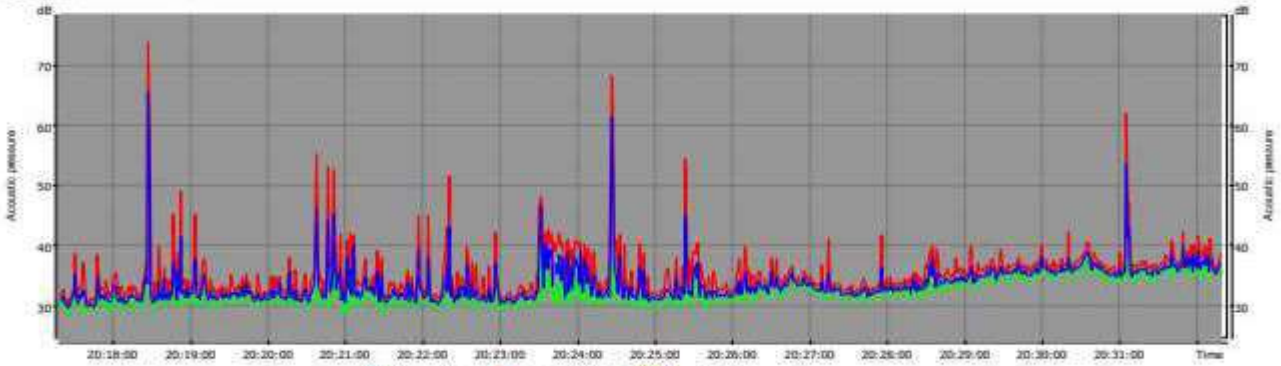
L259.SVL : Logger results



	Start	Duration	LAFmax (TH) [dB]	LAFmin (TH) [dB]	LAFeq (TH) [dB]
Info	-	-	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)
Main cursor	08/03/2023 14:21:06	-	41.1	29.6	37.3
Inside blocks	08/03/2023 14:06:06	00:15:00.000	96.0	27.4	58.2

Vespertino

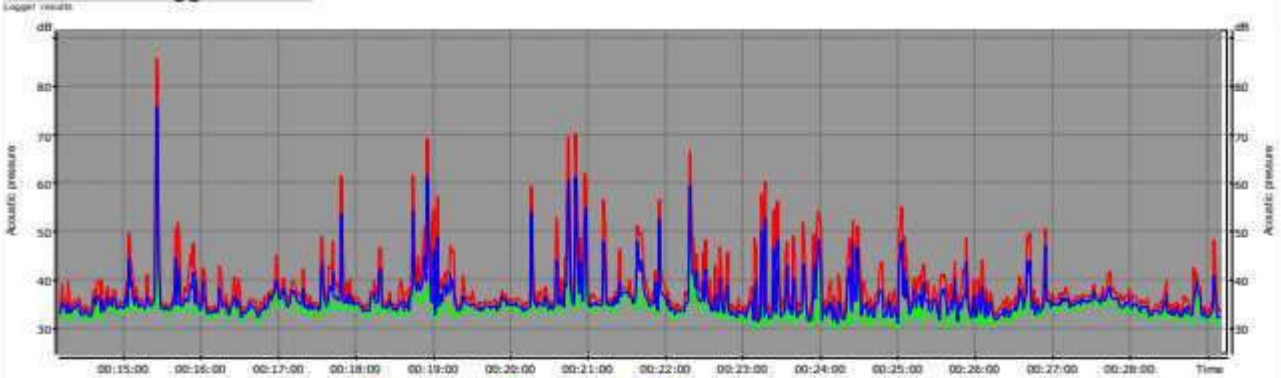
L263.SVL : Logger results



	Start	Duration	LAFmax (TH) [dB]	LAFmin (TH) [dB]	LAFeq (TH) [dB]
Info	-	-	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)
Main cursor	08/03/2023 20:32:18	-	38.5	36.1	37.2
Inside blocks	08/03/2023 20:17:18	00:15:00.000	73.9	29.0	39.5

Noturno

L271.SVL : Logger results

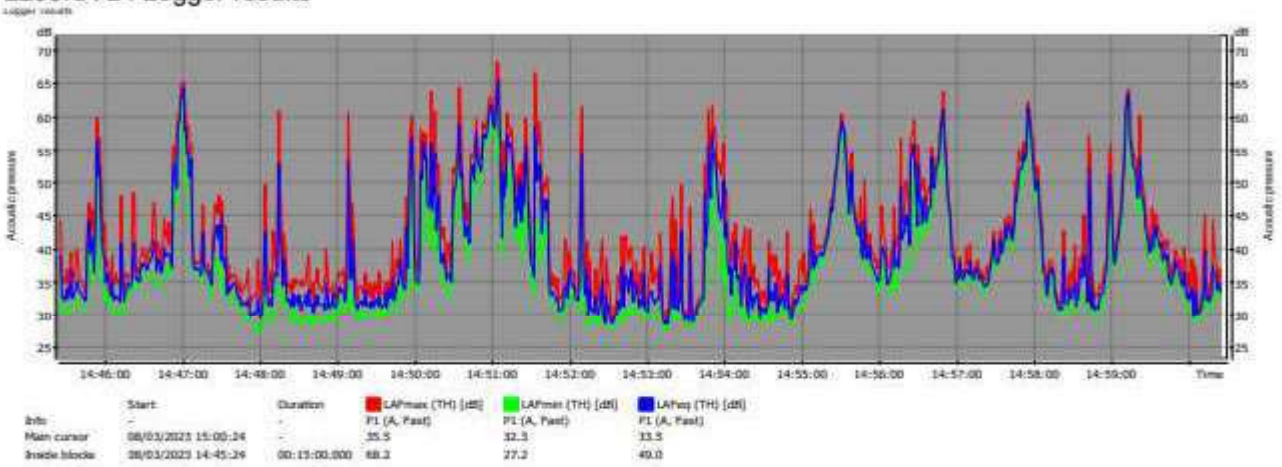


	Start	Duration	LAFmax (TH) [dB]	LAFmin (TH) [dB]	LAFeq (TH) [dB]
Info	-	-	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)
Main cursor	09/03/2023 00:29:10	-	33.8	31.3	32.5
Inside blocks	09/03/2023 00:14:10	00:15:00.000	85.9	29.9	48.7

Ponto 03

Diurno

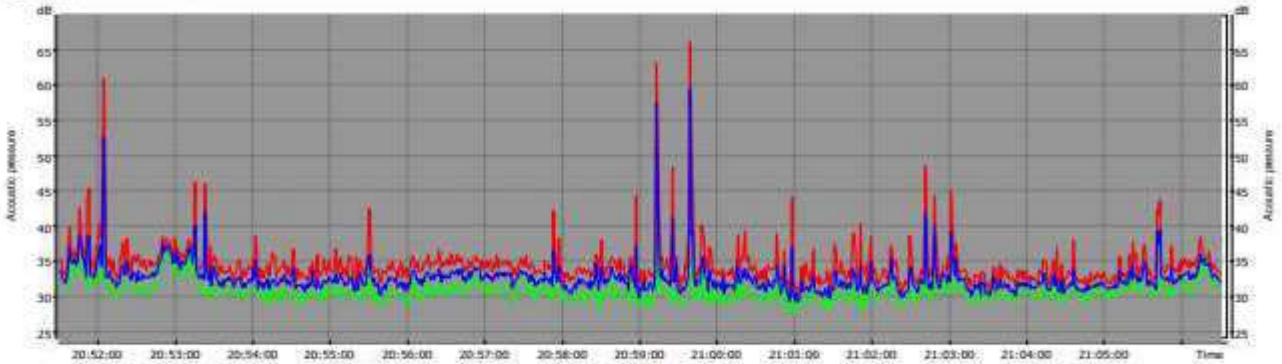
L260.SVL : Logger results



	Start	Duration	LAFmax (TH) [dB]	LAFmin (TH) [dB]	LAFeq (TH) [dB]
Info	-	-	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)
Main cursor	08/03/2023 15:00:24	-	35.5	32.3	33.5
Inside blocks	08/03/2023 14:45:24	00:15:00.000	68.2	27.2	49.0

Vespertino

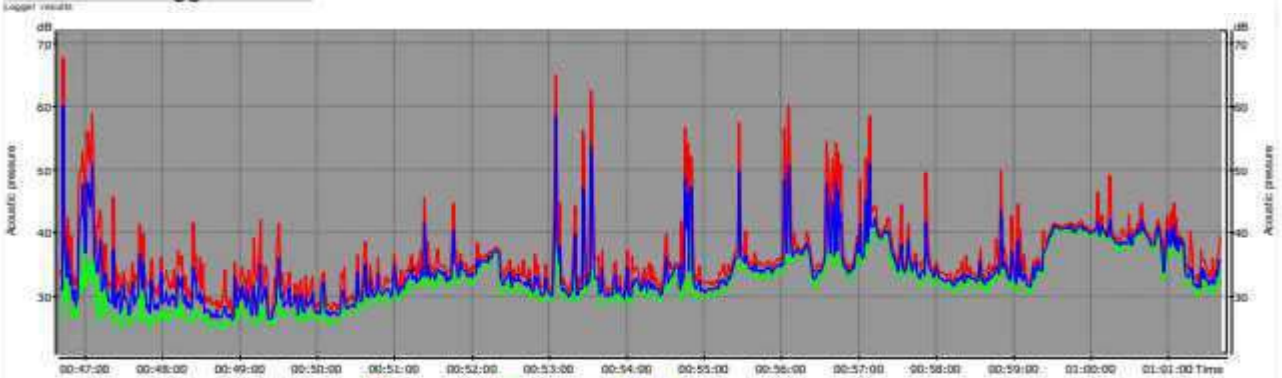
L264.SVL : Logger results



	Start	Duration	LAFmax (TH) [dB]	LAFmin (TH) [dB]	LAFeq (TH) [dB]
Info	-	-	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)
Main cursor	08/03/2023 21:06:30	-	33.1	31.0	32.0
Inside blocks	08/03/2023 20:51:30	00:15:00.000	66.1	27.8	35.8

Noturno

L272.SVL : Logger results

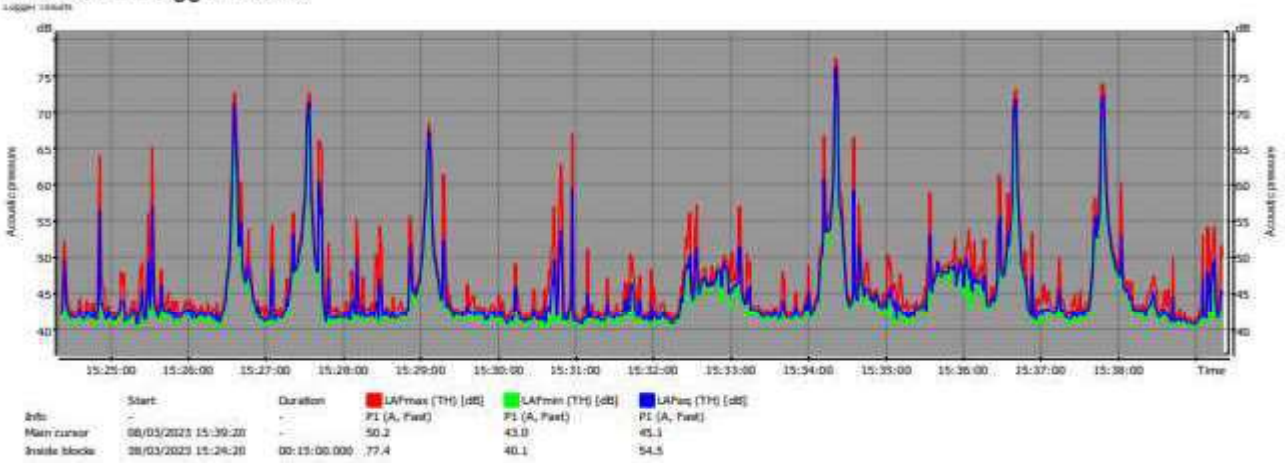


	Start	Duration	LAFmax (TH) [dB]	LAFmin (TH) [dB]	LAFeq (TH) [dB]
Info	-	-	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)
Main cursor	09/03/2023 01:01:40	-	39.4	32.1	35.5
Inside blocks	09/03/2023 00:46:40	00:15:00.000	67.7	24.9	38.5

Ponto 04

Diurno

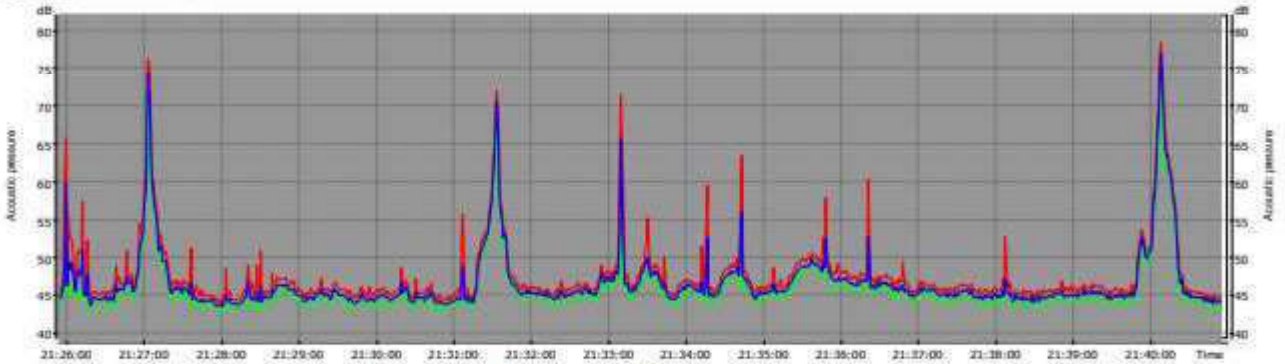
L261.SVL : Logger results



	Start	Duration	LAFmax (TH) [dB]	LAFmin (TH) [dB]	LAFeq (TH) [dB]
Info	-	-	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)
Main cursor	08/03/2023 15:39:20	-	50.2	43.0	45.1
Inside blocks	08/03/2023 15:24:20	00:15:00.000	77.4	40.1	54.5

Vespertino

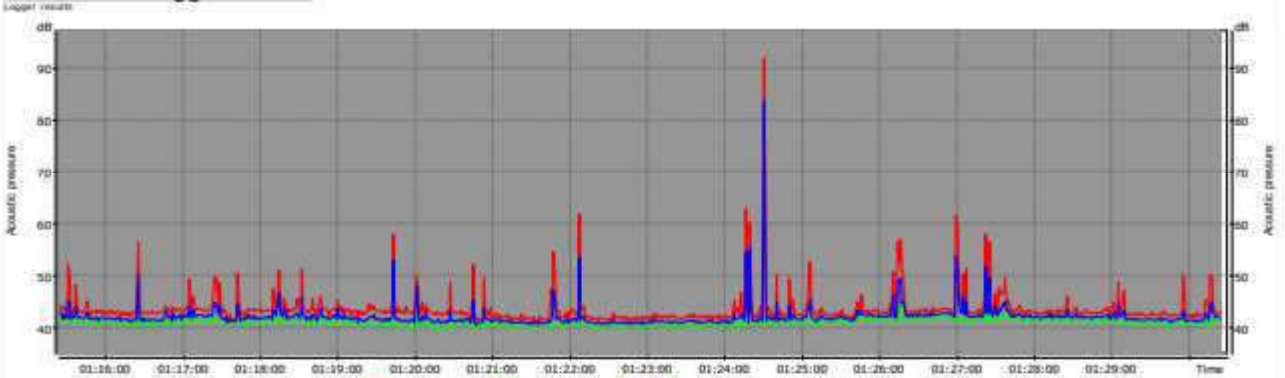
L265.SVL : Logger results



	Start	Duration	LAFmax (TH) [dB]	LAFmin (TH) [dB]	LAFeq (TH) [dB]
Info	-	-	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)
Main cursor	08/03/2023 21:40:54	-	44.3	41.3	43.9
Inside blocks	08/03/2023 21:25:54	00:15:00.000	78.5	42.8	54.4

Noturno

L273.SVL : Logger results



	Start	Duration	LAFmax (TH) [dB]	LAFmin (TH) [dB]	LAFeq (TH) [dB]
Info	-	-	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)
Main cursor	09/03/2023 01:30:24	-	42.5	41.2	41.7
Inside blocks	09/03/2023 01:15:24	00:15:00.000	92.0	39.9	54.4

III - CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios
ISO 17025: Laboratório Acreditado (*Accredited Laboratory*)

TOTAL SAFETY LTDA.
R Gal Humberto AC Branco, 286 (310)
São Caetano do Sul - CEP 09560-380
Tel: (11) 4220-2600
info@totalsafety.com.br
www.totalsafety.com.br

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Calibration Certificate

Nº: RBC3-11510-583

Certificate Number

RBC - REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO

Brazilian Calibration Network

CAL 0307

CLIENTE Customer	Segma Eng. de Segurança do Trabalho e Meio Ambiente Ltda. Rua David Rabelo, 210 - Inconfidência Belo Horizonte - MG - CEP 30820-260	Processo / O.S. 21416
Interessado Interested party	(o mesmo)	

Item calibrado Calibrated Item	Analisador de oitavas (classe 1)
Marca Brand	Svantek
Modelo Model	971
Número de série Serial number	34315
Identificação Identification	---

(informações adicionais na página 2)

Calilab é um Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre que avaliou a competência do laboratório e comprovou a sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades – SI).

Este certificado é válido apenas para o item descrito, não sendo extensivo a quaisquer outros, ainda que similares. Este certificado somente pode ser reproduzido em sua forma integral e desde que seja legível. Reproduções parciais ou para fins de divulgação em material publicitário, requerem autorização expressa do laboratório. Nenhuma reprodução poderá ser usada de maneira enganosa.

A versão original deste certificado é um arquivo PDF.

Válido até
07 / 07 / 2023
Gerente de Qualidade

Assinado de forma digital por Enrique Bondarenco
DN: cn=Enrique Bondarenco, o=Total Safety Ltda., ou=Calilab, email=enrique@totalsafety.com.br, c=BR
Dados: [illegible]

Data da calibração
Date of calibration (dd/mm/aaaa)
07/07/2021

Total de páginas
Total pages number
10

Data da Emissão
Date of issue
07/07/2021

Enrique Bondarenco
Signatário Autorizado
Authorized Signatory

Página
Page
1

A Cgcre é signatária do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation). A Cgcre é signatária do Acordo de Reconhecimento Mútuo da IAAC (Interamerican Accreditation Cooperation).

Cgcre is Signatory of the ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) Mutual Recognition Arrangement. Cgcre is signatory of the IAAC (Interamerican Accreditation Cooperation) Mutual Recognition Arrangement.

Doc. Conferido
13 / 07 / 2023

Continuação do Certificado Nº: RBC3-11510-583

Página / Page 2

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Local da calibração
Calibration location

Sede do laboratório Calilab (conforme indicado na página 1)

Condições ambientais
Environmental conditions

Temperatura	22,0 °C
Umidade relativa	66 %
Pressão atmosférica	935 hPa

Procedimento
Procedure

IT-572: Método de calibração de acordo com a ABNT NBR IEC 61672-3:2018 - *Eletroacústica - Sonômetros: Testes Periódicos* (adoção idêntica à IEC 61672-3:2013 - Electroacoustics - Sound level meters - Periodic Test) . Por este procedimento são realizados testes elétricos bem como testes acústicos. Adicionalmente, são verificados os filtros com o procedimento IT-582, cujo método incorpora testes baseados na IEC 61260-3:2016 - Octave-band and fractional-octave band filters - Part 3: Periodic tests. A revisão dos procedimentos utilizados são aqueles em vigência na data desta calibração. O conjunto de parâmetros calibrados atende a recomendação do documento DOQ-CGCRE-052.

Plano de calibração
Calibration plan

Os critérios de seleção do método atendem aos requisitos da ISO 17025. O plano de calibração é elaborado e pactuado observando: o uso de métodos apropriados, as características do item sob teste e as necessidades do cliente. Para que o serviço de calibração complete sua finalidade, o laboratório recomenda que este certificado de calibração seja submetido a análise crítica, observando os erros de medição reportados e as incertezas associadas a cada teste, avaliando o impacto que cada parâmetro tem sobre as medições. Sempre que pertinente, são incluídas informações adicionais sobre contrato, solicitações do cliente, plano de calibração e configurações do item. Ajustes e reparos não fazem parte do escopo de acreditação.

Imparcialidade e confidencialidade
Impartiality and confidentiality

De acordo com a ISO 17025:2017 o laboratório não pode permitir que pressões comerciais, financeiras ou outras comprometam a imparcialidade. A norma identifica situações de risco à imparcialidade quando os relacionamentos são baseados em propriedade, governança, gestão, pessoal, recursos compartilhados, finanças, contratos, marketing (incluindo promoção de marcas) e pagamento de comissões de vendas ou outros benefícios pela indicação de novos clientes. Para assegurar a independência do CALILAB e promover um ambiente neutro, de equidade e sem conflitos de interesses, a Total Safety optou por manter-se livre de quaisquer associações que a identifiquem como uma parte interessada. O CALILAB é, portanto, um LABORATÓRIO DE TERCEIRA PARTE e não se beneficia em detrimento de resultados de calibrações ou ensaios que sejam favoráveis ou desfavoráveis ao prestígio de uma determinada marca ou modelo. O CALILAB também assegura a seus clientes o atendimento de todos os requisitos de confidencialidade previstos na ISO 17025:2017.

Incerteza de Medição
Measurement uncertainty

Os resultados reportados referem-se à média dos valores encontrados. Cada Incerteza Expandida de Medição (U) relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k: = 2,00, para uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. Quando o fator de abrangência k é um valor diferente de 2,00 o valor de k é reportado juntamente com os resultados. A expressão da incerteza de medição é determinada de acordo o Guia para a Expressão da Incerteza de Medição (GUM). A capacidade de medição e calibração (CMC) do laboratório Calilab é informada no site do Inmetro. Em uma determinada calibração a incerteza reportada poderá ser maior do que o CMC.

Informações adicionais do item sob teste
Additional information

O sonômetro foi submetido aos testes com um microfone marca ACO, modelo 7052E, s/n 54383, pré-amplificador marca Svantek, Os fatores de correção de atuador eletrostático para campo livre, bem como da influência do corpo do sonômetro, são aqueles informados no manual de instruções. Para esta calibração não foram contempladas correções de protetor de vento Software instalado: Ver. 1.13.1.

Doc. Conferido
12/01/2021

Rastreabilidade
Traceability

Gerador: Identificação P234, Certificado DIMCI 1214/2019 (Emitente INMETRO/Laeta)
Atuador eletrostático: Identificação P251, Certificado DIMCI 1271/2017 (Emitente INMETRO/Laeta)
Multímetro: Identificação P105, Certificado RBC 20/0172 (Emitente RBC/Metracal)

Continuação do Certificado Nº: RBC3-11510-583

Página / Page 3

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO

Indicação inicial e indicação após o eventual ajuste (referência acústica)

caráter informativo

indicação inicial	referência (dB)	indicação (dB)	indicação após eventual ajuste	referência (dB)	indicação (dB)	frequência (Hz)
	113,9	113,2		113,9	113,9	1000,0

Linearidade na faixa de referência (em 8000 Hz, com ponderação A)

simulação elétrica

excitação (dB)	erro (dB)
138,0	0,0
137,0	0,0
136,0	0,0
135,0	0,0
134,0	0,0
133,0	0,0
132,0	0,0
131,0	0,0
130,0	0,0
129,0	0,0
124,0	0,0
119,0	0,0
114,0	0,0
109,0	0,0
104,0	0,0
99,0	0,0
94,0	0,0
89,0	0,0
84,0	0,0
79,0	0,0
74,0	0,0
69,0	0,0
64,0	0,0
59,0	0,0
54,0	0,0
49,0	0,0
44,0	0,0
39,0	0,0
34,0	-0,1
29,0	-0,1
24,0	-0,5
23,0	-0,7
22,0	-0,8
-	-
-	-

tolerância + (dB)	tolerância - (dB)
0,8	-0,8

limite superior de linearidade (dB)
138

limite inferior de linearidade (dB)
22

nível de referência (dB)
114,0

incerteza de 43 a 138 (dB) [k=2,20]
0,2

incerteza de 22 a 42 (dB) [k=2,10]
0,2

faixa de referência (dB)
137,0

Doc. Conferido
15/01/2024

Continuação do Certificado Nº: RBC3-11510-583

Página
Page 4

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Linearidade incluindo controle de faixa

testes executados conforme aplicável

início de faixa (dB)	excitação (dB)	erro (dB)	final de faixa (dB)	excitação (dB)	erro (dB)
35	40,0	0,0	137	114,0	0,0
25	30,0	-0,1	123	114,0	0,0
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

nível referência (dB)
114,0

incerteza (dB)
0,1

tolerância (+/-) (dB)
0,9

Testes elétricos de curvas de ponderação em frequência A, C e Z (como aplicável)

normalizado em 1000 Hz

frequência [Hz]	erro pond "A" (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)
63	0,1	1,0	-1,0
125	0,1	1,0	-1,0
250	0,0	1,0	-1,0
500	0,0	1,0	-1,0
1000	0,0	0,7	-0,7
2000	0,0	1,0	-1,0
4000	0,1	1,0	-1,0
8000	0,1	1,5	-2,5
16000	-0,2	2,5	-16,0

nível referência (dB)
92,0

incerteza ("A") (dB)
0,2

Prévio ajuste no nível e faixa de referência, na ponderação A

frequência [Hz]	erro pond "C" (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)
63	0,0	1,0	-1,0
125	0,0	1,0	-1,0
250	0,0	1,0	-1,0
500	0,0	1,0	-1,0
1000	0,0	0,7	-0,7
2000	0,1	1,0	-1,0
4000	0,1	1,0	-1,0
8000	0,1	1,5	-2,5
16000	-0,2	2,5	-16,0

nível referência (dB)
92,0

incerteza ("C") (dB)
0,2

Prévio ajuste no nível e faixa de referência, na ponderação A

frequência [Hz]	erro pond "Z" (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)
63	0,1	1,0	-1,0
125	0,1	1,0	-1,0
250	0,0	1,0	-1,0
500	0,0	1,0	-1,0
1000	0,0	0,7	-0,7
2000	0,0	1,0	-1,0
4000	0,0	1,0	-1,0
8000	0,0	1,5	-2,5
16000	0,0	2,5	-16,0

nível referência (dB)
92,0

incerteza ("Z") (dB)
0,2

Doc. Conferido
13/01/2021

Continuação do Certificado Nº: RBC3-11510-583

Página 5

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Ponderações no tempo e na frequência em 1 kHz (A, C, Z)

testes na faixa de referência (simulação elétrica)

excitação pond. (A, F) (dB)	erro pond. (C, F) (dB)	erro pond. (Z, F) (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
114,0	0,0	0,0	0,2	0,1

Ponderações no tempo e na frequência em 1 kHz (S, Leq)

testes na faixa de referência (simulação elétrica)

excitação pond. (A, F) (dB)	erro pond. (A, S) (dB)	erro pond. (A, Leq) (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
114,0	0,0	0,0	0,1	0,1

Resposta a pulsos tonais (F; S; LAE)

testes executados conforme aplicável

parâmetro sob teste	largura do tren (ms)	nível esperado (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	incerteza (dB) (dB)	nível referência (dB)
							134,0
Fast	200	133,0	0,0	0,5	-0,5	0,2	
Fast	2	116,0	0,0	1,0	-1,5	0,2	
Fast	0,25	107,0	-0,1	1,0	-3,0	0,2	
Slow	200	126,8	-0,1	0,5	-0,5	0,2	
Slow	2	107,0	-0,1	1,0	-3,0	0,2	
LAE	200	127,0	0,0	0,5	-0,5	0,2	
LAE	2	107,0	0,0	1,0	-1,5	0,2	
LAE	0,25	98,0	-0,1	1,0	-3,0	0,2	

Nível sonoro de pico ponderado em C

testes executados conforme aplicável

sinal de teste	nível esperado (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	incerteza (dB) [k=2,87]	nível referência (dB)
						132,0
ciclo completo de 8 kHz	135,4	-0,2	2,0	-2,0	0,3	
semiciclo positivo 500 Hz	134,4	-0,1	1,0	-1,0	0,3	
semiciclo negativo 500 Hz	134,4	-0,1	1,0	-1,0	0,3	

Indicação de sobrecarga e teste de estabilidade

sobrecarga aplicável a sonômetros que indicam LAeq,T

sinal de teste	indicação (dB)	erro absoluto (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
semiciclo positivo	139,4	0,1	1,5	0,2
semiciclo negativo	139,5			
estabilidade de longa duração	114,0	0,0	0,1	0,1
estabilidade em nível alto	136,0	0,0	0,1	0,1

Ruído auto-gerado

configuração de entrada	ponderação em frequência	especificado (dB)	medido (dB)	incerteza (dB)
microfone instalado	A	25,0	14,3	0,8
dispositivo de entrada elétrica	A	22,0	13,2	0,5
dispositivo de entrada elétrica	C	22,0	13,2	
dispositivo de entrada elétrica	Z	26,0	18,2	

O nível de ruído autogerado com microfone instalado ou com dispositivo de entrada elétrica) é reportado somente para informação e não é utilizado para avaliar a conformidade a um requisito. A incerteza é interpretada neste contexto. A norma não estabelece um critério para a mesma.

Doc. Conferido
13/07/2011

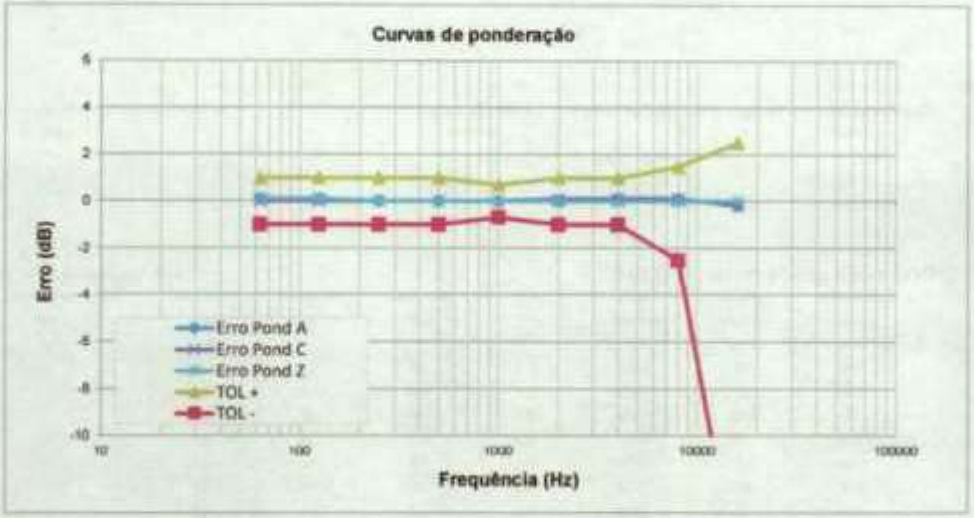
Continuação do Certificado Nº: RBC3-11510-583

Página
Page 6

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Ponderações em frequência - Teste elétrico (representação gráfica)

(dados normalizados em 1000 Hz)



Teste acústico (normalizado em 1000 Hz)

resultados reportados corrigidos para CAMPO LIVRE

frequência [Hz]	nível de referência (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	incerteza (dB)
125	94,0	0,2	1,0	-1,0	0,5
250	94,0	0,1	1,0	-1,0	0,4
500	94,0	0,1	1,0	-1,0	0,4
1000	94,0	0,0	0,7	-0,7	0,4
2000	94,0	0,4	1,0	-1,0	0,6
4000	94,0	0,6	1,0	-1,0	0,6
8000	94,0	0,6	1,5	-2,5	0,6

fator (dB)
137

k
2,00

O TESTE ACÚSTICO refere-se ao conjunto SONÔMETRO-MICROFONE para o campo sonoro reportado. O sonômetro permaneceu configurado com ponderação C. A menos que o cliente necessite um certificado de calibração exclusivo para microfone, o teste acústico é suficiente para caracterizar a resposta em frequência do conjunto, sonômetro-microfone, no contexto da norma IEC 61672. Os resultados reportados correspondem às condições de CAMPO LIVRE, isto é, níveis sonoros equivalentes àqueles que seriam indicados em resposta às ondas sonoras progressivas planas incidentes a partir da direção de referência. O teste acústico foi executado com atuador eletrostático e posterior aplicação de correções. Os resultados reportados no teste acústico não se aplicam a indicações obtidas com incidência aleatória ou em campo de pressão (as indicações nestes campos requerem aplicação de correções ou uma calibração específica no campo de interesse).

Doc. Conferido
15/07/2021

Continuação do Certificado Nº: RBC3-11510-583

Página 7

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Filtros de oitavas de classe 1 / Base 10

Ref em 1000 Hz = 130,0 dB

Frequência	L_Sup	L_Inf	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	+/-U	k
fm x 0,063	60,0	—	—	—	—	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 0,125	70,0	—	—	—	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 0,251	86,5	—	—	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,00
fm x 0,501	113,4	—	—	105,2	105,3	105,1	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	107,0	0,2	2,00
fm x 0,772	130,4	128,6	—	129,4	129,4	129,3	129,4	129,4	129,4	129,4	129,4	129,4	129,4	0,2	2,00
fm x 0,841	130,4	129,3	—	130,0	130,0	129,9	129,9	129,9	129,9	129,9	129,9	129,9	130,0	0,2	2,00
fm x 0,917	130,4	129,5	—	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm	130,4	129,6	—	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm x 1,090	130,4	129,5	—	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm x 1,188	130,4	129,3	—	129,9	129,9	129,9	129,9	129,9	129,9	129,9	129,9	129,9	130,0	0,2	2,00
fm x 1,296	130,4	128,6	—	129,5	129,4	129,3	129,3	129,3	129,3	129,3	129,3	129,4	130,0	0,2	2,00
fm x 1,995	113,4	—	—	103,7	103,6	103,6	103,6	103,6	103,6	103,7	103,7	97,7	—	0,2	2,00
fm x 3,980	86,5	—	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	—	—	0,2	2,00
fm x 7,940	70,0	—	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	—	—	—	0,4	2,00
fm x 15,841	60,0	—	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	0,4	2,00

U = incerteza de medição

As frequências de teste são calculadas a partir da frequência central e de multiplicadores (como consta na primeira coluna). Por exemplo: O filtro de frequência nominal 500 Hz, cuja frequência exata, para base 10, é de 501,187 Hz, o segundo ponto acima da frequência central, pode ser calculado como: fm x 1,188 = 595,410 Hz.

L_Sup = limite superior de tolerância definido pela norma para uma determinada frequência de teste.

L_Inf = limite inferior de tolerância definido pela norma para uma determinada frequência de teste. A norma não define um limite inferior para aquelas frequências preenchidas com uma linha tracejada ("—"). Na prática, a atenuação nestas frequências pode ser menos infinito.

As frequências centrais identificadas na primeira linha da tabela correspondem às frequências nominais.

As frequências centrais exatas de cada filtro (fm) são calculadas conforme a ISO 266.

Eventuais resultados = 0,0 dB correspondem a indicações de, pelo menos, 10 dB abaixo do limite L_Sup correspondente.

As tolerâncias identificadas na(s) tabela(s) não contemplam as incertezas de medição. Estas podem e devem ser consideradas como parte do resultado para estabelecer um critério de aceitação.

Doc. Conferido
18/07/2024

Continuação do Certificado Nº: RBC3-11510-583

Página
Page 8

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Filtros de terços de oitava de classe 1 / Base 10 (tabela 1/3)

Leaf em 1000 Hz = 130,0 dB

Frequência	L_Sup	L_Inf	16	20	25	31	40	50	63	80	100	125	160	+/-U	k
fm x 0,185	60,0	---	---	---	---	---	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 0,327	70,0	---	---	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 0,531	89,5	---	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,00
fm x 0,773	113,4	---	---	100,4	104,0	105,7	100,6	104,0	105,7	100,7	103,9	105,5	100,9	0,2	2,00
fm x 0,900	130,4	128,6	---	129,8	129,7	129,6	129,6	129,6	129,6	129,8	129,6	129,6	129,9	0,2	2,00
fm x 0,947	130,4	129,3	---	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm x 0,974	130,4	129,5	---	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm	130,4	129,6	---	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm x 1,027	130,4	129,5	---	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm x 1,056	130,4	129,3	---	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm x 1,087	130,4	129,6	---	129,8	129,8	129,9	129,8	129,8	129,9	129,8	129,8	129,9	129,8	0,2	2,00
fm x 1,294	113,4	---	---	82,6	93,9	91,7	82,3	94,0	81,9	82,5	94,0	82,2	82,5	0,2	2,00
fm x 1,992	89,5	---	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,00
fm x 3,054	70,0	---	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 5,392	60,0	---	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00

U = incerteza de medição.

As freqüências de teste são calculadas a partir da frequência central e de multiplicadores (como consta na primeira coluna). Por exemplo: O filtro de frequência nominal 125 Hz, cuja frequência exata, para base 10, é de 125,893 Hz, o segundo ponto acima da frequência central, pode ser calculado como: fm x 1,056 = 132,943 Hz.

L_Sup = limite superior de tolerância definido pela norma para uma determinada frequência de teste.

L_Inf = limite inferior de tolerância definido pela norma para uma determinada frequência de teste. A norma não define um limite inferior para aquelas frequências preenchidas com uma linha tracejada ("---"). Na prática, a atenuação nestas frequências pode ser menos infinito.

As frequências centrais identificadas na primeira linha da tabela correspondem às frequências nominais.

As frequências centrais exatas de cada filtro (fm) são calculadas conforme a ISO 266.

Eventuais resultados = 0,0 dB correspondem a indicações de, pelo menos, 10 dB abaixo do limite L_Sup correspondente.

As tolerâncias identificadas na(s) tabela(s) não contemplam as incertezas de medição. Estas podem e devem ser consideradas como parte do resultado para estabelecer um critério de aceitação.

Continuação do Certificado Nº: RBC3-11510-583

Página / Page 9

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Filtros de terços de oitava de classe 1 / Base 10 (tabela 2/3)

Lref em 1000 Hz = 130,0 dB

Frequência	L_Sup	L_Inf	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	+/-U	k
fm x 0,185	60,0	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 0,327	70,0	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 0,531	89,5	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,00
fm x 0,773	113,4	—	103,9	105,6	101,0	103,9	105,6	101,2	103,9	105,7	101,3	103,9	105,7	0,2	2,00
fm x 0,920	130,4	128,6	129,6	129,6	129,8	129,6	129,6	129,8	129,6	129,6	129,8	129,6	129,6	0,2	2,00
fm x 0,947	130,4	129,3	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm x 0,974	130,4	129,5	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm	130,4	129,6	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm x 1,027	130,4	129,5	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm x 1,056	130,4	129,3	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm x 1,087	130,4	128,6	129,9	129,9	129,9	129,8	129,9	129,8	129,8	129,9	129,8	129,8	129,8	0,2	2,00
fm x 1,294	113,4	—	94,1	92,5	92,7	94,1	92,7	92,7	94,2	93,2	92,9	94,2	93,4	0,2	2,00
fm x 1,882	89,5	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,00
fm x 3,054	70,0	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 5,392	60,0	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00

Filtros de terços de oitava de classe 1 / Base 10 (tabela 3/3)

Lref em 1000 Hz = 130,0 dB

Frequência	L_Sup	L_Inf	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000	—	+/-U	k
fm x 0,185	60,0	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	—	0,4	2,00
fm x 0,327	70,0	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	—	0,4	2,00
fm x 0,531	89,5	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	—	0,2	2,00
fm x 0,773	113,4	—	101,5	103,6	105,7	101,6	103,8	105,9	101,8	103,8	105,8	101,9	—	0,2	2,00
fm x 0,920	130,4	128,6	129,7	129,6	129,6	129,7	129,6	129,6	129,7	129,7	129,6	129,8	—	0,2	2,00
fm x 0,947	130,4	129,3	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	—	0,2	2,00
fm x 0,974	130,4	129,5	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	—	0,2	2,00
fm	130,4	129,6	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	—	0,2	2,00
fm x 1,027	130,4	129,5	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	—	0,2	2,00
fm x 1,056	130,4	129,3	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	—	0,2	2,00
fm x 1,087	130,4	128,6	129,8	129,8	129,9	129,8	129,8	129,8	129,8	129,9	129,8	129,7	—	0,2	2,00
fm x 1,294	113,4	—	93,0	94,3	93,6	93,1	94,3	94,1	93,2	94,4	94,4	74,3	—	0,2	2,00
fm x 1,882	89,5	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	—	—	0,2	2,00
fm x 3,054	70,0	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	—	0,4	2,00
fm x 5,392	60,0	—	0,0	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—	—	0,4	2,00

Doc. Conferido
13 / 03 / 2024

Continuação do Certificado Nº: RBC3-11510-683

Página
Page 10

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

CRITÉRIOS DA NORMA IEC 61672-1:2013 PARA ESTABELECER A CONFORMIDADE DO SONÔMETRO:
A norma IEC 61672-1:2013 estabelece, para cada um dos testes, critérios de tolerância e incertezas máximas que podem ser praticadas. Com relação às incertezas, o laboratório identifica antecipadamente se o critério de incertezas máximas é atendido e, portanto, não há necessidade, a priori, do cliente fazer esta comprovação. Para identificar se o sonômetro atende determinada tolerância a norma estabelece que os erros não devem exceder os limites de tolerância definidos para o teste. Por exemplo, se uma determinada tolerância for de 1 dB, os valores absolutos do erro não deverão exceder a 1 dB.

Observações adicionais sobre conformidade, exclusivas desta calibração:
A norma IEC 61672-3: 2013 é uma norma que foi criada no âmbito da metrologia legal em sua origem, e, por isso, estabelece frases obrigatórias de conformidade geral do equipamento na conclusão dos testes periódicos. Essas frases têm como objetivo determinar a conformidade do sonômetro à IEC 61672-1:2013, sendo que, para isso, segundo esta própria norma, além de ser aprovado nos testes periódicos da IEC 61672-3:2013, o sonômetro deve também ter tido o seu modelo aprovado pela IEC 61672-2:2013 por meio de uma organização independente, isto é, instituições que gozam de reconhecimento internacional para tal fim. A tradução brasileira da parte 3 desta norma, a ABNT NBR IEC 61672-3:2018, por ser estritamente literal, também inclui tais frases.

No contexto brasileiro os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, como aqueles constantes neste certificado, são realizados, em geral, por laboratórios da Rede Brasileira de Calibração (RBC), no âmbito da metrologia científica. Se um ou mais testes apresentarem erros acima das tolerâncias especificadas na IEC 61672-1:2013, já constitui-se evidência suficiente da não conformidade do sonômetro à esta norma como um todo. Entretanto, se todos os testes apresentarem erros abaixo das tolerâncias especificadas na IEC 61672-1:2013, a conformidade do sonômetro não pode ser formalmente assegurada pelo laboratório RBC, uma vez que este não possui prerrogativas legais para reconhecer uma suposta evidência de aprovação de modelo pela IEC 61672-2:2013, e portanto, não pode fazer afirmações categóricas a este respeito. Assim sendo, as frases obrigatórias da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, referentes ao caso em que o sonômetro tenha sido aprovado em todos os seus testes periódicos, ficam sujeitas à evidência pública - seja do cliente, do fabricante ou de organização independente - quanto à aprovação de modelo segundo a IEC 61672-2:2013, ou ainda, à ausência desta.

Portanto, caso haja evidência pública de aprovação de modelo pela IEC 61672-2:2013, aplica-se a seguinte conclusão normativa ao sonômetro submetido ao teste periódico:
"O sonômetro submetido ao teste completou com sucesso os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, para as condições ambientais em que os ensaios foram realizados. Como evidência estava publicamente disponível, a partir de uma organização de testes independente, responsável por aprovar os resultados dos testes de aprovação de modelo realizados de acordo com a IEC 61672-2:2013, para demonstrar que o modelo de sonômetro está completamente conforme os requisitos da classe X da IEC 61672-1:2013, o sonômetro submetido aos ensaios está em conformidade com os requisitos para classe X da IEC 61672-1:2013."

Caso não haja evidência pública de aprovação de modelo pela IEC 61672-2:2013, aplica-se a seguinte conclusão normativa ao sonômetro submetido ao teste periódico:
"O sonômetro submetido ao teste completou com sucesso os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, para as condições ambientais em que os ensaios foram realizados. Entretanto, nenhuma declaração geral ou conclusão pode ser feita a respeito da conformidade do sonômetro a todas as especificações da IEC 61672-1:2013, porque (a) nenhuma evidência estava publicamente disponível, a partir de uma organização independente de testes responsável pela aprovação de modelo, para demonstrar que o modelo do sonômetro está completamente em conformidade com as especificações para a classe X da IEC 61672-1:2013 ou que os dados de correção para o teste acústico de ponderação em frequência não foram fornecidos no manual de instrução e (b) porque os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018 cobrem apenas um conjunto limitado de especificações da IEC 61672-1:2013."

Observações adicionais exclusivas desta calibração: (---)

(fim do resultados)

Opiniões e interpretações (não fazem parte do escopo de acreditação)
Opinions and interpretations (not covered by accreditation scope)
(---)

Doc. Conferido
15/07/2021

CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios
ISO 17025: Laboratório Acreditado (Accredited Laboratory)

TOTAL SAFETY LTDA.
R Gal Humberto AC Branco, 286 (310)
São Caetano do Sul - CEP 09580-380
Tel: (11) 4220-2600
info@totalsafety.com.br
www.totalsafety.com.br

SUPLEMENTO DO CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Calibration Certificate - supplement

Nº: RBC3-11510-583

Certificate Number

RBC - REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO

Brazilian Calibration Network

CAL 0307

Na folha 1/10, na seção "Identificação", onde se lê:

—

Leia-se:

Seg 370

Doc. Conferido 13/07/2021

Assinado de forma digital por Enrique Bondarenco
DN: cn=Enrique Bondarenco, o=Total Safety Ltda., ou=Calilab, email=enrique@totalsafety.com.br, c=BR
Dados: [illegible]

Data da calibração
Date of calibration (day/month/year)
07/07/2021

Total de páginas
Total pages number
1

Data da Emissão:
Date of issue
27/07/2021

Enrique Bondarenco
Signatário Autorizado
Authorized Signatory

Página
Page
1

A Cgcre é signatária do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation). A Cgcre é signatária do Acordo de Reconhecimento Mútuo da IAAC (Interamerican Accreditation Cooperation).
Cgcre is Signatory of the ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) Mutual Recognition Arrangement. Cgcre is signatory of the IAAC (Interamerican Accreditation Cooperation) Mutual Recognition Arrangement.

CHROMPACK
Instrumentos Científicos Ltda.
Desde 1996

CAL 0258

RBC - Rede Brasileira de Calibração

Certificado de Calibração

Certificado Nº: 134.214 — Certificate of Calibration — *Página 1 de 2*

Laboratório de Acústica

Dados do Cliente:

Nome:	Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente Ltda.
Endereço:	Rua David Rabelo, 210
Cidade:	Belo Horizonte
Estado:	MG
CEP:	30820-260

Dados do Instrumento Calibrado:

Nome:	Calibrador de Nível Sonoro	Classe:	1
Marca:	Chrompack	Nº de Identificação:	Não consta
Modelo:	SmartCal	Nº de Processo:	48924
Nº de Série:	CAL0000001402	Data da Calibração:	13/04/22
Nº de Patrimônio:	Não consta	Data da Emissão:	13/04/22

Qualidade Garantida — CHROMPACK — Desde 1996

Características do item:

Nível de pressão sonora nominal: 94 dB (dB re. 20 µPa) Frequência nominal: 1000 Hz

Procedimento Utilizado:

O procedimento operacional de calibração PRO – CNS – 1300 rev.09

Válido até 13/04/2024
Gerente de Qualidade

Norma de Referência:

IEC 60942: 2003 item 5.2

Padrões Utilizados:

Nome	Nº Identificação	Nº Certificado	Rastreabilidade	Data de Validade
Pistonfone	TAG 0106	DIMCI 0335/2019	INMETRO	19/02/23
Microfone	TAG 0478	DIMCI 1338/2021	INMETRO	08/12/24
Fonte	TAG 0011	170 574-101	RBC	13/01/23
Multímetro	TAG 0444	RBC-19/0409	RBC	18/06/22
Barômetro	TAG 0380	125.102	RBC	19/05/22
Termo-Higrômetro	TAG 0380(2)	125.079	RBC	19/05/22
Contador Universal	TAG 0041	RBC-19/0414	RBC	23/06/22

Doc. Conferido 13/04/2022

DOCUMENTO ORIGINAL

SÉRIE 085013

LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO PELA COORD. DE ACORDO COM A ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 258

CHROMPACK
Instrumentos Científicos Ltda.
Desde 1996

Certificado de Calibração

Certificate of Calibration

Certificado Nº: 134.214 *Página 2 de 2*

Resultados Obtidos:

O(s) resultado(s) do nível (eis) sonoro(s) e frequência(s) apresentados a seguir foram obtidos através do método comparativo extraindo-se a leitura do microfone padrão acoplado a cavidade do calibrador . Inicialmente o nível sonoro é lido em volts e posteriormente convertido em dB, a frequência lida no medidor de frequência digital diretamente e ambos valores são comparados aos parâmetros (tolerâncias) da norma IEC 60942: 2003 item 5.2 de acordo com sua classe de fabricação.

Dados Obtidos

RESULTADOS OBTIDOS					
Nível Sonoro Médio em dB	k	$U_{95,45\ (dB)}$	Frequência Média em Hz	k	$U_{95,45\ (Hz)}$
94,00	2,15	0,13	1000,0	2,00	0,1

Especificações da norma IEC 60942: 2003 item 5.2: Nível de Pressão Sonora para classe 1: ± 0,40 dB / Frequência: ± 1,0 %

Legendas:
k – Fator de abrangência
U95,45 – Incerteza da Medição expandida para uma probabilidade de abrangência de 95,45%
dB – Decibels
Hz – Hertz
** - Ajuste / Reparo não necessário ou leitura(s) indisponível (eis)

Observações:

- ☑ Condições ambientais: Temperatura: 25 °C - Umidade relativa: 50 % - Pressão atmosférica: 930 mbar
- ☑ Este calibrador de nível de pressão sonora encontra-se em acordo com a norma IEC 60942: 2003 item 5.2
- ☑ Anotação de Responsabilidade Técnica - ART 28027230200540653 / CREA-SP.
- ☑ Responsável pela Calibração: Ramon Marra

Signatário autorizado:

José Ramon

Doc. Conferido
27 / 04 / 2022

Av. Eng° Saraiva de Oliveira, 465 - 05741-200 - Jd. Taboão - São Paulo - SP - Brasil
Fone: 55 11 3584-8520 - www.chrompack.com.br

K&L LABORATÓRIOS DE METROLOGIA

RUA SERGIPE, 113 - BONSUCESSO - CEP 83040-120 - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS - PARANÁ
FONE: +55 41 3382 7666 - IE: 90.429.129-37 - CNPJ: 09.294.085/0001-78
www.kelab.com.br / kel.ajp@kelab.com.br

RBC - REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO
LABORATÓRIOS DE CALIBRAÇÃO: ACÚSTICA E VIBRAÇÕES, DIMENSIONAL, FÍSICO-QUÍMICA, FORÇA, TORQUE E DUREZA, MASSA, TEMPERATURA E UMIDADE, VAZÃO E VELOCIDADE DE FLUIDOS, VISCOSIDADE, VOLUME E MASSA ESPECÍFICA
ACREDITADO PELA CGCRE DE ACORDO COM A ABNT NBR ISO/IEC 17025, SOB O NÚMERO CAL 0144

CAL 0144

Emissão 23/01/2023

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº S003596/2023

1. Dados do Instrumento e Solicitante:

Denominação: Anemômetro de Pás Rotativas

Contratante: SEGMA SEGURANÇA DO TRABALHO DO MEIO AMBIENTE LTDA
R. DAVID RABELO, 210, Belo Horizonte - MG

Solicitante: SEGMA SEGURANÇA DO TRABALHO DO MEIO AMBIENTE LTDA
R. DAVID RABELO, 210, Belo Horizonte - MG

Fabricante:	B-MAX	**Diâmetro da Seção:**	25,74 mm
Modelo:	GM 816	**Código do Sensor:**	Não Consta
Código:	SEG116	**Parâmetro:**	Não Consta
Faixa de medição:	(0 à 30) m/s	**Ficha de acompanhamento:**	000337/2023
Valor de divisão:	0,1 m/s	**Data de recebimento:**	12/01/2023
Número de série:	H21268981	**Data de calibração:**	19/01/2023

Válido até 19/01/2025
Gerente de Qualidade

2. Procedimento:

A calibração foi realizada conforme o método descrito no procedimento PSQ-VAZ.01, revisão 008. Padrões utilizados: Medidor de velocidade certificado 194 080-101, válido até 06/2024, Barômetro certificado J037456/2020, válido até 02/2023, Termohigrômetro certificado J015340/2021, válido até 04/2023.

" Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela CGCRE que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades - SI)"

3. Tabela de Resultados:

Média obtida no item a calibrado (m/s)	Média obtida no padrão utilizado (m/s)	Erro de medição (m/s)	Incerteza de medição (m/s)	k	veff
1,000	1,200	-0,20	0,30	2,00	∞
1,8	2,22	-0,42	0,32	2,00	∞
4,4	5,36	-0,96	0,34	2,00	∞
8,7	10,01	-1,31	0,43	2,00	∞
10,1	12,12	-2,02	0,44	2,00	∞
12,5	14,94	-2,44	0,50	2,00	∞
-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-
-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-

4. Condições Ambientais e Local:

Local da calibração:	K&L Laboratórios de Metrologia	**Pressão Atmosférica:**	921 hPa
Temperatura:	23 °C	**Aceleração da gravidade:**	(9,7877 ± 0,0001) m/s²
Umidade relativa do ar:	70 %ur	**Densidade do ar:**	(1,089 ± 0,02) kg/m³

5. Notas:

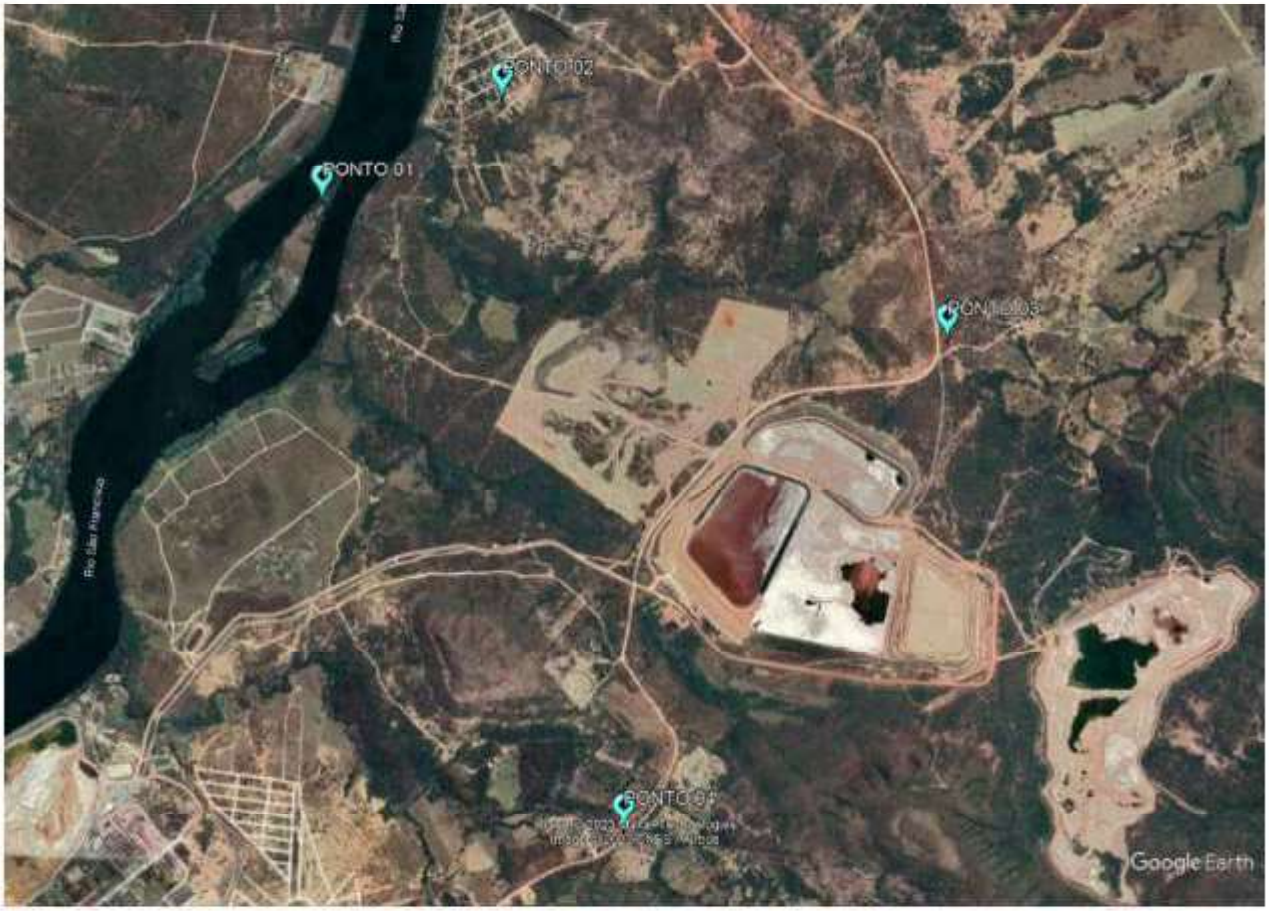
5.1 - A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, de tal forma que a probabilidade de abrangência corresponda a aproximadamente 95%. A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.
5.2 - Erro de medição: Diferença entre a média obtida do item a calibrar e a média obtida do padrão utilizado.

Doc. Conferido 09/02/2023

EMANUEL VALENTE TEIXEIRA
SIGNATÁRIO(A) AUTORIZADO(A)

Este certificado é válido exclusivamente para o objeto calibrado descrito nas condições específicas, não sendo extensivo a quaisquer itens, mesmo que similares. Não é permitida a reprodução deste certificado, somente original. Certificado conferido e assinado eletronicamente.

IV - CROQUI


PONTO 02
PONTO 01
PONTO 03
PONTO 04
Rio São Francisco
Google Earth

V - CERTIFICADO E ESCOPO DE ACREDITAÇÃO



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro
Coordenação Geral de Acreditação

Signatário dos Acordos de Reconhecimento Mútuo da International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC), da Interamerican Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF)

Certificado de Acreditação

Acreditação nº CRL 1402

Acreditação Inicial: 18/02/2019

Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente
Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente Ltda - EPP
Rua David Rabelo, 210 – Jardim São José – Belo Horizonte – MG

A Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro – Cgcre concede acreditação ao Organismo de Avaliação da Conformidade acima identificado, no endereço citado, segundo os requisitos estabelecidos na ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017. Esta acreditação constitui a expressão formal do reconhecimento de sua competência para realizar atividades de ensaios, conforme Escopo de Acreditação.

Assinado de forma digital por
ALDONEY FREIRE COSTA:54879590720
Dados: 2019.02.20 08:20:21 -03'00'

Aldoney Freire Costa
Coordenador Geral de Acreditação Substituto

A situação atual da acreditação e seu escopo devem ser verificados no endereço eletrônico www.inmetro.gov.br/credenciamento/laboratoriosAcreditados.asp

MOD-CGCRE-024 – Rev. 05 – Apr. NOV/16 – Pg. 01/01

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 – ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016	Folha: 1	Total de Folhas: 5

RAZÃO SOCIAL/DESIGNAÇÃO DO LABORATÓRIO

Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente Ltda – EPP/ Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1402	INSTALAÇÃO PERMANENTE

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS QUÍMICOS**	
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	Determinação de Material Particulado em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias - por gravimetria LQ: 3,04 mg	ABNT NBR 12019:1990
	Determinação de Dióxido e Trióxido de Enxofre e Nevoas de Ácido Sulfúrico em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias - por titulometria LQ SO_2: 3,76 mg SO_2 LQ SO_3: 0,94 mg SO_3	ABNT NBR 12021:2017
	Determinação de Óxido de Nitrogênio em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias - por colorimetria LQ: 9,63 µg NO_2	CETESB L – 9.229:1992
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS QUÍMICOS**	
AR INDOOR	Determinação da concentração de dióxido de carbono – Medição Direta. Faixa de Trabalho: 50 ppm a 5000 ppm	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 002
	Determinação da temperatura do ar - Medição Direta. Faixa de Trabalho: 10°C a 40°C	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 003
	Determinação da umidade do ar - Medição Direta. Faixa de Trabalho: 20% a 90%	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 003
	Determinação da velocidade do ar - Medição Direta. Faixa de Trabalho: 0,01 m/s a 10 m/s	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 003
	Determinação de concentração de aerodispersóides - Medição Direta. LQ: 0,1 µg/m³	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 004

"Este Escopo cancela e substitui a revisão emitida anteriormente"

Em, 12/03/2020

FOR-CGCRE-003 – Rev. 11 – Apr. MAR/13 – Pg. 01/06

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 - ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016	Folha: 2

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1402	INSTALAÇÃO PERMANENTE

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS BIOLÓGICOS**	
AR INDOOR (CONTINUAÇÃO)	Determinação de fungos no ar - quantitativa/contagem em placas LQ: 4,80 UFC/m³	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 001
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS QUÍMICOS**	
GASES E POLUENTES DA ATMOSFERA	Determinação de Partículas Totais em Suspensão - PTS por gravimetria LQ: 1,61 mg	ABNT NBR 9547:1997
	Determinação de Partículas Inaláveis - PI por gravimetria LQ: 1,61 mg	ABNT NBR 9547:1997
MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO E CONTROLE	**ENSAIOS MECÂNICOS**	
COLETOR ISOCINÉTICO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS (CIPA)	Ensaio de gasômetro seco e placa de orifício. Faixa: 10 a 35 L/min	ABNT NBR 12020:1992 Item 5.1
	Ensaio de Pitot "S" isolado ou em conjunto com Sonda de Amostragem Faixa: 5 a 7,5 m/s	ABNT NBR 12020:1992 Item 5.2
	Ensaio de Boquilha Faixa: 4 a 17 mm	ABNT NBR 12020:1992 Item 5.4

Rua David Rabelo, 210 - Bairro Jardim São José - 30820-444 Belo Horizonte-MG.
Telefax: (0xx31) 3416-6565 / 3416-6511 e-mail: segma@segma.com.br

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 - ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016	Folha: 3

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1402	INSTALAÇÃO DE CLIENTE

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**AMOSTRAGEM**	
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	Amostragem para determinação de Material Particulado em Efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias.	ABNT NBR 12019:1990
	Amostragem para determinação de dióxido de enxofre, trióxido de enxofre e névoas de ácido sulfúrico em efluentes gasosos de dutos e chaminés de fontes estacionárias.	ABNT NBR 12021:2017
	Amostragem para determinação de óxidos de nitrogênio em efluentes gasosos de dutos e chaminés de fontes estacionárias.	CETESB L9.229:1992
MEIO AMBIENTE	**AMOSTRAGEM**	
AR INTERIOR EM AMBIENTE CLIMATIZADO	Amostragem em Ambientes Climatizados Artificialmente e Ambientes Externos.	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS ACÚSTICOS, DE VIBRAÇÃO E CHOQUE**	
ÁREA HABITADAS; AMBIENTES INTERNOS E EXTERNOS	Medição de nível de pressão sonora (ruído) LQ: 30 dB	ABNT NBR 10151:2019
	Determinação de vibração contínua ambiental através da velocidade (pico) Faixa de velocidade: 0,13 a 130 mm/s	POP-MON-11
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS QUÍMICOS**	
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	Determinação de Monóxido de Carbono e Oxigênio em emissões de motores a gás, caldeiras, processos de aquecimento diversos, utilizando analisadores portáteis. O_2 – LQ: 0,1% CO – LQ: 1,0 ppm	EPA METODO 003:2017
	ENSAIOS MECÂNICOS	
	Determinação da Velocidade e Vazão dos Gases em Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias Faixa de velocidade: 3 a 30 m/s	ABNT NBR 11966:1989
	AMOSTRAGEM	
	Amostragem e Determinação de Umidade de Efluentes Gasosos em Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias. Faixa: 0 a 50 %	ABNT NBR 11967:1989

Rua David Rabelo, 210 - Bairro Jardim São José - 30820-444 Belo Horizonte-MG.
Telefax: (0xx31) 3416-6565 / 3416-6511 e-mail: segma@segma.com.br

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 - ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016	Folha: 4

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1402	INSTALAÇÃO DE CLIENTE

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS (CONTINUAÇÃO)	Amostragem e Determinação da Massa Molecular Seca em Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias. Faixa: 28 a 32 g/gmol	CETESB L9.223:1992 EPA MÉTODO 003:2017
	Amostragem para Determinação de Ácido Fluorídrico e Fluoretos em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	CETESB L-9. 213:1995
	Amostragem para Determinação de Dioxinas e Furanos em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	EPA MÉTODO 0023A:1995
	Amostragem para Determinação de Compostos Orgânicos Semi-voláteis em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	CETESB L-9. 232:1990
	Amostragem para Determinação de Compostos Orgânicos totais através de Cromatografia Gasosa FID	EPA MÉTODO OTM-025A:1999
	Amostragem para Determinação de Metais (Alumínio, Bário, Berílo, Estanho, Titânio, Bismuto, Boro, Cádmio, Cálcio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo, Estrôncio, Ferro, Fósforo, Lítio, Magnésio, Manganês, Molibdênio, Níquel, Potássio, Prata, Sódio, Tálio, Vanádio, Zinco, Arsênio, Selênio, Antimônio, Mercúrio, Paládio, Platina, Telúrio, Silício, Urânio, Enxofre e Zircônio) em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	EPA MÉTODO 29:2017
	Amostragem para Determinação de Cianetos em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	Carb Método 426:1987
	Amostragem para Determinação de Ácido Clorídrico e Cloro Livre em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	CETESB L-9. 231:1994
	Amostragem para Determinação de Compostos Orgânicos Voláteis em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias -.	EPA MÉTODO 0030:1986 e EPA MÉTODO 0031:1996
MEIO AMBIENTE	**AMOSTRAGEM**	
GASES E POLUENTES DA ATMOSFERA	Amostragem para Determinação de concentração total de material particulado em suspensão no ar ambiente pelo método do Amostrador de Grande Volume – PTS.	ABNT NBR 9547:1997
	Amostragem para Determinação da Concentração de Partículas Inaláveis em suspensão no ar ambiente pelo método do Amostrador de Grande Volume acoplado a um separador inercial de partículas – PI.	ABNT NBR 13412:1995

Rua David Rabelo, 210 - Bairro Jardim São José - 30820-444 Belo Horizonte-MG.
Telefax: (0xx31) 3416-6565 / 3416-6511 e-mail: segma@segma.com.br

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 - ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016	Folha: 5

Rua David Rabelo, 210 - Bairro Jardim São José - 30820-444 Belo Horizonte-MG.
Telefax: (0xx31) 3416-6565 / 3416-6511 e-mail: segma@segma.com.br

VI - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

Página 1/2

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20231899568

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

1. Responsável Técnico

RODRIGO KASBERGEN SILVA

Título profissional: **ENGENHEIRO MECÂNICO, ENGENHEIRO DE SEGURANÇA DO TRABALHO** RNP: **1401966225**
Registro: **0400000080559MG**

Empresa contratada: **SEGMA ENGENHARIA DE SEGURANCA DO TRABALHO E MEIO AMBIENTE** Registro Nacional: **72734-MG**

2. Dados do Contrato

Contratante: **TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA** CPF/CNPJ: **21.024.830/0001-29**
RUA PARAÍBA Nº: **1352**
Complemento: **6º ANDAR - SALA 607** Bairro: **SAVASSI**
Cidade: **BELO HORIZONTE** UF: **MG** CEP: **30130148**

Contrato: **23125 REV01** Celebrado em: **23/02/2023**
Valor: **R$ 12.560,00** Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**
Ação Institucional: **Outros**

3. Dados da Obra/Serviço

RUA PARAÍBA Nº: **1352**
Complemento: **6º ANDAR - SALA 607** Bairro: **SAVASSI**
Cidade: **BELO HORIZONTE** UF: **MG** CEP: **30130148**
Data de Início: **06/03/2023** Previsão de término: **31/12/2023** Coordenadas Geográficas: **0, 0**
Finalidade: **AMBIENTAL** Código: **Não Especificado**
Proprietário: **TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA** CPF/CNPJ: **21.024.830/0001-29**

4. Atividade Técnica

16 - Execução	Quantidade	Unidade
70 - Monitoramento > MEIO AMBIENTE > CONTROLE E MONITORAMENTO AMBIENTAL > #7.1.2 - DE MONITORAMENTO AMBIENTAL	1,00	0

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

MONITORAMENTO AMBIENTAL DE RUÍDOS E VIBRAÇÕES

6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

- A Resolução nº 1.094/17 instituiu o Livro de Ordem de obras e serviços que será obrigatório para a emissão de Certidão de Acervo Técnico - CAT aos responsáveis pela execução e fiscalização de obras iniciadas a partir de 1º de janeiro de 2018. (Res. 1.094, Confea).

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: https://www.crea-mg.org.br/transparencia/lgpd/politica-privacidade-dados. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

7. Entidade de Classe

ABEMEC - Associação de Engenharia Mecânica e Industrial de Minas Gerais

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

RODRIGO KASBERGEN SILVA - CPF: 024.435.576-26

_____, _____ de _____ de _____
Local data

TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA - CNPJ: 21.024.830/0001-29

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: https://crea-mg.sitac.com.br/publico/, com a chave: ZC177
Impresso em: 10/03/2023 às 13:27:05 por : ip: 200.25.58.76

www.crea-mg.org.br atendimento@crea-mg.org.br
Tel: 031 2732 Fax:

CREA-MG

Página 2/2

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20231899568

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

Valor da ART: **R$ 96,62** Registrada em: **09/03/2023** Valor pago: **R$ 96,62** Nosso Número: **8681050155**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: https://crea-mg.sitac.com.br/publico/, com a chave: ZC177
Impresso em: 10/03/2023 às 13:27:01 por: , ip: 200.25.56.76

www.crea-mg.org.br atendimento@crea-mg.org.br
Tel.: 031 2732 Fax:

CREA-MG

RELATÓRIO TÉCNICO Nº 23125 REV01

NATUREZA DO TRABALHO: AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE VIBRAÇÃO NAS PROXIMIDADES DO PROJETO DISPOSIÇÃO A SECO DO RESÍDUO INDUSTRIAL DA UNIDADE TRÊS MARIAS

CLIENTE:
TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA
RUA PARAÍBA, 1352, 6ºANDAR SALA 607
BAIRRO: SAVASSI
BELO HORIZONTE / MG
CEP: 30.130-148
CNPJ: 21.024.483/0001-29

AUTORES:
LUCIANO SERGIO ALVES DA SILVA
RODRIGO KASBERGEN SILVA

DATA: 10 DE MARÇO DE 2023

DATA DA REVISÃO: 23 DE MARÇO DE 2023

EQUIPE TÉCNICA

LUCIANO SÉRGIO ALVES DA SILVA
Engenheiro de Segurança do Trabalho
CREA/MG 18 597-MTB 4369

RODRIGO KASBERGEN SILVA
Engenheiro Mecânico / Segurança do Trabalho
CREA/MG 80.559
Técnico em Química
CRQ-2ª Região/MG 024021711

LEONARDO PATRICK SANTOS OLIVEIRA
Técnico de Monitoramento

RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO

EDER GOMES DE CARVALHO
Técnico em Segurança do Trabalho
MTE / SSST – MG/000092.2

ÍNDICE

1 - OBJETIVO 4
2 - METODOLOGIA 4
2.1 - NORMAS COMPLEMENTARES 4
3 - LOCAIS DE MEDIÇÕES 5
3.1 - CONDIÇÔES DAS MEDIÇÕES 9
4 - APARELHAGEM UTILIZADA 9
5 - RESULTADOS 9
6 - GRÁFICOS 11
7 - DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE 12
ANEXOS 13
I - GRÁFICOS 13
II - CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO 19
III - CROQUI 23
IV - CERTIFICADO E ESCOPO DE ACREDITAÇÃO 24
V - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART 30

1 - OBJETIVO

O presente trabalho tem por objeto avaliação de níveis de vibração ambiental na região de entorno do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade Três Marias.

2 - METODOLOGIA

O levantamento foi realizado segundo os preceitos definidos nas metodologias indicadas abaixo:

Procedimento Interno	
POP-MON-11	- AMOSTRAGEM DE VIBRAÇÃO AMBIENTAL rev.9

2.1 - NORMAS COMPLEMENTARES

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas	
NBR 15928: 2011	Ensaios não destrutivo- Análise de Vibrações- Terminologia.
ISO - International Organization for Standardization	
ISO 2631	Mechanical vibration and shock-Evalution of human exposure to whole-body vibration

3 - LOCAIS DE MEDIÇÕES

As medições foram realizadas em 04 (quatro) pontos determinados nos municípios, conforme as identificações a seguir:

Ponto:	01	**Coordenadas Geográficas:**	23K 0475620 / 7991899
Localização:			Ilha Catuaba São Gonçalo do Abaeté / MG.



	Data	**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
Horário dos Monitoramentos:	08/03/2023	10h53min	-	-
		-	21h43min	-
		-	-	22h50min
Velocidade do Vento:		**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
		0,1 m/s	0,0 m/s	0,0 m/s

Observações:

- Durante o período diurno de medição não foi registrada a passagem de veículos. Movimentação de moradores.
- Durante o período vespertino de medição não foi registrada a passagem de veículos. Movimentação de moradores.
- Durante o período noturno de medição não foi registrada a passagem de veículos. Movimentação de pequenas embarcações no trecho do rio.

Ponto:	02	**Coordenadas Geográficas:**	23K 0476408 / 7992384
Localização:			Aldeia dos Dourados Três Marias / MG.



	Data	**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
Horário dos Monitoramentos:	08/03/2023	14h05min	-	-
		-	20h16min	-
	09/03/2023	-	-	00h13min
Velocidade do Vento:		**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
		0,0 m/s	0,0 m/s	0,0 m/s

Observações:

- Durante o período diurno de medição não foi registrada a passagem de veículos na via. Movimentação de moradores.
- Durante o período vespertino de medição não foi registrada a passagem de veículos na via. Movimentação de pequenas embarcações no rio.
- Durante o período noturno de medição não foi registrada a passagem de veículos na via. Movimentação de pequenas embarcações no rio.

Ponto:	03	**Coordenadas Geográficas:**	23K 0478417 / 7991395
Localização:			Entrada da Fazenda JS Três Marias / MG.



	Data	Diurno	Vespertino	Noturno
Horário dos Monitoramentos:	08/03/2023	14h45min	-	-
		-	20h51min	-
	09/03/2023	-	-	00h46min
Velocidade do Vento:		**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
		2,1 m/s	0,1 m/s	0,0 m/s

Observações:

- Durante o período diurno de medição foi registrada a passagem de veículos na via (14:51, 14:55, 14:57, 14:58 e 14:59).
- Durante o período vespertino de medição não foi registrada a passagem de veículos na via.
- Durante o período noturno de medição não foi registrada a passagem de veículos na via.

Ponto:	04	**Coordenadas Geográficas:**	23K 0477069 / 7989178
Localização:			Entrada de propriedade particular as margens da Estrada Consciência. Três Marias / MG.



Horário dos Monitoramentos:	**Data**	**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
	08/03/2023	15h23min	-	-
		-	21h25min	-
	09/03/2023	-	-	01h14min
Velocidade do Vento:		**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
		2,1 m/s	0,1 m/s	0,0 m/s

Observações:

- Durante o período diurno de medição foi registrada a passagem de veículos na via (15:26, 15:28, 15:29, 15:33, 15:34, 15:36 e 15:38).
- Durante o período vespertino de medição foi registrada a passagem de veículos na via (21:26, 21:30, 21:39 e 21:40).
- Durante o período noturno de medição não foi registrada a passagem de veículos na via.

3.1 - CONDIÇÕES DAS MEDIÇÕES

Diante da condição de excitação, foram executadas as medições por meio da fixação de uma massa de metal no solo e, no topo desta, foi fixado o acelerômetro com tomadas de sinais nas direções Vertical (Z), paralelo (Y) e perpendicular (X) ao empreendimento.

4 - APARELHAGEM UTILIZADA

Equipamento	Patrimônio	Marca	Modelo	Número de Série
Medidor	Segma 0127	Svantek	948	9368
Software para pós-processamento	-	-	Svanpc++	-
Acelerômetro	nº. serie 1420	Dytran	3143D1	-
Tripé	Segma 0314	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
GPS	Segma 0115	Garmin	Etrex	16R403045
Trena	Segma 0239	SAGYMA	3 m	Não aplicável

5 - RESULTADOS

- Valores medidos de Velocidade de Vibração - mm/s - Zero-a-Pico,

Essa medição de nível de vibração é válida para indicação de choques de curta duração. Porém indicam somente a ocorrência de pico.

- Valores medidos de Velocidade de Vibração - mm/s - RMS Nível médio de vibração (amplitude média quadrática)

Essa medição de nível de vibração é a medida mais importante, porque leva em consideração o histórico da onda no tempo e de um valor de nível o qual é relacionada à energia contida.

5.1 - DIURNO

AVALIAÇÃO DE VIBRAÇÃO											
Ponto	Pico (mm/s)				RMS (mm/s)				Incerteza (95%) K=2 RMS		
	X	Y	Z	Vetor Resultante PICO	X	Y	Z	Vetor Resultante 'RMS	X	Y	Z
01	1,00	0,50	0,40	**1,19**	0,10	0,10	0,08	**0,16**	0,08	0,04	0,03
02	2,00	0,80	0,30	**2,17**	0,10	0,10	0,10	**0,17**	0,08	0,08	0,08
03	2,00	0,90	0,60	**2,27**	0,10	0,10	0,10	**0,17**	0,08	0,08	0,08
04	0,70	0,70	0,40	**1,07**	0,10	0,10	0,10	**0,17**	0,01	0,01	0,01

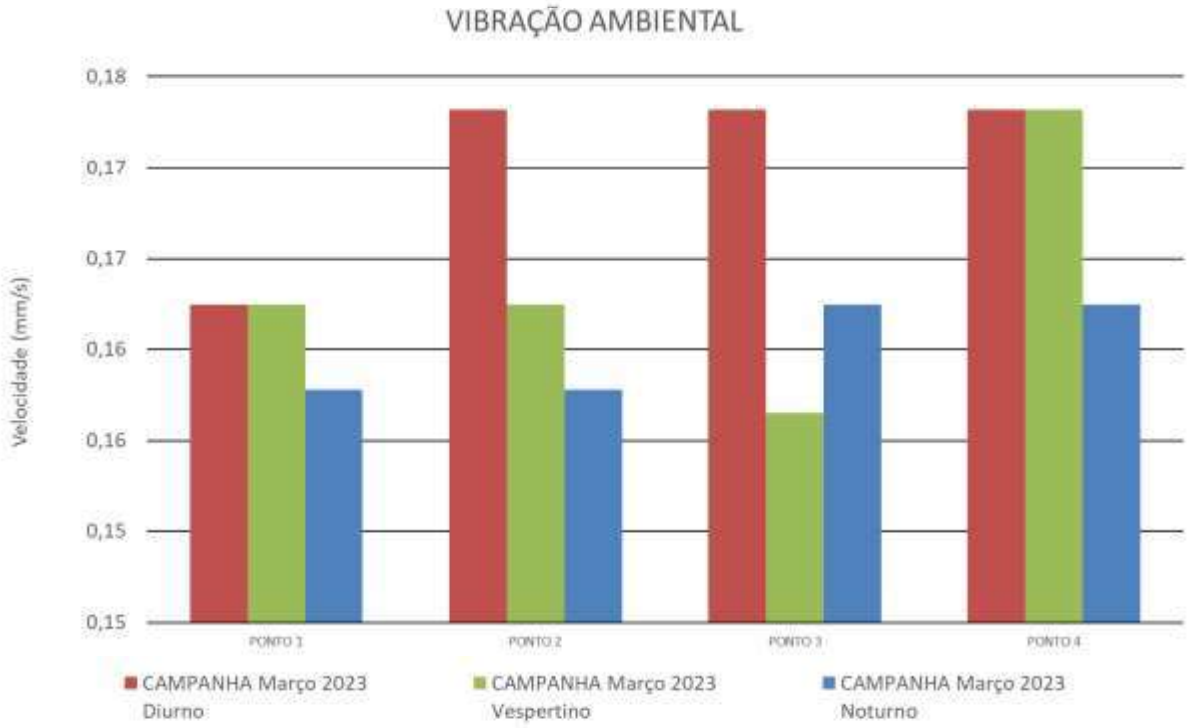
5.2 - VESPERTINO

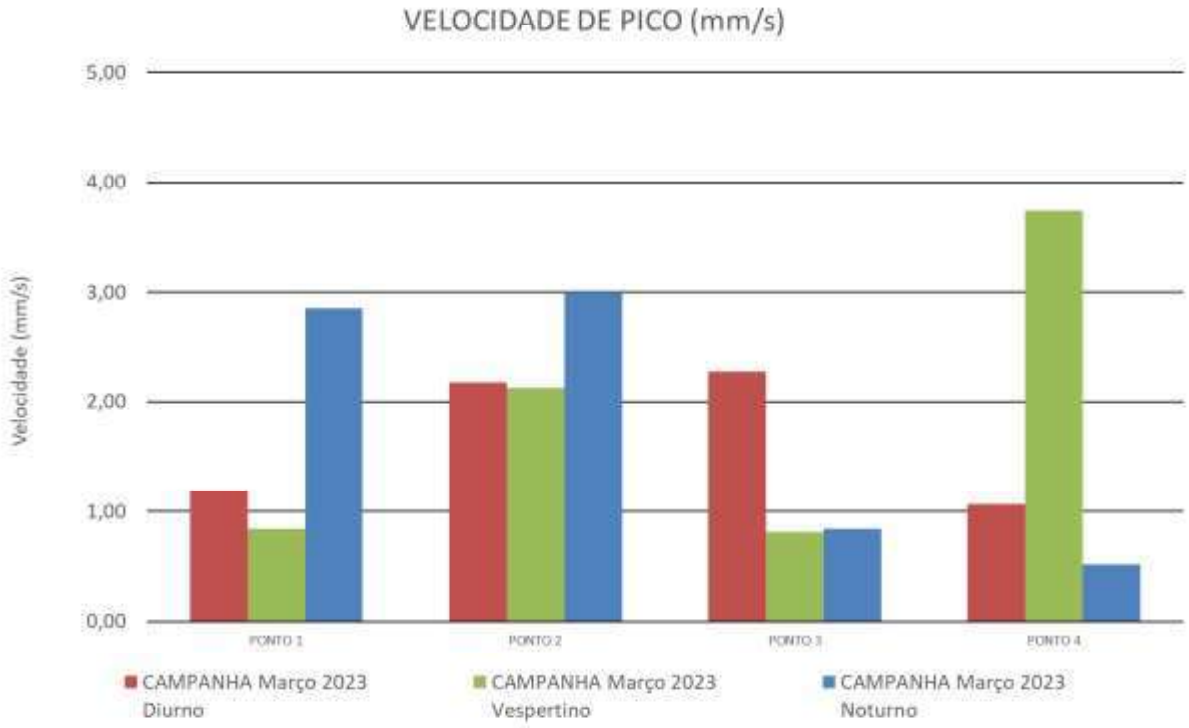
AVALIAÇÃO DE VIBRAÇÃO											
Ponto	Pico (mm/s)				RMS (mm/s)				Incerteza (95%) K=2 RMS		
	X	Y	Z	Vetor Resultante PICO	X	Y	Z	Vetor Resultante 'RMS	X	Y	Z
01	0,60	0,50	0,30	**0,84**	0,10	0,10	0,08	**0,16**	0,01	0,01	0,01
02	2,00	0,50	0,50	**2,12**	0,10	0,10	0,08	**0,16**	0,01	0,01	0,01
03	0,50	0,50	0,40	**0,81**	0,09	0,10	0,08	**0,16**	0,01	0,01	0,01
04	2,00	1,00	3,00	**3,74**	0,10	0,10	0,10	**0,17**	0,01	0,01	0,01

5.3 - NOTURNO

AVALIAÇÃO DE VIBRAÇÃO											
Ponto	Pico (mm/s)				RMS (mm/s)				Incerteza (95%) K=2 RMS		
	X	Y	Z	Vetor Resultante PICO	X	Y	Z	Vetor Resultante 'RMS	X	Y	Z
01	2,00	2,00	0,40	**2,86**	0,10	0,10	0,07	**0,16**	0,01	0,01	0,01
02	1,00	2,00	2,00	**3,00**	0,10	0,10	0,07	**0,16**	0,01	0,01	0,01
03	0,60	0,50	0,30	**0,84**	0,10	0,10	0,08	**0,16**	0,01	0,01	0,01
04	0,09	0,50	0,10	**0,52**	0,10	0,10	0,08	**0,16**	0,01	0,01	0,01

6 - GRÁFICOS


VIBRAÇÃO AMBIENTAL
Velocidade (mm/s)
0,18
0,17
0,17
0,16
0,16
0,15
0,15
PONTO 1
PONTO 2
PONTO 3
PONTO 4
CAMPANHA Março 2023 Diurno
CAMPANHA Março 2023 Vespertino
CAMPANHA Março 2023 Noturno


VELOCIDADE DE PICO (mm/s)
Velocidade (mm/s)
5,00
4,00
3,00
2,00
1,00
0,00
PONTO 1
PONTO 2
PONTO 3
PONTO 4
CAMPANHA Março 2023 Diurno
CAMPANHA Março 2023 Vespertino
CAMPANHA Março 2023 Noturno

7 - DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE

A Regra de Decisão para a declaração da conformidade dos resultados deste relatório foi aplicada sem levar em conta a incerteza de cada parâmetro avaliado, sendo considerado o nível de risco associado à essa regra.

SEGMA - SEGURANÇA DO TRABALHO E MEIO AMBIENTE LTDA.
RODRIGO KASBERGEN SILVA
Engenheiro Mecânico / Segurança do Trabalho
CREA/MG 80.559
Técnico em Química
CRQ-2ª Região/MG 024021711

ELABORADO POR	REVISADO POR
E.G.C.	

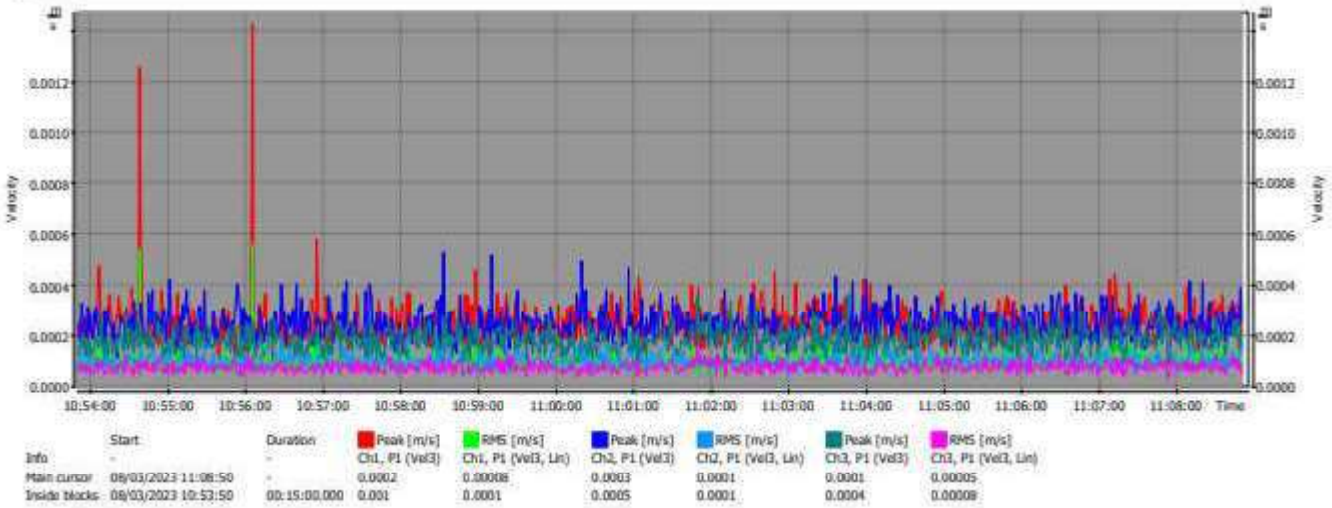
Este relatório técnico só poderá ser reproduzido por inteiro

ANEXOS

I - GRÁFICOS

PONTO 01 DIURNO

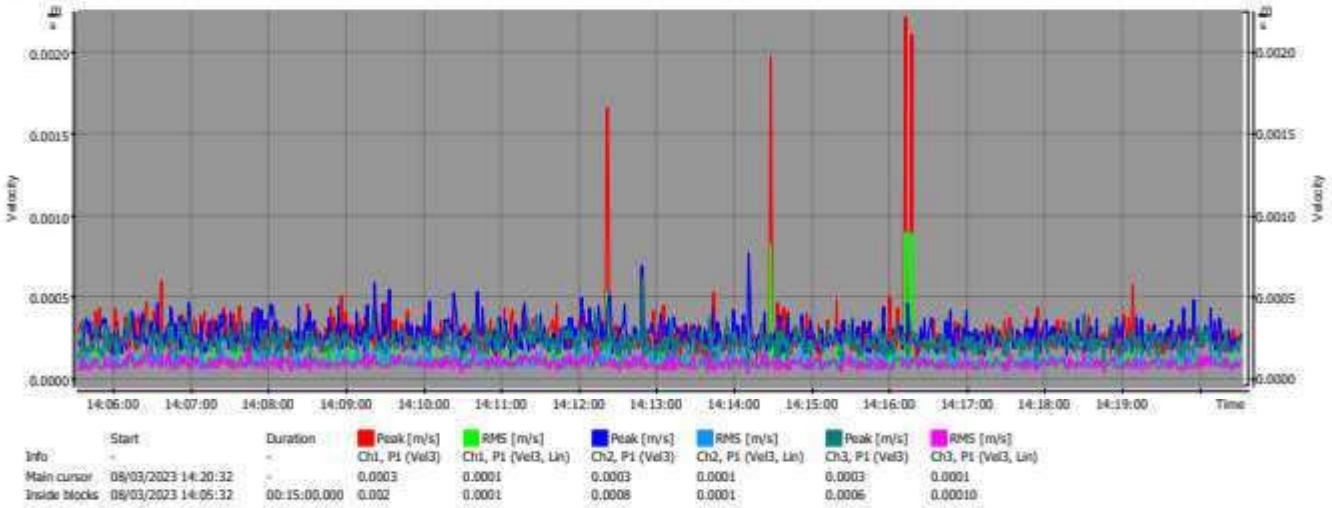
Buffer_1.svn : Logger results



	Start	Duration	Peak [m/s] Ch1, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch1, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch2, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch2, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch3, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch3, P1 (Vel3, Lin)
Info	-	-	-	-	-	-	-	-
Main cursor	08/03/2023 11:08:50	-	0.0002	0.00008	0.0003	0.0001	0.0001	0.00005
Inside blocks	08/03/2023 10:53:50	00:15:00.000	0.001	0.0001	0.0005	0.0001	0.0004	0.00008

PONTO 02 DIURNO

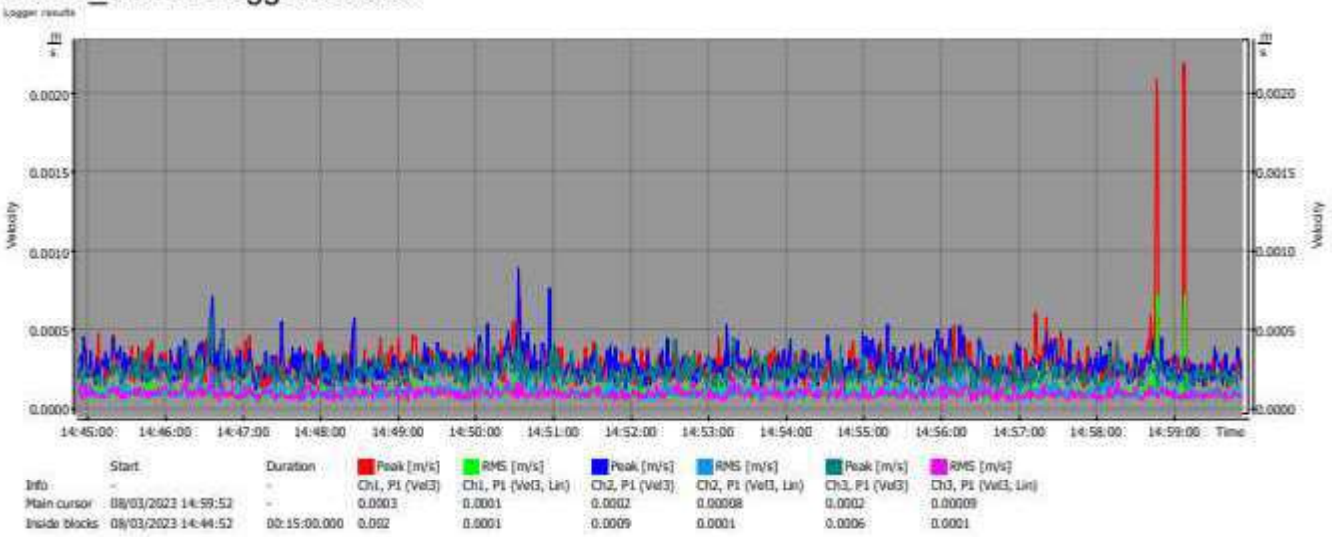
Buffer_2.svn : Logger results



	Start	Duration	Peak [m/s] Ch1, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch1, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch2, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch2, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch3, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch3, P1 (Vel3, Lin)
Info	-	-	-	-	-	-	-	-
Main cursor	08/03/2023 14:20:32	-	0.0003	0.0001	0.0003	0.0001	0.0003	0.0001
Inside blocks	08/03/2023 14:05:32	00:15:00.000	0.002	0.0001	0.0008	0.0001	0.0006	0.00010

PONTO 03 DIURNO

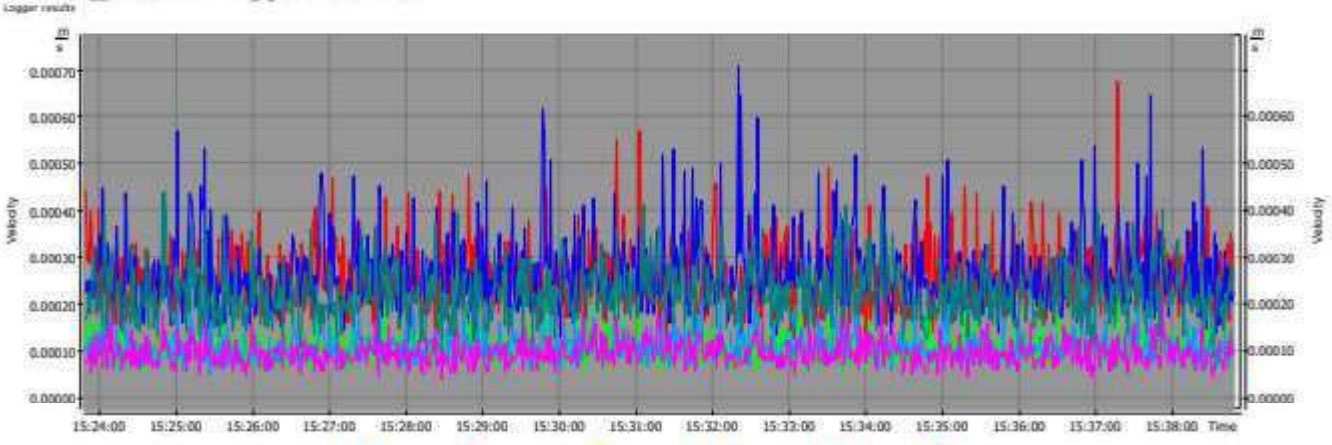
Buffer_3.svn : Logger results



	Start	Duration	Peak [m/s] Ch1, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch1, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch2, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch2, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch3, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch3, P1 (Vel3, Lin)
Info	-	-	-	-	-	-	-	-
Main cursor	08/03/2023 14:59:52	-	0.0003	0.0001	0.0002	0.00008	0.0002	0.00009
Inside blocks	08/03/2023 14:44:52	00:15:00.000	0.002	0.0001	0.0009	0.0001	0.0006	0.0001

PONTO 04 DIURNO

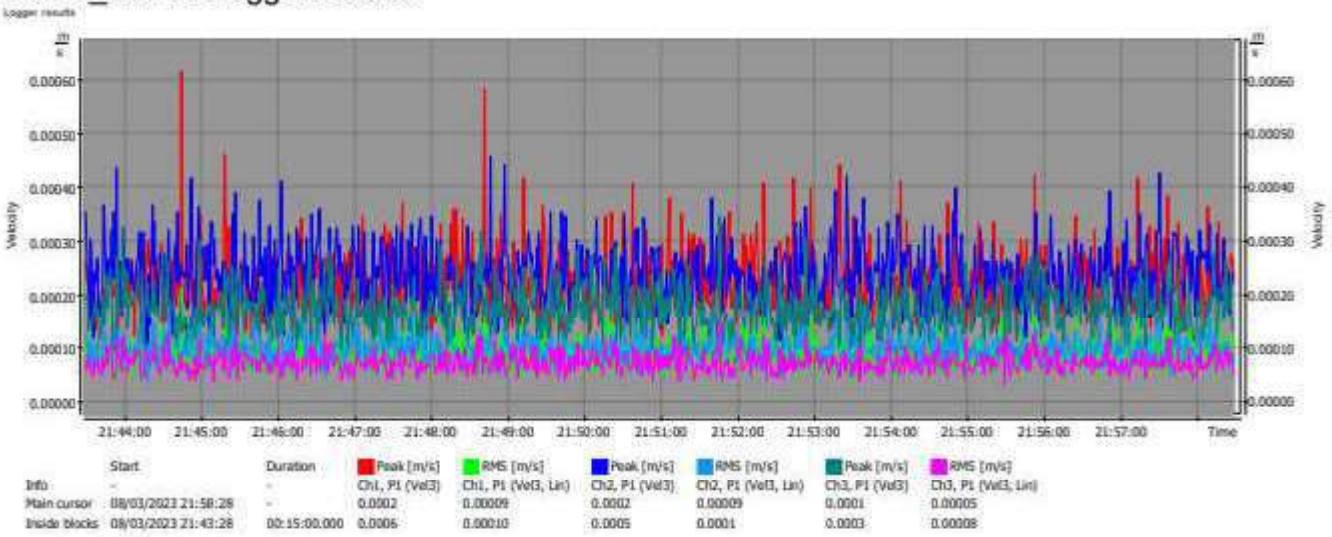
Buffer_4.svn : Logger results



	Start	Duration	Peak [m/s] Ch1, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch1, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch2, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch2, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch3, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch3, P1 (Vel3, Lin)
Info	-	-	-	-	-	-	-	-
Main cursor	08/03/2023 15:38:48	-	0.0002	0.00009	0.0002	0.00009	0.0002	0.0001
Inside blocks	08/03/2023 15:23:48	00:15:00.000	0.0007	0.0001	0.0007	0.0001	0.0004	0.00010

PONTO 01 VESPERTINO

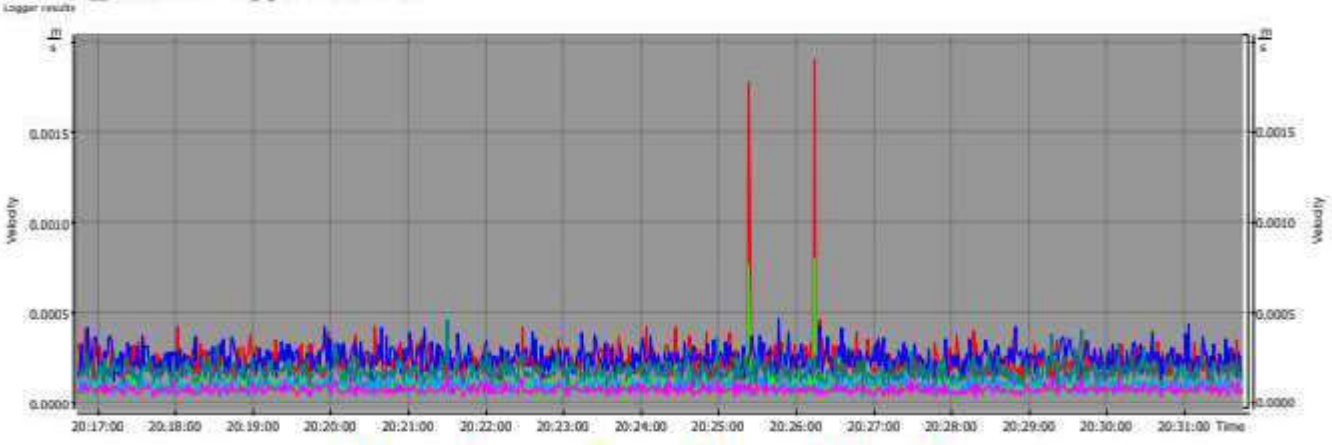
Buffer_9.svn : Logger results



	Start	Duration	Peak [m/s] Ch1, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch1, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch2, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch2, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch3, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch3, P1 (Vel3, Lin)
Info	-	-						
Main cursor	08/03/2023 21:58:28	-	0.0002	0.00009	0.0002	0.00009	0.0001	0.00005
Inside blocks	08/03/2023 21:43:28	00:15:00.000	0.0006	0.00010	0.0005	0.0001	0.0003	0.00008

PONTO 02 VESPERTINO

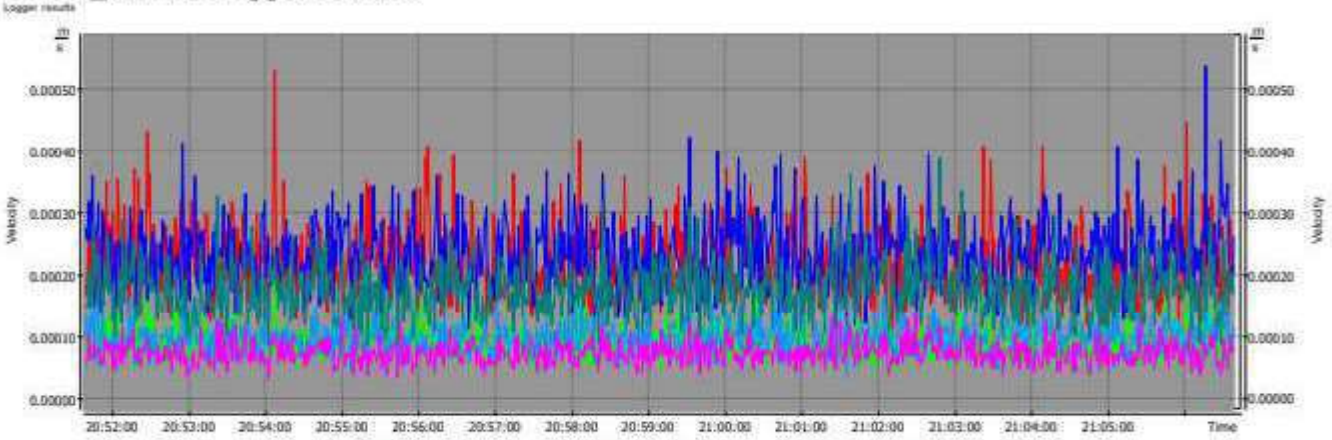
Buffer_5.svn : Logger results



	Start	Duration	Peak [m/s] Ch1, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch1, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch2, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch2, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch3, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch3, P1 (Vel3, Lin)
Info	-	-						
Main cursor	08/03/2023 20:31:44	-	0.0003	0.0002	0.0002	0.00005	0.0002	0.00008
Inside blocks	08/03/2023 20:16:44	00:15:00.000	0.002	0.0001	0.0005	0.0001	0.0005	0.00008

PONTO 03 VESPERTINO

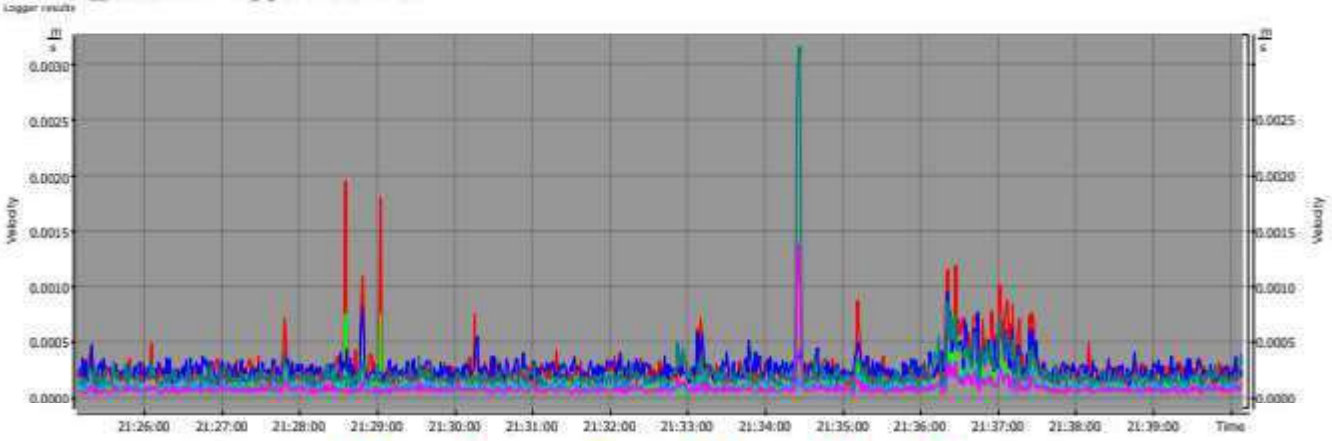
Buffer_6.svn : Logger results



	Start	Duration	Peak [m/s] Ch1, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch1, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch2, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch2, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch3, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch3, P1 (Vel3, Lin)
Info	-	-	-	-	-	-	-	-
Main cursor	08/03/2023 21:06:38	-	0.0002	0.0001	0.0003	0.0001	0.0002	0.00008
Inside blocks	08/03/2023 20:51:38	00:15:00.000	0.0005	0.00009	0.0005	0.0001	0.0004	0.00008

PONTO 04 VESPERTINO

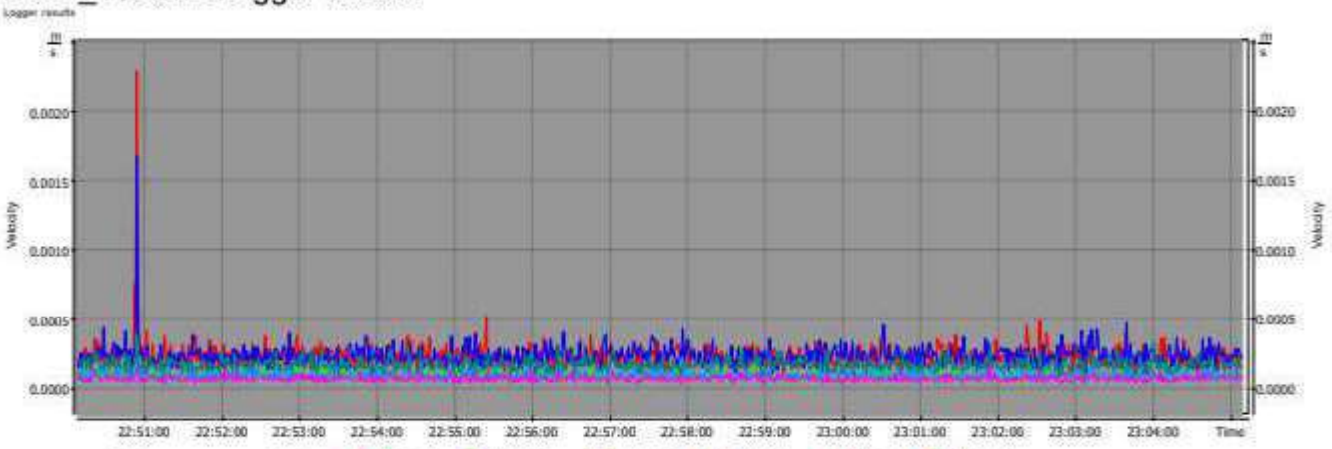
Buffer_7.svn : Logger results



	Start	Duration	Peak [m/s] Ch1, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch1, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch2, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch2, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch3, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch3, P1 (Vel3, Lin)
Info	-	-	-	-	-	-	-	-
Main cursor	08/03/2023 21:40:08	-	0.0002	0.00008	0.0003	0.0001	0.0003	0.0001
Inside blocks	08/03/2023 21:25:08	00:15:00.000	0.002	0.0001	0.0010	0.0001	0.003	0.0001

PONTO 01 NOTURNO

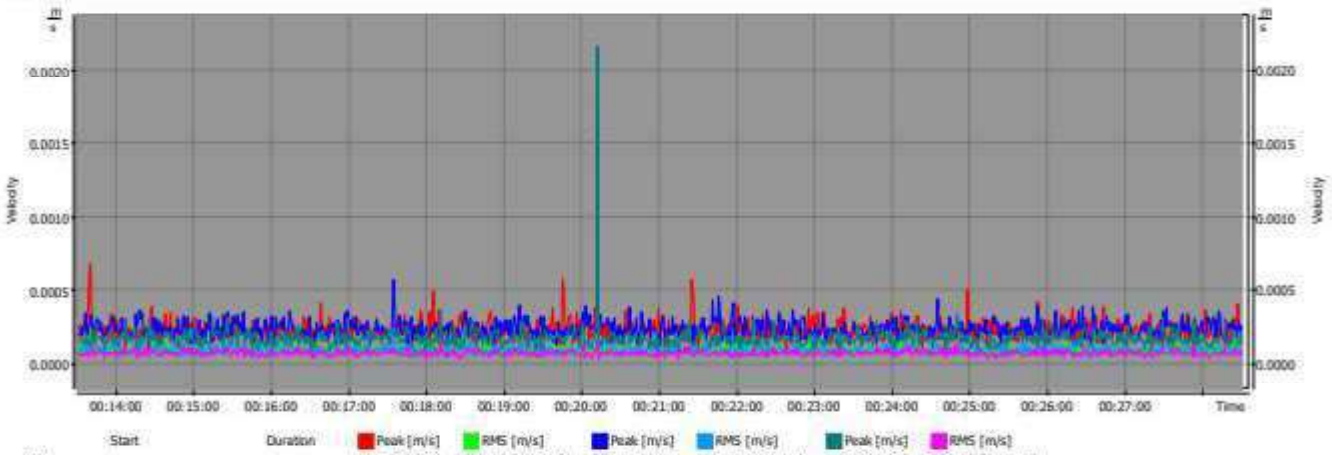
Buffe_10.svn : Logger results



	Start	Duration	Peak [m/s] Ch1, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch1, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch2, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch2, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch3, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch3, P1 (Vel3, Lin)
Info	-	-	-	-	-	-	-	-
Main cursor	08/03/2023 23:05:08	-	0.0002	0.00007	0.0002	0.0001	0.0001	0.00006
Inside blocks	08/03/2023 22:50:08	00:15:00.000	0.002	0.00010	0.002	0.0001	0.0004	0.00007

PONTO 02 NOTURNO

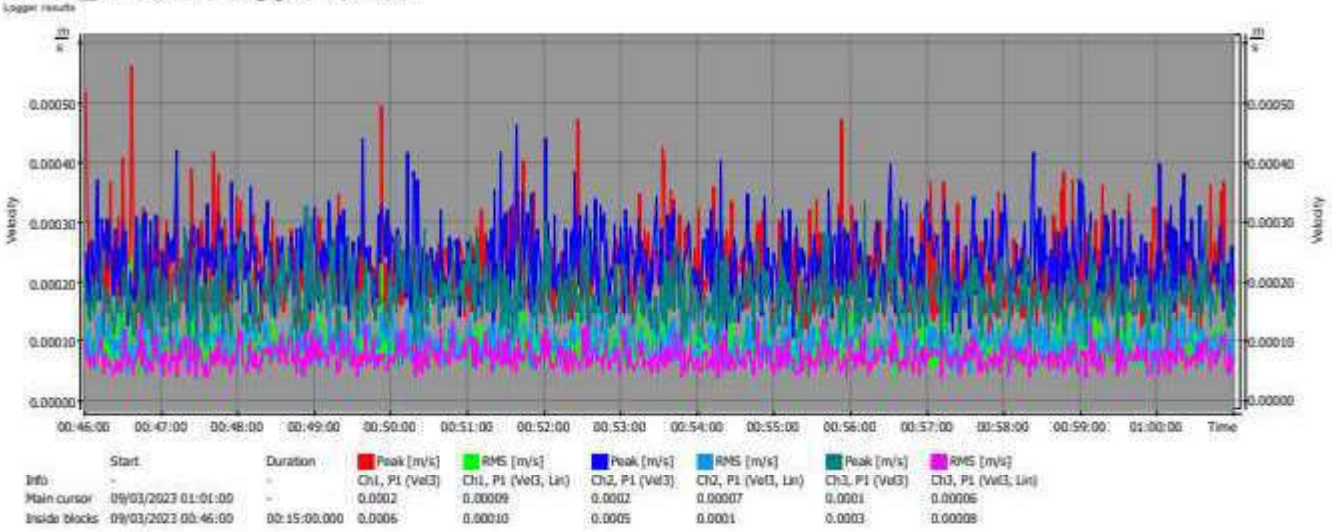
Buffe_11.svn : Logger results



	Start	Duration	Peak [m/s] Ch1, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch1, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch2, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch2, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch3, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch3, P1 (Vel3, Lin)
Info	-	-	-	-	-	-	-	-
Main cursor	09/03/2023 00:28:30	-	0.0002	0.00009	0.0003	0.00010	0.0001	0.00005
Inside blocks	09/03/2023 00:13:30	00:15:00.000	0.001	0.00010	0.002	0.0001	0.002	0.00007

PONTO 03 NOTURNO

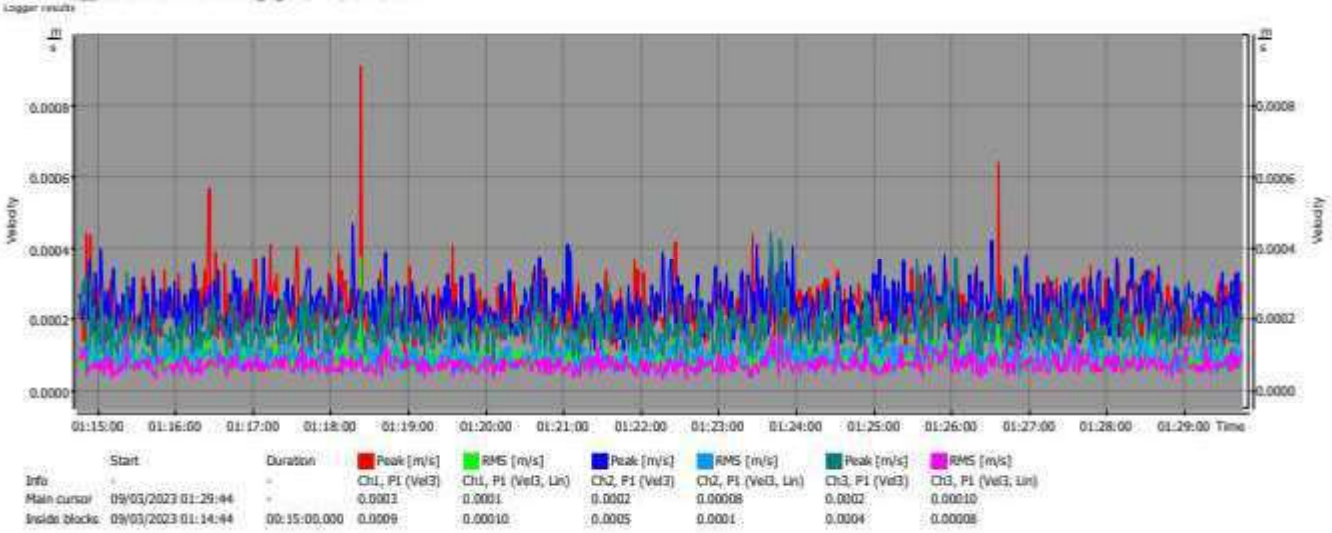
Buffe_12.svn : Logger results



	Start	Duration	Peak [m/s] Ch1, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch1, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch2, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch2, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch3, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch3, P1 (Vel3, Lin)
Info	-	-	Ch1, P1 (Vel3)	Ch1, P1 (Vel3, Lin)	Ch2, P1 (Vel3)	Ch2, P1 (Vel3, Lin)	Ch3, P1 (Vel3)	Ch3, P1 (Vel3, Lin)
Main cursor	09/03/2023 01:01:00	-	0.0002	0.00009	0.0002	0.00007	0.0001	0.00006
Inside blocks	09/03/2023 00:46:00	00:15:00.000	0.0006	0.00010	0.0005	0.0001	0.0003	0.00008

PONTO 04 NOTURNO

Buffe_13.svn : Logger results



	Start	Duration	Peak [m/s] Ch1, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch1, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch2, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch2, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch3, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch3, P1 (Vel3, Lin)
Info	-	-	Ch1, P1 (Vel3)	Ch1, P1 (Vel3, Lin)	Ch2, P1 (Vel3)	Ch2, P1 (Vel3, Lin)	Ch3, P1 (Vel3)	Ch3, P1 (Vel3, Lin)
Main cursor	09/03/2023 01:29:44	-	0.0003	0.0001	0.0002	0.00008	0.0002	0.00010
Inside blocks	09/03/2023 01:14:44	00:15:00.000	0.0009	0.00010	0.0005	0.0001	0.0004	0.00008

II - CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

TOTAL SAFETY
CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios da Total Safety

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
RBC - REDE BRASILEIRA
DE CALIBRAÇÃO.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBCS-11754-712

1- CLIENTE/ EQUIPAMENTO

Data da calibração: 08/03/2022
Processo: 22132

Nome:	Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente Ltda.	
Endereço:	R. David Rabelo, 210 - Inconfidência - Belo Horizonte - MG - CEP: 30820-260	
Equipamento:	Medidor de Vibração	Acelerômetro (ACL)
Marca:	Svantek	Dytran
Modelo:	SVAN 948	2143D1
Número de Série:	9368	1420
Identificação:	0127	—

Válido até 07 / 03 / 2024
Gerente de Qualidade

2- PADRÕES E INSTRUMENTAÇÃO

Descrição	Código	Certificado:	Emitente:	
Acelerômetro	P273 (parthenon)	RBC4-11050-676	RBC	
Sistema de Aquisição	P182	RBC 19/1023	RBC	
Amplificador	P187		Sistema de Aquisição	P182
Shaker	P189		Gerador (teste dinâmico)	P128
Gerador de Ruído	P206		Termômetro	P210
Conversor Carga/CCP	P184		Higrômetro	P210

3- INFORMAÇÕES DA CALIBRAÇÃO

Procedimento: IT-943: Método de calibração de medidor de vibrações de acordo com a norma ISO 16063-21 - Methods for the calibration of vibration and shock transducers - Part 21: Vibration calibration by comparison to a reference transducer. Resposta elétrica de acordo com a ISO 8041 - Human response to vibration - Measuring instrumentation e/ou com a ISO 2954 - Mechanical vibration of rotating and reciprocating machinery - Requirements for instruments for measuring vibration severity, como aplicável.

Características: A resposta em frequência é determinada pela resposta dinâmica por comparação com um acelerômetro padrão. O teste é feito com o acelerômetro acoplado na configuração back-to-back em um excitador dinâmico. A sensibilidade é determinada em um sistema de aquisição (analisador). O teste de linearidade segue o mesmo procedimento.

As ponderações em frequência, conforme aplicável, são verificadas através de estímulos elétricos diretos na unidade de medição. Os erros das indicações são exibidos juntamente com os limites de tolerância que a norma estabelece para aquela determinada ponderação.

Para esta calibração foi usado um sinal de excitação do tipo: ruído de banda larga e o trasdutor colado com cianoacrilato na configuração correspondente.

Condições ambientais: Temperatura: 22,2 ºC, Umidade Relativa: 71 %. Temperatura média do transdutor 23,0 ºC.

Observações gerais:

1- Os resultados apresentados referem-se à média dos valores encontrados.

2- Cada Incerteza Expandida de Medição (U) relatada é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência $k = 2,00$, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95 %. A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.

3- O presente certificado de calibração é válido apenas para o Medidor de Vibração / Acelerômetros acima descritos, não sendo extensivo a quaisquer outros, ainda que similares.

4- Este certificado de calibração somente pode ser reproduzido completo. Reproduções para fins de divulgação em material publicitário, bem como reproduções parciais, requerem autorização escrita do laboratório emissor. Nenhuma reprodução poderá ser usada de maneira enganosa.

5- Para os testes elétricos o laboratório conta com rastreabilidade formal na faixa de 20 Hz até 10 kHz. Para as baixas frequências são usados sinais elétricos validados no próprio laboratório. A faixa de validação foi oportunamente verificada por especialista do Inmetro. Estas informações (relativas à rastreabilidade e ao método disponibilizado para as baixas frequências) foram negociadas com o cliente durante a fase de contratação. O método permite calibrar o equipamento em toda a faixa de interesse do cliente mediante uso de padrão conveniado.

6- Cgcre/Inmetro is Signatory of the ILAC Mutual Recognition Arrangement. Cgcre/Inmetro is Signatory of a Bilateral Mutual Agreement with 64. Cgcre/Inmetro is signatory of the IAAC Mutual Recognition Arrangement.

Doc. Conferido 14 / 03 / 2022

Executante:

Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre/Inmetro que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades - SI).

R. Gal. Humberto de A. C. Branco, 210 – São Caetano do Sul – SP – CEP 09560-380 – Tel: (11) 4220-2600 / FAX: (11) 4220-2555

TOTAL SAFETY
CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios da Total Safety

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

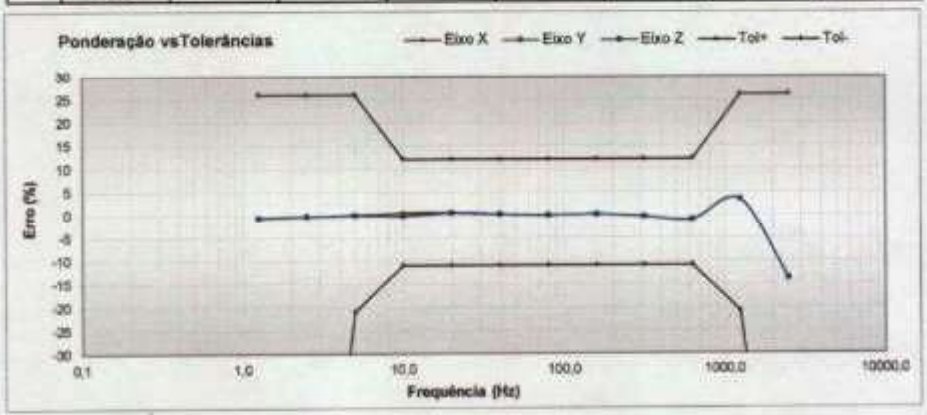
CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBCS-11754-712

4- RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

(Teste Elétrico - estímulo de entrada: 1550 mV)

Ponderação em Frequência Wh

Frequência Nominal (Hz)	Erro Eixo X (%)	Erro Eixo Y (%)	Erro Eixo Z (%)	Fator Wh (%)	Erro máximo admissível Superior (%)	Erro máximo admissível Inferior (%)	Incertezs (%)
0,8	---	---	---	---	---	---	---
1	---	---	---	---	---	---	---
1,25	-0,6	-0,6	-0,6	0,040	26	-100	0,7
1,6	---	---	---	---	---	---	---
2	---	---	---	---	---	---	---
2,5	-0,3	-0,3	-0,3	0,158	26	-100	0,7
3,15	---	---	---	---	---	---	---
4	---	---	---	---	---	---	---
5	0,0	0,0	0,0	0,595	26	-21	0,7
6,3	---	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---	---
10	0,5	-0,2	-0,2	0,961	12	-11	0,7
12,5	---	---	---	---	---	---	---
16	---	---	---	---	---	---	---
20	0,5	0,5	0,5	0,782	12	-11	0,6
25	---	---	---	---	---	---	---
31,5	---	---	---	---	---	---	---
40	0,2	0,2	0,2	0,411	12	-11	0,6
50	---	---	---	---	---	---	---
63	---	---	---	---	---	---	---
80	0,0	0,0	0,0	0,203	12	-11	0,6
100	---	---	---	---	---	---	---
125	---	---	---	---	---	---	---
160	0,2	0,2	0,2	0,101	12	-11	0,6
200	---	---	---	---	---	---	---
250	---	---	---	---	---	---	---
315	-0,3	-0,3	-0,3	0,050	12	-11	0,6
400	---	---	---	---	---	---	---
500	---	---	---	---	---	---	---
630	-1,0	-1,0	-1,0	0,024	12	-11	0,6
800	---	---	---	---	---	---	---
1000	---	---	---	---	---	---	---
1250	3,3	3,3	3,3	0,009	26	-21	0,6
1600	---	---	---	---	---	---	---
2000	---	---	---	---	---	---	---
2500	-13,9	-13,9	-13,9	0,002	26	-100	0,6
3150	---	---	---	---	---	---	---
4000	---	---	---	---	---	---	---



Executante:

Doc. Conferido
14/03/2022

Página: 2/4

R. Gal. Humberto de A. C. Branco, 286 (antigo 310) - São Caetano do Sul – SP – CEP 09560-380 – Tel: (11) 4220-2600

TOTAL SAFETY
CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios da Total Safety

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

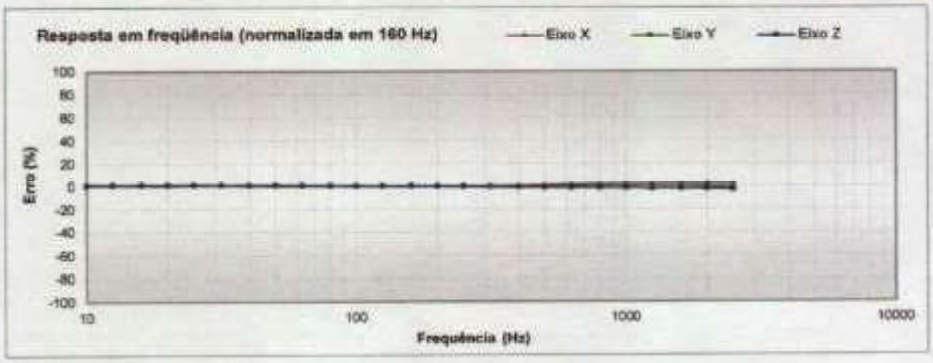
CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-11754-712

Resposta em Frequência - (Nível de excitação em 160 Hz: 10 m/s²)

	Frequência Nominal (Hz)	Eixo X Sensibilidade em [mv/(m/s²)]	Eixo X Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Y Sensibilidade em [mV/(m/s²)]	Eixo Y Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Z Sensibilidade em [mv/(m/s²)]	Eixo Z Sensibilidade norm. em [%]	Incerteza (%)
Acelerômetro ACL	10	10,57	1,7	10,69	1,2	10,46	0,9	2,5
	12,5	10,53	1,2	10,70	1,3	10,48	1,1	1,9
	16	10,49	0,9	10,70	1,4	10,49	1,2	1,6
	20	10,47	0,7	10,70	1,3	10,49	1,2	1,5
	25	10,50	1,0	10,68	1,2	10,49	1,2	1,5
	31,5	10,51	1,0	10,67	1,1	10,48	1,1	1,4
	40	10,48	0,8	10,65	0,9	10,46	0,9	1,4
	50	10,44	0,4	10,64	0,8	10,46	0,9	0,9
	63	10,43	0,2	10,63	0,6	10,44	0,7	0,9
	80	10,42	0,2	10,61	0,5	10,41	0,4	0,9
	100	10,40	0,0	10,58	0,2	10,38	0,2	0,9
	125	10,39	-0,1	10,57	0,1	10,37	0,1	0,9
	160	10,40	0,0	10,56	0,0	10,37	0,0	0,9
	200	10,40	0,0	10,54	-0,1	10,36	-0,1	0,9
	250	10,40	0,0	10,51	-0,4	10,35	-0,3	0,9
	315	10,41	0,1	10,49	-0,7	10,31	-0,5	0,9
	400	10,42	0,2	10,46	-1,0	10,29	-0,7	0,9
	500	10,47	0,7	10,46	-1,0	10,28	-1,1	0,9
	630	10,53	1,3	10,42	-0,8	10,22	-1,4	0,9
	800	10,57	1,6	10,46	-0,9	10,22	-1,4	0,9
	1000	10,55	1,5	10,42	-1,3	10,19	-1,7	0,8
	1250	10,56	1,5	10,39	-1,6	10,15	-2,1	1,3
	1600	10,57	1,6	10,39	-1,6	10,13	-2,3	1,3
	2000	10,57	1,7	10,40	-1,5	10,10	-2,6	1,3
	2500	10,56	1,5	10,41	-1,4	10,09	-2,1	1,6
	3150	---	---	---	---	---	---	---
	4000	---	---	---	---	---	---	---
	5000	---	---	---	---	---	---	---
	6300	---	---	---	---	---	---	---
	8000	---	---	---	---	---	---	---
	10000	---	---	---	---	---	---	---

Resposta em % normalizada em 160 Hz

	Frequência Nominal (Hz)	Sensibilidade Eixo X	Sensibilidade Eixo Y	Sensibilidade Eixo Z
mV/(m/s²)	80	10,42	10,61	10,41
	160	10,40	10,56	10,37
mV/gn	80	102,2	104,0	102,1
	160	102,0	103,6	101,7



Executante:

Doc. Conferido
14/03/2012

Página: 3/4

R. Sal. Humberto de A. C. Branco, 286 (antiga 310) – São Caetano do Sul – SP – CEP 09540-380 – Tel: (11) 4226-2600

TOTAL SAFETY
CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios da Total Safety

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 387.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇAO Nº: RBC5-11754-712

Linearidade - Teste dinâmico (Referência: 80 Hz) - Acelerômetro ACL (Eixo Z)

Aceleração de Referência (m/s²)	Aceleração Medida (m/s²)	Fundo de Escala	Erro (m/s²)	Erro (%)	Tolerância (± %)	Incerteza (%)
0,50	0,50	316	0,00	-0,2	---	1,9
1,00	0,99	316	-0,01	-0,7	---	1,2
2,00	1,98	316	-0,02	-0,8	---	1,0
3,00	2,97	316	-0,03	-1,0	---	1,0
4,00	3,96	316	-0,04	-1,0	---	0,9
5,00	4,94	316	-0,06	-1,2	---	0,9
10,00	9,88	316	-0,12	-1,2	---	0,9
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---

Natalia Valin
Signatária Autorizada

Doc. Conferido
14/03/2022

Data da emissão: 09/03/2022

Página: 4/4

R. Gal. Humberto de A. C. Branco, 286 (antigo 310) – São Caetano do Sul – SP – CEP 09560-380 – Tel: (11) 4230-2600

III - CROQUI



IV - CERTIFICADO E ESCOPO DE ACREDITAÇÃO



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro
Coordenação Geral de Acreditação

Signatário dos Acordos de Reconhecimento Mútuo da International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC), da Interamerican Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF).

Certificado de Acreditação

Acreditação nº CRL 1402

Acreditação Inicial: 18/02/2019

Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente
Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente Ltda - EPP
Rua David Rabelo, 210 – Jardim São José – Belo Horizonte – MG

A Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro – Cgcre concede acreditação ao Organismo de Avaliação da Conformidade acima identificado, no endereço citado, segundo os requisitos estabelecidos na ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017. Esta acreditação constitui a expressão formal do reconhecimento de sua competência para realizar atividades de ensaios, conforme Escopo de Acreditação.

Assinado de forma digital por
ALDONEY FREIRE COSTA:54879590720
Dados: 2019.02.20 08:20:21 -03'00'

Aldoney Freire Costa
Coordenador Geral de Acreditação Substituto

A situação atual da acreditação e seu escopo devem ser verificados no endereço eletrônico www.inmetro.gov.br/credenciamento/laboratoriosAcreditados.asp

MOD-CGCRE-024 – Rev. 05 – Apr. NOV/16 – Pg. 01/01

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 – ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016	Folha: 1	Total de Folhas: 5

RAZÃO SOCIAL/DESIGNAÇÃO DO LABORATÓRIO

Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente Ltda – EPP/ Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1402	INSTALAÇÃO PERMANENTE

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS QUÍMICOS**	
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	Determinação de Material Particulado em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias - por gravimetria LQ: 3,04 mg	ABNT NBR 12019:1990
	Determinação de Dióxido e Trióxido de Enxofre e Nevoas de Ácido Sulfúrico em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias - por titulometria LQ SO_2: 3,76 mg SO_2 LQ SO_3: 0,94 mg SO_3	ABNT NBR 12021:2017
	Determinação de Óxido de Nitrogênio em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias - por colorimetria LQ: 9,63 µg NO_2	CETESB L – 9.229:1992
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS QUÍMICOS**	
AR INDOOR	Determinação da concentração de dióxido de carbono – Medição Direta. Faixa de Trabalho: 50 ppm a 5000 ppm	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 002
	Determinação da temperatura do ar - Medição Direta. Faixa de Trabalho: 10°C a 40°C	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 003
	Determinação da umidade do ar - Medição Direta. Faixa de Trabalho: 20% a 90%	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 003
	Determinação da velocidade do ar - Medição Direta. Faixa de Trabalho: 0,01 m/s a 10 m/s	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 003
	Determinação de concentração de aerodispersóides - Medição Direta. LQ: 0,1 µg/m³	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 004

"Este Escopo cancela e substitui a revisão emitida anteriormente"

Em, 12/03/2020

FOR-CGCRE-003 – Rev. 11 – Apr. MAR/13 – Pg. 01/06

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 - ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016	Folha: 2

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1402	INSTALAÇÃO PERMANENTE

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS BIOLÓGICOS**	
AR INDOOR (CONTINUAÇÃO)	Determinação de fungos no ar - quantitativa/contagem em placas LQ: 4,80 UFC/m³	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA 2003 – NORMA TÉCNICA 001
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS QUÍMICOS**	
GASES E POLUENTES DA ATMOSFERA	Determinação de Partículas Totais em Suspensão - PTS por gravimetria LQ: 1,61 mg	ABNT NBR 9547:1997
	Determinação de Partículas Inaláveis - PI por gravimetria LQ: 1,61 mg	ABNT NBR 9547:1997
MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO E CONTROLE	**ENSAIOS MECÂNICOS**	
COLETOR ISOCINÉTICO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS (CIPA)	Ensaio de gasômetro seco e placa de orifício. Faixa: 10 a 35 L/min	ABNT NBR 12020:1992 Item 5.1
	Ensaio de Pitot "S" isolado ou em conjunto com Sonda de Amostragem Faixa: 5 a 7,5 m/s	ABNT NBR 12020:1992 Item 5.2
	Ensaio de Boquilha Faixa: 4 a 17 mm	ABNT NBR 12020:1992 Item 5.4

Rua David Rabelo, 210 - Bairro Jardim São José - 30820-444 Belo Horizonte – MG
Telefax:. (0xx31) 3416-6565 – 34166511 e-mail: segma@segma.com.br

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 - ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016	Folha: 3

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1402	INSTALAÇÃO DE CLIENTE

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**AMOSTRAGEM**	
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	Amostragem para determinação de Material Particulado em Efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias.	ABNT NBR 12019:1990
	Amostragem para determinação de dióxido de enxofre, trióxido de enxofre e névoas de ácido sulfúrico em efluentes gasosos de dutos e chaminés de fontes estacionárias.	ABNT NBR 12021:2017
	Amostragem para determinação de óxidos de nitrogênio em efluentes gasosos de dutos e chaminés de fontes estacionárias.	CETESB L9.229:1992
MEIO AMBIENTE	**AMOSTRAGEM**	
AR INTERIOR EM AMBIENTE CLIMATIZADO	Amostragem em Ambientes Climatizados Artificialmente e Ambientes Externos.	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS ACÚSTICOS, DE VIBRAÇÃO E CHOQUE**	
ÁREA HABITADAS; AMBIENTES INTERNOS E EXTERNOS	Medição de nível de pressão sonora (ruído) LQ: 30 dB	ABNT NBR 10151:2019
	Determinação de vibração contínua ambiental através da velocidade (pico) Faixa de velocidade: 0,13 a 130 mm/s	POP-MON-11
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS QUÍMICOS**	
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	Determinação de Monóxido de Carbono e Oxigênio em emissões de motores a gás, caldeiras, processos de aquecimento diversos, utilizando analisadores portáteis. O_2 – LQ: 0,1% CO – LQ: 1,0 ppm	EPA MÉTODO 003:2017
	ENSAIOS MECÂNICOS	
	Determinação da Velocidade e Vazão dos Gases em Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias Faixa de velocidade: 3 a 30 m/s	ABNT NBR 11966:1989
	AMOSTRAGEM	
	Amostragem e Determinação de Umidade de Efluentes Gasosos em Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias. Faixa: 0 a 50 %	ABNT NBR 11967:1989

Rua David Rabelo, 210 - Bairro Jardim São José - 30820-444 Belo Horizonte – MG
Telefax:. (0xx31) 3416-6565 – 34166511 e-mail: segma@segma.com.br

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 - ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016	Folha: 4

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1402	INSTALAÇÃO DE CLIENTE

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS (CONTINUAÇÃO)	Amostragem e Determinação da Massa Molecular Seca em Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias. Faixa: 28 a 32 g/gmol	CETESB L9.223:1992 EPA MÉTODO 003:2017
	Amostragem para Determinação de Ácido Fluorídrico e Fluoretos em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	CETESB L-9. 213:1995
	Amostragem para Determinação de Dioxinas e Furanos em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	EPA MÉTODO 0023A:1995
	Amostragem para Determinação de Compostos Orgânicos Semi-voláteis em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	CETESB L-9. 232:1990
	Amostragem para Determinação de Compostos Orgânicos totais através de Cromatografia Gasosa FID	EPA MÉTODO OTM-025A:1999
	Amostragem para Determinação de Metais (Alumínio, Bário, Berílio, Estanho, Titânio, Bismuto, Boro, Cádmio, Cálcio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo, Estrôncio, Ferro, Fósforo, Lítio, Magnésio, Manganês, Molibdênio, Níquel, Potássio, Prata, Sódio, Tálio, Vanádio, Zinco, Arsênio, Selênio, Antimônio, Mercúrio, Paládio, Platina, Telúrio, Silício, Urânio, Enxofre e Zircônio) em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	EPA MÉTODO 29:2017
	Amostragem para Determinação de Cianetos em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	Carb Método 426:1987
	Amostragem para Determinação de Ácido Clorídrico e Cloro Livre em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	CETESB L-9. 231:1994
	Amostragem para Determinação de Compostos Orgânicos Voláteis em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias -.	EPA MÉTODO 0030:1986 e EPA MÉTODO 0031:1996
MEIO AMBIENTE	**AMOSTRAGEM**	
GASES E POLUENTES DA ATMOSFERA	Amostragem para Determinação de concentração total de material particulado em suspensão no ar ambiente pelo método do Amostrador de Grande Volume – PTS.	ABNT NBR 9547:1997
	Amostragem para Determinação da Concentração de Partículas Inaláveis em suspensão no ar ambiente pelo método do Amostrador de Grande Volume acoplado a um separador inercial de partículas – PI.	ABNT NBR 13412:1995

Rua David Rabelo, 210 - Bairro Jardim São José - 30820-444 Belo Horizonte – MG
Telefax:. (0xx31) 3416-6565 – 34166511 e-mail: segma@segma.com.br

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 - ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016	Folha: 5

Rua David Rabelo, 210 - Bairro Jardim São José - 30820-444 Belo Horizonte – MG
Telefax:. (0xx31) 3416-6565 – 34166511 e-mail: segma@segma.com.br

V - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

Página 1/2

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20231899568

INICIAL

1. Responsável Técnico

RODRIGO KASBERGEN SILVA
Título profissional: **ENGENHEIRO MECÂNICO, ENGENHEIRO DE SEGURANÇA DO TRABALHO**
RNP: **1401968226**
Registro: **0400000080559MG**

Empresa contratada: **SEGMA ENGENHARIA DE SEGURANCA DO TRABALHO E MEIO AMBIENTE**
Registro Nacional: **72736-MG**

2. Dados do Contrato

Contratante: **TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA**
CPF/CNPJ: **21.024.830/0001-29**
RUA PARAÍBA
Nº: **1352**
Complemento: **6º ANDAR - SALA 607**
Bairro: **SAVASSI**
Cidade: **BELO HORIZONTE**
UF: **MG**
CEP: **30130148**

Contrato: **23125 REV01**
Celebrado em: **23/02/2023**
Valor: **R$ 12.560,00**
Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**
Ação Institucional: **Outros**

3. Dados da Obra/Serviço

RUA PARAÍBA
Nº: **1352**
Complemento: **6º ANDAR - SALA 607**
Bairro: **SAVASSI**
Cidade: **BELO HORIZONTE**
UF: **MG**
CEP: **30130148**
Data de Início: **06/03/2023**
Previsão de término: **31/12/2023**
Coordenadas Geográficas: **0, 0**
Finalidade: **AMBIENTAL**
Código: **Não Especificado**
Proprietário: **TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA**
CPF/CNPJ: **21.024.830/0001-29**

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
16 - Execução		
70 - Monitoramento > MEIO AMBIENTE > CONTROLE E MONITORAMENTO AMBIENTAL > #7.1.2 - DE MONITORAMENTO AMBIENTAL	1,00	d

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

MONITORAMENTO AMBIENTAL DE RUÍDOS E VIBRAÇÕES

6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

- A Resolução nº 1.094/17 instituiu o Livro de Ordem de obras e serviços que será obrigatório para a emissão de Certidão de Acervo Técnico - CAT aos responsáveis pela execução e fiscalização de obras iniciadas a partir de 1º de janeiro de 2018. (Res. 1.094, Confea)

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: https://www.crea-mg.org.br/transparencia/lgpd/politica-privacidade-dados. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

7. Entidade de Classe

ABEMEC - Associação de Engenharia Mecânica e Industrial de Minas Gerais

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

RODRIGO KASBERGEN SILVA - CPF: 024.435.576-26

_____, _____ de _____ de _____
Local data

TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA - CNPJ: 21.024.830/0001-29

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: https://crea-mg.sitac.com.br/publico/, com a chave: ZC1TT
Impresso em: 10/03/2023 às 13:27:00 por: , ip: 200.25.56.76

www.crea-mg.org.br Tel: 031 2732 atendimento@crea-mg.org.br Fax:

CREA-MG

Página 2/2

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20231899568

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

Valor da ART: **R$ 96,62** Registrada em: **09/03/2023** Valor pago: **R$ 96,62** Nosso Número: **8601080185**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: https://crea-mg.sitac.com.br/publico/, com a chave: ZC177
Impresso em: 10/03/2023 às 13:27:01 por : , ip: 200.25.56.76

www.crea-mg.org.br Tel: 031 2732 atendimento@crea-mg.org.br Fax:

CREA-MG

RELATÓRIO TÉCNICO Nº 23125-1B REV00

RUÍDO AMBIENTAL

NATUREZA DO TRABALHO: AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA

CLIENTE:
TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA
RUA PARAÍBA, 1352, 6ºANDAR SALA 607
BAIRRO: SAVASSI
BELO HORIZONTE / MG
CEP: 30.130-148
CNPJ: 21.024.483/0001-29

AUTORES:
LUCIANO SERGIO ALVES DA SILVA
RODRIGO KASBERGEN SILVA

DATA DE EMISSÃO: 31 DE MAIO DE 2023

EQUIPE TÉCNICA

LUCIANO SÉRGIO ALVES DA SILVA
Engenheiro de Segurança do Trabalho
CREA/MG 18 597-MTB 4369

RODRIGO KASBERGEN SILVA
Engenheiro Mecânico / Segurança do Trabalho
CREA/MG 80.559
Técnico em Química
CRQ-2ª Região/MG 024021711

LEONARDO PATRICK SANTOS OLIVEIRA
Técnico de Monitoramento

RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO

EDER GOMES DE CARVALHO
Técnico em Segurança do Trabalho
MTE / SSST – MG/000092.2

ÍNDICE

1 - OBJETIVO 4

2 - METODOLOGIA 4

3 - LOCAIS DE MEDIÇÕES 5

4 - APARELHAGEM UTILIZADA 9

5 - RESUMO DOS RESULTADOS DAS MEDIÇÕES DE NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA 9

6 - GRÁFICOS 10

7 - DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE 11

ANEXOS 12

I - PLANILHAS DE DEMONSTRAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA E CÁLCULO DO LEQ 12

II - GRÁFICOS DOS MONITORAMENTOS 15

III - CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO 19

IV - CROQUI 33

V - CERTIFICADO E ESCOPO DE ACREDITAÇÃO 34

VI - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART 40

1 - OBJETIVO

Amostragem de níveis de pressão sonora para compor o diagnóstico de ruído ambiental do Estudo de Impacto Ambiental - EIA do Projeto Disposição a Seco de Resíduos Industriais da Unidade de Três Marias.

2 - METODOLOGIA

O levantamento foi realizado no método simplificado da ABNT 10.151/2019 versão corrigida de 2020, segundo os preceitos definidos nas metodologias indicadas, com medidor integrado de nível sonoro (sonômetro) classe 1, devidamente calibrado (certificados em anexo), com tempo de medição por ponto/horário de aproximadamente 15 minutos e tempo de integração de 1 segundo, curva de ponderação A com circuito de resposta rápida para todas medições.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas	
ABNT NBR 10.151	Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral
Procedimento Interno	
POP-MON-09	Medição de Ruído Ambiental - Método Simplificado

Os ruídos totais e os ruídos específicos em questão, foram calculados conforme item 9.2.3 ABNT NBR 10.151:2019 versão corrigida de 2020, conforme transcrito abaixo:

9.2.3 Determinação do nível de pressão sonora de um som específico

O nível de pressão sonora de som específico referente às fontes sonoras contribuintes pode ser medido diretamente, quando este for predominante sobre as fontes sonoras residuais ou calculado indiretamente, subtraindo-se do som total a influência do som residual, conforme a Equação 2.

$$L_{esp} = 10 \cdot \log_{10}\left(10^{\frac{L_{tot}}{10}} - 10^{\frac{L_{res}}{10}}\right) \quad (2)$$

onde

L_{esp} é o nível de pressão sonora do som específico;

L_{tot} é o nível de pressão sonora do som total;

L_{res} é o nível de pressão sonora do som residual.

NOTA 1 Quando a diferença aritmética entre o nível de pressão sonora do som total e o nível de pressão sonora do som residual for superior a 15 dB, assume-se que o nível de pressão sonora do som específico é igual ao nível de pressão sonora do som total. Neste caso, considera-se que o som específico é completamente predominante.

NOTA 2 Quando a diferença aritmética entre o nível de pressão sonora do som total e o nível de pressão sonora do som residual for inferior a 3 dB, não é possível determinar com alta exatidão o nível de pressão sonora do som específico. Nestes casos, recomenda-se informar no relatório que o nível de pressão sonora do som específico é próximo ao nível de pressão sonora residual.

3 - LOCAIS DE MEDIÇÕES

As medições foram realizadas nos pontos, conforme identificação a seguir:

Ponto:	01	**Coordenadas Geográficas:**	23K 0475622 / 7991885
Localização:			Ilha Catuaba São Gonçalo do Abaeté / MG.



	Data	**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
Horário dos Monitoramentos:	29/05/2023	11h01min	-	-
		-	21h29min	-
		-	-	22h05min
Velocidade do Vento:		**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
		2,0 m/s	0,3 m/s	0,1 m/s

Observações:

- Durante o período diurno de medição foram registrados ruídos provenientes da vegetação local, moradores conversando na residência, pássaros e galinhas. Não foi registrada a geração de ruídos fora dos padrões da região.
- Durante o período vespertino de medição foram registrados ruídos provenientes de insetos e de perfuração de solo proveniente da Nexa. Não foi registrada a geração de ruídos fora dos padrões da região.
- Durante o período noturno de medição foram registradas pessoas conversando, ruídos provenientes da mineração e do processo produtivo da Nexa, além de insetos. Não foi registrada a geração de ruídos fora dos padrões da região.

Ponto:	02	**Coordenadas Geográficas:**	23K 0476394 / 7992370
Localização:			Aldeia dos Dourados Três Marias / MG.



	Data	**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
Horário dos Monitoramentos:	29/05/2023	13h30min	-	-
		-	19h25min	-
		-	-	23h11min
Velocidade do Vento:		**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
		0,1 m/s	0,8 m/s	0,2 m/s

Observações:

- Durante o período diurno de medição foram registrados ruídos provenientes de motores de barcos, pessoas conversando, pássaros e da vegetação local. Não foi registrada a geração de ruídos fora dos padrões da região.
- Durante o período vespertino de medição foram registrados ruídos provenientes da passagem de veículos em uma via próxima, pessoas conversando, cães e insetos. Não foi registrada a geração de ruídos fora dos padrões da região.
- Durante o período noturno de medição foram registrados ruídos provenientes de um veículo buzinando, vegetação local, cães latindo e de insetos. Não foi registrada a geração de ruídos fora dos padrões da região.

Ponto:	03	**Coordenadas Geográficas:**	23K 0478423 / 7991387
Localização:			Entrada da Fazenda JS Três Marias / MG.



	Data	**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
Horário dos Monitoramentos:	29/05/2023	14h09min	-	-
		-	19h56min	-
		-	-	23h39min
Velocidade do Vento:		**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
		2,0 m/s	0,1 m/s	0,2 m/s

Observações:

- Durante o período diurno de medição foi registrada a passagem de veículos na via (14:13, 14:14 e 14:21). Também foram observados ruídos provenientes de sirenes de um dos veículos, pássaros, vegetação local e caminhões na barragem. Não foi registrada a geração de ruídos fora dos padrões da região.
- Durante o período vespertino de medição foram registrados ruídos provenientes de insetos. Não foi registrada a geração de ruídos fora dos padrões da região.
- Durante o período noturno de medição foi registrada a passagem de caminhões em rodovia próxima e ruídos de insetos. Não foi registrada a geração de ruídos fora dos padrões da região.

Ponto:	04	**Coordenadas Geográficas:**	23K 0477084 / 7989172
Localização:			Entrada de propriedade particular as margens da Estrada Consciência. Três Marias / MG.



	Data	Diurno	Vespertino	Noturno
Horário dos Monitoramentos:	29/05/2023	14h44min	-	-
		-	20h20min	-
	30/05/2023	-	-	00h03min
Velocidade do Vento:		**Diurno**	**Vespertino**	**Noturno**
		2,2 m/s	0,0 m/s	0,1 m/s

Observações:

- Durante o período diurno de medição foi registrada a passagem de veículos na via (14:49, 14:52, 14:55 e 14:57), na região monitorada existe uma fábrica de gelo que gera um ruído contínuo, também existem uma olaria e um aterro sanitário nas proximidades influenciando no resultado das medições. Também foram observados ruídos provenientes de pássaros, ciclistas e pessoas conversando. Não foi registrada a geração de ruídos fora dos padrões da região.
- Durante o período vespertino de medição foram registrados ruídos provenientes da passagem de veículos na via (20:22, 20:26 e 20:27), veículos passando na rodovia próxima, insetos e cães latindo. Não foi registrada a geração de ruídos fora dos padrões da região.
- Durante o período noturno de medição foram registrados ruídos provenientes da rodovia próxima e de insetos. Na região monitorada existe uma fábrica de gelo, que influencia no resultado das medições. Não foi registrada a geração de ruídos fora dos padrões da região.

4 - APARELHAGEM UTILIZADA

Os níveis de pressão sonora foram medidos em decibéis, na curva de ponderação (A) ajustado para resposta rápida (fast), utilizando os equipamentos descritos abaixo:

Equipamento	Patrimônio	Marca	Modelo	Número de Série
Medidor	Segma 0370	Svantek	Svantek 971	34315
Calibrador	Segma 0183	Chrompack	SmartCal	CAL0000001402
Anemômetro	Segma 0116	B-MAX	XT-2134	-
Tripé	Segma 0314	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
GPS	Segma 0115	Garmin	Etrex	16R403045
Trena	Segma 0239	SAGYMA	3 m	Não aplicável

5 - RESUMO DOS RESULTADOS DAS MEDIÇÕES DE NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA

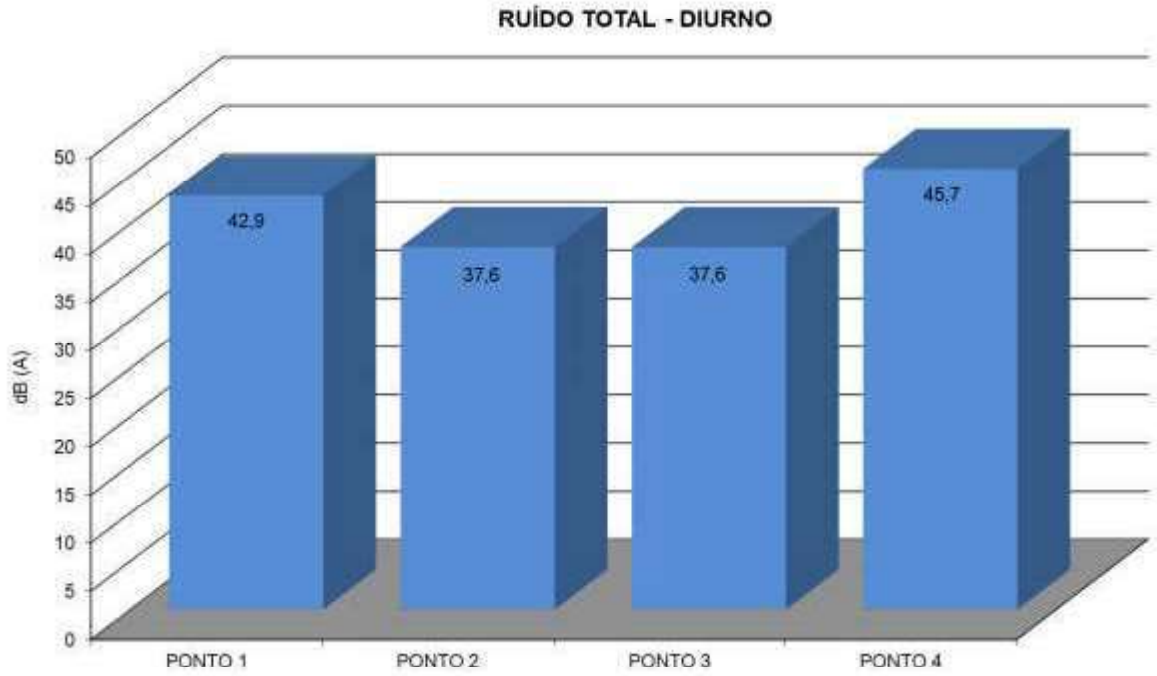
Durante o monitoramento não foi encontrado condições climáticas que impossibilitasse a realização das medições conforme determina item 7.3 ABNT NBR 10.151:2019

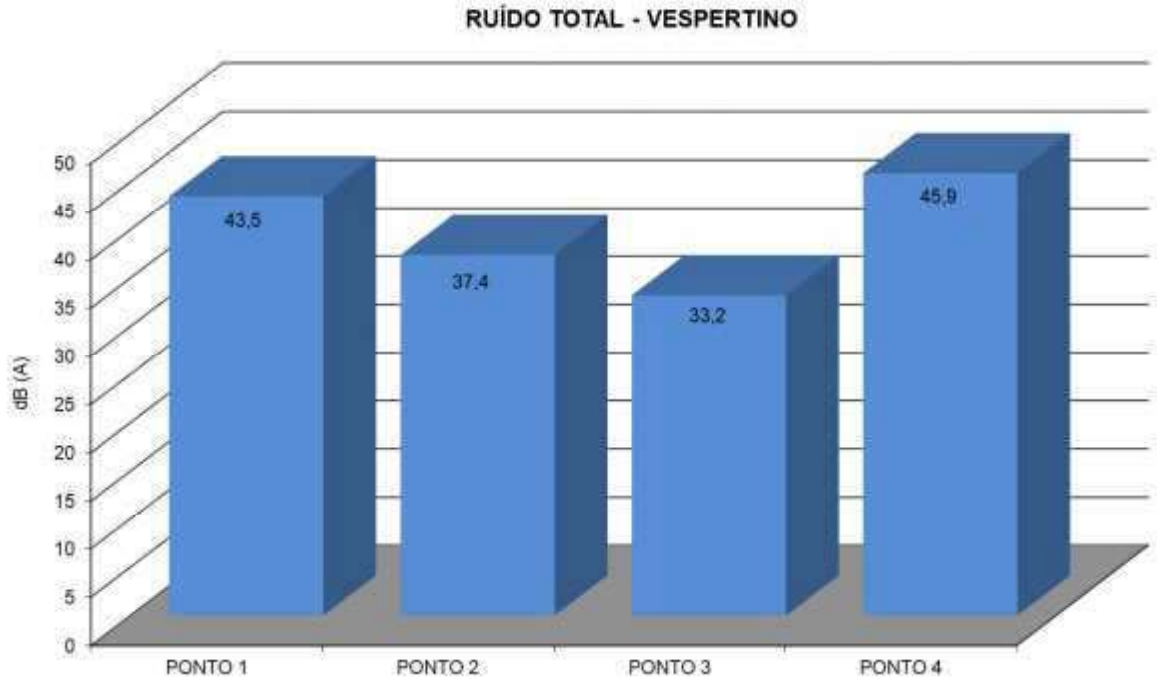
N.º de pontos	Localização	Níveis	Diurno dB(A)	Vespertino dB(A)	Noturno dB(A)
01	Ilha Catuaba São Gonçalo do Abaeté / MG.	**Ruído Total (Leq T)**	**42,9**	**43,5**	**41,5**
		Incerteza ruído total (U)	1,4	0,9	0,6
02	Aldeia dos Dourados Três Marias / MG.	**Ruído Total (Leq T)**	**37,6**	**37,4**	**36,2**
		Incerteza ruído total (U)	0,6	0,7	0,8
03	Entrada da Fazenda JS Três Marias / MG.	**Ruído Total (Leq T)**	**37,6**	**33,2**	**42,4**
		Incerteza ruído total (U)	0,8	1,3	2,2
04	Entrada de propriedade particular as margens da Estrada Consciência. Três Marias / MG.	**Ruído Total (Leq T)**	**45,7**	**45,9**	**40,7**
		Incerteza ruído total (U)	1,4	1,5	0,2

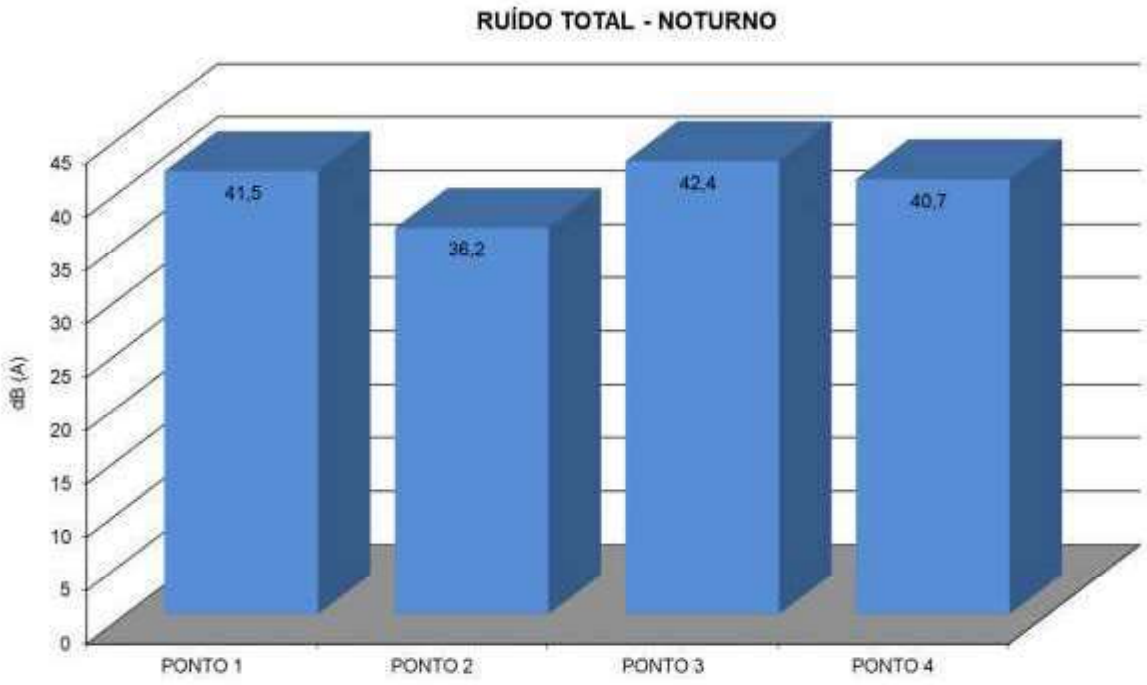
*Incerteza (95%) K=2

Nível de pressão sonora total - $L_{aeq,T}$ = Nível de pressão sonora total considera-se os sons de todas as fontes sonoras contribuintes, sejam elas específicas ou residuais.

6 - GRÁFICOS


RUÍDO TOTAL - DIURNO
dB (A)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
42,9
37,6
37,6
45,7
PONTO 1
PONTO 2
PONTO 3
PONTO 4


RUÍDO TOTAL - VESPERTINO
dB (A)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
43,5
37,4
33,2
45,9
PONTO 1
PONTO 2
PONTO 3
PONTO 4



Nível de pressão sonora total - $L_{aeq,T}$
Nível de pressão sonora total considera-se os sons de todas as fontes sonoras contribuintes, sejam elas específicas ou residuais.

7 - DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE

A Regra de Decisão para a declaração da conformidade dos resultados deste relatório foi aplicada sem levar em conta a incerteza de cada parâmetro avaliado, sendo considerado o nível de risco associado a essa regra.

SEGMA - SEGURANÇA DO TRABALHO E MEIO AMBIENTE LTDA.
RODRIGO KASBERGEN SILVA
Engenheiro Mecânico / Segurança do Trabalho
CREA/MG 80.559
Técnico em Química
CRQ-2ª Região/MG 024021711

ELABORADO POR	REVISADO POR
E.G.C.	

Este relatório técnico só poderá ser reproduzido por inteiro

ANEXOS

I - PLANILHAS DE DEMONSTRAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA E CÁLCULO DO Leq

DIURNO

Segma		PLANILHA DE RELATÓRIO - RUÍDO				RSG-PSG-GEQ-10-16 Revisão: 00 Página: 1/3	
PONTO 1		**PONTO 2**		**PONTO 3**		**PONTO 4**	
DATA	HORA	DATA	HORA	DATA	HORA	DATA	HORA
29/5/23	11:01	29/5/23	13:30	29/5/23	14:09	29/5/23	14:44
Nº de leituras	**L - dB (A)**	**Nº de leituras**	**L - dB (A)**	**Nº de leituras**	**L - dB (A)**	**Nº de leituras**	**L - dB (A)**
1	56,1	1	38,3	1	35,4	1	39,4
2	37,1	2	38,5	2	34,8	2	41,6
3	36,9	3	38,4	3	35,6	3	42,4
4	36,6	4	37,7	4	34,7	4	40,7
5	35,4	5	37,1	5	37,2	5	41,2
6	38,1	6	36,8	6	34,6	6	42,1
7	35,3	7	38,4	7	37,9	7	41,2
8	39,4	8	38,2	8	36,3	8	41,9
9	39,2	9	36,4	9	38,9	9	40,6
10	38,3	10	37,5	10	38,5	10	41,0
11	36,7	11	36,6	11	39,6	11	38,7
12	38,0	12	36,4	12	38,1	12	39,9
13	37,4	13	37,9	13	39,9	13	39,8
14	38,6	14	38,5	14	36,1	14	41,4
15	38,5	15	37,3	15	37,7	15	38,8
16	38,3	16	38,4	16	37,8	16	39,7
17	38,9	17	39,1	17	39,2	17	39,9
18	38,5	18	38,8	18	36,7	18	40,0
19	39,7	19	37,6	19	35,4	19	40,6
20	36,0	20	36,6	20	38,9	20	41,0
21	35,6	21	37,0	21	39,7	21	40,1
22	36,2	22	36,9	22	38,8	22	59,0
23	37,0	23	36,8	23	39,3	23	39,3
24	38,9	24	37,4	24	39,2	24	39,2
25	37,7	25	36,2	25	37,7	25	40,0
26	38,7	26	37,0	26	38,8	26	39,3
27	39,2	27	36,3	27	35,6	27	39,2
28	38,5	28	36,2	28	35,1	28	41,8
29	38,1	29	40,0	29	35,0	29	40,8
30	37,2	30	35,3	30	32,8	30	40,8
Mínimo=	35,30	Mínimo=	35,30	Mínimo=	32,80	Mínimo=	38,70
Máximo=	56,10	Máximo=	40,00	Máximo=	39,90	Máximo=	59,00
$L_{aeq=}$	**42,91**	**$L_{aeq=}$**	**37,58**	**$L_{aeq=}$**	**37,56**	**$L_{aeq=}$**	**45,73**

VESPERTINO

Segma	PLANILHA DE RELATÓRIO - RUÍDO				RSG-PSG-GEQ-10-16 Revisão: 00 Página: 1/3	
PONTO 1		**PONTO 2**		**PONTO 3**		**PONTO 4**	
DATA	HORA	DATA	HORA	DATA	HORA	DATA	HORA
29/5/23	21:29	29/5/23	19:25	29/5/23	19:56	29/5/23	20:20
Nº de leituras	**L - dB (A)**	**Nº de leituras**	**L - dB (A)**	**Nº de leituras**	**L - dB (A)**	**Nº de leituras**	**L - dB (A)**
1	41,9	1	38,6	1	37,0	1	42,3
2	40,5	2	35,8	2	33,0	2	41,4
3	42,8	3	39,0	3	29,9	3	42,1
4	43,2	4	36,6	4	32,7	4	41,5
5	42,6	5	35,2	5	29,8	5	41,7
6	41,7	6	34,2	6	27,7	6	40,8
7	40,9	7	35,0	7	31,1	7	40,0
8	41,5	8	35,1	8	28,1	8	59,4
9	49,2	9	37,2	9	30,9	9	39,7
10	43,7	10	39,1	10	29,3	10	39,2
11	42,7	11	37,5	11	34,4	11	38,1
12	42,4	12	37,0	12	35,7	12	38,3
13	41,2	13	37,8	13	30,6	13	38,5
14	43,3	14	39,4	14	37,0	14	39,7
15	42,5	15	38,2	15	28,3	15	39,8
16	44,7	16	35,9	16	30,3	16	38,9
17	44,1	17	36,0	17	29,9	17	40,0
18	41,9	18	37,7	18	29,2	18	39,9
19	47,5	19	34,5	19	31,0	19	41,3
20	42,4	20	35,3	20	30,9	20	38,3
21	42,0	21	34,2	21	29,9	21	41,6
22	41,6	22	40,4	22	29,7	22	41,7
23	42,1	23	37,9	23	26,6	23	40,3
24	41,3	24	39,6	24	31,0	24	38,8
25	40,6	25	36,4	25	29,4	25	39,3
26	42,1	26	39,8	26	27,9	26	38,5
27	41,9	27	36,2	27	31,4	27	37,8
28	41,5	28	37,0	28	27,2	28	39,6
29	47,4	29	36,9	29	43,1	29	38,6
30	45,4	30	37,7	30	31,1	30	37,8
Mínimo=	40,50	Mínimo=	34,20	Mínimo=	26,60	Mínimo=	37,80
Máximo=	49,20	Máximo=	40,40	Máximo=	43,10	Máximo=	59,40
$L_{aeq=}$	**43,50**	**$L_{aeq=}$**	**37,38**	**$L_{aeq=}$**	**33,21**	**$L_{aeq=}$**	**45,89**

NOTURNO

Segma		PLANILHA DE RELATÓRIO - RUÍDO				RSG-PSG-GEQ-10-16 Revisão: 00 Página: 1/3	
PONTO 1		**PONTO 2**		**PONTO 3**		**PONTO 4**	
DATA	HORA	DATA	HORA	DATA	HORA	DATA	HORA
29/5/23	22:05	29/5/23	23:11	29/5/23	23:39	30/5/23	00:03
Nº de leituras	**L - dB (A)**	**Nº de leituras**	**L - dB (A)**	**Nº de leituras**	**L - dB (A)**	**Nº de leituras**	**L - dB (A)**
1	40,9	1	35,2	1	38,6	1	40,1
2	41,1	2	36,8	2	35,8	2	41,7
3	41,3	3	36,0	3	39,0	3	40,7
4	40,7	4	35,8	4	56,6	4	40,4
5	42,4	5	35,2	5	35,2	5	41,8
6	41,4	6	37,5	6	28,8	6	40,8
7	42,6	7	36,3	7	28,2	7	40,5
8	42,3	8	38,1	8	28,3	8	40,9
9	41,7	9	37,6	9	27,8	9	40,0
10	42,4	10	35,7	10	33,3	10	40,3
11	42,0	11	37,3	11	26,7	11	41,1
12	43,4	12	36,2	12	34,4	12	40,6
13	43,9	13	36,5	13	32,1	13	40,4
14	41,7	14	34,8	14	27,1	14	41,4
15	41,8	15	34,2	15	30,7	15	40,8
16	41,8	16	34,7	16	31,9	16	41,3
17	42,0	17	39,4	17	27,6	17	41,0
18	41,6	18	33,5	18	38,2	18	40,0
19	42,8	19	33,3	19	27,8	19	40,1
20	40,7	20	32,4	20	36,2	20	40,2
21	40,4	21	32,2	21	37,9	21	41,1
22	41,1	22	31,6	22	33,8	22	41,0
23	40,1	23	36,2	23	32,9	23	40,0
24	39,7	24	35,6	24	34,7	24	40,9
25	39,9	25	36,4	25	30,6	25	41,6
26	39,8	26	37,1	26	29,4	26	41,5
27	39,9	27	39,3	27	28,2	27	40,7
28	39,6	28	36,1	28	28,5	28	39,8
29	40,5	29	37,6	29	29,2	29	39,7
30	40,2	30	35,4	30	28,0	30	39,9
Mínimo=	39,60	Mínimo=	31,60	Mínimo=	26,70	Mínimo=	39,70
Máximo=	43,90	Máximo=	39,40	Máximo=	56,60	Máximo=	41,80
$L_{aeq=}$	**41,47**	**$L_{aeq=}$**	**36,19**	**$L_{aeq=}$**	**42,41**	**$L_{aeq=}$**	**40,72**

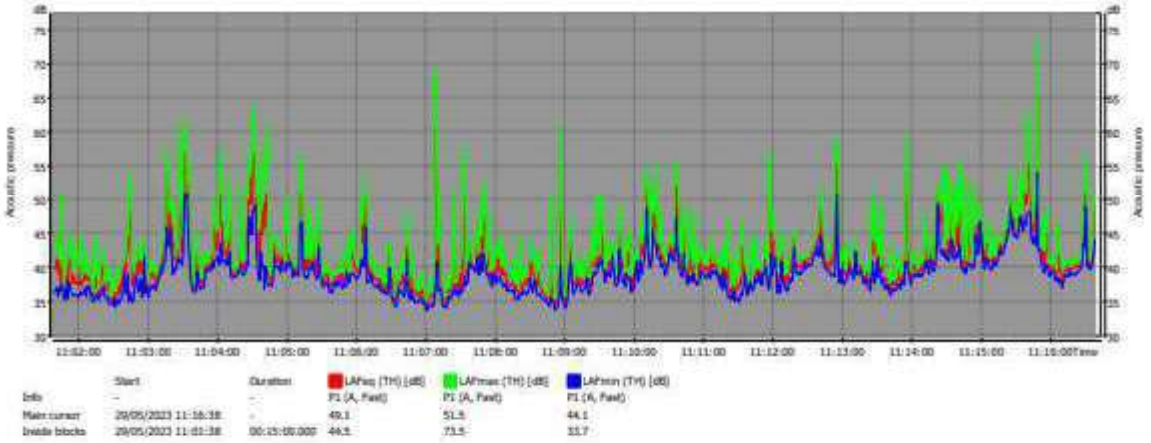
II - GRÁFICOS DOS MONITORAMENTOS

NÍVEL DE PRESSÃO SONORA CONTÍNUO EQUIVALENTE PONDERADA EM "A" - LAeq,T

Ponto 01

Diurno

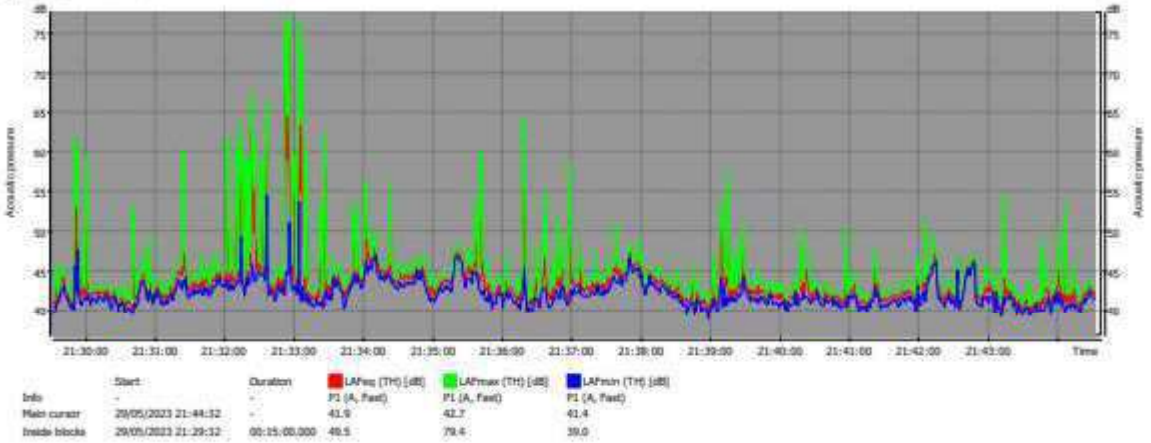
L258.SVL : Logger results



	Start	Duration	LAFeq (TH) [dB]	LAFmax (TH) [dB]	LAFmin (TH) [dB]
Info	-	-	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)
Main cursor	29/05/2023 11:16:38	-	49.1	51.5	44.1
Inside blocks	29/05/2023 11:01:38	00:15:00.000	44.5	73.5	33.7

Vespertino

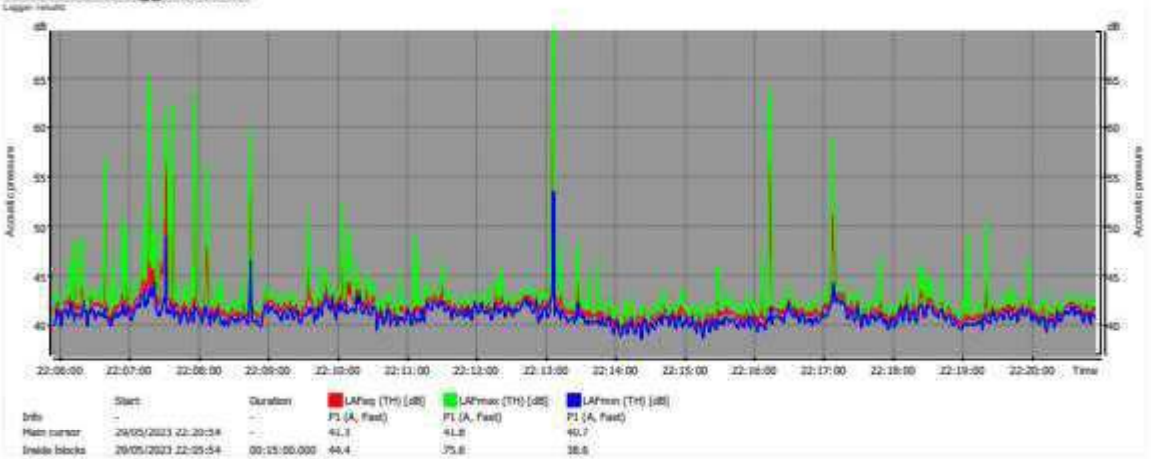
L267.SVL : Logger results



	Start	Duration	LAFeq (TH) [dB]	LAFmax (TH) [dB]	LAFmin (TH) [dB]
Info	-	-	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)
Main cursor	29/05/2023 21:44:32	-	41.9	42.7	41.4
Inside blocks	29/05/2023 21:29:32	00:15:00.000	49.5	79.4	39.0

Noturno

L268.SVL : Logger results

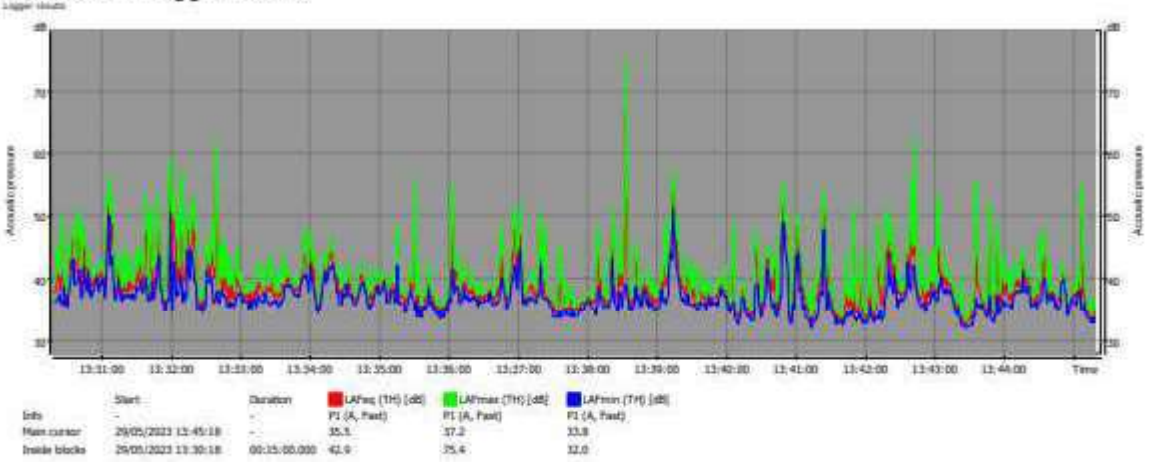


	Start	Duration	LAFeq (TH) [dB]	LAFmax (TH) [dB]	LAFmin (TH) [dB]
Info	-	-	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)
Main cursor	29/05/2023 22:20:54	-	41.3	41.8	40.7
Inside blocks	29/05/2023 22:05:54	00:15:00.000	44.4	75.8	38.6

Ponto 02

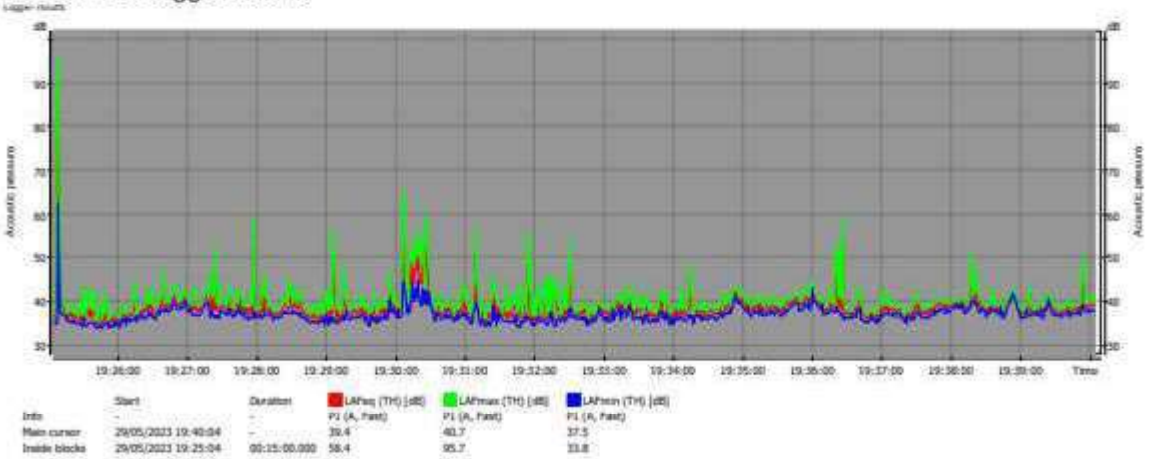
Diurno

L259.SVL : Logger results



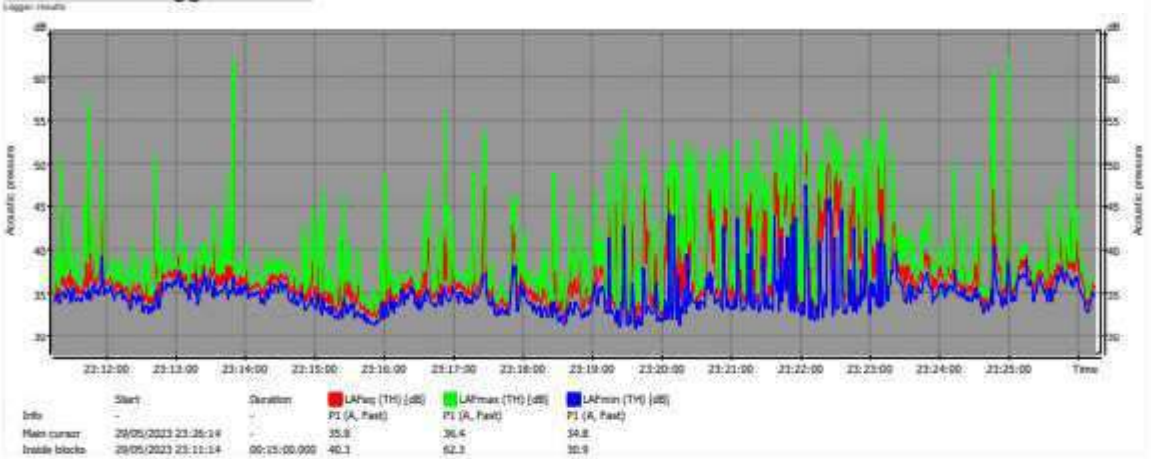
Vespertino

L264.SVL : Logger results



Noturno

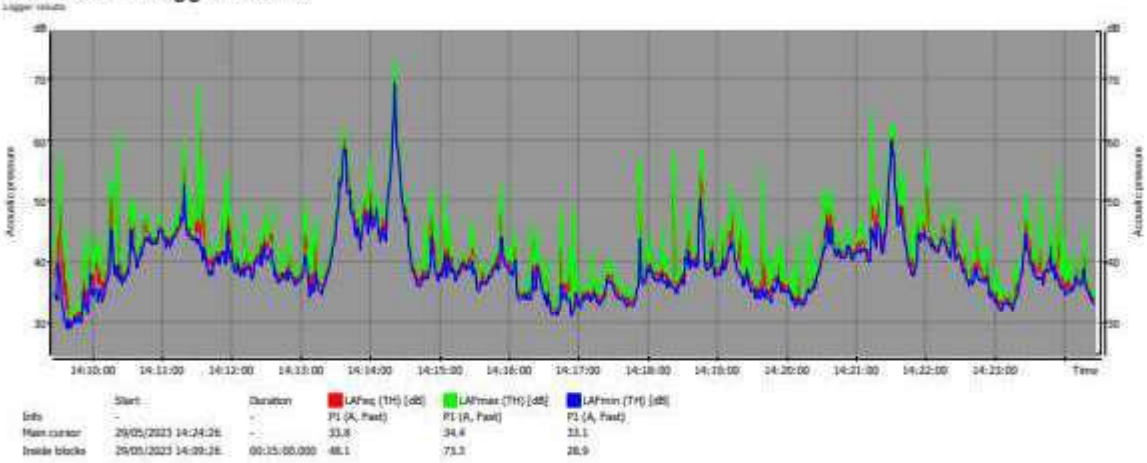
L270.SVL : Logger results



Ponto 03

Diurno

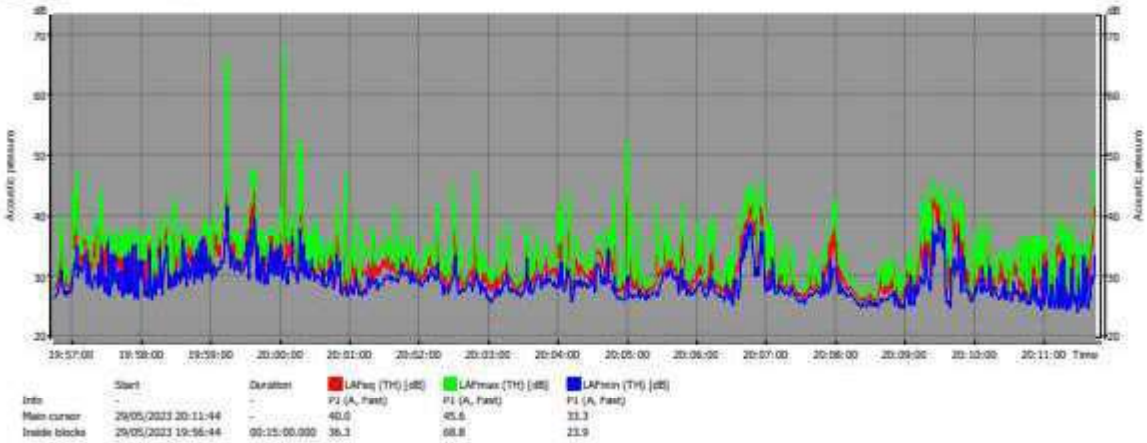
L260.SVL : Logger results



	Start	Duration	LAFeq (TH) [dB]	LAFmax (TH) [dB]	LAFmin (TH) [dB]
Info	-	-	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)
Main cursor	29/05/2023 14:24:26	-	33.8	34.4	33.1
Inside blocks	29/05/2023 14:09:26	00:15:00.000	48.1	73.3	28.9

Vespertino

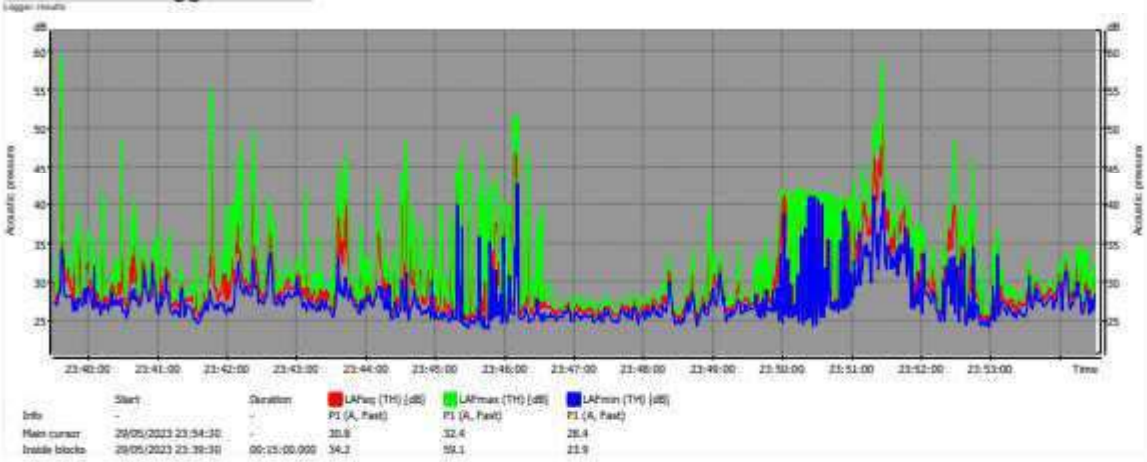
L265.SVL : Logger results



	Start	Duration	LAFeq (TH) [dB]	LAFmax (TH) [dB]	LAFmin (TH) [dB]
Info	-	-	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)
Main cursor	29/05/2023 20:11:44	-	40.0	45.6	33.3
Inside blocks	29/05/2023 19:56:44	00:15:00.000	36.3	68.8	23.9

Noturno

L271.SVL : Logger results

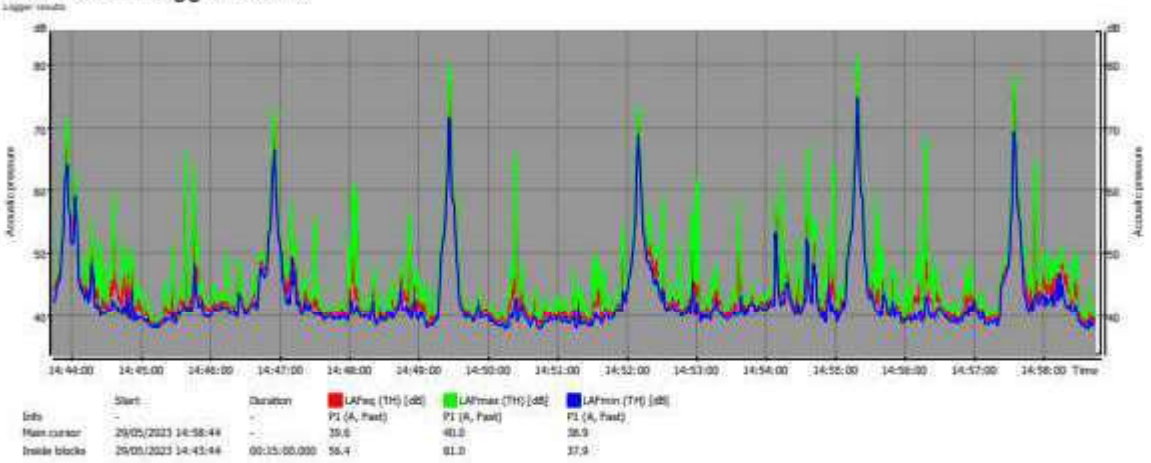


	Start	Duration	LAFeq (TH) [dB]	LAFmax (TH) [dB]	LAFmin (TH) [dB]
Info	-	-	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)	P1 (A, Fast)
Main cursor	29/05/2023 23:54:30	-	30.9	32.4	28.4
Inside blocks	29/05/2023 23:39:30	00:15:00.000	34.2	59.1	23.9

Ponto 04

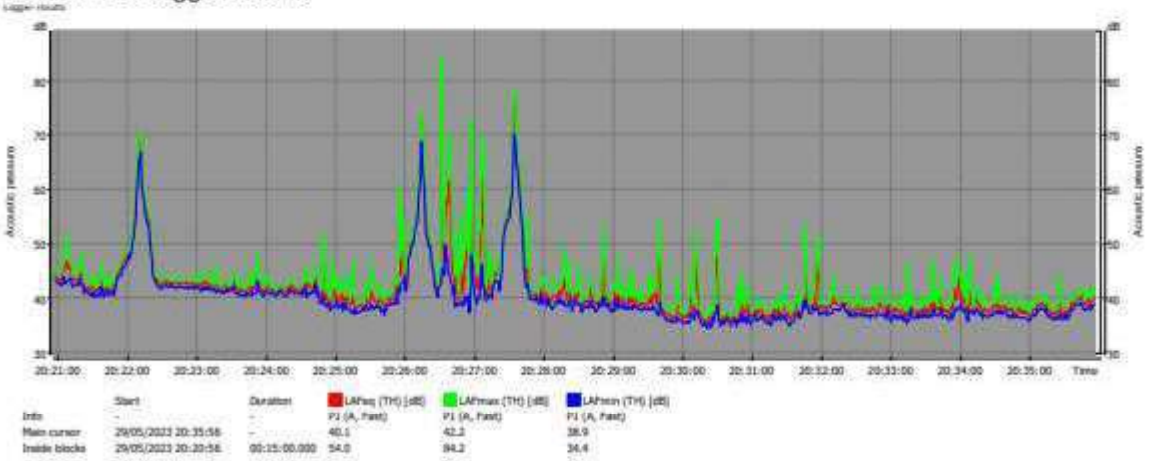
Diurno

L261.SVL : Logger results



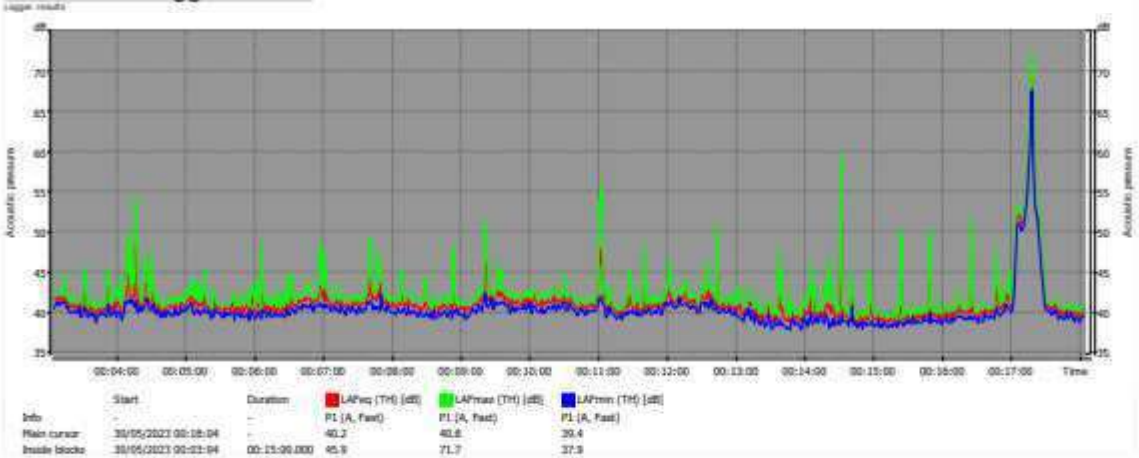
Vespertino

L266.SVL : Logger results



Noturno

L272.SVL : Logger results



III - CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios
ISO 17025: Laboratório Acreditado (*Accredited Laboratory*)

TOTAL SAFETY LTDA.
R Gal Humberto AC Branco, 286 (310)
São Caetano do Sul - CEP 09560-380
Tel: (11) 4220-2600
info@totalsafety.com.br
www.totalsafety.com.br

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Calibration Certificate

Nº: RBC3-11510-583

Certificate Number

RBC - REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO

Brazilian Calibration Network

CAL 0367

CLIENTE Customer	Segma Eng. de Segurança do Trabalho e Meio Ambiente Ltda. Rua David Rabelo, 210 - Inconfidência Belo Horizonte - MG - CEP 30820-260	Processo / O.S. 21416
Interessado Interested party	(o mesmo)	

Item calibrado Calibrated Item	Analisador de oitavas (classe 1)
Marca Brand	Svantek
Modelo Model	971
Número de série Serial number	34315
Identificação Identification	---

(informações adicionais na página 2)

Calilab é um Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0367.

Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre que avaliou a competência do laboratório e comprovou a sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades – SI).

Este certificado é válido apenas para o item descrito, não sendo extensivo a quaisquer outros, ainda que similares. Este certificado somente pode ser reproduzido em sua forma integral e desde que seja legível. Reproduções parciais ou para fins de divulgação em material publicitário, requerem autorização expressa do laboratório. Nenhuma reprodução poderá ser usada de maneira enganosa.

A versão original deste certificado é um arquivo PDF.

Válido até
07 / 07 / 2023
Gerente de Qualidade

Assinado de forma digital por Enrique Bondarenco
DN: cn=Enrique Bondarenco, o=Total Safety Ltda., ou=Calilab, email=enrique@totalsafety.com.br, c=BR
Dados: [illegible]

Data da calibração
Date of calibration (day/month/year)
07/07/2021

Total de páginas
Total pages number
10

Data da Emissão
Date of issue
07/07/2021

Enrique Bondarenco
Signatário Autorizado
Authorized Signatory

Página
Page
1

A Cgcre é signatária do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation). A Cgcre é signatária do Acordo de Reconhecimento Mútuo da IAAC (Interamerican Accreditation Cooperation).

Cgcre is Signatory of the ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) Mutual Recognition Arrangement. Cgcre is signatory of the IAAC (Interamerican Accreditation Cooperation) Mutual Recognition Arrangement.

Doc. Conferido
13 / 07 / 2023

Continuação do Certificado Nº: RBC3-11510-583

Página / Page 2

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Local da calibração
Calibration location

Sede do laboratório Calilab (conforme indicado na página 1)

Condições ambientais
Environmental conditions

Temperatura	22,0 °C
Umidade relativa	66 %
Pressão atmosférica	935 hPa

Procedimento
Procedure

IT-572: Método de calibração de acordo com a ABNT NBR IEC 61672-3:2018 - *Eletroacústica - Sonômetros: Testes Periódicos* (adoção idêntica à IEC 61672-3:2013 - Electroacoustics - Sound level meters - Periodic Test) . Por este procedimento são realizados testes elétricos bem como testes acústicos. Adicionalmente, são verificados os filtros com o procedimento IT-582, cujo método incorpora testes baseados na IEC 61260-3:2016 - Octave-band and fractional-octave band filters - Part 3: Periodic tests. A revisão dos procedimentos utilizados são aqueles em vigência na data desta calibração. O conjunto de parâmetros calibrados atende a recomendação do documento DOQ-CGCRE-092.

Plano de calibração
Calibration plan

Os critérios de seleção do método atendem aos requisitos da ISO 17025. O plano de calibração é elaborado e pactuado observando: o uso de métodos apropriados, as características do item sob teste e as necessidades do cliente. Para que o serviço de calibração complete sua finalidade, o laboratório recomenda que este certificado de calibração seja submetido a análise crítica, observando os erros de medição reportados e as incertezas associadas a cada teste, avaliando o impacto que cada parâmetro tem sobre as medições. Sempre que pertinente, são incluídas informações adicionais sobre contrato, solicitações do cliente, plano de calibração e configurações do item. Ajustes e reparos não fazem parte do escopo de acreditação.

Imparcialidade e confidencialidade
Impartiality and confidentiality

De acordo com a ISO 17025:2017 o laboratório não pode permitir que pressões comerciais, financeiras ou outras comprometam a imparcialidade. A norma identifica situações de risco à imparcialidade quando os relacionamentos são baseados em propriedade, governança, gestão, pessoal, recursos compartilhados, finanças, contratos, marketing (incluindo promoção de marcas) e pagamento de comissões de vendas ou outros benefícios pela indicação de novos clientes. Para assegurar a independência do CALILAB e promover um ambiente neutro, de equidade e sem conflitos de interesses, a Total Safety optou por manter-se livre de quaisquer associações que a identifiquem como uma parte interessada. O CALILAB é, portanto, um LABORATÓRIO DE TERCEIRA PARTE e não se beneficia em detrimento de resultados de calibrações ou ensaios que sejam favoráveis ou desfavoráveis ao prestígio de uma determinada marca ou modelo. O CALILAB também assegura a seus clientes o atendimento de todos os requisitos de confidencialidade previstos na ISO 17025:2017.

Incerteza de Medição
Measurement uncertainty

Os resultados reportados referem-se à média dos valores encontrados. Cada Incerteza Expandida de Medição (U) relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k. = 2,00, para uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. Quando o fator de abrangência k é um valor diferente de 2,00 o valor de k é reportado juntamente com os resultados. A expressão da incerteza de medição é determinada de acordo o Guia para a Expressão da Incerteza de Medição (GUM). A capacidade de medição e calibração (CMC) do laboratório Calilab é informada no site do Inmetro. Em uma determinada calibração a incerteza reportada poderá ser maior do que o CMC.

Informações adicionais do item sob teste
Additional information

O sonômetro foi submetido aos testes com um microfone marca ACO, modelo 7052E, s/n 54383, pré-amplificador marca Svantek. Os fatores de correção de atuador eletrostático para campo livre, bem como da influência do corpo do sonômetro, são aqueles informados no manual de instruções. Para esta calibração não foram contempladas correções de protetor de vento Software instalado: Ver. 1.13.1.

Rastreabilidade
Traceability

Gerador: Identificação P234, Certificado DIMCI 1214/2019 (Emitente INMETRO/Laeta)
Atuador eletrostático: Identificação P251, Certificado DIMCI 1271/2017 (Emitente INMETRO/Laeta)
Multímetro: Identificação P105, Certificado RBC 20/0172 (Emitente RBC/Metracal)

Doc. Conferido
12/01/2021

Continuação do Certificado Nº: RBC3-11510-583

Página / Page 3

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO

Indicação inicial e indicação após o eventual ajuste (referência acústica)

caráter informativo

indicação inicial	referência (dB)	indicação (dB)	indicação após eventual ajuste	referência (dB)	indicação (dB)	frequência (Hz)
	113,9	113,2		113,9	113,9	1000,0

Linearidade na faixa de referência (em 8000 Hz, com ponderação A)

simulação elétrica

excitação (dB)	erro (dB)
138,0	0,0
137,0	0,0
136,0	0,0
135,0	0,0
134,0	0,0
133,0	0,0
132,0	0,0
131,0	0,0
130,0	0,0
129,0	0,0
124,0	0,0
119,0	0,0
114,0	0,0
109,0	0,0
104,0	0,0
99,0	0,0
94,0	0,0
89,0	0,0
84,0	0,0
79,0	0,0
74,0	0,0
69,0	0,0
64,0	0,0
59,0	0,0
54,0	0,0
49,0	0,0
44,0	0,0
39,0	0,0
34,0	-0,1
29,0	-0,1
24,0	-0,5
23,0	-0,7
22,0	-0,8
-	-
-	-

tolerância + (dB)	tolerância - (dB)
0,8	-0,8

limite superior de linearidade (dB)
138

limite inferior de linearidade (dB)
22

nível de referência (dB)
114,0

incerteza de 43 a 138 (dB) [k=2,20]
0,2

incerteza de 22 a 42 (dB) [k=2,10]
0,2

faixa de referência (dB)
137,0

Doc. Conferido
15/01/2024

Continuação do Certificado Nº: RBC3-11510-583

Página
Page 4

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Linearidade incluindo controle de faixa

testes executados conforme aplicável

início de faixa (dB)	excitação (dB)	erro (dB)	final de faixa (dB)	excitação (dB)	erro (dB)
35	40,0	0,0	137	114,0	0,0
25	30,0	-0,1	123	114,0	0,0
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

nível referência (dB)
114,0

incerteza (dB)
0,1

tolerância (+/-) (dB)
0,9

Testes elétricos de curvas de ponderação em frequência A, C e Z (como aplicável)

normalizado em 1000 Hz

frequência [Hz]	erro pond "A" (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)
63	0,1	1,0	-1,0
125	0,1	1,0	-1,0
250	0,0	1,0	-1,0
500	0,0	1,0	-1,0
1000	0,0	0,7	-0,7
2000	0,0	1,0	-1,0
4000	0,1	1,0	-1,0
8000	0,1	1,5	-2,5
16000	-0,2	2,5	-16,0

nível referência (dB)
92,0

incerteza ("A") (dB)
0,2

Prévio ajuste no nível e faixa de referência, na ponderação A

frequência [Hz]	erro pond "C" (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)
63	0,0	1,0	-1,0
125	0,0	1,0	-1,0
250	0,0	1,0	-1,0
500	0,0	1,0	-1,0
1000	0,0	0,7	-0,7
2000	0,1	1,0	-1,0
4000	0,1	1,0	-1,0
8000	0,1	1,5	-2,5
16000	-0,2	2,5	-16,0

nível referência (dB)
92,0

incerteza ("C") (dB)
0,2

Prévio ajuste no nível e faixa de referência, na ponderação A

frequência [Hz]	erro pond "Z" (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)
63	0,1	1,0	-1,0
125	0,1	1,0	-1,0
250	0,0	1,0	-1,0
500	0,0	1,0	-1,0
1000	0,0	0,7	-0,7
2000	0,0	1,0	-1,0
4000	0,0	1,0	-1,0
8000	0,0	1,5	-2,5
16000	0,0	2,5	-16,0

nível referência (dB)
92,0

incerteza ("Z") (dB)
0,2

Doc. Conferido
13/01/2021

Continuação do Certificado Nº: RBC3-11510-583

Página / Page 5

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Ponderações no tempo e na frequência em 1 kHz (A, C, Z)

testes na faixa de referência (simulação elétrica)

excitação pond. (A, F) (dB)	erro pond. (C, F) (dB)	erro pond. (Z, F) (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
114,0	0,0	0,0	0,2	0,1

Ponderações no tempo e na frequência em 1 kHz (S, Leq)

testes na faixa de referência (simulação elétrica)

excitação pond. (A, F) (dB)	erro pond. (A, S) (dB)	erro pond. (A, Leq) (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
114,0	0,0	0,0	0,1	0,1

Resposta a pulsos tonais (F; S; LAE)

testes executados conforme aplicável

parâmetro sob teste	largura do tren (ms)	nível esperado (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	incerteza (dB) (dB)	nível referência (dB)
Fast	200	133,0	0,0	0,5	-0,5	0,2	134,0
Fast	2	116,0	0,0	1,0	-1,5	0,2	
Fast	0,25	107,0	-0,1	1,0	-3,0	0,2	
Slow	200	126,6	-0,1	0,5	-0,5	0,2	
Slow	2	107,0	-0,1	1,0	-3,0	0,2	
LAE	200	127,0	0,0	0,5	-0,5	0,2	
LAE	2	107,0	0,0	1,0	-1,5	0,2	
LAE	0,25	98,0	-0,1	1,0	-3,0	0,2	

Nível sonoro de pico ponderado em C

testes executados conforme aplicável

sinal de teste	nível esperado (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	incerteza (dB) [k=2,87]	nível referência (dB)
ciclo completo de 8 kHz	135,4	-0,2	2,0	-2,0	0,3	132,0
semiciclo positivo 500 Hz	134,4	-0,1	1,0	-1,0	0,3	
semiciclo negativo 500 Hz	134,4	-0,1	1,0	-1,0	0,3	

Indicação de sobrecarga e teste de estabilidade

sobrecarga: aplicável a sonômetros que indicam LAeq,T

sinal de teste	indicação (dB)	erro absoluto (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
semiciclo positivo	139,4	0,1	1,5	0,2
semiciclo negativo	139,5			
estabilidade de longa duração	114,0	0,0	0,1	0,1
estabilidade em nível alto	136,0	0,0	0,1	0,1

Ruído auto-gerado

configuração de entrada	ponderação em frequência	especificado (dB)	medido (dB)	incerteza (dB)
microfone instalado	A	25,0	14,3	0,8
dispositivo de entrada elétrica	A	22,0	13,2	0,5
dispositivo de entrada elétrica	C	22,0	13,2	
dispositivo de entrada elétrica	Z	26,0	18,3	

O nível de ruído autogerado com microfone instalado ou com dispositivo de entrada elétrica) é reportado somente para informação e não é utilizado para avaliar a conformidade a um requisito. A incerteza é interpretada neste contexto. A norma não estabelece um critério para a mesma.

Doc. Conferido
13/07/2021

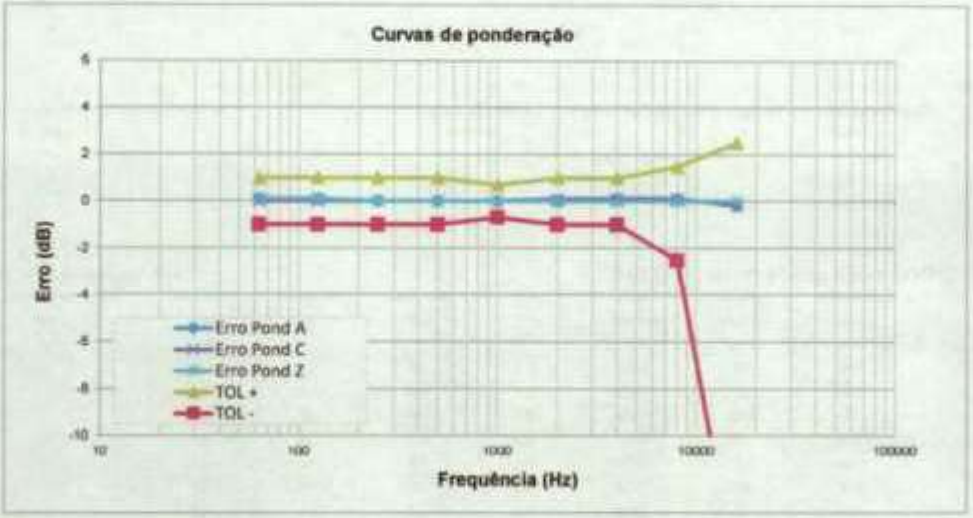
Continuação do Certificado Nº: RBC3-11510-583

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página
Page 6

Ponderações em frequência - Teste elétrico (representação gráfica)

(dados normalizados em 1000 Hz)



Teste acústico (normalizado em 1000 Hz)

resultados reportados corrigidos para CAMPO LIVRE

frequência [Hz]	nível de referência (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	incerteza (dB)
125	94,0	0,2	1,0	-1,0	0,5
250	94,0	0,1	1,0	-1,0	0,4
500	94,0	0,1	1,0	-1,0	0,4
1000	94,0	0,0	0,7	-0,7	0,4
2000	94,0	0,4	1,0	-1,0	0,6
4000	94,0	0,6	1,0	-1,0	0,6
8000	94,0	0,6	1,5	-2,5	0,6

falsa (dB)
137

k
2,00

O TESTE ACÚSTICO refere-se ao conjunto SONÔMETRO-MICROFONE para o campo sonoro reportado. O sonômetro permaneceu configurado com ponderação C. A menos que o cliente necessite um certificado de calibração exclusivo para microfone, o teste acústico é suficiente para caracterizar a resposta em frequência do conjunto, sonômetro-microfone, no contexto da norma IEC 61672. Os resultados reportados correspondem às condições de CAMPO LIVRE, isto é, níveis sonoros equivalentes àqueles que seriam indicados em resposta às ondas sonoras progressivas planas incidentes a partir da direção de referência. O teste acústico foi executado com atuador eletrostático e posterior aplicação de correções. Os resultados reportados no teste acústico não se aplicam a indicações obtidas com incidência aleatória ou em campo de pressão (as indicações nestes campos requerem aplicação de correções ou uma calibração específica no campo de interesse).

Doc. Conferido
15/07/2021

Continuação do Certificado Nº: RBC3-11510-583

Página 7

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Filtros de oitavas de classe 1 / Base 10

Ref em 1000 Hz = 130,0 dB

Frequência	L_Sup	L_Inf	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	+/-U	k
fm x 0,063	90,0	—	—	—	—	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 0,125	70,0	—	—	—	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 0,251	88,5	—	—	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,00
fm x 0,501	113,4	—	—	105,2	105,3	105,1	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	105,2	107,0	0,2	2,00
fm x 0,772	130,4	128,6	—	129,4	129,4	129,3	129,4	129,4	129,4	129,4	129,4	129,4	129,4	0,2	2,00
fm x 0,841	130,4	129,3	—	130,0	130,0	129,9	129,9	129,9	129,9	129,9	129,9	129,9	130,0	0,2	2,00
fm x 0,917	130,4	129,5	—	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm	130,4	129,6	—	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm x 1,090	130,4	129,5	—	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm x 1,188	130,4	129,3	—	129,9	129,9	129,9	129,9	129,9	129,9	129,9	129,9	129,9	130,0	0,2	2,00
fm x 1,296	130,4	128,6	—	129,5	129,4	129,3	129,3	129,3	129,3	129,3	129,3	129,4	130,0	0,2	2,00
fm x 1,995	113,4	—	—	103,7	103,6	103,6	103,6	103,6	103,6	103,7	103,7	97,7	—	0,2	2,00
fm x 3,980	88,5	—	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	—	—	0,2	2,00
fm x 7,940	70,0	—	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	—	—	—	0,4	2,00
fm x 15,841	90,0	—	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	0,4	2,00

U = incerteza de medição

As frequências de teste são calculadas a partir da frequência central e de multiplicadores (como consta na primeira coluna). Por exemplo: O filtro de frequência nominal 500 Hz, cuja frequência exata, para base 10, é de 501,187 Hz, o segundo ponto acima da frequência central, pode ser calculado como: fm x 1,168 = 585,410 Hz.

L_Sup = limite superior de tolerância definido pela norma para uma determinada frequência de teste.

L_Inf = limite inferior de tolerância definido pela norma para uma determinada frequência de teste. A norma não define um limite inferior para aquelas frequências preenchidas com uma linha tracejada ("—"). Na prática, a atenuação nestas frequências pode ser menos infinito.

As frequências centrais identificadas na primeira linha da tabela correspondem às frequências nominais.

As frequências centrais exatas de cada filtro (fm) são calculadas conforme a ISO 266.

Eventuais resultados = 0,0 dB correspondem a indicações de, pelo menos, 10 dB abaixo do limite L_Sup correspondente.

As tolerâncias identificadas na(s) tabela(s) não contemplam as incertezas de medição. Estas podem e devem ser consideradas como parte do resultado para estabelecer um critério de aceitação.

Doc. Conferido
18/07/2024

Continuação do Certificado Nº: RBC3-11510-583

Página
Page 8

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Filtros de terços de oitava de classe 1 / Base 10 (tabela 1/3)

Leaf em 1000 Hz = 130,0 dB

Frequência	L_Sup	L_Inf	16	20	25	31	40	50	63	80	100	125	160	+/-U	k
fm x 0,185	60,0	---	---	---	---	---	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 0,327	70,0	---	---	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 0,531	89,5	---	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,00
fm x 0,773	113,4	---	---	100,4	104,0	105,7	100,6	104,0	105,7	100,7	103,9	105,5	100,9	0,2	2,00
fm x 0,900	130,4	128,6	---	129,8	129,7	129,6	129,6	129,6	129,6	129,8	129,6	129,6	129,9	0,2	2,00
fm x 0,947	130,4	129,3	---	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm x 0,974	130,4	129,5	---	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm	130,4	129,6	---	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm x 1,027	130,4	129,5	---	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm x 1,056	130,4	129,3	---	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm x 1,087	130,4	129,6	---	129,8	129,8	129,9	129,8	129,8	129,9	129,8	129,8	129,9	129,8	0,2	2,00
fm x 1,294	113,4	---	---	82,6	93,9	91,7	82,3	94,0	81,9	82,5	94,0	82,2	82,5	0,2	2,00
fm x 1,992	89,5	---	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,00
fm x 3,054	70,0	---	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 5,392	60,0	---	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00

U = incerteza de medição.

As freqüências de teste são calculadas a partir da frequência central e de multiplicadores (como consta na primeira coluna). Por exemplo: O filtro de frequência nominal 125 Hz, cuja frequência exata, para base 10, é de 125,893 Hz, o segundo ponto acima da frequência central, pode ser calculado como: fm x 1,056 = 132,943 Hz.

L_Sup = limite superior de tolerância definido pela norma para uma determinada frequência de teste.

L_Inf = limite inferior de tolerância definido pela norma para uma determinada frequência de teste. A norma não define um limite inferior para aquelas frequências preenchidas com uma linha tracejada ("---"). Na prática, a atenuação nestas frequências pode ser menos infinito.

As frequências centrais identificadas na primeira linha da tabela correspondem às frequências nominais.

As frequências centrais exatas de cada filtro (fm) são calculadas conforme a ISO 266.

Eventuais resultados = 0,0 dB correspondem a indicações de, pelo menos, 10 dB abaixo do limite L_Sup correspondente.

As tolerâncias identificadas na(s) tabela(s) não contemplam as incertezas de medição. Estas podem e devem ser consideradas como parte do resultado para estabelecer um critério de aceitação.

Continuação do Certificado Nº: RBC3-11510-583

Página / Page 9

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Filtros de terços de oitava de classe 1 / Base 10 (tabela 2/3)

Lref em 1000 Hz = 130,0 dB

Frequência	L_Sup	L_Inf	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	+/-U	k
fm x 0,185	60,0	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 0,327	70,0	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 0,531	89,5	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,00
fm x 0,773	113,4	—	103,9	105,6	101,0	103,9	105,6	101,2	103,9	105,7	101,3	103,9	105,7	0,2	2,00
fm x 0,920	130,4	128,6	129,6	129,6	129,8	129,6	129,6	129,8	129,6	129,6	129,8	129,6	129,6	0,2	2,00
fm x 0,947	130,4	129,3	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm x 0,974	130,4	129,5	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm	130,4	129,6	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm x 1,027	130,4	129,5	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm x 1,056	130,4	129,3	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	0,2	2,00
fm x 1,087	130,4	128,6	129,9	129,9	129,9	129,8	129,9	129,8	129,8	129,9	129,8	129,8	129,8	0,2	2,00
fm x 1,294	113,4	—	94,1	92,5	92,7	94,1	92,7	92,7	94,2	93,2	92,9	94,2	93,4	0,2	2,00
fm x 1,882	89,5	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,00
fm x 3,054	70,0	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 5,392	60,0	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00

Filtros de terços de oitava de classe 1 / Base 10 (tabela 3/3)

Lref em 1000 Hz = 130,0 dB

Frequência	L_Sup	L_Inf	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000	—	+/-U	k
fm x 0,185	60,0	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	—	0,4	2,00
fm x 0,327	70,0	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	—	0,4	2,00
fm x 0,531	89,5	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	—	0,2	2,00
fm x 0,773	113,4	—	101,5	103,6	105,7	101,6	103,8	105,9	101,8	103,8	105,8	101,9	—	0,2	2,00
fm x 0,920	130,4	128,6	129,7	129,6	129,6	129,7	129,6	129,6	129,7	129,7	129,6	129,8	—	0,2	2,00
fm x 0,947	130,4	129,3	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	—	0,2	2,00
fm x 0,974	130,4	129,5	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	—	0,2	2,00
fm	130,4	129,6	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	—	0,2	2,00
fm x 1,027	130,4	129,5	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	—	0,2	2,00
fm x 1,056	130,4	129,3	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	—	0,2	2,00
fm x 1,087	130,4	128,6	129,8	129,9	129,9	129,8	129,8	129,8	129,8	129,9	129,8	129,7	—	0,2	2,00
fm x 1,294	113,4	—	83,0	94,3	83,6	83,1	94,3	84,1	83,2	94,4	84,4	74,3	—	0,2	2,00
fm x 1,882	89,5	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	—	—	0,2	2,00
fm x 3,054	70,0	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	—	0,4	2,00
fm x 5,392	60,0	—	0,0	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—	—	0,4	2,00

Doc. Conferido
13 / 01 / 2021

Continuação do Certificado Nº: RBC3-11510-683

Página
Page 10

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

CRITÉRIOS DA NORMA IEC 61672-1:2013 PARA ESTABELECER A CONFORMIDADE DO SONÔMETRO:
A norma IEC 61672-1:2013 estabelece, para cada um dos testes, critérios de tolerância e incertezas máximas que podem ser praticadas. Com relação às incertezas, o laboratório identifica antecipadamente se o critério de incertezas máximas é atendido e, portanto, não há necessidade, a priori, do cliente fazer esta comprovação. Para identificar se o sonômetro atende determinada tolerância a norma estabelece que os erros não devem exceder os limites de tolerância definidos para o teste. Por exemplo, se uma determinada tolerância for de 1 dB, os valores absolutos do erro não deverão exceder a 1 dB.

Observações adicionais sobre conformidade, exclusivas desta calibração:
A norma IEC 61672-3: 2013 é uma norma que foi criada no âmbito da metrologia legal em sua origem, e, por isso, estabelece frases obrigatórias de conformidade geral do equipamento na conclusão dos testes periódicos. Essas frases têm como objetivo determinar a conformidade do sonômetro à IEC 61672-1:2013, sendo que, para isso, segundo esta própria norma, além de ser aprovado nos testes periódicos da IEC 61672-3:2013, o sonômetro deve também ter tido o seu modelo aprovado pela IEC 61672-2:2013 por meio de uma organização independente, isto é, instituições que gozam de reconhecimento internacional para tal fim. A tradução brasileira da parte 3 desta norma, a ABNT NBR IEC 61672-3:2018, por ser estritamente literal, também inclui tais frases.

No contexto brasileiro os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, como aqueles constantes neste certificado, são realizados, em geral, por laboratórios da Rede Brasileira de Calibração (RBC), no âmbito da metrologia científica. Se um ou mais testes apresentarem erros acima das tolerâncias especificadas na IEC 61672-1:2013, já constitui-se evidência suficiente da não conformidade do sonômetro à esta norma como um todo. Entretanto, se todos os testes apresentarem erros abaixo das tolerâncias especificadas na IEC 61672-1:2013, a conformidade do sonômetro não pode ser formalmente assegurada pelo laboratório RBC, uma vez que este não possui prerrogativas legais para reconhecer uma suposta evidência de aprovação de modelo pela IEC 61672-2:2013, e portanto, não pode fazer afirmações categóricas a este respeito. Assim sendo, as frases obrigatórias da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, referentes ao caso em que o sonômetro tenha sido aprovado em todos os seus testes periódicos, ficam sujeitas à evidência pública - seja do cliente, do fabricante ou de organização independente - quanto à aprovação de modelo segundo a IEC 61672-2:2013, ou ainda, à ausência desta.

Portanto, caso haja evidência pública de aprovação de modelo pela IEC 61672-2:2013, aplica-se a seguinte conclusão normativa ao sonômetro submetido ao teste periódico:
"O sonômetro submetido ao teste completou com sucesso os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, para as condições ambientais em que os ensaios foram realizados. Como evidência estava publicamente disponível, a partir de uma organização de testes independente, responsável por aprovar os resultados dos testes de aprovação de modelo realizados de acordo com a IEC 61672-2:2013, para demonstrar que o modelo de sonômetro está completamente conforme os requisitos da classe X da IEC 61672-1:2013, o sonômetro submetido aos ensaios está em conformidade com os requisitos para classe X da IEC 61672-1:2013."

Caso não haja evidência pública de aprovação de modelo pela IEC 61672-2:2013, aplica-se a seguinte conclusão normativa ao sonômetro submetido ao teste periódico:
"O sonômetro submetido ao teste completou com sucesso os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, para as condições ambientais em que os ensaios foram realizados. Entretanto, nenhuma declaração geral ou conclusão pode ser feita a respeito da conformidade do sonômetro a todas as especificações da IEC 61672-1:2013, porque (a) nenhuma evidência estava publicamente disponível, a partir de uma organização independente de testes responsável pela aprovação de modelo, para demonstrar que o modelo do sonômetro está completamente em conformidade com as especificações para a classe X da IEC 61672-1:2013 ou que os dados de correção para o teste acústico de ponderação em frequência não foram fornecidos no manual de instrução e (b) porque os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018 cobrem apenas um conjunto limitado de especificações da IEC 61672-1:2013."

Observações adicionais exclusivas desta calibração: (---)

(fim do resultados)

Opiniões e interpretações (não fazem parte do escopo de acreditação)
Opinions and interpretations (not covered by accreditation scope)
(---)

Doc. Conferido
15/07/2021

CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios
ISO 17025: Laboratório Acreditado (Accredited Laboratory)

TOTAL SAFETY LTDA.
R Gal Humberto AC Branco, 286 (310)
São Caetano do Sul - CEP 09580-380
Tel: (11) 4220-2600
info@totalsafety.com.br
www.totalsafety.com.br

SUPLEMENTO DO CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Calibration Certificate - supplement

Nº: RBC3-11510-583

Certificate Number

RBC - REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO

Brazilian Calibration Network

CAL 0307

Na folha 1/10, na seção "Identificação", onde se lê:

—

Leia-se:

Seg 370

Doc. Conferido 13/07/2021

Assinado de forma digital por Enrique Bondarenco
DN: cn=Enrique Bondarenco, o=Total Safety Ltda., ou=Calilab, email=enrique@totalsafety.com.br, c=BR
Dados: [illegible]

Data da calibração
Date of calibration (day/month/year)
07/07/2021

Total de páginas
Total pages number
1

Data da Emissão:
Date of issue
27/07/2021

Enrique Bondarenco
Signatário Autorizado
Authorized Signatory

Página
Page
1

A Cgcre é signatária do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation). A Cgcre é signatária do Acordo de Reconhecimento Mútuo da IAAC (Interamerican Accreditation Cooperation).
Cgcre is Signatory of the ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) Mutual Recognition Arrangement. Cgcre is signatory of the IAAC (Interamerican Accreditation Cooperation) Mutual Recognition Arrangement.



CHROMPACK
Instrumentos Científicos Ltda.
Desde 1996

CAL 0258

RBC - Rede Brasileira de Calibração

Certificado de Calibração

Certificado Nº: 134.214 — Certificate of Calibration — Página 1 de 2

Laboratório de Acústica

Dados do Cliente:

Nome:	Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente Ltda.
Endereço:	Rua David Rabelo, 210
Cidade:	Belo Horizonte
Estado:	MG
CEP:	30820-260

Dados do Instrumento Calibrado:

Nome:	Calibrador de Nível Sonoro	Classe:	1
Marca:	Chrompack	Nº de Identificação:	Não consta
Modelo:	SmartCal	Nº de Processo:	48924
Nº de Série:	CAL0000001402	Data da Calibração:	13/04/22
Nº de Patrimônio:	Não consta	Data da Emissão:	13/04/22

Qualidade Garantida — CHROMPACK — Desde 1996

Características do item:

Nível de pressão sonora nominal: 94 dB (dB re. 20 µPa) Frequência nominal: 1000 Hz

Procedimento Utilizado:

O procedimento operacional de calibração PRO – CNS – 1300 rev.09

Válido até 13/04/2024
Gerente de Qualidade

Norma de Referência:

IEC 60942: 2003 item 5.2

Padrões Utilizados:

Nome	Nº Identificação	Nº Certificado	Rastreabilidade	Data de Validade
Pistonfone	TAG 0106	DIMCI 0335/2019	INMETRO	19/02/23
Microfone	TAG 0478	DIMCI 1338/2021	INMETRO	08/12/24
Fonte	TAG 0011	170 574-101	RBC	13/01/23
Multímetro	TAG 0444	RBC-19/0409	RBC	18/06/22
Barômetro	TAG 0380	125.102	RBC	19/05/22
Termo-Higrômetro	TAG 0380(2)	125.079	RBC	19/05/22
Contador Universal	TAG 0041	RBC-19/0414	RBC	23/06/22

Doc. Conferido 19/04/2022

DOCUMENTO ORIGINAL
SÉRIE 085013

CHROMPACK
Instrumentos Científicos Ltda.
Desde 1996

Certificado de Calibração

Certificate of Calibration

Certificado Nº: 134.214 *Página 2 de 2*

Resultados Obtidos:

O(s) resultado(s) do nível (eis) sonoro(s) e frequência(s) apresentados a seguir foram obtidos através do método comparativo extraindo-se a leitura do microfone padrão acoplado a cavidade do calibrador . Inicialmente o nível sonoro é lido em volts e posteriormente convertido em dB, a frequência lida no medidor de frequência digital diretamente e ambos valores são comparados aos parâmetros (tolerâncias) da norma IEC 60942: 2003 item 5.2 de acordo com sua classe de fabricação.

Dados Obtidos

RESULTADOS OBTIDOS					
Nível Sonoro Médio em dB	k	$U_{95,45\ (dB)}$	Frequência Média em Hz	k	$U_{95,45\ (Hz)}$
94,00	2,15	0,13	1000,0	2,00	0,1

Especificações da norma IEC 60942: 2003 item 5.2: Nível de Pressão Sonora para classe 1: ± 0,40 dB / Frequência: ± 1,0 %

Legendas:
k – Fator de abrangência
U95,45 – Incerteza da Medição expandida para uma probabilidade de abrangência de 95,45%
dB – Decibels
Hz – Hertz
** - Ajuste / Reparo não necessário ou leitura(s) indisponível (eis)

Observações:

- ☑ Condições ambientais: Temperatura: 25 °C - Umidade relativa: 50 % - Pressão atmosférica: 930 mbar
- ☑ Este calibrador de nível de pressão sonora encontra-se em acordo com a norma IEC 60942: 2003 item 5.2
- ☑ Anotação de Responsabilidade Técnica - ART 28027230200540653 / CREA-SP.
- ☑ Responsável pela Calibração: Ramon Marra

Signatário autorizado:

José Ramon

Doc. Conferido
27 / 04 / 2022

Av. Eng° Saraiva de Oliveira, 465 - 05741-200 - Jd. Taboão - São Paulo - SP - Brasil
Fone: 55 11 3584-8520 - www.chrompack.com.br

K&L LABORATÓRIOS DE METROLOGIA

RUA SERGIPE, 113 - BONSUCESSO - CEP 83040-120 - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS - PARANÁ
FONE: +55 41 3382 7666 - IE: 90.429.129-37 - CNPJ: 09.294.085/0001-78
www.kelab.com.br / kel.ajp@kelab.com.br

RBC - REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO
LABORATÓRIOS DE CALIBRAÇÃO: ACÚSTICA E VIBRAÇÕES, DIMENSIONAL, FÍSICO-QUÍMICA, FORÇA, TORQUE E DUREZA, MASSA, TEMPERATURA E UMIDADE, VAZÃO E VELOCIDADE DE FLUIDOS, VISCOSIDADE, VOLUME E MASSA ESPECÍFICA
ACREDITADO PELA CGCRE DE ACORDO COM A ABNT NBR ISO/IEC 17025, SOB O NÚMERO CAL 0144

CAL 0144

Emissão 23/01/2023

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº S003596/2023

1. Dados do Instrumento e Solicitante:

Denominação: Anemômetro de Pás Rotativas

Contratante: SEGMA SEGURANÇA DO TRABALHO DO MEIO AMBIENTE LTDA
R. DAVID RABELO, 210, Belo Horizonte - MG

Solicitante: SEGMA SEGURANÇA DO TRABALHO DO MEIO AMBIENTE LTDA
R. DAVID RABELO, 210, Belo Horizonte - MG

Fabricante:	B-MAX	**Diâmetro da Seção:**	25,74 mm
Modelo:	GM 816	**Código do Sensor:**	Não Consta
Código:	SEG116	**Parâmetro:**	Não Consta
Faixa de medição:	(0 à 30) m/s	**Ficha de acompanhamento:**	000337/2023
Valor de divisão:	0,1 m/s	**Data de recebimento:**	12/01/2023
Número de série:	H21268981	**Data de calibração:**	19/01/2023

Válido até 19/01/2025
Gerente de Qualidade

2. Procedimento:

A calibração foi realizada conforme o método descrito no procedimento PSQ-VAZ.01, revisão 008. Padrões utilizados: Medidor de velocidade certificado 194 080-101, válido até 06/2024, Barômetro certificado J037456/2020, válido até 02/2023, Termohigrômetro certificado J015340/2021, válido até 04/2023.

" Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela CGCRE que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades - SI)"

3. Tabela de Resultados:

Média obtida no item a calibrado (m/s)	Média obtida no padrão utilizado (m/s)	Erro de medição (m/s)	Incerteza de medição (m/s)	k	veff
1,000	1,200	-0,20	0,30	2,00	∞
1,8	2,22	-0,42	0,32	2,00	∞
4,4	5,36	-0,96	0,34	2,00	∞
8,7	10,01	-1,31	0,43	2,00	∞
10,1	12,12	-2,02	0,44	2,00	∞
12,5	14,94	-2,44	0,50	2,00	∞
-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-
-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-

4. Condições Ambientais e Local:

Local da calibração:	K&L Laboratórios de Metrologia	**Pressão Atmosférica:**	921 hPa
Temperatura:	23 °C	**Aceleração da gravidade:**	(9,7877 ± 0,0001) m/s²
Umidade relativa do ar:	70 %ur	**Densidade do ar:**	(1,089 ± 0,02) kg/m³

5. Notas:

5.1 - A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, de tal forma que a probabilidade de abrangência corresponda a aproximadamente 95%. A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.
5.2 - Erro de medição: Diferença entre a média obtida do item a calibrar e a média obtida do padrão utilizado.

Doc. Conferido 09/02/2023

EMANUEL VALENTE TEIXEIRA
SIGNATÁRIO(A) AUTORIZADO(A)

Este certificado é válido exclusivamente para o objeto calibrado descrito nas condições específicas, não sendo extensivo a quaisquer itens, mesmo que similares. Não é permitida a reprodução deste certificado, somente original. Certificado conferido e assinado eletronicamente.

IV - CROQUI



V - CERTIFICADO E ESCOPO DE ACREDITAÇÃO



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro
Coordenação Geral de Acreditação

Signatário dos Acordos de Reconhecimento Mútuo da International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC), da Interamerican Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF)

Certificado de Acreditação

Acreditação nº CRL 1402

Acreditação inicial: 18/02/2019

Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente
Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente Ltda - EPP
Rua David Rabelo, 210 – Jardim São José – Belo Horizonte – MG

A Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro – Cgcre concede acreditação ao Organismo de Avaliação da Conformidade acima identificado, no endereço citado, segundo os requisitos estabelecidos na ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017. Esta acreditação constitui a expressão formal do reconhecimento de sua competência para realizar atividades de ensaios, conforme Escopo de Acreditação.

Assinado de forma digital por
ALDONEY FREIRE COSTA:54879590720
Dados: 2019.02.20 08:20:21 -03'00'

Aldoney Freire Costa
Coordenador Geral de Acreditação Substituto

A situação atual da acreditação e seu escopo devem ser verificados no endereço eletrônico www.inmetro.gov.br/credenciamento/laboratoriosAcreditados.asp

MOD-CGCRE-024 – Rev. 05 – Apr. NOV/16 – Pg. 01/01

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 – ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016	Folha: 1	Total de Folhas: 5

RAZÃO SOCIAL/DESIGNAÇÃO DO LABORATÓRIO

Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente Ltda – EPP/ Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1402	INSTALAÇÃO PERMANENTE

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS QUÍMICOS**	
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	Determinação de Material Particulado em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias - por gravimetria LQ: 3,04 mg	ABNT NBR 12019:1990
	Determinação de Dióxido e Trióxido de Enxofre e Nevoas de Ácido Sulfúrico em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias - por titulometria LQ SO_2: 3,76 mg SO_2 LQ SO_3: 0,94 mg SO_3	ABNT NBR 12021:2017
	Determinação de Óxido de Nitrogênio em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias - por colorimetria LQ: 9,63 µg NO_2	CETESB L – 9.229:1992
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS QUÍMICOS**	
AR INDOOR	Determinação da concentração de dióxido de carbono – Medição Direta. Faixa de Trabalho: 50 ppm a 5000 ppm	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 002
	Determinação da temperatura do ar - Medição Direta. Faixa de Trabalho: 10°C a 40°C	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 003
	Determinação da umidade do ar - Medição Direta. Faixa de Trabalho: 20% a 90%	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 003
	Determinação da velocidade do ar - Medição Direta. Faixa de Trabalho: 0,01 m/s a 10 m/s	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 003
	Determinação de concentração de aerodispersóides - Medição Direta. LQ: 0,1 µg/m³	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 004

"Este Escopo cancela e substitui a revisão emitida anteriormente"

Em, 12/03/2020

FOR-CGCRE-003 – Rev. 11 – Apr. MAR/13 – Pg. 01/06

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 - ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016	Folha: 2

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1402	INSTALAÇÃO PERMANENTE

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS BIOLÓGICOS**	
AR INDOOR (CONTINUAÇÃO)	Determinação de fungos no ar - quantitativa/contagem em placas LQ: 4,80 UFC/m³	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 001
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS QUÍMICOS**	
GASES E POLUENTES DA ATMOSFERA	Determinação de Partículas Totais em Suspensão - PTS por gravimetria LQ: 1,61 mg	ABNT NBR 9547:1997
	Determinação de Partículas Inaláveis - PI por gravimetria LQ: 1,61 mg	ABNT NBR 9547:1997
MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO E CONTROLE	**ENSAIOS MECÂNICOS**	
COLETOR ISOCINÉTICO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS (CIPA)	Ensaio de gasômetro seco e placa de orifício. Faixa: 10 a 35 L/min	ABNT NBR 12020:1992 Item 5.1
	Ensaio de Pitot "S" isolado ou em conjunto com Sonda de Amostragem Faixa: 5 a 7,5 m/s	ABNT NBR 12020:1992 Item 5.2
	Ensaio de Boquilha Faixa: 4 a 17 mm	ABNT NBR 12020:1992 Item 5.4

Rua David Rabelo, 210 - Bairro Jardim São José - 30820-444 Belo Horizonte-MG.
Telefax: (0xx31) 3416-6565 / 3416-6511 e-mail: segma@segma.com.br

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 - ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016	Folha: 3

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1402	INSTALAÇÃO DE CLIENTE

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**AMOSTRAGEM**	
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	Amostragem para determinação de Material Particulado em Efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias.	ABNT NBR 12019:1990
	Amostragem para determinação de dióxido de enxofre, trióxido de enxofre e névoas de ácido sulfúrico em efluentes gasosos de dutos e chaminés de fontes estacionárias.	ABNT NBR 12021:2017
	Amostragem para determinação de óxidos de nitrogênio em efluentes gasosos de dutos e chaminés de fontes estacionárias.	CETESB L9.229:1992
MEIO AMBIENTE	**AMOSTRAGEM**	
AR INTERIOR EM AMBIENTE CLIMATIZADO	Amostragem em Ambientes Climatizados Artificialmente e Ambientes Externos.	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS ACÚSTICOS, DE VIBRAÇÃO E CHOQUE**	
ÁREA HABITADAS; AMBIENTES INTERNOS E EXTERNOS	Medição de nível de pressão sonora (ruído) LQ: 30 dB	ABNT NBR 10151:2019
	Determinação de vibração contínua ambiental através da velocidade (pico) Faixa de velocidade: 0,13 a 130 mm/s	POP-MON-11
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS QUÍMICOS**	
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	Determinação de Monóxido de Carbono e Oxigênio em emissões de motores a gás, caldeiras, processos de aquecimento diversos, utilizando analisadores portáteis. O_2 – LQ: 0,1% CO – LQ: 1,0 ppm	EPA METODO 003:2017
	ENSAIOS MECÂNICOS	
	Determinação da Velocidade e Vazão dos Gases em Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias Faixa de velocidade: 3 a 30 m/s	ABNT NBR 11966:1989
	AMOSTRAGEM	
	Amostragem e Determinação de Umidade de Efluentes Gasosos em Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias. Faixa: 0 a 50 %	ABNT NBR 11967:1989

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 - ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016	Folha: 4

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO	
CRL 1402	INSTALAÇÃO DE CLIENTE	
ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS (CONTINUAÇÃO)	Amostragem e Determinação da Massa Molecular Seca em Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias. Faixa: 28 a 32 g/gmol	CETESB L9.223:1992 EPA MÉTODO 003:2017
	Amostragem para Determinação de Ácido Fluorídrico e Fluoretos em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	CETESB L-9. 213:1995
	Amostragem para Determinação de Dioxinas e Furanos em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	EPA MÉTODO 0023A:1995
	Amostragem para Determinação de Compostos Orgânicos Semi-voláteis em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	CETESB L-9. 232:1990
	Amostragem para Determinação de Compostos Orgânicos totais através de Cromatografia Gasosa FID	EPA MÉTODO OTM-025A:1999
	Amostragem para Determinação de Metais (Alumínio, Bário, Berílo, Estanho, Titânio, Bismuto, Boro, Cádmio, Cálcio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo, Estrôncio, Ferro, Fósforo, Lítio, Magnésio, Manganês, Molibdênio, Níquel, Potássio, Prata, Sódio, Tálio, Vanádio, Zinco, Arsênio, Selênio, Antimônio, Mercúrio, Paládio, Platina, Telúrio, Silício, Urânio, Enxofre e Zircônio) em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	EPA MÉTODO 29:2017
	Amostragem para Determinação de Cianetos em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	Carb Método 426:1987
	Amostragem para Determinação de Ácido Clorídrico e Cloro Livre em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	CETESB L-9. 231:1994
	Amostragem para Determinação de Compostos Orgânicos Voláteis em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias -.	EPA MÉTODO 0030:1986 e EPA MÉTODO 0031:1996
MEIO AMBIENTE	**AMOSTRAGEM**	
GASES E POLUENTES DA ATMOSFERA	Amostragem para Determinação de concentração total de material particulado em suspensão no ar ambiente pelo método do Amostrador de Grande Volume – PTS.	ABNT NBR 9547:1997
	Amostragem para Determinação da Concentração de Partículas Inaláveis em suspensão no ar ambiente pelo método do Amostrador de Grande Volume acoplado a um separador inercial de partículas – PI.	ABNT NBR 13412:1995

Rua David Rabelo, 210 - Bairro Jardim São José - 30820-444 Belo Horizonte-MG.
Telefax: (0xx31) 3416-6565 / 3416-6511 e-mail: segma@segma.com.br

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 - ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016	Folha: 5

Rua David Rabelo, 210 - Bairro Jardim São José - 30820-444 Belo Horizonte-MG.
Telefax: (0xx31) 3416-6565 / 3416-6511 e-mail: segma@segma.com.br

VI - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

Página 1/2

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20231899568

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

1. Responsável Técnico

RODRIGO KASBERGEN SILVA

Título profissional: **ENGENHEIRO MECÂNICO, ENGENHEIRO DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

RNP: **1401986225**
Registro: **0400000080559MG**

Empresa contratada: **SEGMA ENGENHARIA DE SEGURANCA DO TRABALHO E MEIO AMBIENTE**

Registro Nacional: **72734-MG**

2. Dados do Contrato

Contratante: **TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA**

CPF/CNPJ: **21.024.830/0001-29**

RUA PARAÍBA

Nº: **1352**

Complemento: **6º ANDAR - SALA 607**

Bairro: **SAVASSI**

Cidade: **BELO HORIZONTE**

UF: **MG**

CEP: **30130148**

Contrato: **23125 REV01**

Celebrado em: **23/02/2023**

Valor: **R$ 12.560,00**

Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**

Ação Institucional: **Outros**

3. Dados da Obra/Serviço

RUA PARAÍBA

Nº: **1352**

Complemento: **6º ANDAR - SALA 607**

Bairro: **SAVASSI**

Cidade: **BELO HORIZONTE**

UF: **MG**

CEP: **30130148**

Data de Início: **06/03/2023**

Previsão de término: **31/12/2023**

Coordenadas Geográficas: **0, 0**

Finalidade: **AMBIENTAL**

Código: **Não Especificado**

Proprietário: **TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA**

CPF/CNPJ: **21.024.830/0001-29**

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
16 - Execução		
70 - Monitoramento > MEIO AMBIENTE > CONTROLE E MONITORAMENTO AMBIENTAL > #7.1.2 - DE MONITORAMENTO AMBIENTAL	1,00	0

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

MONITORAMENTO AMBIENTAL DE RUÍDOS E VIBRAÇÕES

6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

- A Resolução nº 1.094/17 instituiu o Livro de Ordem de obras e serviços que será obrigatório para a emissão de Certidão de Acervo Técnico - CAT aos responsáveis pela execução e fiscalização de obras iniciadas a partir de 1º de janeiro de 2018. (Res. 1.094, Confea).

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: https://www.crea-mg.org.br/transparencia/lgpd/politica-privacidade-dados. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

7. Entidade de Classe

ABEMEC - Associação de Engenharia Mecânica e Industrial de Minas Gerais

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

RODRIGO KASBERGEN SILVA - CPF: 024.435.576-26

_____, _____ de _____ de _____
Local data

TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA - CNPJ: 21.024.830/0001-29

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: https://crea-mg.sitac.com.br/publico/, com a chave: ZC177
Impresso em: 10/03/2023 às 13:27:05 por : ip: 200.25.58.76

www.crea-mg.org.br
Tel: 031 2732

atendimento@crea-mg.org.br
Fax:

CREA-MG

Página 2/2

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20231899568

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

Valor da ART: **R$ 96,62** Registrada em: **09/03/2023** Valor pago: **R$ 96,62** Nosso Número: **8681050155**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: https://crea-mg.sitac.com.br/publico/, com a chave: ZC177
Impresso em: 10/03/2023 às 13:27:01 por: , ip: 200.25.56.76

www.crea-mg.org.br atendimento@crea-mg.org.br
Tel.: 031 2732 Fax:

CREA-MG

RELATÓRIO TÉCNICO Nº 23125-1 REV00

NATUREZA DO TRABALHO: AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE VIBRAÇÃO NAS PROXIMIDADES DO PROJETO DISPOSIÇÃO A SECO DO RESÍDUO INDUSTRIAL DA UNIDADE TRÊS MARIAS

CLIENTE:

TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA
RUA PARAÍBA, 1352, 6ºANDAR SALA 607
BAIRRO: SAVASSI
BELO HORIZONTE / MG
CEP: 30.130-148
CNPJ: 21.024.483/0001-29

AUTORES:

LUCIANO SERGIO ALVES DA SILVA
RODRIGO KASBERGEN SILVA

DATA: 31 DE MAIO DE 2023

EQUIPE TÉCNICA

LUCIANO SÉRGIO ALVES DA SILVA
Engenheiro de Segurança do Trabalho
CREA/MG 18 597-MTB 4369

RODRIGO KASBERGEN SILVA
Engenheiro Mecânico / Segurança do Trabalho
CREA/MG 80.559
Técnico em Química
CRQ-2ª Região/MG 024021711

LEONARDO PATRICK SANTOS OLIVEIRA
Técnico de Monitoramento

RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO

EDER GOMES DE CARVALHO
Técnico em Segurança do Trabalho
MTE / SSST – MG/000092.2

ÍNDICE

1 - OBJETIVO 4
2 - METODOLOGIA 4
2.1 - NORMAS COMPLEMENTARES 4
3 - LOCAIS DE MEDIÇÕES 5
3.1 - CONDIÇÔES DAS MEDIÇÕES 9
4 - APARELHAGEM UTILIZADA 9
5 - RESULTADOS 9
6 - GRÁFICOS 10
7 - DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE 11
ANEXOS 12
I - GRÁFICOS 12
II - CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO 14
III - CROQUI 18
IV - CERTIFICADO E ESCOPO DE ACREDITAÇÃO 19
V - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART 25

1 - OBJETIVO

O presente trabalho tem por objeto avaliação de níveis de vibração ambiental na região de entorno do Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial da Unidade Três Marias.

2 - METODOLOGIA

O levantamento foi realizado segundo os preceitos definidos nas metodologias indicadas abaixo:

Procedimento Interno	
POP-MON-11	- AMOSTRAGEM DE VIBRAÇÃO AMBIENTAL rev.9

2.1 - NORMAS COMPLEMENTARES

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas	
NBR 15928: 2011	Ensaios não destrutivo- Análise de Vibrações- Terminologia.
ISO - International Organization for Standardization	
ISO 2631	Mechanical vibration and shock-Evalution of human exposure to whole-body vibration

3 - LOCAIS DE MEDIÇÕES

As medições foram realizadas em 04 (quatro) pontos determinados nos municípios, conforme as identificações a seguir:

Ponto:	01	**Coordenadas Geográficas:**	23K 0475624 / 7991885
Localização:			Ilha Catuaba São Gonçalo do Abaeté / MG.



Data
29/05/2023
Horário do Monitoramento:
11h01min
Velocidade do Vento:
2,0 m/s
Observações:
• Durante o período de medição não foi registrada a passagem de veículos. Movimentação de moradores.

Ponto:	02	**Coordenadas Geográficas:**	23K 0476394 / 7992370
Localização:			Aldeia dos Dourados Três Marias / MG.



Data
29/05/2023
Horário do Monitoramento:
13h30min
Velocidade do Vento:
0,1 m/s
Observações:
• Durante o período de medição não foi registrada a passagem de veículos. Movimentação de moradores e de pequenas embarcações no rio.

Ponto:	03	**Coordenadas Geográficas:**	23K 0478423 / 7991387
Localização:			Entrada da Fazenda JS Três Marias / MG.



Data
29/05/2023
Horário do Monitoramento:
14h09min
Velocidade do Vento:
2,0 m/s
Observações:
• Durante o período de medição foi registrada a passagem de veículos na via (14:13, 14:14 e 14:21).

Ponto:	04	**Coordenadas Geográficas:**	23K 0477084 / 7989172
Localização:			Entrada de propriedade particular as margens da Estrada Consciência. Três Marias / MG.



Data
29/05/2023
Horário do Monitoramento:
14h43min
Velocidade do Vento:
2,2 m/s
Observações:
• Durante o período de medição foi registrada a passagem de veículos na via (14:49, 14:52, 14:55 e 14:57).

3.1 - CONDIÇÕES DAS MEDIÇÕES

Diante da condição de excitação, foram executadas as medições por meio da fixação de uma massa de metal no solo e, no topo desta, foi fixado o acelerômetro com tomadas de sinais nas direções Vertical (Z), paralelo (Y) e perpendicular (X) ao empreendimento.

4 - APARELHAGEM UTILIZADA

Equipamento	Patrimônio	Marca	Modelo	Número de Série
Medidor	Segma 0127	Svantek	948	9368
Software para pós-processamento	-	-	Svanpc++	-
Acelerômetro	nº. serie 1420	Dytran	3143D1	-
Tripé	Segma 0314	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
GPS	Segma 0115	Garmin	Etrex	16R403045
Trena	Segma 0239	SAGYMA	3 m	Não aplicável

5 - RESULTADOS

- Valores medidos de Velocidade de Vibração - mm/s - Zero-a-Pico,

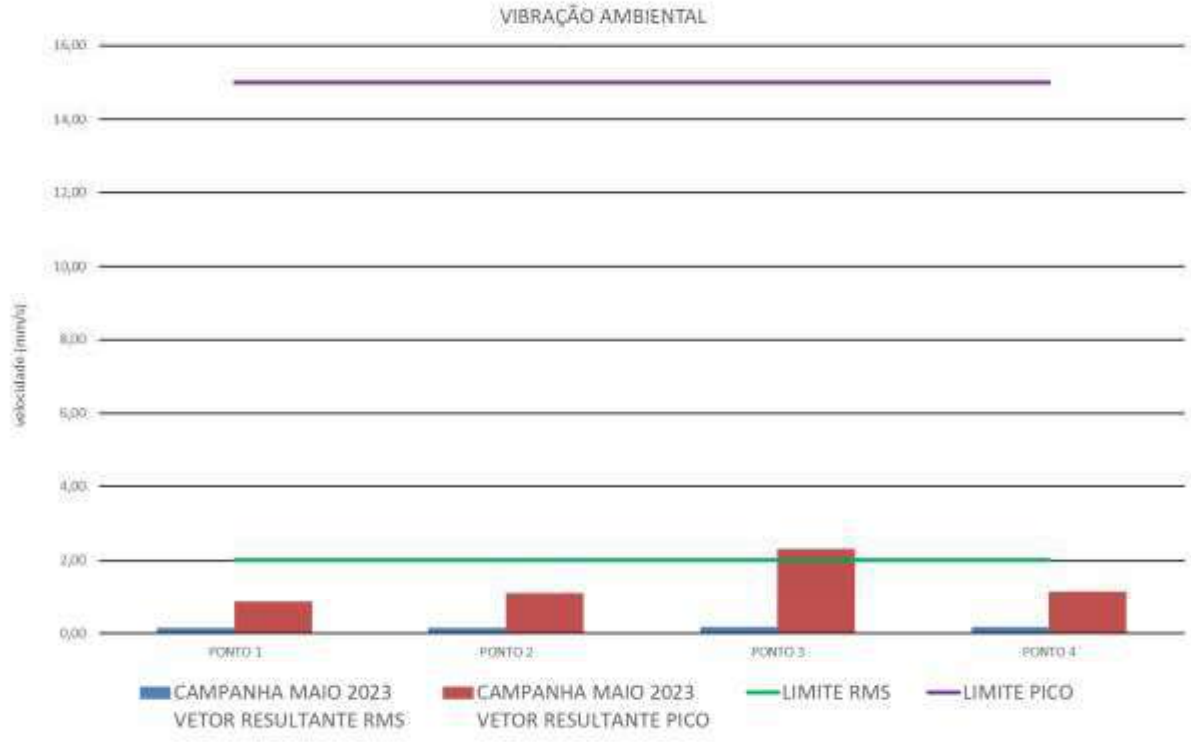
Essa medição de nível de vibração é válida para indicação de choques de curta duração. Porém indicam somente a ocorrência de pico.

- Valores medidos de Velocidade de Vibração - mm/s - RMS Nível médio de vibração (amplitude média quadrática)

Essa medição de nível de vibração é a medida mais importante, porque leva em consideração o histórico da onda no tempo e de um valor de nível o qual é relacionada à energia contida.

AVALIAÇÃO DE VIBRAÇÃO											
Ponto	Pico (mm/s)				RMS (mm/s)				Incerteza (95%) K=2 RMS		
	X	Y	Z	Vetor Resultante PICO	X	Y	Z	Vetor Resultante 'RMS	X	Y	Z
01	0,70	0,40	0,30	**0,86**	0,10	0,08	0,08	**0,15**	0,01	0,01	0,01
02	0,90	0,50	0,40	**1,10**	0,10	0,09	0,08	**0,16**	0,01	0,01	0,01
03	2,00	1,00	0,60	**2,32**	0,10	0,10	0,10	**0,17**	0,01	0,01	0,01
04	0,70	0,70	0,60	**1,16**	0,10	0,10	0,10	**0,17**	0,01	0,01	0,01

6 - GRÁFICOS



7 - DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE

A Regra de Decisão para a declaração da conformidade dos resultados deste relatório foi aplicada sem levar em conta a incerteza de cada parâmetro avaliado, sendo considerado o nível de risco associado à essa regra.

SEGMA - SEGURANÇA DO TRABALHO E MEIO AMBIENTE LTDA.
RODRIGO KASBERGEN SILVA
Engenheiro Mecânico / Segurança do Trabalho
CREA/MG 80.559
Técnico em Química
CRQ-2ª Região/MG 024021711

ELABORADO POR	REVISADO POR
E.G.C.	

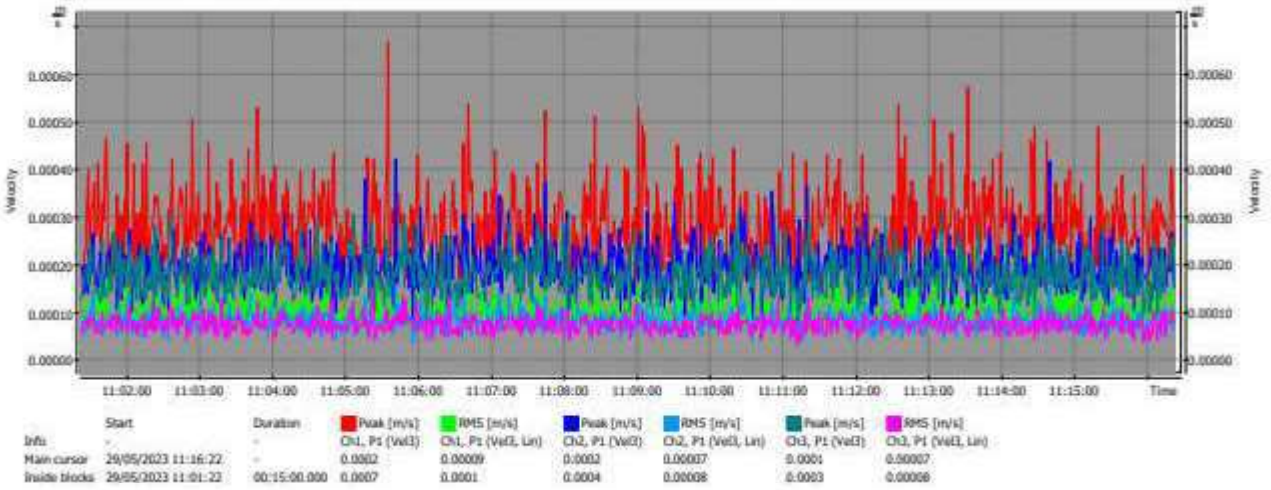
Este relatório técnico só poderá ser reproduzido por inteiro

ANEXOS

I - GRÁFICOS

PONTO 01 DIURNO

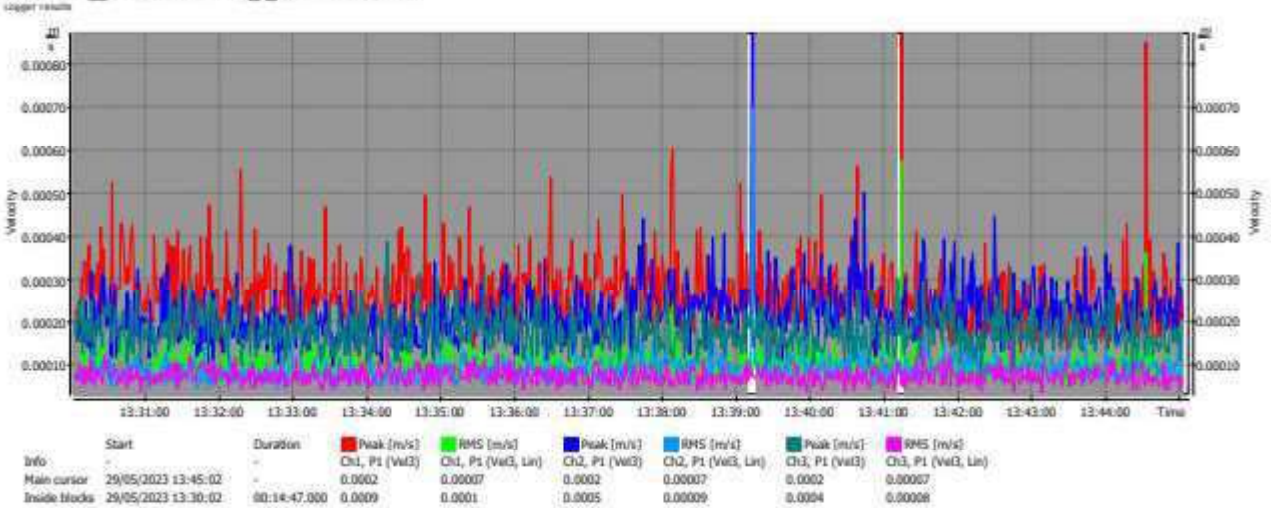
Buffer_1.svn : Logger results



	Start	Duration	Peak [m/s] Ch1, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch1, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch2, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch2, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch3, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch3, P1 (Vel3, Lin)
Info	-	-	-	-	-	-	-	-
Main cursor	29/05/2023 11:16:22	-	0.0002	0.00009	0.0002	0.00007	0.0001	0.00007
Inside blocks	29/05/2023 11:01:22	00:15:00.000	0.0007	0.0001	0.0004	0.00008	0.0003	0.00008

PONTO 02 DIURNO

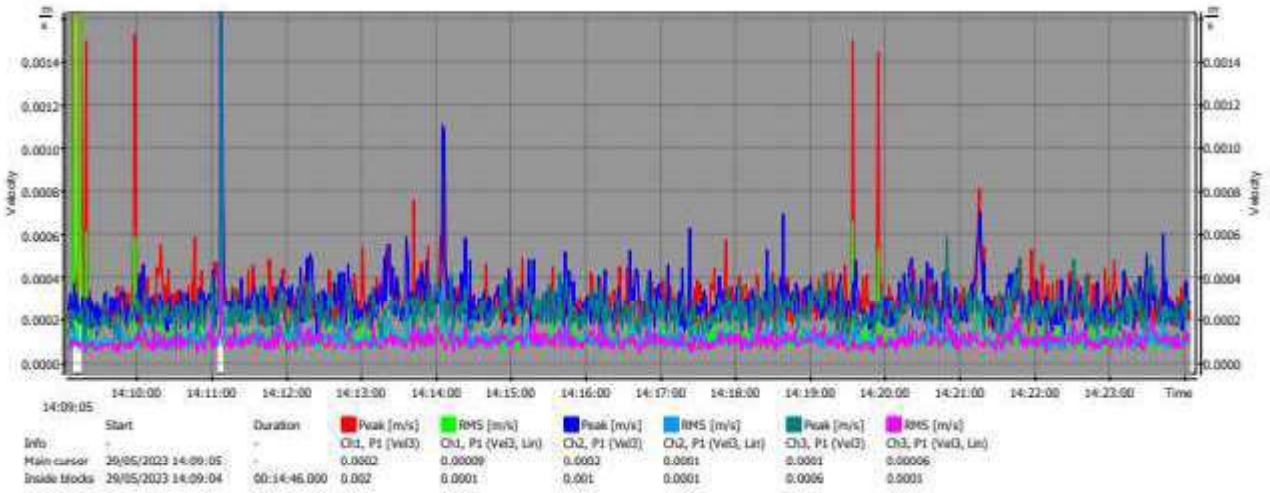
Buffer_2.svn : Logger results



	Start	Duration	Peak [m/s] Ch1, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch1, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch2, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch2, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch3, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch3, P1 (Vel3, Lin)
Info	-	-	-	-	-	-	-	-
Main cursor	29/05/2023 13:45:02	-	0.0002	0.00007	0.0002	0.00007	0.0002	0.00007
Inside blocks	29/05/2023 13:30:02	00:14:47.000	0.0009	0.0001	0.0005	0.00009	0.0004	0.00008

PONTO 03 DIURNO

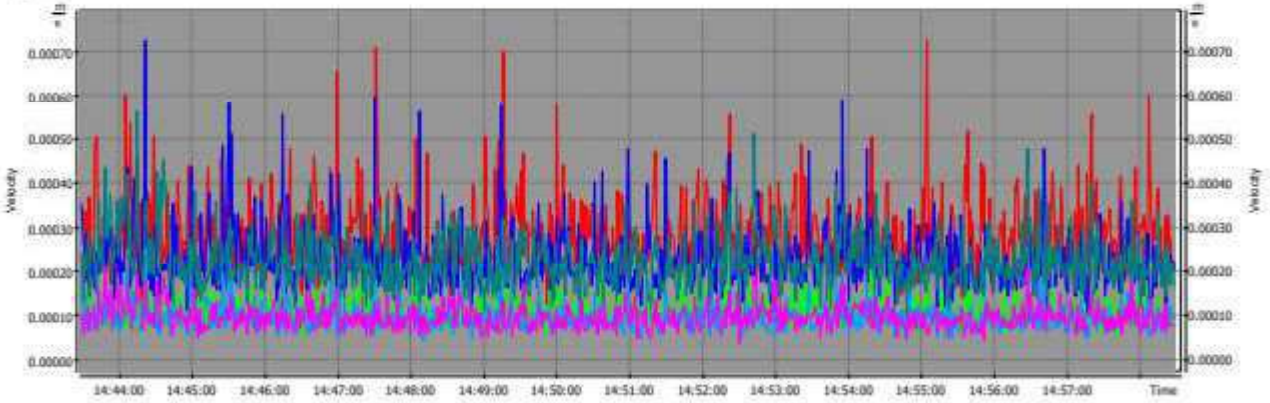
Buffer_3.svn : Logger results



	Start	Duration	Peak [m/s] Ch1, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch1, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch2, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch2, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch3, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch3, P1 (Vel3, Lin)
Info	-	-	-	-	-	-	-	-
Main cursor	29/05/2023 14:09:05	-	0.0002	0.00009	0.0002	0.0001	0.0001	0.00006
Inside blocks	29/05/2023 14:09:04	00:14:46.000	0.002	0.0001	0.001	0.0001	0.0006	0.0003

PONTO 04 DIURNO

Buffer_4.svn : Logger results



	Start	Duration	Peak [m/s] Ch1, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch1, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch2, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch2, P1 (Vel3, Lin)	Peak [m/s] Ch3, P1 (Vel3)	RMS [m/s] Ch3, P1 (Vel3, Lin)
Info	-	-	-	-	-	-	-	-
Main cursor	29/05/2023 14:58:28	-	0.0002	0.00009	0.0002	0.00009	0.0002	0.00008
Inside blocks	29/05/2023 14:43:28	00:15:00.000	0.0007	0.0001	0.0007	0.00010	0.0006	0.00010

II - CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

TOTAL SAFETY
CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios da Total Safety

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
RBC - REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO.

CAL 0397

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-11754-712

1- CLIENTE/ EQUIPAMENTO

Data da calibração: 08/03/2022
Processo: 22132

Nome: Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente Ltda.
Endereço: R. David Rabelo, 210 - Incontidência - Belo Horizonte - MG - CEP: 30820-260

Equipamento:	Medidor de Vibração	Acelerômetro (AC.)
Marca:	Svantek	Dytran
Modelo:	SVAN 948	2143D1
Número de Série:	9368	1428
Identificação:	0127	—

Válido até 07 / 03 / 2024
Gerente de Qualidade

2- PADRÕES E INSTRUMENTAÇÃO

Descrição	Código	Certificado:	Emitente:	
Acelerômetro	P273 (parthenon)	RBC4-11050-676	RBC	
Sistema de Aquisição	P182	RBC 19/1023	RBC	
Amplificador	P187		Sistema de Aquisição	P182
Shaker	P189		Gerador (teste dinâmico)	P128
Gerador de Ruído	P206		Termômetro	P210
Conversor Carga/CCP	P184		Higrômetro	P210

3- INFORMAÇÕES DA CALIBRAÇÃO

Procedimento: IT-943: Método de calibração de medidor de vibrações de acordo com a norma ISO 16063-21 - Methods for the calibration of vibration and shock transducers - Part 21: Vibration calibration by comparison to a reference transducer. Resposta elétrica de acordo com a ISO 8041 - Human response to vibration - Measuring instrumentation e/ou com a ISO 2954 - Mechanical vibration of rotating and reciprocating machinery - Requirements for instruments for measuring vibration severity, como aplicável.

Características: A resposta em frequência é determinada pela resposta dinâmica por comparação com um acelerômetro padrão. O teste é feito com o acelerômetro acoplado na configuração back-to-back em um excitador dinâmico. A sensibilidade é determinada em um sistema de aquisição (analisador). O teste de linearidade segue o mesmo procedimento.

As ponderações em frequência, conforme aplicável, são verificadas através de estímulos elétricos diretos na unidade de medição. Os erros das indicações são exibidos juntamente com os limites de tolerância que a norma estabelece para aquela determinada ponderação.

Para esta calibração foi usado um sinal de excitação do tipo: ruído de banda larga e o trasdutor colado com cianoacrilato na configuração correspondente.

Condições ambientais: Temperatura: 22,2 ºC, Umidade Relativa: 71 %. Temperatura média do transdutor 23,0 ºC.

Observações gerais:

1- Os resultados apresentados referem-se à média dos valores encontrados.

2- Cada Incerteza Expandida de Medição (U) relatada é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência $k = 2,00$, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95 %. A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.

3- O presente certificado de calibração é válido apenas para o Medidor de Vibração / Acelerômetros acima descritos, não sendo extensivo a quaisquer outros, ainda que similares.

4- Este certificado de calibração somente pode ser reproduzido completo. Reproduções para fins de divulgação em material publicitário, bem como reproduções parciais, requerem autorização escrita do laboratório emitente. Nenhuma reprodução poderá ser usada de maneira enganosa.

5- Para os testes elétricos o laboratório conta com rastreabilidade formal na faixa de 20 Hz até 10 kHz. Para as baixas frequências são usados sinais elétricos validados no próprio laboratório. A forma de validação foi oportunamente verificada por especialista do Inmetro. Estas informações (relativas à rastreabilidade e ao método disponibilizado para as baixas frequências) foram negociadas com o cliente durante a fase de contratação. O método permite calibrar o equipamento em toda a faixa de interesse do cliente mediante uso de padrão consensado.

6- Cgcre/Inmetro is Signatory of the ILAC Mutual Recognition Arrangement. Cgcre/Inmetro is Signatory of a Bilateral Mutual Agreement with EA. Cgcre/Inmetro is signatory of the IAAC Mutual Recognition Arrangement.

Doc. Conferido 14 / 03 / 2022

Executante:

Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre/Inmetro que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades - SI).

R. Gal. Humberto de A. C. Branco, 210 – São Caetano do Sul – SP – CEP 09560-380 – Tel: (11) 4220-2680 / FAX: (11) 4220-2555

TOTAL SAFETY

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

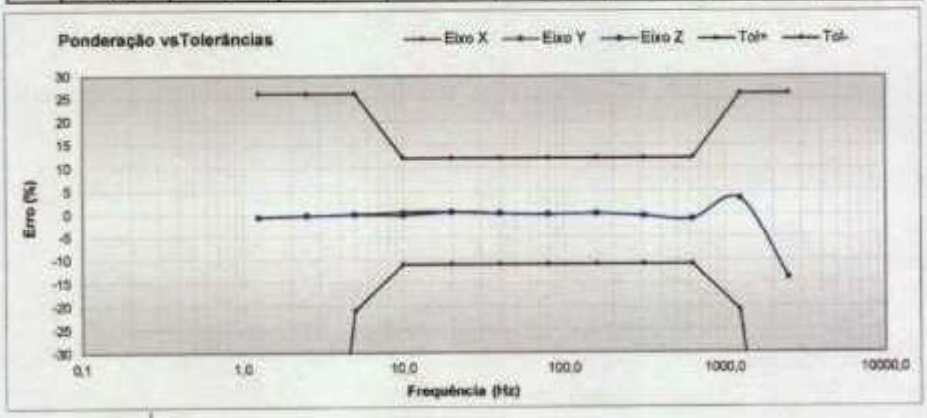
CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBCS-11754-712

4- RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

(Teste Elétrico - estímulo de entrada: 1550 mV)

Ponderação em Frequência Wh

Frequência Nominal (Hz)	Erro Eixo X (%)	Erro Eixo Y (%)	Erro Eixo Z (%)	Fator Wh (%)	Erro máximo admissível Superior (%)	Erro máximo admissível Inferior (%)	Incerteza (%)
0,8	---	---	---	---	---	---	---
1	---	---	---	---	---	---	---
1,25	-0,6	-0,6	-0,6	0,040	26	-100	0,7
1,6	---	---	---	---	---	---	---
2	---	---	---	---	---	---	---
2,5	-0,3	-0,3	-0,3	0,158	26	-100	0,7
3,15	---	---	---	---	---	---	---
4	---	---	---	---	---	---	---
5	0,0	0,0	0,0	0,549	26	-21	0,7
6,3	---	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---	---
10	0,3	-0,2	-0,2	0,961	12	-11	0,7
12,5	---	---	---	---	---	---	---
16	---	---	---	---	---	---	---
20	0,5	0,5	0,5	0,782	12	-11	0,6
25	---	---	---	---	---	---	---
31,5	---	---	---	---	---	---	---
40	0,2	0,2	0,2	0,411	12	-11	0,6
50	---	---	---	---	---	---	---
63	---	---	---	---	---	---	---
80	0,0	0,0	0,0	0,202	12	-11	0,6
100	---	---	---	---	---	---	---
125	---	---	---	---	---	---	---
160	0,2	0,2	0,2	0,101	12	-11	0,6
200	---	---	---	---	---	---	---
250	---	---	---	---	---	---	---
315	-0,3	-0,3	-0,3	0,050	12	-11	0,6
400	---	---	---	---	---	---	---
500	---	---	---	---	---	---	---
630	-1,0	-1,0	-1,0	0,024	12	-11	0,6
800	---	---	---	---	---	---	---
1000	---	---	---	---	---	---	---
1,250	3,3	3,3	3,3	0,009	26	-21	0,6
1600	---	---	---	---	---	---	---
2000	---	---	---	---	---	---	---
2500	-13,9	-13,9	-13,9	0,002	26	-100	0,6
3150	---	---	---	---	---	---	---
4000	---	---	---	---	---	---	---



Executante:

Doc. Conferido
14/03/2022

Página: 2/4

R. Gal. Humberto de A. C. Branco, 286 (antigo 310) – São Caetano do Sul – SP – CEP 09560-380 – Tel: (11) 4220-2600

TOTAL SAFETY

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

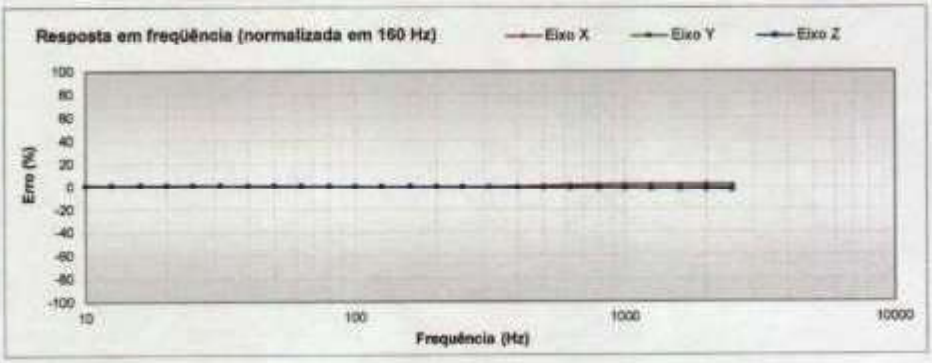
CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBCS-11754-712

Resposta em Frequência - (Nível de excitação em 160 Hz: 10 m/s²)

	Frequência Nominal (Hz)	Eixo X Sensibilidade em [mV/((m/s²)]	Eixo X Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Y Sensibilidade em [mV/((m/s²)]	Eixo Y Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Z Sensibilidade em [mV/((m/s²)]	Eixo Z Sensibilidade norm. em [%]	Incerteza (%)
Acelerômetro ACL	10	10,57	1,7	10,69	1,2	10,46	0,9	2,5
	12,5	10,53	1,2	10,70	1,3	10,48	1,1	1,9
	16	10,49	0,9	10,70	1,4	10,49	1,2	1,8
	20	10,47	0,7	10,70	1,3	10,49	1,2	1,5
	25	10,50	1,0	10,68	1,2	10,49	1,2	1,5
	31,5	10,51	1,0	10,67	1,1	10,48	1,1	1,4
	40	10,48	0,8	10,68	0,9	10,48	0,9	1,4
	50	10,44	0,4	10,64	0,8	10,46	0,9	0,9
	63	10,43	0,2	10,63	0,6	10,44	0,7	0,9
	80	10,42	0,2	10,61	0,5	10,41	0,4	0,9
	100	10,40	0,0	10,59	0,2	10,38	0,2	0,9
	125	10,39	-0,1	10,57	0,1	10,37	0,1	0,9
	160	10,40	0,0	10,56	0,0	10,37	0,0	0,9
	200	10,40	0,0	10,54	-0,1	10,36	-0,1	0,9
	250	10,40	0,0	10,51	-0,4	10,33	-0,3	0,9
	315	10,41	0,1	10,49	-0,7	10,31	-0,5	0,9
	400	10,42	0,2	10,46	-1,0	10,29	-0,7	0,9
	500	10,47	0,7	10,46	-1,0	10,25	-1,1	0,9
	630	10,53	1,3	10,47	-0,8	10,22	-1,4	0,9
	800	10,57	1,6	10,46	-0,9	10,22	-1,4	0,9
	1000	10,56	1,5	10,42	-1,3	10,19	-1,7	0,9
	1250	10,56	1,5	10,39	-1,6	10,15	-2,1	1,3
	1600	10,57	1,6	10,39	-1,6	10,13	-2,3	1,3
	2000	10,57	1,7	10,40	-1,5	10,10	-2,6	1,3
	2500	10,56	1,5	10,41	-1,4	10,09	-2,1	1,8
	3150	---	---	---	---	---	---	---
	4000	---	---	---	---	---	---	---
	5000	---	---	---	---	---	---	---
	6300	---	---	---	---	---	---	---
	8000	---	---	---	---	---	---	---
	10000	---	---	---	---	---	---	---

Resposta em % normalizada em 160 Hz

	Frequência Nominal (Hz)	Sensibilidade Eixo X	Sensibilidade Eixo Y	Sensibilidade Eixo Z
mV/(m/s²)	80	10,42	10,61	10,41
	160	10,40	10,56	10,37
mV/gn	80	102,2	104,0	102,1
	160	102,0	103,6	101,7



Executante:

Doc. Conferido
14 / 03 / 2012

Página: 3/4

R. Gal. Humberto de A. C. Branco, 286 (antigo 210) – São Caetano do Sul – SP – CEP 09560-080 – Tel. (11) 4220-2600

TOTAL SAFETY
CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios da Total Safety

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBCS-11754-712

Linearidade - Teste dinâmico (Referência: 80 Hz) - Acelerômetro ACL (Eixo Z)

Aceleração de Referência (m/s²)	Aceleração Medida (m/s²)	Fundo de Escala	Erro (m/s²)	Erro (%)	Tolerância (± %)	Incerteza (%)
0,50	0,50	316	0,00	-0,2	---	1,9
1,00	0,99	316	-0,01	-0,7	---	1,2
2,00	1,98	316	-0,02	-0,9	---	1,0
3,00	2,97	316	-0,03	-1,0	---	1,0
4,00	3,96	316	-0,04	-1,0	---	0,9
5,00	4,94	316	-0,06	-1,2	---	0,9
10,00	9,88	316	-0,12	-1,2	---	0,9
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---

Natalia Valin
Signatária Autorizada

Doc. Conferido
14/03/2022

Data da emissão: 09/03/2022

Página: 4/4

R. Gal. Humberto de A. C. Branco, 286 (antigo 310) – São Caetano do Sul – SP – CEP 09560-380 – Tel: (11) 4220-2600

III - CROQUI



IV - CERTIFICADO E ESCOPO DE ACREDITAÇÃO



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro
Coordenação Geral de Acreditação

Signatário dos Acordos de Reconhecimento Mútuo da International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC), da Interamerican Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF).

Certificado de Acreditação

Acreditação nº CRL 1402

Acreditação Inicial: 18/02/2019

Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente
Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente Ltda - EPP
Rua David Rabelo, 210 – Jardim São José – Belo Horizonte – MG

A Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro – Cgcre concede acreditação ao Organismo de Avaliação da Conformidade acima identificado, no endereço citado, segundo os requisitos estabelecidos na ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017. Esta acreditação constitui a expressão formal do reconhecimento de sua competência para realizar atividades de ensaios, conforme Escopo de Acreditação.

Assinado de forma digital por
ALDONEY FREIRE COSTA:54879590720
Dados: 2019.02.20 08:20:21 -03'00'

Aldoney Freire Costa
Coordenador Geral de Acreditação Substituto

A situação atual da acreditação e seu escopo devem ser verificados no endereço eletrônico www.inmetro.gov.br/credenciamento/laboratorios/AcreditadosLista.asp

MOD-CGCRE-024 – Rev. 05 – Apr. NOV/16 – Pg. 01/01

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 – ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016	Folha: 1	Total de Folhas: 5

RAZÃO SOCIAL/DESIGNAÇÃO DO LABORATÓRIO

Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente Ltda – EPP/ Segma Segurança do Trabalho e Meio Ambiente

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1402	INSTALAÇÃO PERMANENTE

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS QUÍMICOS**	
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	Determinação de Material Particulado em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias - por gravimetria LQ: 3,04 mg	ABNT NBR 12019:1990
	Determinação de Dióxido e Trióxido de Enxofre e Nevoas de Ácido Sulfúrico em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias - por titulometria LQ SO_2: 3,76 mg SO_2 LQ SO_3: 0,94 mg SO_3	ABNT NBR 12021:2017
	Determinação de Óxido de Nitrogênio em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias - por colorimetria LQ: 9,63 µg NO_2	CETESB L – 9.229:1992
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS QUÍMICOS**	
AR INDOOR	Determinação da concentração de dióxido de carbono – Medição Direta. Faixa de Trabalho: 50 ppm a 5000 ppm	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 002
	Determinação da temperatura do ar - Medição Direta. Faixa de Trabalho: 10°C a 40°C	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 003
	Determinação da umidade do ar - Medição Direta. Faixa de Trabalho: 20% a 90%	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 003
	Determinação da velocidade do ar - Medição Direta. Faixa de Trabalho: 0,01 m/s a 10 m/s	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 003
	Determinação de concentração de aerodispersóides - Medição Direta. LQ: 0,1 µg/m^3	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 004

"Este Escopo cancela e substitui a revisão emitida anteriormente"

Em, 12/03/2020

FOR-CGCRE-003 – Rev. 11 – Apr. MAR/13 – Pg. 01/06

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 - ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016 | Folha: 2

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1402	INSTALAÇÃO PERMANENTE

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS BIOLÓGICOS**	
AR INDOOR (CONTINUAÇÃO)	Determinação de fungos no ar - quantitativa/contagem em placas LQ: 4,80 UFC/m³	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003 – NORMA TÉCNICA 001
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS QUIMICOS**	
GASES E POLUENTES DA ATMOSFERA	Determinação de Partículas Totais em Suspensão - PTS por gravimetria LQ: 1,61 mg	ABNT NBR 9547:1997
	Determinação de Partículas Inaláveis - PI por gravimetria LQ: 1,61 mg	ABNT NBR 9547:1997
MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO E CONTROLE	**ENSAIOS MECÂNICOS**	
COLETOR ISOCINÉTICO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS (CIPA)	Ensaio de gasômetro seco e placa de orifício. Faixa: 10 a 35 L/min	ABNT NBR 12020:1992 Item 5.1
	Ensaio de Pitot "S" isolado ou em conjunto com Sonda de Amostragem Faixa: 5 a 7,5 m/s	ABNT NBR 12020:1992 Item 5.2
	Ensaio de Boquilha Faixa: 4 a 17 mm	ABNT NBR 12020:1992 Item 5.4

Rua David Rabelo, 210 - Bairro Jardim São José - 30820-444 Belo Horizonte – MG
Telefax:. (0xx31) 3416-6565 – 34166511 e-mail: segma@segma.com.br

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 - ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016	Folha: 3

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1402	INSTALAÇÃO DE CLIENTE

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
MEIO AMBIENTE	**AMOSTRAGEM**	
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	Amostragem para determinação de Material Particulado em Efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias.	ABNT NBR 12019:1990
	Amostragem para determinação de dióxido de enxofre, trióxido de enxofre e névoas de ácido sulfúrico em efluentes gasosos de dutos e chaminés de fontes estacionárias.	ABNT NBR 12021:2017
	Amostragem para determinação de óxidos de nitrogênio em efluentes gasosos de dutos e chaminés de fontes estacionárias.	CETESB L9.229:1992
MEIO AMBIENTE	**AMOSTRAGEM**	
AR INTERIOR EM AMBIENTE CLIMATIZADO	Amostragem em Ambientes Climatizados Artificialmente e Ambientes Externos.	RESOLUÇÃO Nº 9 ANVISA: 2003
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS ACÚSTICOS, DE VIBRAÇÃO E CHOQUE**	
ÁREA HABITADAS; AMBIENTES INTERNOS E EXTERNOS	Medição de nível de pressão sonora (ruído) LQ: 30 dB	ABNT NBR 10151:2019
	Determinação de vibração contínua ambiental através da velocidade (pico) Faixa de velocidade: 0,13 a 130 mm/s	POP-MON-11
MEIO AMBIENTE	**ENSAIOS QUÍMICOS**	
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	Determinação de Monóxido de Carbono e Oxigênio em emissões de motores a gás, caldeiras, processos de aquecimento diversos, utilizando analisadores portáteis. O_2 – LQ: 0,1% CO – LQ: 1,0 ppm	EPA MÉTODO 003:2017
	ENSAIOS MECÂNICOS	
	Determinação da Velocidade e Vazão dos Gases em Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias Faixa de velocidade: 3 a 30 m/s	ABNT NBR 11966:1989
	AMOSTRAGEM	
	Amostragem e Determinação de Umidade de Efluentes Gasosos em Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias. Faixa: 0 a 50 %	ABNT NBR 11967:1989

Rua David Rabelo, 210 - Bairro Jardim São José - 30820-444 Belo Horizonte – MG
Telefax:. (0xx31) 3416-6565 – 34166511 e-mail: segma@segma.com.br

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 - ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016 | Folha: 4

ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO
CRL 1402	INSTALAÇÃO DE CLIENTE

ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS (CONTINUAÇÃO)	Amostragem e Determinação da Massa Molecular Seca em Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias. Faixa: 28 a 32 g/gmol	CETESB L9.223:1992 EPA MÉTODO 003:2017
	Amostragem para Determinação de Ácido Fluorídrico e Fluoretos em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	CETESB L-9. 213:1995
	Amostragem para Determinação de Dioxinas e Furanos em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	EPA MÉTODO 0023A:1995
	Amostragem para Determinação de Compostos Orgânicos Semi-voláteis em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	CETESB L-9. 232:1990
	Amostragem para Determinação de Compostos Orgânicos totais através de Cromatografia Gasosa FID	EPA MÉTODO OTM-025A:1999
	Amostragem para Determinação de Metais (Alumínio, Bário, Berílo, Estanho, Titânio, Bismuto, Boro, Cádmio, Cálcio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo, Estrôncio, Ferro, Fósforo, Lítio, Magnésio, Manganês, Molibdênio, Níquel, Potássio, Prata, Sódio, Tálio, Vanádio, Zinco, Arsênio, Selênio, Antimônio, Mercúrio, Paládio, Platina, Telúrio, Silício, Urânio, Enxofre e Zircônio) em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	EPA MÉTODO 29:2017
	Amostragem para Determinação de Cianetos em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	Carb Método 426:1987
	Amostragem para Determinação de Ácido Clorídrico e Cloro Livre em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias	CETESB L-9. 231:1994
	Amostragem para Determinação de Compostos Orgânicos Voláteis em efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias -.	EPA MÉTODO 0030:1986 e EPA MÉTODO 0031:1996
MEIO AMBIENTE	**AMOSTRAGEM**	
GASES E POLUENTES DA ATMOSFERA	Amostragem para Determinação de concentração total de material particulado em suspensão no ar ambiente pelo método do Amostrador de Grande Volume – PTS.	ABNT NBR 9547:1997
	Amostragem para Determinação da Concentração de Partículas Inaláveis em suspensão no ar ambiente pelo método do Amostrador de Grande Volume acoplado a um separador inercial de partículas – PI.	ABNT NBR 13412:1995

Rua David Rabelo, 210 - Bairro Jardim São José - 30820-444 Belo Horizonte – MG
Telefax:. (0xx31) 3416-6565 – 34166511 e-mail: segma@segma.com.br

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 - ENSAIO

Norma de Origem: NIT-DICLA-016	Folha: 5

Rua David Rabelo, 210 - Bairro Jardim São José - 30820-444 Belo Horizonte – MG
Telefax:. (0xx31) 3416-6565 – 34166511 e-mail: segma@segma.com.br

V - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

Página 1/2

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20231899568

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

1. Responsável Técnico

RODRIGO KASBERGEN SILVA
Título profissional: ENGENHEIRO MECÂNICO, ENGENHEIRO DE SEGURANÇA DO TRABALHO
RNP: 1401966225
Registro: 0400000080559MG

Empresa contratada: SEGMA ENGENHARIA DE SEGURANCA DO TRABALHO E MEIO AMBIENTE
Registro Nacional: 72736-MG

2. Dados do Contrato

Contratante: TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA
CPF/CNPJ: 21.024.830/0001-29
RUA PARAÍBA
Nº: 1352
Complemento: 6º ANDAR - SALA 607
Bairro: SAVASSI
Cidade: BELO HORIZONTE
UF: MG
CEP: 30130148

Contrato: 23125 REV01
Celebrado em: 22/02/2023
Valor: R$ 12.560,00
Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado
Ação Institucional: Outros

3. Dados da Obra/Serviço

RUA PARAÍBA
Nº: 1352
Complemento: 6º ANDAR - SALA 607
Bairro: SAVASSI
Cidade: BELO HORIZONTE
UF: MG
CEP: 30130148
Data de Início: 06/03/2023
Previsão de término: 31/12/2023
Coordenadas Geográficas: 0, 0
Finalidade: AMBIENTAL
Código: Não Especificado
Proprietário: TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA
CPF/CNPJ: 21.024.830/0001-29

4. Atividade Técnica

16 - Execução	Quantidade	Unidade
70 - Monitoramento > MEIO AMBIENTE > CONTROLE E MONITORAMENTO AMBIENTAL > #7.1.2 - DE MONITORAMENTO AMBIENTAL	1,00	d

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

MONITORAMENTO AMBIENTAL DE RUÍDOS E VIBRAÇÕES

6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

- A Resolução nº 1.094/17 instituiu o Livro de Ordem de obras e serviços que será obrigatório para a emissão de Certidão de Acervo Técnico - CAT aos responsáveis pela execução e fiscalização de obras iniciadas a partir de 1º de janeiro de 2018. (Res. 1.094, Confea)

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: https://www.crea-mg.org.br/transparencia/lgpd/politica-privacidade-dados. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

7. Entidade de Classe

ABEMEC - Associação de Engenharia Mecânica e Industrial de Minas Gerais

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

RODRIGO KASBERGEN SILVA - CPF: 024.435.576-26

Local _____ de _____ de _____
data

TRUST GESTÃO E SUSTENTABILIDADE LTDA - CNPJ: 21.024.830/0001-29

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: https://crea-mg.sitac.com.br/publico/, com a chave: ZC1TT
Impresso em: 10/03/2023 às 13:27:00 por : ip: 200.25.56.78

www.crea-mg.org.br
Tel: 031 2732
atendimento@crea-mg.org.br
Fax:

CREA-MG

Página 2/2

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20231899568

INICIAL

Valor da ART: **R$ 96,62** Registrada em: **09/03/2023** Valor pago: **R$ 96,62** Nosso Número: **8601050155**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: https://crea-mg.sitac.com.br/publico/, com a chave: ZC177
Impresso em: 10/03/2023 às 13:27:01 por : , ip: 200.25.56.76

www.crea-mg.org.br Tel: 031 2732 atendimento@crea-mg.org.br Fax:

CREA-MG

ANEXO 4 – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA DE PERCEPÇÃO COM INSTITUIÇÕES DA AER

Código da pergunta	Descrição da pergunta	Tipo	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4	Valor 5
S0	**Informações sobre a entrevista**						
S0_P1	Entrevista realizada por:	Seleção única	Giulia	Vitória			
S0_P2	Data:	Texto					
S1.1	**Informações sobre a pessoa entrevistada**						
S1.1_P1A	Nome da pessoa entrevistada:	Texto					
S1.1_P1B	Cargo ou função na instituição:	Texto					
S1.1_P1CA	Contato (Telefone):	Texto					
S1.1_P1CB	Contato (e-mail):	Texto					
S1.2	Informações sobre a instituição:						
S1.2_P1	Nome da instituição:	Texto					
S1.2_P2	Tipo:	Seleção única	Sociedade Civil/Movimentos Sociais	Associações/Sindicatos	Poder Público		
S1.3	Quais são as principais ações desenvolvidas por esta instituição? Comente aspectos relevantes, para que possamos conhecer um pouco mais sobre sua atuação na região (Anotar sobre histórico, estrutura organizacional , lugares onde atua, parcerias, relação com a comunidade, carências, potencialidades, destaques pertinentes ao contexto dessa pesquisa. Além disso, observar pontos específicos por tema/área de atuação)	Texto					
S2.1	Como você define a atual situação econômica e social do município? (abordagem sobre as principais atividades econômicas, aspéctos ligados a educação, saúde, lazer, cultura, saneamento, etc. Contextualizar a análise com fase no contexto de atuação da instituição)	Texto					
S2.2	Quais são as perspectivas econômicas e sociais para um futuro próximo? (Potencialidades da região, vocação, áreas e setores em que o município/instituição está investindo ou para os quais está orientando o seu desenvolvimento)	Texto					
S2.3	Quais são os pontos fortes e fracos em relação a infraestrutura do município/área de atuação da instituição (em relação ao tema trabalhado pela instituição)	Texto					
S2.3A	Principais qualidades (pontos fortes)	Texto					
S2.3B	Principais carências (pontos fracos)	Texto					
S2.4	No que se refere a área de atuação dessa instituição, quais as principais demandas feitas pela população local? (Maiores necessidades sociais, demandadas pela população do município)	Texto					
S3	**Percepção Ambiental**						
S3.1	Quais são os problemas ambientais mais importantes no município?	Texto					
S3.2	No que diz respeito à gravidade dos problemas ambientais, como você classifica a gravidade de cada um	Seleção única	1 - Muito Grave	2 - Grave	3 - Pouco Grave	4 - Sem Gravidade	
S3.3	Identifique as causas ou agentes responsáveis pelos problemas ambientais citados	Texto					
S3.4	Você conhece alguma ação em desenvolvimento para resolver ou minimizar estes problemas ambientais citados?	Seleção única	Sim	Não			
S3.5	Cite ações e responsáveis para minimizar os problemas citados	Texto					
S3.6_P1	Você conhece algum trabalho de EDUCAÇÃO AMBIENTAL que já tenha sido desenvolvido aqui na região?	Seleção única	Sim	Não			
S3.6_P2	Se sim, você sabe dizer que tipo de trabalho já foi ou está sendo feito?						
S3.6_P3	Você sabe dizer que instituição é responsável por estes trabalhos de educação ambiental?						
S4	**Percepções sobre responsabilidade social e desenvolvimento sustentável**						
S4.1_P1	Você conhece algum trabalho de RESPONSABILIDADE SOCIAL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL que já tenha sido desenvolvido ou que esteja em desenvolvimento na região?	Seleção única	Sim	Não			
S4.1_P2	Se sim, você sabe dizer qual tipo de trabalho foi feito ou está sendo feito?	Texto					
S4.1_P3	Você sabe dizer que instituição é responsável por estes trabalhos de responsabilidade social?	Texto					
S5	**Percepção sobre a Nexa**						
S5.1_P1	Como você avalia a existência de uma unidade Nexa no município de Três Marias?	Seleção única	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
S5.1_P2	Justificativa para a avaliação:	Texto					
S5.3	Cite as principais consequências POSITIVAS que a Nexa, incluindo toda a planta industrial, traz para a região:	Texto					
S5.4	Cite as principais consequências NEGATIVAS que a Nexa, incluindo toda a planta industrial, traz para a região:	Texto					
S6	**Percepção sobre o Projeto de Disposição a Seco do Resíduo Industrial**						
S6.1_P1	(Apresentar o material complementar) Como você avalia a intenção da empresa em construir a nova pilha de material, conforme material gráfico e projeto apresentado?	Seleção única	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
S6.1_P2	Justificativa para a avaliação:	Texto					
S6.2	Estas imagens mostram a situação ATUAL e uma simulação de como o Projeto de Disposição a Seco de Resíduo Industrial deve aparecer em alguns pontos da região, no FUTURO. O material apresentado te ajudou a compreender sobre o que se trata o projeto?	Seleção única	Sim	Não			
S6.3A	Com base nas informações apresentadas e no seu conhecimento sobre o Projeto de Disposição á Seco do Resíduo Industrial, comente sobre os possíveis impactos (POSITIVOS) que o empreendimento pode apresentar para a sua instituição ou área de atuação	Texto					
S6.3B	Com base nas informações apresentadas e no seu conhecimento sobre o Projeto de Disposição á Seco do Resíduo Industrial, comente sobre os possíveis impactos (NEGATIVOS) que o empreendimento pode apresentar para a sua instituição ou área de atuação	Texto					

ANEXO 5 - MATERIAL COMPLEMENTAR DA PESQUISA DE PERCEPÇÃO

PESQUISA DE PERCEPÇÃO

Projeto Disposição à Seco de Resíduos Industriais - Unidade Três Marias

Mensagem Chave:

"A Nexa está buscando alternativas tecnológicas para a disposição dos resíduos industriais, de forma a substituir o uso de barragens. Um dos projetos é a Disposição à Seco dos Resíduos. De forma resumida, o projeto implanta processos industriais de filtragem do resíduo para a retirada de água e, posteriormente, adição de cimento e cal, de modo que o resíduo possa ser colocado a seco em uma pilha, eliminando assim a necessidade do uso de barragens. É sobre a proposta de implantação dessa pilha que gostaríamos de realizar algumas perguntas."

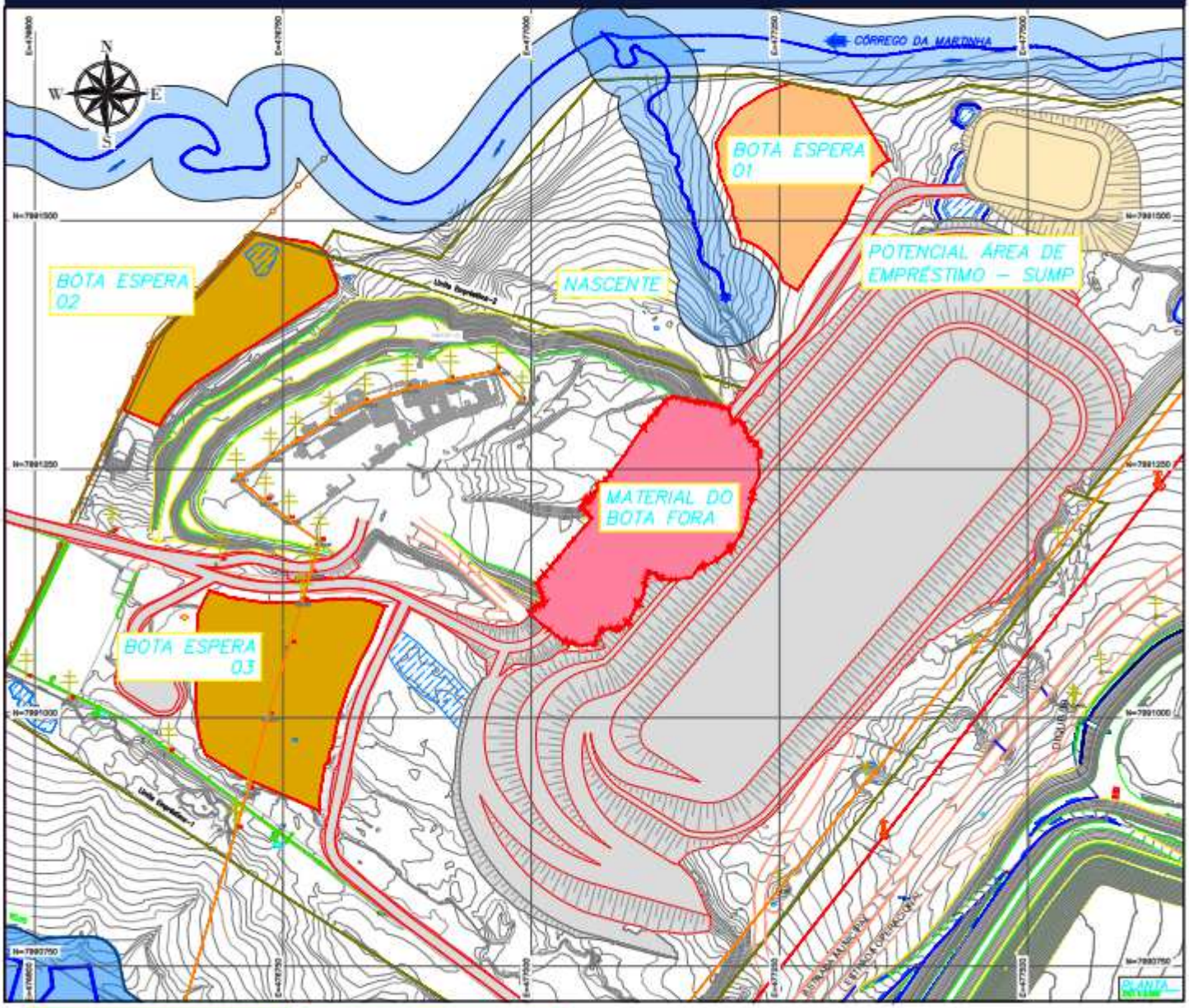
Aviso legal:

"Os dados coletados nesta pesquisa serão utilizados apenas para compor os estudos ambientais do processo de licenciamento do Projeto de Disposição à seco de Resíduos Industriais da unidade da Nexa em Três Marias, em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados - LGPD, consoante ao artigo 5° inciso XII da lei 13.709."

Ainda conforme LGPD, a pessoa entrevistada pode a qualquer tempo de solicitar a cópia ou exclusão dos dados fornecidos à Nexa e Trust, caso tenha interesse.

ID	Lista de Participação na Pesquisa - Nome	Telefone	Data

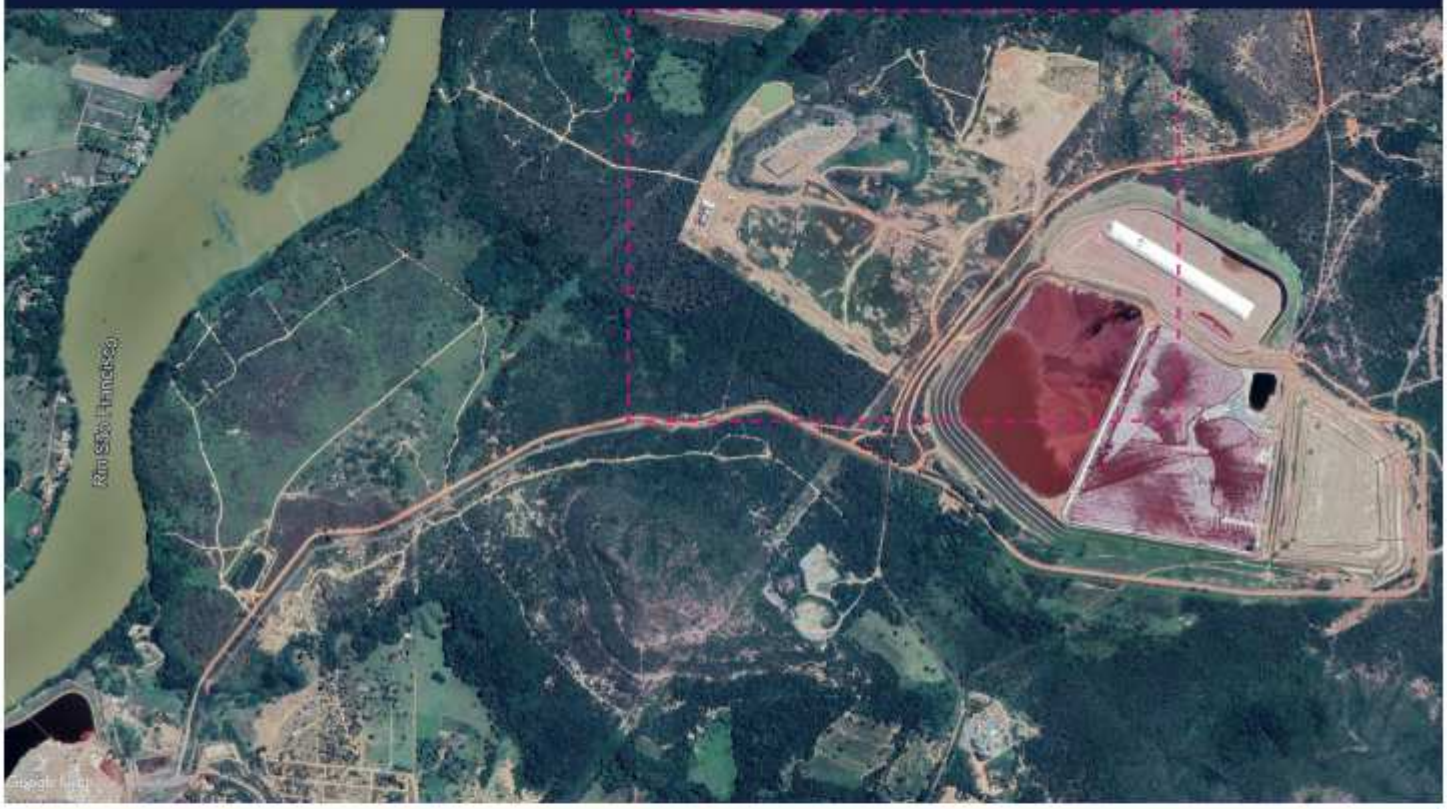
PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO PROJETO



PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DE DISPOSIÇÃO À SECO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS:

- Implantação da pilha em etapas, com vida útil estimada em oito anos e meio;
- Previsão de contratação de pessoal para obras de implantação do projeto;
- A área de implantação do projeto contará com impermeabilização do solo, para evitar contaminação do solo e da água;
- Toda operação contida na propriedade da Nexa, incluindo a circulação de caminhões e equipamentos pesados;
- O empilhamento dos resíduos contempla tecnologias desenvolvidas para substituir as barragens;
- Implantação de programas de monitoramento e controle ambiental. Citam-se como exemplos: o Programa de recuperação de áreas degradadas (revegetação das áreas de empréstimo, por exemplo), programa de monitoramento da qualidade das águas, programa de gestão ambiental das obras, programa de controle de processos erosivos e disciplinamento das águas pluviais.

VISTA ATUAL - (Vista Aérea)



SIMULAÇÃO APÓS IMPLANTAÇÃO - (Vista Aérea)



VISTA ATUAL



SIMULAÇÃO APÓS IMPLANTAÇÃO



VISTA ATUAL - (Margem do rio São Francisco, na Vila dos Albanos)



SIMULAÇÃO APÓS IMPLANTAÇÃO - (Margem do rio São Francisco, na Vila dos Albanos)



VISTA ATUAL - (Estrada de acesso à Aldeia do Dourado)



SIMULAÇÃO APÓS IMPLANTAÇÃO - (Estrada de acesso à Aldeia do Dourado)



ANEXO 6 – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA DE PERCEPÇÃO COM INSTITUIÇÕES DA AEL

Código da pergunta	Descrição da pergunta	Tipo	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4	Valor 5	Valor 6	Valor 7	Valor 8	Valor 9	Valor 10
01	Informações sobre a entrevista											
01_P1	Você concorda em fornecer seus dados nara esta pesquisa?	Seleção única	Sim	Não								
01_P2	Status da Entrevista	Seleção única	Realizada	Recusa	Inaceesível							
01_P2A	Observações sobre status da entrevista (informar motivo em caso de recusa ou situações adversas)	Texto										
01_P3	ID da entrevista	Texto										
01_P4	Data da entrevista	Texto										
01_P5	Pesquisa realizada aor	Seleção única	Ela	Christina	Laiz	Cara	Giulia	Vitória				
01_P6	Localidade Nairro	Texto										
02	Perfil da pessoa entrevistada											
02_P1	Nome da pessoa entrevistada	Texto										
02_P2	Gênero	Seleção única	Mulher	Homem	Não binário	Não declarado						
02_P3	Com qual cor ou raça você se declara?	Seleção única	Preta	Branca	Parda	Amarela	Indígena	NR/NS				
02_P4	Idade	Texto										
02_P5	Escolaridade	Seleção única	Não estudou/analfabeto (a)	Fundamental incompleto – séries iniciais	Fundamental completo	Ensino médio incompleto	Ensino médio completo	Ensino técnico profissionalizante (nível médio)	Superior incompleto	Superior completo	Pós-graduação(especialização, mestrado, doutorado)	NR/NS/NA
02_P6	Qual sua atual ocupação profissional?	Texto										
02_P6A	Área de atuação profissional (Pesquisador, preencher conforme resposta da pergunta 14)	Lista de dados	Agricultura / Pecuária / Silvicultura	Comércio	Serviço Público	Turismo	Pesca profissional	Indústria	Prestação de serviços	Ensino / Pesquisa	NR/NS/NA	Outro
02_P6B	Outro	Texto										
02_P7	Contando com você, quantas pessoas fazem parte do seu núcleo familiar?	Texto										
02_P8	Qual a faixa de renda do seu núcleo familiar?	Seleção única	Não informou	Até meio salário mínimo	Entre um e dois salários mí-nimos (R$1.212,00 a R$2.424,00)	Entre 2 e 4 salários mínimos (R$2.424,00 a R$4.847,00)	Entre 4 e 6 salários mínimos (R$4.848,00 a R$7.271,00)	Entre 6 e 10 salários mínimos (R$ 12.120,00 a R$18.119,00)	Acima de 15 salários mínimos (Acima de R$18.120,00)	NR/NS/NA		
02_P9	Você participa de grupos sociais? Se sim, quais? (PESQUISADOR: Pode marcar mais de uma opção como resposta)	Lista de dados	Não participa	Política	Cooperativa	Sindicato	ONG	Grupo cultural	Programa Social	Religião	Associações	Outros
03	Percepção sobre a atual situação											
03_P1A	O que você GOSTA no lugar onde mora?	Texto										
03_P1B	O que você NÃO GOSTA no lugar onde mora?	Texto										
03_P2	Quais os principais PROBLEMAS que afetam a localidade de modo geral? (Cite no máximo 3 problemas)	Texto										
03_P2A	Quais os principais PROBLEMAS relacionados à Nesa?	Texto										
03_P2B	Quais os principais PROBLEMAS relacionados à infraestrutura e serviços da cidade?	Texto										
03_P3	Considerando a infraestrutura e Serviços Públicos do município, avalie cada item citado de acordo com a escala											
03_P3_1	Educação	Seleção única	Muito ruim	Ruim	Neutro	Bom	Muito bom					
03_P3_2	Saúde	Seleção única	Muito ruim	Ruim	Neutro	Bom	Muito bom					
03_P3_3	Segurança	Seleção única	Muito ruim	Ruim	Neutro	Bom	Muito bom					
03_P3_4	Assistência social pela prefeitura	Seleção única	Muito ruim	Ruim	Neutro	Bom	Muito bom					
03_P3_5	Condição das vias e estradas	Seleção única	Muito ruim	Ruim	Neutro	Bom	Muito bom					
03_P3_6	Transporte público	Seleção única	Muito ruim	Ruim	Neutro	Bom	Muito bom					
03_P3_7	Comunicação - Qualidade do sinal das operadoras de telefonia	Seleção única	Muito ruim	Ruim	Neutro	Bom	Muito bom					
03_P3_8	Comunicação - Acesso à internet	Seleção única	Muito ruim	Ruim	Neutro	Bom	Muito bom					
03_P3_9	Abastecimento de água	Seleção única	Muito ruim	Ruim	Neutro	Bom	Muito bom					
03_P3_10	Qualidade da água distribuída	Seleção única	Muito ruim	Ruim	Neutro	Bom	Muito bom					
03_P3_11	Esgoto	Seleção única	Muito ruim	Ruim	Neutro	Bom	Muito bom					
03_P3_12	Energia elétrica	Seleção única	Muito ruim	Ruim	Neutro	Bom	Muito bom					
03_P3_13	Coleta de lixo	Seleção única	Muito ruim	Ruim	Neutro	Bom	Muito bom					
03_P3_14	Equipamentos públicos de lazer e cultura	Seleção única	Muito ruim	Ruim	Neutro	Bom	Muito bom					
04	Percepção sobre a Nesa											
04_P1	A renovação da emissora Nesa no município, você costuma ou já ouviu falar sobre a emissora Nesa?	Seleção única	Sim	Não								
04_P2	Como você avalia a existência da Nesa no município?	Seleção única	Muito ruim	Ruim	Neutro	Bom	Muito bom	NR/NS/NA				
04_P2A	Dúvidas/sugestões sobre a presença da Nesa na região caso haja.	Texto										
04_P2B	Dúvidas/sugestões sobre a presença da Nesa na região caso haja.	Texto										
04_P3	Qual o nível de importância da Nesa para a região?	Seleção única	Não Importante	Pouco Importante	Neutro	Importante	Muito Importante	NR/NS/NA				
04_P3A	Justifique sua resposta.	Texto										
04_P4A	Você possui conhecimento sobre as ações sociais da Nesa na região? ISM ou NAS.	Seleção única	Sim	Não								
04_P4B	Caso sim, quais?	Texto										
04_P5	Quantas pessoas do seu convívio próximo, incluindo familiares e amigos, trabalham na unidade da Nesa?	Texto										
04_P6	Como você avalia a intenção da Nesa em ecoandir as atividades industriais na região?	Seleção única	Muito ruim	Ruim	Neutro	Bom	Muito bom	NR/NS/NA				
04_P6A	Dúvidas/sugestões sobre a intenção da Nesa em ecoandir as atividades industriais na região caso haja.	Texto										
04_P6B	Dúvidas/sugestões sobre a presença da Nesa em ecoandir as atividades industriais na região caso haja.	Texto										
05	Percepção do sobre o processo Industrial											
05_P1	Você conhece ou já ouviu falar sobre o Projeto Disposição a Seco do Resíduo Industrial (Projeto Cimentação) da empresa Nesa?	Seleção única	Sim	Não								
05_P2	(PESQUISADOR: Apresentar o material complementar e explicar o projeto para o entrevistado, na sequência anote as percepções neutricas e negativas de forma cronológica)	-										
05_P2A	O material apresentado foi suficiente nara que você conhece o projeto?	Seleção única	Sim	Não	Parcialmente							
05_P3	Como você avalia esse projeto?	Seleção única	Muito ruim	Ruim	Neutro	Bom	Muito bom	NR/NS/NA				
05_P3A	Dúvidas/sugestões sobre o Projeto Dimosição a Seco do Resíduo Industrial	Texto										
05_P3B	Dúvidas/sugestões sobre o Projeto Dimosição a Seco do Resíduo Industrial	Texto										
12_P4	Comentários adicionais	Texto										