



**MultiGeo**

**MultiGeo RT22LA007**



**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL  
PILHA DE REJEITO DESAGUADO – PDR-1**

**TAPIRA/MG**

*Mosaic Fertilizantes P&K Ltda.*

*Março/2023*



## APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o Estudo de Impacto Ambiental elaborado pela equipe técnica da MultiGeo – Mineração, Geologia e Meio Ambiente Ltda. para a Mosaic Fertilizantes P&K Ltda., com o objetivo de instruir o processo de licenciamento ambiental (LP+LI+LO) do depósito Pilha de Rejeito Desaguado – PDR-1, necessário à continuidade da atual produção no Complexo de Mineração de Tapira – CMT, localizado em Tapira/MG.

O documento compreende a caracterização do empreendimento, o diagnóstico ambiental, a identificação e avaliação dos impactos, e a proposição de medidas mitigadoras.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>DADOS CADASTRAIS .....</b>	<b>20</b>
1.1	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	20
1.2	RESPONSÁVEIS PELA ELABORAÇÃO DO EIA	20
<b>2</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>21</b>
2.1	HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO	21
2.2	LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E ACESSOS	22
2.3	SITUAÇÃO LEGAL DO EMPREENDIMENTO	24
2.3.1	Direitos Minerários	24
2.3.2	Licenças Ambientais	24
<b>3</b>	<b>LEGISLAÇÃO .....</b>	<b>27</b>
3.1	LEGISLAÇÃO INCIDENTE	27
3.1.1	Legislação Federal	27
3.1.2	Legislação Estadual	30
3.1.3	Legislação Municipal	33
<b>4</b>	<b>ESTUDO DE ALTERNATIVAS .....</b>	<b>34</b>
4.1	ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS	34
4.1.1	Características do rejeito	34
4.1.2	Ensaio realizado para disposição dos rejeitos	40
4.1.3	Análise das alternativas	48
4.2	ALTERNATIVAS LOCACIONAIS	50
4.2.1	Critérios Locacionais	51
4.2.2	Opções Analisadas	55
4.2.3	Pontuação das Alternativas	58
4.3	ALTERNATIVA ZERO	59
<b>5</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....</b>	<b>60</b>
5.1	OPERAÇÕES DO CMT	62
5.1.1	Lavra	62
5.1.2	Disposição de Estéril do CMT	64
5.1.3	Beneficiamento de Minério	65
5.1.4	Disposição de Rejeitos e Captação de Água	70
5.2	PILHA DE REJEITO DESAGUADO – OBJETO DESTA LICENCIAMENTO	71
5.2.1	Aspectos Construtivos	73
5.2.2	Investigações Geológico-geotécnicas	75
5.2.3	Análise de Estabilidade	78
5.2.4	Drenagem Superficial	91
5.2.5	Drenagem Interna	92
5.2.6	Monitoramento da Estrutura	95
5.2.7	Infraestrutura	97

---

5.2.8	Operação	99
<b>6</b>	<b>DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....</b>	<b>103</b>
6.1	ÁREAS DE INFLUÊNCIA	103
6.2	MEIO FÍSICO	104
6.2.1	Delimitação das áreas de influência do meio físico	104
6.2.2	Climatologia	105
6.2.3	Geologia	113
6.2.4	Geomorfologia	119
6.2.5	Pedologia	124
6.2.6	Suscetibilidade a Processos Erosivos	130
6.2.7	Espeleologia	138
6.2.8	Hidrogeologia	140
6.2.9	Hidrografia	152
6.2.10	Qualidade das águas superficiais	164
6.2.11	Qualidade das águas subterrâneas	171
6.2.12	Qualidade do ar	183
6.2.13	Ruídos	187
6.2.14	Vibrações	194
6.2.15	Áreas Contaminadas	197
6.3	MEIO BIÓTICO	209
6.3.1	Delimitação das áreas de influência	209
6.3.2	Flora	210
6.3.3	Fauna	261
6.4	MEIO SOCIOECONÔMICO	331
6.4.1	Delimitação das áreas de influência	331
6.4.2	Fontes de Informação	332
6.4.3	Caracterização Regional	333
6.4.4	Uso e Ocupação do Solo	333
6.4.5	Dinâmica Demográfica	336
6.4.6	Desenvolvimento Humano	339
6.4.7	Atividades Econômicas	340
6.4.8	Indicadores de Produto Interno Bruto – PIB	341
6.4.9	Habitacões	343
6.4.10	Saneamento Básico	344
6.4.11	Educação	345
6.4.12	Saúde	346
6.4.13	Lazer, Turismo e Cultura	347
6.4.14	Infraestrutura Regional	348
6.4.15	Abastecimento de Água e Energia Elétrica	350
6.4.16	Comunicações	352
6.4.17	Comunidades do Entorno	352
6.4.18	Patrimônio Histórico e Cultural	357
<b>7</b>	<b>ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....</b>	<b>363</b>
7.1	IMPACTOS SOBRE O MEIO FÍSICO	365
7.1.1	Aumento da Carga de Poluentes nas Águas Superficiais	365
7.1.2	Aumento das Taxas de Erosão	366

---

7.1.3	<i>Alteração das Características do Solo</i>	366
7.1.4	<i>Aumento da Carga de Poluentes no Ar</i>	367
7.1.5	<i>Aumento dos Níveis de Ruído</i>	367
7.1.6	<i>Alterações na dinâmica e fluxo das águas</i>	368
7.2	<b>IMPACTOS SOBRE O MEIO BIÓTICO</b>	369
7.2.1	<i>Redução de Áreas de Vegetação Nativa</i>	369
7.2.2	<i>Diminuição de Indivíduos Ameaçados de Extinção/imunes de corte da Flora</i>	369
7.2.3	<i>Intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APP)</i>	370
7.2.4	<i>Perda de Indivíduos da fauna terrestre</i>	370
7.2.5	<i>Perturbação da Fauna de Áreas Adjacentes</i>	371
7.3	<b>IMPACTOS SOBRE O MEIO SOCIOECONÔMICO</b>	372
7.3.1	<i>Alteração visual da paisagem</i>	372
7.3.2	<i>Geração e manutenção de empregos e receitas</i>	372
7.4	<b>QUADRO SÍNTESE DOS IMPACTOS</b>	374
7.5	<b>ANÁLISE INTEGRADA DOS IMPACTOS</b>	376
<b>8</b>	<b>MEDIDAS MITIGADORAS.....</b>	<b>377</b>
8.1	<b>PROGRAMA DE GESTÃO AMBIENTAL DO EMPREENDIMENTO</b>	377
8.1.1	<i>Manutenção Preventiva de Veículos e Equipamentos</i>	377
8.1.2	<i>Limitação da velocidade dos veículos</i>	378
8.1.3	<i>Umectação de vias de circulação</i>	378
8.1.4	<i>Gestão de Resíduos Sólidos</i>	378
8.1.5	<i>Sistema de drenagem de águas pluviais e bacias de decantação provisórias</i>	378
8.1.6	<i>Plano de Recuperação de Áreas Degradadas</i>	379
8.2	<b>PROGRAMA DE COMPENSAÇÃO FLORESTAL</b>	379
8.3	<b>PROGRAMA DE AFUGENTAMENTO E RESGATE DE FAUNA SILVESTRE</b>	380
8.4	<b>PROGRAMA DE PERFORMANCE SOCIAL</b>	380
8.5	<b>PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CIDADANIA – PEAC</b>	381
8.6	<b>PROGRAMA DE RESGATE DE FLORA</b>	381
8.7	<b>PROGRAMA DE SUPRESSÃO DA VEGETAÇÃO</b>	382
8.8	<b>PROGRAMA DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO</b>	383
<b>9</b>	<b>PROGRAMAS DE MONITORAMENTO .....</b>	<b>384</b>
9.1	<b>PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DE RUÍDOS</b>	384
9.2	<b>PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS</b>	384
9.3	<b>PROGRAMA DE MONITORAMENTO GEOTÉCNICO</b>	385
9.4	<b>PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE FAUNA</b>	386
9.5	<b>PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA VEGETAÇÃO</b>	386
<b>10</b>	<b>PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS - PRAD.....</b>	<b>388</b>
10.1	<b>REAFEIÇOAMENTO FÍSICO</b>	389

---

10.2 DRENAGEM	389
10.3 REVEGETAÇÃO	389
10.3.1 Taludes	390
10.3.2 Manutenção das áreas recuperadas	390
<b>11 PROGNÓSTICO AMBIENTAL.....</b>	<b>392</b>
<b>12 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>393</b>
<b>13 RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....</b>	<b>394</b>
<b>14 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>396</b>

## **ANEXOS**

**ANEXO A – ESTUDO DE ALTERNATIVAS**

**ANEXO B – PROJETO DO DEPÓSITO PILHA DE REJEITO DESAGUADO (PDR-1)**

**ANEXO C – ESPELEOLOGIA**

**ANEXO D – HIDROGEOLOGIA E MAPEAMENTO DE NASCENTES**

**ANEXO E – QUALIDADE DAS ÁGUAS**

**ANEXO F – QUALIDADE DO AR**

**ANEXO G – RUÍDOS**

**ANEXO H – VIBRAÇÕES**

**ANEXO I – MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO**

**ANEXO J – PLANILHAS DE CAMPO INVENTÁRIO FLORESTAL**

**ANEXO K – FAUNA – DADOS SECUNDÁRIOS**

**ANEXO L – ARQUEOLOGIA**

**ANEXO M – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)**

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Processos ANM que compõem o CMT.....	24
Quadro 2.2 – Resumo das licenças ambientais e outorgas do CMT. ....	25
Quadro 4.1 – Granulometria, retido simples e porcentagem de sólidos do rejeito grosso do CMT.....	36
Quadro 4.2 – Faixa de trabalho médio do rejeito do circuito grosso.....	36
Quadro 4.3 – Granulometria e porcentagem de sólidos do rejeito granulado de CMT.....	36
Quadro 4.4 – Faixa de trabalho médio do rejeito granulado.....	37
Quadro 4.5 – Granulometria e porcentagem de sólidos do rejeito fino do CMT.....	38
Quadro 4.6 – Faixa de trabalho médio do rejeito fino.....	38
Quadro 4.7 – Faixa de trabalho média do rejeito consolidado do circuito convencional de CMT.....	39
Quadro 4.8 – Análise química das amostras do teste de bancada.....	43
Quadro 4.9 – Análise granulométrica das amostras.....	43
Quadro 4.10 – Simulação para alternativas de adensamento de rejeito.....	50
Quadro 4.11 – Principais características das alternativas consideradas.....	57
Quadro 4.12 – Pontuação das alternativas para deposição de rejeito desaguado.....	59
Quadro 5.1 – Especificação química do concentrado.....	69
Quadro 5.2 – Projeção do volume (t) de rejeitos a ser gerado até 2057.....	71
Quadro 5.3 – Principais características do depósito PDR-1.....	74
Quadro 5.4 – Informações das sondagens executadas na região de fundação do PDR-1.....	77
Quadro 5.5 – Parâmetros de resistência dos rejeitos adotados nas análises de estabilidade.....	80
Quadro 5.6 – Resumo dos fatores de segurança obtidos nas análises de estabilidade.....	81
Quadro 5.7 – Características geométricas dos drenos de fundo do PDR-1.....	94
Quadro 5.8 – Vazão nominal de projeto para os drenos de fundo do PDR-1.....	94
Quadro 5.9 – Instrumentos de monitoramento.....	95
Quadro 5.10 – Cronograma de disposição de rejeitos nas baias.....	100
Quadro 5.11 – Resumo dos fatores de segurança obtidos nas análises de estabilidade.....	102
Quadro 6.1 – Médias mensais da radiação solar acumulada - janeiro de 2018 a março de 2022.....	108
Quadro 6.2 – Balanço hídrico mensal da estação meteorológica de Araxá (1981-2010).....	110
Quadro 6.3 – Grau de Erodibilidade por tipo pedológico.....	131
Quadro 6.4 – Grau de declividade do terreno.....	132
Quadro 6.5 – Definição das classes de suscetibilidade à erosão laminar.....	132
Quadro 6.6 – Grau de ação erosiva por tipo de uso do solo.....	135
Quadro 6.7 – Potencial à erosão laminar.....	135
Quadro 6.8 – Valores de recarga obtidos na etapa de calibração em permanente do modelo.....	143
Quadro 6.9 – Esquema da potamografia na área do PDR-1.....	158
Quadro 6.10 – Localização dos pontos de nascentes registradas.....	160
Quadro 6.11 – Localização dos pontos de monitoramento de água superficial.....	164

---

Quadro 6.12 – Parâmetros analisados para água superficial.....	166
Quadro 6.13 – Resultados obtidos para os Pontos 172, 219 e 261 nas campanhas semestrais de 2020 a 2022. ....	168
Quadro 6.14 – Coordenadas dos pontos de amostragem de água subterrânea.....	171
Quadro 6.15 – Parâmetros analisados para água subterrânea.....	173
Quadro 6.16 – Resultados obtidos para os Pontos 53 e 278 nas campanhas semestrais de 2020 a 2022. ....	175
Quadro 6.17 – Resultados obtidos para os Pontos 279 e 280 nas campanhas semestrais de 2020 a 2022. ....	178
Quadro 6.18 – Coordenadas dos pontos de monitoramento de qualidade do ar.....	184
Quadro 6.19 – Resultados obtidos no monitoramento da qualidade do ar.....	186
Quadro 6.20 – Limites de níveis de pressão sonora. ....	188
Quadro 6.21 – Limites de $RL_{Aeq}$ em função do período.....	189
Quadro 6.22 – Coordenadas dos pontos de monitoramento de ruídos. ....	190
Quadro 6.23 – Resultados obtidos de níveis de ruídos – Diurno e Noturno.....	192
Quadro 6.24 – Limites de velocidade de vibração de partícula de pico por faixas de frequência. ....	195
Quadro 6.25 – Resultados obtidos no monitoramento de vibrações.....	197
Quadro 6.26 – Coordenadas geográficas das parcelas amostradas no inventário florestal.....	214
Quadro 6.27 – Fórmulas volumétricas utilizadas no processamento do inventário. ....	218
Quadro 6.28 – Fórmulas utilizadas no processamento dos dados estatísticos.....	218
Quadro 6.29 – Cobertura vegetal na AID do empreendimento. ....	226
Quadro 6.30 – Uso e ocupação do solo na ADA do depósito PDR-1. ....	227
Quadro 6.31 – Lista florística das espécies identificadas na ADA e AID do empreendimento.....	236
Quadro 6.32 – Lista florística das espécies arbóreas amostradas no inventário florestal na ADA. ....	245
Quadro 6.33 – Índices de diversidade da população amostrada nas unidades amostrais do inventário florestal na ADA.....	248
Quadro 6.34 – Estrutura horizontal da fisionomia FES médio amostrada na ADA.....	248
Quadro 6.35 – Número de indivíduos ( $N^{\circ}$ ), área basal (AB) e volume total (VT) por classe diamétrica no estrato FES médio.....	252
Quadro 6.36 – Estrutura horizontal da tipologia área antrópica com regeneração inicial. ....	253
Quadro 6.37 – Número de indivíduos ( $N^{\circ}$ ), área basal (AB) e volume total (VT) por classe diamétrica na área antrópica com regeneração inicial.....	255
Quadro 6.38 – Estrutura horizontal da vegetação amostrada no censo florestal. ....	257
Quadro 6.39 – Estrutura diamétrica da vegetação amostrada no censo. ....	260
Quadro 6.40 – Dados gerais por estrato. ....	260
Quadro 6.41 – Estimativa de produtos florestais.....	261
Quadro 6.42 – Dados estatísticos do inventário florestal. ....	261
Quadro 6.43 – Pontos de inventariamento de avifauna. ....	266
Quadro 6.44 – Avifauna registrada na primeira campanha (período seco). ....	271
Quadro 6.45 – Espécies registradas por ponto amostral. ....	276



---

Quadro 6.46 – Índices de Diversidade ( $H'$ ) e Equitabilidade ( $J'$ ) para a avifauna (período seco).	282
Quadro 6.47 – Áreas de inventariamento da mastofauna.	287
Quadro 6.48 – Mastofauna registrada na primeira campanha (período seco).	293
Quadro 6.49 – Dados de riqueza de espécies ( $S$ ), número de indivíduos ( $N$ ), dominância ( $D$ ) e Índices de Diversidade ( $H'$ ) e Equitabilidade ( $J'$ ) para mastofauna (período seco).	299
Quadro 6.50 – Pontos de inventariamento da herpetofauna.	307
Quadro 6.51 – Herpetofauna registrada na primeira campanha (período seco).	312
Quadro 6.52 – Índices de Diversidade ( $H'$ ) e Equitabilidade ( $J'$ ) para a herpetofauna (período seco).	317
Quadro 6.53 – Pontos de inventariamento da ictiofauna.	321
Quadro 6.54 – Ictiofauna registrada na primeira campanha (período seco).	325
Quadro 6.55 – Índices de Diversidade ( $H'$ ) e de Equitabilidade ( $J'$ ) para a ictiofauna (período seco).	328
Quadro 6.56 – Evolução da população segundo sua localidade.	337
Quadro 6.57 – Percentual de urbanização por localidade.	337
Quadro 6.58 – Evolução do grau de urbanização 1970 a 2010.	338
Quadro 6.59 – Densidade demográfica dos municípios da AID.	338
Quadro 6.60 – Produção agrícola em lavouras permanentes e temporárias.	340
Quadro 6.61 – Extração vegetal.	341
Quadro 6.62 – Pecuária - efetivo de rebanho (em cabeças).	341
Quadro 6.63 – PIB de Tapira e Araxá por setor econômico – 2019.	342
Quadro 6.64 – Evolução do PIB (em R\$ x 1.000).	342
Quadro 6.65 – Arrecadação do CFEM pelos municípios de Tapira e Araxá/MG.	343
Quadro 6.66 – Indicadores de Habitação em Araxá e Tapira em 2017.	344
Quadro 6.67 – Instituições de ensino em Araxá e Tapira – 2020.	345
Quadro 6.68 – Matrículas em Araxá e Tapira – 2020.	345
Quadro 6.69 – Corpo docente de Araxá e Tapira – 2020.	345
Quadro 6.70 – Estabelecimentos de saúde em Araxá e Tapira.	346
Quadro 6.71 – Situação do atendimento de saúde em Araxá e Tapira.	346
Quadro 6.72 – Estatística vital de Araxá e Tapira.	346
Quadro 6.73 – Consumo energético em Tapira e Araxá (1999 – 2003).	352
Quadro 6.74 – Informações sobre as demais comunidades no entorno do CMT.	356
Quadro 7.1 – Grau de importância dos impactos por atributos	364
Quadro 7.2 – Escalas de avaliação da importância dos impactos.	364
Quadro 7.3 – Síntese dos impactos, seus atributos e programas associados.	374
Quadro 11.1 – Cenários de implantação e não implantação do depósito PDR-1.	392

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 2.1 – Localização e acessos.</i>	23
<i>Figura 4.1 – Fluxograma Simplificado do Complexo de Mineração de Tapira.</i>	35
<i>Figura 4.2 – Curva de sedimentação do rejeito granulado do CMT.</i>	37
<i>Figura 4.3 – Curva de sedimentação do rejeito fino do CMT.</i>	39
<i>Figura 4.4 – Curva de sedimentação de lamas do CMT.</i>	39
<i>Figura 4.5 – Técnicas de separação de material sólido-líquido em função da granulometria.</i>	40
<i>Figura 4.6 – Tipos de equipamentos de desaguamento.</i>	41
<i>Figura 4.7 – Fluxograma do cenário 1 testado.</i>	42
<i>Figura 4.8 – Fluxograma do cenário 2 testado.</i>	42
<i>Figura 4.9 – Rota Gaustec de processo para o possível teste semi-industrial.</i>	44
<i>Figura 4.10 – Sistema de filtragem a vácuo utilizado no laboratório de CMT.</i>	45
<i>Figura 4.11 – Parâmetros adotados para realização do Slump Test.</i>	48
<i>Figura 4.12 – Fluxograma simplificado para alternativa 1.</i>	49
<i>Figura 4.13 – Fluxograma simplificado para a alternativa 2.</i>	49
<i>Figura 4.14 – Localização das opções em relação ao limite do município e malha viária.</i>	52
<i>Figura 4.15 – Localização das opções em relação ao uso do solo.</i>	53
<i>Figura 4.16 – Localização das opções em relação ao tipo de vegetação.</i>	54
<i>Figura 4.17 – Layout geral do PDR-1.</i>	55
<i>Figura 4.18 – Layout geral do PDR-2.</i>	56
<i>Figura 4.19 – Layout geral do PDR-Teste.</i>	57
<i>Figura 5.1 – Layout geral do CMT.</i>	60
<i>Figura 5.2 – Traçado do mineroduto.</i>	62
<i>Figura 5.3 – Fluxograma do processo.</i>	67
<i>Figura 5.4 – Sistema de suprimento de água.</i>	70
<i>Figura 5.5 – Arranjo geral do PDR-1.</i>	72
<i>Figura 5.6 – Baías de desaguamento.</i>	73
<i>Figura 5.7 – Arranjo geral do PDR-1 e suas estruturas.</i>	75
<i>Figura 5.8 – Localização das sondagens.</i>	76
<i>Figura 5.9 – Planta do rebaixamento do nível d'água.</i>	78
<i>Figura 5.10 – Localização das seções de análise em planta.</i>	79
<i>Figura 5.11 – PDR-1 - Seção D-D' - Condição Normal – FS = 2,36.</i>	82
<i>Figura 5.12 – PDR-1 - Seção D-D' - Condição Crítica - FS = 2,36.</i>	83
<i>Figura 5.13 – PDR-1 - Seção D-D' - Sismo - FS = 1,97.</i>	84
<i>Figura 5.14 – PDR-1 - Seção E-E' - Condição Normal - FS = 2,49.</i>	85
<i>Figura 5.15 – PDR-1 - Seção E-E' - Condição Crítica - FS = 2,46.</i>	86
<i>Figura 5.16 – PDR-1 - Seção E-E' - Sismo - FS = 1,99.</i>	87
<i>Figura 5.17 – PDR-1 - Seção F-F - Condição Normal - FS = 2,53.</i>	88
<i>Figura 5.18 – PDR-1 - Seção F-F - Condição Crítica - FS = 2,40.</i>	89
<i>Figura 5.19 – PDR-1 - Seção F-F - Sismo - FS = 2,05.</i>	90
<i>Figura 5.20 – Sistema de drenagem superficial – PDR-1.</i>	92

---

Figura 5.21 – Detalhe Típico – DN-01.....	93
Figura 5.22 – Detalhe Típico – DN-02.....	93
Figura 5.23 – Detalhe Típico – Dique de Pé.....	94
Figura 5.24 – Localização dos instrumentos de monitoramento do PDR-1. ....	97
Figura 5.25 – Planta das baias de desaguamento de rejeitos.....	99
Figura 5.26 – Perfil típico das baias de desaguamento.....	100
Figura 5.27 - Locação das Seções de Análise.....	101
Figura 6.1 – Áreas de influência do meio físico.....	105
Figura 6.2 – Classificação climática, segundo Köppen.....	106
Figura 6.3 – Temperatura média do ar - janeiro de 2018 a março de 2022. ....	107
Figura 6.4 – Temperatura do ar mínima e máxima - janeiro de 2018 a março de 2022. ....	107
Figura 6.5 – Direção de origem dos ventos - janeiro de 2018 a março de 2022.....	108
Figura 6.6 – Médias de radiação acumulada - janeiro de 2018 a março de 2022.....	109
Figura 6.7 – Balanço hídrico mensal - média de 1981 a 2010.....	110
Figura 6.8 – Armazenamento de água no solo no período de 1981 – 2010. ....	111
Figura 6.9 – Umidade relativa do ar – janeiro de 2018 a março de 2022.....	111
Figura 6.10 – Precipitação média anual no período de 1961 - 1990.....	112
Figura 6.11 – Precipitação Mensal – janeiro de 2018 a março de 2022. ....	113
Figura 6.12 – Precipitação total anual – janeiro de 2018 a março de 2022. ....	113
Figura 6.13 – Mapa geológico da região de Tapira/MG.....	115
Figura 6.14 – Mapa de localização das principais intrusões da Província Alcalina do Alto Paranaíba.....	116
Figura 6.15 – Mapa geológico local – PDR-1. ....	117
Figura 6.16 – Mapa altimétrico regional. ....	121
Figura 6.17 – Mapa altimétrico para o depósito PDR-1.....	123
Figura 6.18 – Mapa de declividade para o depósito PDR-1. ....	124
Figura 6.19 – Mapa pedológico de Tapira/MG.....	125
Figura 6.20 – Mapa pedológico local – PDR-1. ....	129
Figura 6.21 – Mapa de suscetibilidade à erosão laminar. ....	134
Figura 6.22 – Mapa do potencial à erosão laminar. ....	137
Figura 6.23 – Cavernas na região de Tapira.....	140
Figura 6.24 – Perfil esquemático da classificação intempérica dos litotipos do CMT.....	142
Figura 6.25 – Reta de calibração dos níveis d'água em regime permanente com os valores observados (eixo x) e calculados (eixo y) em cada instrumento.....	144
Figura 6.26 – Isolinhas equipotenciais e sentido do fluxo de d'água subterrâneo – resultado da calibração em regime permanente.....	145
Figura 6.27 – Comparação entre as vazões monitoradas em maio de 2007 e calculadas nas zonas de balanço - calibração em regime permanente.....	146
Figura 6.28 – Zonas de recarga aplicadas ao modelo.....	147
Figura 6.29 – Calibração das vazões trimestrais bombeadas pela bateria de poços de rebaixamento (valores monitorados e calculados pelo modelo, em m <sup>3</sup> /dia). .	148
Figura 6.30 – Isolinhas equipotenciais do nível d'água de 10 em 10 m ao final da calibração – agosto de 2021. ....	149

---

---

Figura 6.31 – Comparação dos modelos calibrados para julho de 2020 e agosto de 2021.	150
Figura 6.32 – Regiões Hidrográficas Brasileiras.....	153
Figura 6.33 – Região Hidrográfica do Paraná.....	154
Figura 6.34 – Subdivisão em Unidades de Gestão Hídrica (UGHs) da Bacia do Paranaíba.	155
Figura 6.35 – Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRHs) da Bacia do Rio Paranaíba, no Estado de Minas Gerais.....	156
Figura 6.36 – Municípios da Bacia do rio Araguari.....	157
Figura 6.37 – Microbacias na área de interesse.....	159
Figura 6.38 – Localização das nascentes registradas no entorno do CMT e ADA.....	163
Figura 6.39 – Localização dos pontos de monitoramento de água superficial.....	165
Figura 6.40 – Concentrações de fósforo total nas campanhas semestrais 2020 a 2022.....	170
Figura 6.41 – Localização dos pontos de monitoramento de água subterrânea.....	172
Figura 6.42 – Concentrações de alumínio dissolvido nas campanhas semestrais 2020 a 2022.....	181
Figura 6.43 – Concentrações de ferro total nas campanhas semestrais 2020 a 2022.....	181
Figura 6.44 – Concentrações de manganês total nas campanhas semestrais 2020 a 2022.....	182
Figura 6.45 – Localização dos pontos de monitoramento da qualidade do ar.....	185
Figura 6.46 – Concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS).....	187
Figura 6.47 – Localização dos pontos de monitoramento de ruídos.....	191
Figura 6.48 – Valores dos níveis de ruídos no período diurno.....	192
Figura 6.49 – Valores dos níveis de ruídos no período noturno.....	193
Figura 6.50 – Localização dos pontos de monitoramento de vibrações.....	196
Figura 6.51 – Localização dos postos de combustível ativos e inativos do CMT.....	200
Figura 6.52 – Localização das fontes potenciais.....	208
Figura 6.53 – Áreas de influência do meio biótico.....	210
Figura 6.54 – Croqui com representação da dimensão da unidade amostral utilizada no inventário florestal.....	213
Figura 6.55 – Croqui de uso do solo e localização dos pontos de amostragem do inventário florestal na ADA.....	214
Figura 6.56 – Localização do empreendimento em relação aos biomas.....	220
Figura 6.57 – Localização do empreendimento em relação às unidades de conservação...	222
Figura 6.58 – Localização do empreendimento em relação às áreas prioritárias para conservação.....	223
Figura 6.59 – Localização do empreendimento em relação a corredores ecológicos.....	224
Figura 6.60 – Localização do empreendimento em relação às terras quilombolas/indígenas.....	224
Figura 6.61 – Cobertura vegetal na AID do empreendimento.....	226
Figura 6.62 – Croqui de localização e uso do solo da área de intervenção – PDR-1.....	228
Figura 6.63 – Gráfico de número de indivíduos amostrados no inventário florestal na ADA de acordo com a família.....	247
Figura 6.64 – Representação gráfica do IVI das 20 espécies de maior destaque na fisionomia FES médio amostrada na ADA.....	251
Figura 6.65 – Representação da estrutura diamétrica do estrato FES médio.....	252

---

Figura 6.66 – Representação gráfica da estrutura vertical do estrato FES estágio médio, de acordo com o número de indivíduos (N° ind.).....	253
Figura 6.67 – Representação gráfica do IVI das espécies amostradas na área antrópica com regeneração inicial.....	254
Figura 6.68 – Representação da estrutura diamétrica do estrato área antrópica com regeneração inicial.....	255
Figura 6.69 – Representação gráfica da estrutura vertical na área antrópica com regeneração inicial, de acordo com o número de indivíduos (N° ind.) .....	256
Figura 6.70 – Representação gráfica do IVI das 20 espécies de maior destaque no censo florestal. ....	259
Figura 6.71 – Representação da estrutura diamétrica da vegetação amostrada no censo. ....	259
Figura 6.72 – Localização dos pontos de inventariamento de avifauna. ....	267
Figura 6.73 – Riqueza de espécies de avifauna por família (período seco).....	279
Figura 6.74 – Riqueza de espécies de avifauna por ponto amostral (período seco). ....	280
Figura 6.75 – Guildas tróficas da avifauna (período seco).....	281
Figura 6.76 – Curva de acumulação das espécies de avifauna (período seco). ....	283
Figura 6.77 – Dendrograma de similaridade para avifauna (período seco). ....	283
Figura 6.78 – IFL das espécies de avifauna (período seco).....	284
Figura 6.79 – IPA das espécies de avifauna (período seco).....	285
Figura 6.80 – Localização dos pontos de inventariamento de mastofauna.....	289
Figura 6.81 – Ordem de mamíferos registrados na primeira campanha (período seco). ....	295
Figura 6.82 – Riqueza de espécies da mastofauna (período seco).....	296
Figura 6.83 – Abundância de espécies da mastofauna (período seco). ....	296
Figura 6.84 – Curva de acumulação das espécies de mastofauna (período seco). ....	300
Figura 6.85 – Dendrograma de similaridade para mastofauna – Transectos (período seco). ....	301
Figura 6.86 – Dendrograma de similaridade para mastofauna – Pontos de armadilhamento (período seco). ....	302
Figura 6.87 – Índice de prioridade para conservação da herpetofauna da região de estudo, de acordo com o IDE-SISEMA.....	304
Figura 6.88 – Localização dos pontos de monitoramento de herpetofauna.....	308
Figura 6.89 – Riqueza de espécies de herpetofauna por área amostral (período seco). ....	314
Figura 6.90 – Representatividade das famílias de anfíbios (período seco). ....	314
Figura 6.91 – Ocorrência das espécies de herpetofauna (período seco).....	315
Figura 6.92 – Curva de acumulação das espécies de herpetofauna (período seco). ....	318
Figura 6.93 – Dendrograma de similaridade para herpetofauna (período seco).....	319
Figura 6.94 – Localização dos pontos de monitoramento de ictiofauna. ....	322
Figura 6.95 – Abundância de espécies de ictiofauna por ordem (período seco).....	327
Figura 6.96 – Abundância de espécies de ictiofauna por família (período seco). ....	327
Figura 6.97 – Curva de acumulação das espécies de ictiofauna (período seco). ....	329
Figura 6.98 – Dendrograma de similaridade para ictiofauna (período seco). ....	329
Figura 6.99 – Áreas de influência do meio socioeconômico.....	332
Figura 6.100 - Micro e mesorregiões do Estado de Minas Gerais.....	333
Figura 6.101 - Mapa de Expansão Urbana de Tapira.....	334

<i>Figura 6.102 – Mapa da expansão urbana de Araxá .....</i>	<i>336</i>
<i>Figura 6.103 – Pirâmide etária do município de Tapira - 2010.....</i>	<i>338</i>
<i>Figura 6.104 – Pirâmide etária do município de Araxá - 2010.....</i>	<i>339</i>
<i>Figura 6.105 – Contribuição dos setores no PIB.....</i>	<i>342</i>
<i>Figura 6.106 – Principais estradas da malha viária da microrregião de Araxá. ....</i>	<i>349</i>
<i>Figura 6.107 – Mapa dos aeroportos públicos e situação existente.....</i>	<i>350</i>
<i>Figura 6.108 – Principal ponto de captação de água superficial em Tapira.....</i>	<i>351</i>
<i>Figura 6.109 – Mapa dos setores censitários e das comunidades no entorno do empreendimento. Projeto de Assentamento (PA) Nova Bom Jardim.....</i>	<i>354</i>
<i>Figura 6.110 – Localização das comunidades na área de influência da operação do CMT.</i>	<i>356</i>
<i>Figura 6.111 – Localização da ADA em relação às áreas de interesse arqueológico.....</i>	<i>359</i>
<i>Figura 6.112 – Sítios paleontológicos na região do CMT e da ADA do PDR-1.....</i>	<i>362</i>

## LISTA DE FOTOS

<i>Foto 4.1 – Produto final das lamas de CMT, após utilização do filtro-prensa piloto da empresa Andritz.....</i>	<i>47</i>
<i>Foto 4.2 – Resultado do Slump Test do rejeito da flotação hidrociclado (underflow) após 5 dias exposto no tempo sem chuva.....</i>	<i>48</i>
<i>Foto 5.1 – Aspecto geral da lavra atual, em meia encosta. ....</i>	<i>63</i>
<i>Foto 5.2 – Detalhe da frente de lavra.....</i>	<i>64</i>
<i>Foto 5.3 – Vista aérea da planta de concentração de minério do CMT. ....</i>	<i>65</i>
<i>Foto 5.4 – Britagem secundária de minério do CMT.....</i>	<i>66</i>
<i>Foto 5.5 – Circuito de moagem. ....</i>	<i>68</i>
<i>Foto 5.6 – Início do mineroduto (km 0). ....</i>	<i>70</i>
<i>Foto 6.1 – Bebedourito.....</i>	<i>118</i>
<i>Foto 6.2 – Wehrlito.....</i>	<i>118</i>
<i>Foto 6.3 – Brecha de sienito. ....</i>	<i>118</i>
<i>Foto 6.4 – Flogopitito. ....</i>	<i>118</i>
<i>Foto 6.5 – Diferentes composições e texturas dos carbonatitos.....</i>	<i>119</i>
<i>Foto 6.6 – Escarpa formada em metassedimentos. ....</i>	<i>120</i>
<i>Foto 6.7 – Topo aguçado formado sobre os metassedimentos. ....</i>	<i>120</i>
<i>Foto 6.8 – Relevo dissecado com vertentes convexas e formação de ravinas - Tapira/MG. ....</i>	<i>122</i>
<i>Foto 6.9 – Manto de intemperismo no Complexo de Mineração de Tapira.....</i>	<i>127</i>
<i>Foto 6.10 – Diferentes horizontes do manto de intemperismo no CMT. ....</i>	<i>127</i>
<i>Foto 6.11 – Horizonte pedológico estéril.....</i>	<i>128</i>
<i>Foto 6.12 – Horizonte titanífero.....</i>	<i>128</i>
<i>Foto 6.13 – Horizonte pedológico fosfático. ....</i>	<i>128</i>
<i>Foto 6.14 – Interface solo-rocha. ....</i>	<i>128</i>
<i>Foto 6.15 – Terraceamento e deslizamento em pastagem na vertente do córrego da Mata.....</i>	<i>131</i>
<i>Foto 6.16 – Erosão laminar em área de antiga praça de sondagem. ....</i>	<i>131</i>
<i>Foto 6.17 – Tanques aéreos de armazenamento de combustível do escritório da Mina. ....</i>	<i>199</i>
<i>Foto 6.18 – Detalhe de tubulações de abastecimento de tanques do Posto do escritório da Mina.....</i>	<i>199</i>
<i>Foto 6.19 – Vista geral do posto do escritório central. ....</i>	<i>199</i>
<i>Foto 6.20 – Detalhe de tampas dos tanques aterrados.....</i>	<i>199</i>
<i>Foto 6.21 – Detalhe de tancagem com caixas de contenção de vazamentos.....</i>	<i>201</i>
<i>Foto 6.22 – Detalhe de Caixa SAO para contenção de vazamentos.....</i>	<i>201</i>
<i>Foto 6.23 – Detalhe do maquinário com caixa de contenção de vazamentos.....</i>	<i>201</i>
<i>Foto 6.24 – Detalhe de canaletas de coleta e destinação de efluentes de vazamentos. ....</i>	<i>201</i>
<i>Foto 6.25 – Vista geral das tubulações e maquinário no piso da Usina de moagem. ....</i>	<i>202</i>
<i>Foto 6.26 – Detalhe das canaletas para coleta de vazamentos.....</i>	<i>202</i>
<i>Foto 6.27 – Bombonas contendo óleo armazenadas sem caixa de conteção.....</i>	<i>202</i>
<i>Foto 6.28 – Outras bombonas de armazenamento. ....</i>	<i>202</i>
<i>Foto 6.29 – Área de lavagem de peças, com canaletas de coleta de efluentes. ....</i>	<i>203</i>

---

Foto 6.30 – Pátio da oficina e seus diversos departamentos. ....	203
Foto 6.31 – Pátio de manutenção de veículos pesados, com canaletas de contenção de efluentes. ....	203
Foto 6.32 – Almoxarifado com diversos produtos armazenados. ....	203
Foto 6.33 – Sucatas armazenadas em solo não pavimentado. ....	204
Foto 6.34 – Resíduos não perigosos armazenados em solo não pavimentado. ....	204
Foto 6.35 – Detalhe de solo não pavimentado no pátio de sucatas. ....	204
Foto 6.36 – Resíduos perigosos armazenados em bombonas. ....	205
Foto 6.37 – Resíduos não perigosos acondicionados em caçambas. ....	205
Foto 6.38 – Sistema de tratamento de efluentes por biodigestor. ....	205
Foto 6.39 – Caixas de contenção. ....	205
Foto 6.40 – Visão geral da ETE Central. ....	206
Foto 6.41 – Detalhe dos tanques de tratamento e tubulações do sistema. ....	206
Foto 6.42 – Bombonas sobre pallets para armazenamento de produtos químicos. ....	206
Foto 6.43 – Materiais diversos armazenados no pátio. ....	206
Foto 6.44 – Detalhe de materiais dispostos no pátio de manutenção. ....	206
Foto 6.45 – Diversos materiais dispostos no pátio de manutenção. ....	206
Foto 6.46 – Medição de CAP (circunferência à altura do peito) em unidade amostral do inventário florestal. ....	212
Foto 6.47 – Medição de altura em unidade amostral do inventário florestal, com auxílio de trena a laser. ....	212
Foto 6.48 – Marcação de indivíduo arbóreo no início da unidade amostral (ponto central inicial). ....	212
Foto 6.49 – Indivíduo arbóreo plaqueteado durante o inventário. ....	213
Foto 6.50 – Aspecto geral do uso do solo na área de estudo. ....	225
Foto 6.51 – Aspecto geral de parte da área de intervenção no depósito PDR-1. ....	227
Foto 6.52 – Área antrópica no local de intervenção. ....	229
Foto 6.53 – Área antrópica com regeneração inicial na área de intervenção. ....	230
Foto 6.54 – Área antrópica com regeneração inicial na área de intervenção. ....	230
Foto 6.55 – Área úmida/brejo na área de intervenção. ....	231
Foto 6.56 – Barramento da BL-1 na área de intervenção. ....	231
Foto 6.57 – Eucalipto na área de intervenção. ....	232
Foto 6.58 – FES médio presente na ADA. ....	233
Foto 6.59 – Interior de fragmento de FES médio na ADA com presença de sub-bosque. ....	234
Foto 6.60 – Trepadeira <i>Pyrostegia venusta</i> em fragmento de FES médio. ....	234
Foto 6.61 – Serapilheira em FES estágio médio na área de intervenção. ....	235
Foto 6.62 – Espécie arbórea <i>Platypodium elegans</i> (jacarandazinho) na ADA. ....	243
Foto 6.63 – Espécie arbórea <i>Tapirira obtusa</i> (pombeiro) no local de estudo. ....	243
Foto 6.64 – Espécie arbórea <i>Chrysophyllum marginatum</i> (aguai). ....	243
Foto 6.65 – <i>Kielmeyera coriacea</i> (pau-santo) inserida na ADA. ....	243
Foto 6.66 – Gramínea <i>Loudetiopsis chrysotrix</i> (capim-brinco-de-princesa) na ADA. ....	243
Foto 6.67 – Espécie herbácea <i>Hedychium coronarium</i> (lírio-do-brejo) na ADA. ....	243



---

Foto 6.68 – Espécie arbustiva <i>Piper umbellatum</i> (jaborandi) no local de intervenção. ....	244
Foto 6.69 – Trepadeira <i>Pyrostegia venusta</i> (cipó-de-são-joão) na ADA. ....	244
Foto 6.70 – Ponto AVI01. ....	268
Foto 6.71 – Ponto AVI02. ....	268
Foto 6.72 – Ponto AVI03. ....	268
Foto 6.73 – Ponto AVI04. ....	268
Foto 6.74 – Ponto AVI05. ....	268
Foto 6.75 – Ponto AVI06. ....	268
Foto 6.76 – Ponto AVI07. ....	268
Foto 6.77 – Ponto AVI08. ....	268
Foto 6.78 – Ponto AVI09. ....	269
Foto 6.79 – Ponto AVI10. ....	269
Foto 6.80 – Ponto AVI11. ....	269
Foto 6.81 – Ponto AVI12. ....	269
Foto 6.82 – Registro de aves em ponto de escuta. ....	270
Foto 6.83 – Pula-pula ( <i>Basileuterus culicivorus</i> ). ....	275
Foto 6.84 – Soldadinho ( <i>Antilophia galeata</i> ). ....	275
Foto 6.85 – Periquito-rei ( <i>Eupsittula aurea</i> ). ....	275
Foto 6.86 – Pato-do-mato ( <i>Cairina moschata</i> ). ....	275
Foto 6.87 – Papagaio-galego ( <i>Alipiopsitta xanthops</i> ). ....	275
Foto 6.88 – Jandaia-de-testa-vermelha ( <i>Aratinga auricapillus</i> ). ....	275
Foto 6.89 – Bentevizinho-de-topete-vermelho ( <i>Myiozetetes similis</i> ). ....	275
Foto 6.90 – João-pobre ( <i>Serpophaga nigricans</i> ). ....	275
Foto 6.91 – Saracura-três-potes ( <i>Aramides cajaneus</i> ). ....	276
Foto 6.92 – Teque-teque ( <i>Todirostrum poliocephalum</i> ). ....	276
Foto 6.93 – Maria-preta-de-penacho ( <i>Knipolegus lophotes</i> ). ....	276
Foto 6.94 – Chopim-do-brejo ( <i>Pseudoleistes guirahuro</i> ). ....	276
Foto 6.95 – Transecto Masto 01. ....	290
Foto 6.96 – Transecto Masto 02. ....	290
Foto 6.97 – Transecto Masto 03. ....	290
Foto 6.98 – Transecto Masto 04. ....	290
Foto 6.99 – Transecto Masto 05. ....	290
Foto 6.100 – Transecto Masto 06. ....	290
Foto 6.101 – Transecto Masto 07. ....	290
Foto 6.102 – Ponto Amostral CT1. ....	290
Foto 6.103 – Ponto Amostral CT2. ....	291
Foto 6.104 – Ponto Amostral CT3. ....	291
Foto 6.105 – Armadilha fotográfica. ....	292
Foto 6.106 – Instalação de armadilhas fotográficas. ....	292
Foto 6.107 – Pegada de cachorro do mato ( <i>Cerdocyon thous</i> ). ....	294
Foto 6.108 – Toca de tatu galinha ( <i>Dasypus novemcinctus</i> ). ....	294

---

Foto 6.109 – Toca de tatu peba ( <i>Euphractus sexcinctus</i> ).....	294
Foto 6.110 – Pegada de mão pelada ( <i>Procyon cancrivorus</i> ).....	294
Foto 6.111 – Pegada de capivara ( <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> ).....	294
Foto 6.112 – Toca de tatu de rabo mole ( <i>Cabassous unicinctus</i> ).....	294
Foto 6.113 – Fezes de lobo guará ( <i>Chrysocyon brachyurus</i> ).....	294
Foto 6.114 – Pegada de tamanduá bandeira ( <i>Myrmecophaga tridactyla</i> ).....	294
Foto 6.115 – Área H1.....	309
Foto 6.116 – Área H2.....	309
Foto 6.117 – Área H3.....	309
Foto 6.118 – Área H4.....	309
Foto 6.119 – Área H5.....	309
Foto 6.120 – Área H6.....	309
Foto 6.121 – Área H7.....	309
Foto 6.122 – Área H8.....	309
Foto 6.123 – Área H9.....	310
Foto 6.124 – Área H10.....	310
Foto 6.125 – Área H11.....	310
Foto 6.126 – Sapo-cururu ( <i>Rhinella diptycha</i> ).....	313
Foto 6.127 – Perereca ( <i>Scinax canastrensis</i> ).....	313
Foto 6.128 – Rã-manteiga ( <i>Leptodactylus latrans</i> ).....	313
Foto 6.129 – Ponto IC1.....	323
Foto 6.130 – Ponto IC2.....	323
Foto 6.131 – Ponto IC3.....	323
Foto 6.132 – Ponto IC4.....	323
Foto 6.133 – Ponto IC5.....	323
Foto 6.134 – Ponto IC6.....	323
Foto 6.135 – Instalação de rede de emalhar.....	324
Foto 6.136 – Uso de peneira.....	324
Foto 6.137 – Lambari-de-rabo-amarelo ( <i>Astyanax lacustris</i> ).....	326
Foto 6.138 – Tilápia ( <i>Coptodon rendalli</i> ).....	326
Foto 6.139 – Cará ( <i>Geophagus brasiliensis</i> ).....	326
Foto 6.140 – Carpa ( <i>Cyprinus spp.</i> ).....	326
Foto 6.141 – Lambari ( <i>Hasemania sp.</i> ).....	326
Foto 6.142 – Tuvira ( <i>Gymnotus carapo</i> ).....	326
Foto 6.143 – Lambari ( <i>Psalidodon paranae</i> ).....	326
Foto 6.144 – Guppy ( <i>Poecilia reticulata</i> ).....	326
Foto 6.145 - Área de expansão no município de Tapira (casas populares).....	335
Foto 6.146 – Área de expansão no município de Araxá (casas populares).....	335
Foto 6.147 – Edificações do município de Tapira.....	343
Foto 6.148 – Edificações do município de Araxá.....	344
Foto 6.149 – Visão do ginásio e estacionamento do Centro Esportivo de Tapira.....	347

<i>Foto 6.150 – Fachada do parque de exposições.....</i>	<i>347</i>
<i>Foto 6.151 – Fragmento de cerâmica encontrado.....</i>	<i>360</i>
<i>Foto 6.152 – Pedaco de quartzo hialino encontrado.....</i>	<i>360</i>

---

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ADA – Área Diretamente Afetada  
AI – Área de Influência  
AIA – Autorização para Intervenção Ambiental  
AID – Área de Influência Direta  
AII – Área de Influência Indireta  
ANA – Agência Nacional de Água  
ANM – Agência Nacional de Mineração  
CFEM – Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais  
CMT – Complexo de Mineração de Tapira  
CR – Criticamente em Perigo  
CONABIO – Comissão Nacional da Biodiversidade  
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental  
CRH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos  
DAIA – Documento Autorizativo para Intervenção Ambiental (IEF)  
DD – Dados Insuficientes  
EIA – Estudo de Impacto Ambiental  
EM – Em Perigo  
ETE – Estação de Tratamento de Efluentes  
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano  
IEF – Instituto Estadual de Florestas  
LC – Menos Preocupante  
LI – Licença de Instalação  
LO – Licença de Operação  
LP – Licença Prévia  
MMA - Ministério do Meio Ambiente  
NBR – Norma Brasileira  
NT – Quase Ameaçada  
PCA – Plano de Controle Ambiental  
PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PL – Portaria de Lavra

PRAD – Plano de Recuperação de Área Degradada

PTS – Partículas Totais em Suspensão

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

RH – Região Hidrográfica

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

SUPRAM TM – Superintendência Regional de Regularização Ambiental Triângulo Mineiro

UPGRH – Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos

US-EPA – United States of America Environmental Protect Agency

VI – Valores Investigação

VM – Valores Máximos

VMP – Valor Máximo Permitido

VU – Vulnerável

ZEE – Zoneamento Ecológico Econômico

## 1 DADOS CADASTRAIS

### 1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

<b>Razão Social</b>	Mosaic Fertilizantes P&K Ltda.
<b>CNPJ (matriz)</b>	33.931.486/0020-01
<b>Localização</b>	Rodovia MGC 146, km 196,25
<b>CEP</b>	38.185-000
<b>Município</b>	Tapira - MG
<b>Atividade</b>	Extração de minerais para fabricação de adubos, fertilizantes e outros produtos químicos
<b>Números de Funcionários</b>	1600, sendo 818 próprios e 782 terceiros
<b>Responsável Legal pelo empreendimento</b>	Antonio Carlos Walsh Ferreira
<b>Responsável pela área ambiental</b>	Romeu Castro Neto
<b>Telefone</b>	(34) 3669-5000

### 1.2 RESPONSÁVEIS PELA ELABORAÇÃO DO EIA

<b>Empresa</b>	MultiGeo – Mineração, Geologia e Meio Ambiente Ltda.
<b>Endereço Comercial</b>	Rua Cláudio Soares, 72 C520
<b>CEP</b>	05422-030
<b>Município</b>	São Paulo - SP
<b>Responsável Técnico</b>	Carla Fernanda Imoto
<b>Profissão</b>	Engenheira de Minas
<b>Registro no Conselho</b>	CREA/SP 5069411909 Visto MG 42.280
<b>Telefone</b>	(11) 3040-3850

---

## 2 INTRODUÇÃO

A Mosaic opera no município de Tapira, MG, há mais de 40 anos, um empreendimento voltado à extração de minério de titânio e minério fosfatado, e ao beneficiamento e expedição de concentrado fosfático, denominado Complexo de Mineração de Tapira (CMT). O CMT realiza a transferência do concentrado fosfático via mineroduto para o Complexo Industrial de Uberaba para a produção de fertilizantes.

Como parte do plano diretor da unidade e com o intuito de prosseguir com sua operação, a Mosaic Fertilizantes pretende licenciar o depósito de rejeitos denominado Pilha de Rejeito Desaguado – PDR-1. Por este motivo são apresentados separadamente este Estudo de Impacto Ambiental – EIA, o respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA e um Plano de Controle Ambiental – PCA que subsidiam o processo de licenciamento ambiental (LP+LI+LO). Para elaboração destes estudos ambientais, a Mosaic Fertilizantes P&K Ltda. contratou a Multigeo Mineração Geologia e Meio Ambiente Ltda., nos termos da proposta PROP21LA044.

O depósito PDR-1, que tem como finalidade a disposição de parte do Rejeito Grosso gerado no CMT, faz parte dos estudos que vêm sendo elaborados acerca do Plano Diretor de Disposição de Rejeitos do Complexo de Mineração de Tapira.

O objetivo deste EIA é apresentar o contexto ambiental no qual o projeto está inserido e analisar os potenciais impactos ambientais envolvidos, a fim de propor medidas mitigadoras e/ou compensatórias necessárias em decorrência da implantação da estrutura citada.

### 2.1 HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO

O CMT iniciou sua operação em Tapira há mais de 40 anos sob o controle da Fosfertil Fertilizantes Fosfatados Ltda., sendo um empreendimento voltado à mineração, beneficiamento e expedição de concentrado fosfático.

A Fosfertil foi criada em 1977 pelo Governo Federal, com a finalidade de promover a pesquisa, lavra e concentração da rocha fosfática de Patos de Minas (MG), dando continuidade ao Projeto Fosfato, iniciado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, em 1974.

Inicialmente, a Fosfertil foi controlada pelo Sistema Petrofertil - Petrobras Fertilizantes S.A. Em 1980, a Fosfertil incorporou a Vale e a Valefértil; a primeira, uma mineração de fosfato de Tapira (MG) e, a segunda, um complexo químico de fertilizantes em Uberaba (MG). Junto com as empresas, foi incorporado também o mineroduto, construído entre 1975 e 1977, que liga as duas unidades (Tapira-Uberaba).

Em 1990, a Fosfertil e a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) constituíram um Consórcio de Mineração que possibilitou a exploração das reservas do CMT pelas duas empresas, ficando a Fosfertil com o fosfato e a CVRD com o titânio, o nióbio e as terras raras.

Em 1992, no âmbito do Plano Nacional de Desestatização, o controle acionário da Fosfertil foi adquirido pelo consórcio Fertifos. Em 1993, a Ultrafértil foi privatizada, sendo adquirida pela Fosfertil e, em 1995, foi a vez da Goiasfertil, que extraía rocha fosfática em Catalão (GO), passar a ser controlada pela Fosfertil, incorporando a Ultrafértil e, em seguida, adotando a razão social Ultrafértil S.A.

Em 2010, a Vale adquiriu a Fosfertil e criou a Vale Fertilizantes, que passou a controlar as unidades do ciclo de produção de fertilizantes no grupo Vale.

Em janeiro de 2018, ocorreu a conclusão da venda da Vale Fertilizantes para a Mosaic, com a alteração da razão social de Vale Fertilizantes S.A. para Mosaic Fertilizantes P&K Ltda.

## 2.2 LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E ACESSOS

O empreendimento está localizado no município de Tapira, oeste do estado de Minas Gerais, a 16,8 km ao norte da sede do município e a cerca de 35 km da sede do município de Araxá (ver **Figura 2.1**). Segundo a divisão de planejamento adotada pelo governo do estado de Minas Gerais, insere-se na região administrativa denominada Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. O município de Tapira está localizado na microrregião de Araxá, possui uma área de 1.180 km<sup>2</sup>, e faz divisa com os municípios de Sacramento, a oeste; Araxá, ao norte; Medeiros e Ibiá, a leste; e São Roque de Minas, ao sul.

Partindo-se de Belo Horizonte, o acesso à área urbana de Tapira se dá pela rodovia BR-262, no sentido do Triângulo Mineiro (leste-oeste) até a cidade de Araxá, onde se toma a rodovia MG-428, no sentido Franca - São Paulo (norte-sul) até o trevo para Tapira. O trajeto possui aproximadamente 420 km até Tapira, de onde se chega à área da Mosaic Fertilizantes P&K Ltda. pela rodovia MG-146.



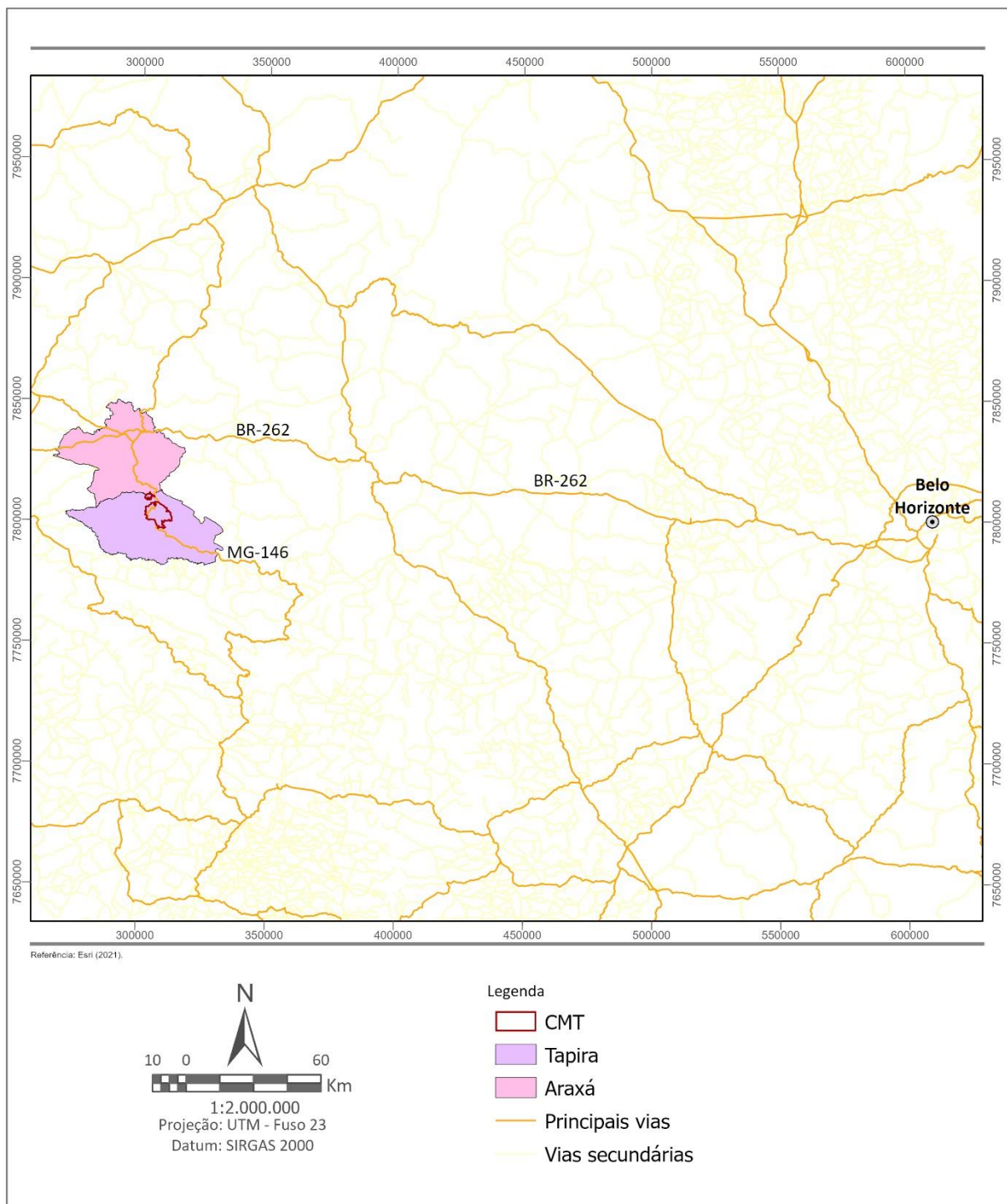


Figura 2.1 – Localização e acessos.

## 2.3 SITUAÇÃO LEGAL DO EMPREENDIMENTO

O Complexo de Mineração de Tapira – CMT desenvolve a atividade de “extração de minerais para fabricação de adubos, fertilizantes e outros produtos químicos” e tem como atividade secundária o “apoio à extração de minerais não-metálicos”.

### 2.3.1 Direitos Minerários

Os dados básicos dos processos da ANM que compõem o Complexo de Mineração de Tapira são apresentados no **Quadro 2.1**.

**Quadro 2.1 – Processos ANM que compõem o CMT.**

Processo DNPM	Portaria de Lavra / Data	Área (ha)	Substância
<b>930.785/1988</b>	<b>Consórcio de Mineração</b>		
810.330/1968	PL Ret. 386/14.03.85	483,12	Ferro/Titânio/Fosfato
810.331/1968	PL 76102 / 12.08.75	500,13	Titânio/Fosfato
812.362/1968	PL 1369 / 01.10.82	464,04	Titânio/Fosfato
821.674/1969	PL 1882 / 15.12.80 PL 175 / 10.07.00	20,01	Titânio/ Fosfato
816.066/1970	PL 1422 / 22.09.80 PL 177 / 10.07.00	47,83	Titânio/Fosfato
827.081/1972	PL 1652 / 04.11.80	339,39	Titânio/Fosfato
803.387/1974	PL 163 / 06.02.85 PL Ret. 359 / 14.10.98 PL Ret. 149 / 12.05.99	947,34	Nióbio/Titânio/ Fosfato
831.405/1997	PL 360 / 14.10.98 PL Ret. 221 / 25.06.99	1.040,31	Nióbio/Titânio/ Fosfato
833.476/2012	PL 387 / 23.11.22	10,48	Titânio/Fosfato
830.200/2009	Requerimento de pesquisa em 03.02.09	43,18	Titânio/Fosfato
830.408/2011	Alvará de pesquisa 6681/12.12.19	345,70	Titânio/Fosfato

Fonte: ANM (2022).

### 2.3.2 Licenças Ambientais

Todas as atividades estão licenciadas perante a legislação ambiental conforme resumo das licenças apresentado no **Quadro 2.2**.

**Quadro 2.2 – Resumo das licenças ambientais e outorgas do CMT.**

Processo PA/Copam/nº	Licenças	Objeto das Licenças	Data de emissão	Data de validade
20083/2012	01376/2009	Outorga para Barramento com captação - Barragem do Ribeirão do Inferno	02/06/2009	03/06/2014*
20081/2012	00997/2010	Outorga para Rebaixamento do lenço freático da mina	09/04/2010	10/04/2015*
20082/2012	01375/2010	Outorga para Barragem de contenção de rejeitos BR	17/05/2010	19/05/2015*
20085/2012	01376/2010	Outorga para Barragem de contenção de rejeitos BD-5	19/05/2010	19/05/2015
00001/1988/013/2007	LO 194/2010	LO geral do CMT	12/11/2010	12/11/2016*
00001/1988/021/2011	118/2011	LO para Ampliação do Depósito de Estéril E1	12/08/2011	12/08/2015*
00001/1988/016/2009	028/2012	LO para Ampliação Operação Geral do CMT	10/02/2012	10/02/2018*
00001/1988/016/2009	138/2017 APU- 1972601/2013	AIA para Desmate sondagens	20/02/2012	10/02/2018*
00001/1988/022/2013	072/2015	Licença de Operação para Postos de Abastecimento (mina e escritório central)	13/12/2013	13/12/2019*
00001/1988/028/2017	097/2017	LOC para Alteamento/reconformação da barragem BL-1, cota de crista 1.215 a 1.217,5	11/08/2017	11/08/2027
26994/2014	03380/2017	Outorga para Barragem de contenção de rejeitos BL-1	10/10/2017	11/12/2023
00001/1988/016/2009	138/2017 APU- 1168053/2017	AIA para Supressão Vegetal - Avanço de lavra (restante frente 2, frentes 4 e 5)	14/11/2017	10/02/2018*
00001/1988/031/2017	055/2018	LO para Operação da barragem BL-1 até a cota de 1.220 m	10/05/2018	10/05/2028
00001/1988/026/2016	182/2018	LAS para Ampliação do Posto de Abastecimento da mina	03/10/2018	03/10/2028
31982/2014	1904333/2019	Outorga para Poço para captação de água próximo à ETA (Poço 116)	14/06/2019	14/06/2024

Processo PA/Copam/nº	Licenças	Objeto das Licenças	Data de emissão	Data de validade
11766/2014	1904383/2019	Renovação da Outorga para canalização do T4	19/06/2019	19/06/2024
22414/2015	1904693/2019	Outorga para Barragem BA3	18/07/2019	18/07/2024
11788/2014	1905254/2019	Outorga para Poço para captação de água próximo à caixa elevada (Poço 18)	30/07/2019	30/07/2024
11790/2014	1906074/2019	Outorga para Poço para captação de água na área da mina (Poço 16)	31/08/2019	31/08/2024
11789/2014	1906017/2019	Outorga para Poço tubular do Ambulatório (Poço 17)	26/10/2019	26/10/2029
39591/2019	1902059/2020	Outorga para Dique Depósito E6	06/03/2020	06/03/2030
0001/1988/013/2007	4683/2020	LP+LI+LO para Incorporação dos depósitos T2 e T4.	30/10/2020	30/10/2030
00001/1988/013/2007	LO 135/2020 APU- 119890/2021	AIA para Supressão Vegetal - Avanço de lavra (frentes 4 e 5)	14/05/2021	14/05/2023
35707/2021	275078/2021	Certidão de uso insignificante para o Dique da Mina - Depósito T4	23/07/2021	23/07/2024
00001/1988/033/2018	LP+LI+LO 076/2021	Depósito de estéril E6	31/07/2021	31/07/2031
00001/1988/034/2021	LP+LI+LO 083/2021	1ª Ampliação Depósito de titânio T4	27/08/2021	27/08/2031
00001/1988/032/2017	LP 091/2021	LP para Alçamento Barragem BR até a cota 1.210 m	26/10/2021	26/10/2026
5079/2021 (SLA)	LO 5079/2022	Operação da barragem BL-1 até a cota de 1.225 m	28/01/2022	28/01/2032

\*Licenças protocolizadas para renovação

## 3 LEGISLAÇÃO

### 3.1 LEGISLAÇÃO INCIDENTE

Numerosos dispositivos legais incidem sobre a atividade minerária no Brasil, alguns voltados à regulação do acesso aos recursos minerais, que são bens da União, outros que tratam do licenciamento ambiental da atividade, além de muitos que tratam da proteção de determinados recursos naturais, cuja preservação, por sua natureza, é potencialmente ameaçada pela atividade de mineração.

Em face do número expressivo de normas reguladoras, optou-se por apresentar neste item uma seleção dos dispositivos de aplicação mais direta sobre o projeto proposto, seja pela natureza do bem mineral objetivado, seja pelos recursos naturais afetados. São apresentadas e comentadas, pois, normas legais selecionadas nos âmbitos federal, estadual e municipal.

#### 3.1.1 Legislação Federal

- **Constituição Federal**

Trata, no Art. 225, § 1º, item IV, da exigência, para instalação de atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, de estudo prévio de impacto ambiental. Outras normas, anteriores e posteriores a esta, incluem a mineração entre as atividades potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente. O § 2º do mesmo artigo estabelece que *“aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado”*. Esta obrigação constitucional traduziu-se posteriormente no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD.

- **Lei 227/1967 – Código de Mineração (alterado pelas leis 6.403/1976, 6.567/1978, 7.085/1982, 7.805/1989, 8.901/1994, 9.314/1996 e Decreto 9.406/2018)**

Estabelece as bases e os procedimentos para a obtenção das concessões para a exploração dos recursos minerais.

- **Lei 6.938/1981**

Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências (alterada pela Lei 11.941/09).

- **Lei 7.805/1989**

Altera o Código de Mineração, introduzindo, no Art. 16, uma conexão entre os licenciamentos minerário e ambiental. Por este dispositivo, a concessão de lavra passou a depender de prévio licenciamento do órgão ambiental competente.

- **Lei 9.433/1997**

Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

- **Lei Federal 9.795/1999**

Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.

- **Lei 10.165/2000 (altera a Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981)**

Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

- **Lei 9.985/2000 (regulamentada parcialmente pelo Decreto 4.340/2002 e alterada pela Medida Provisória 239/2005, convertida na Lei 11.132/2005, alterada pela Lei 516/2007)**

Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação.

- **Lei 12.334/2010**

Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.

- **Lei 12.651/2012 – Código Florestal (alterada pelas leis 12.727/2012, 13.295/2016, 13.335/2016, 13.465/2017)**

Esta Lei estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos.

- **Decreto 97.632/1989**

Estabelece a obrigação, para os empreendimentos que se destinam à exploração de recursos minerais, de submeter à aprovação do órgão ambiental competente, Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, quando da apresentação do EIA e do Rima.

- **Decreto 6.848/2009 (altera o Decreto-lei 4.340, de 22 de agosto de 2002)**

Regulamenta parcialmente a Lei 9.985/00, que dispõe sobre a criação das Unidades de Conservação, planos de manejo, formas de fixação das medidas compensatórias e autorização para a exploração de produtos, subprodutos ou serviços delas inerentes.

- **Resolução Conama 01/1986 (alterada pelas Resoluções Conama 11/1986, 05/1987 e 237/1997)**

Estabelece definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para a implementação da Avaliação de Impacto Ambiental. Inclui, em seu Art. 2º, item IX, a extração

e o beneficiamento de minerais entre as atividades modificadoras do meio ambiente cujo licenciamento depende de aprovação de EIA.

- **Resolução CONAMA 001/1990**

Dispõe sobre a poluição sonora.

- **Resolução CNRH 143/2012**

Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo seu volume, em atendimento ao art. 7º da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.

- **Resolução CNEN 257/2019**

Cria o Cadastro de Barragens de Rejeitos Radioativos Resultantes da Operação de Mineração e Beneficiamento de Minérios Nucleares, o Sistema Gestão Segurança de Barragens de Rejeitos Radioativos Resultantes da Operação de Mineração e Beneficiamento de Minérios Nucleares e estabelece a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração, conforme art. 8º, 9º, 10, 11 e 12 da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB.

- **Resolução ANM 68/2021**

Dispõe sobre as regras referentes ao Plano de Fechamento de Mina – PFM. Revoga as Normas Reguladoras da Mineração nº 20.4 e nº 20.5, aprovadas pela Portaria DNPM nº 237, de 18 de outubro de 2001.

- **Resolução ANM 85/2021**

Dispõe sobre procedimentos para o aproveitamento de rejeitos e estéreis.

- **Resolução ANM 95/2022 (com retificações de 15/03/22, 25/03/22 e 05/05/22)**

Consolida os atos normativos que dispõem sobre segurança de barragens de mineração. Revoga a Portaria DNPM 70.389/17, e as Resoluções ANM 13/19, 32/20, 40/20, 51/20 e 56/21.

- **Portaria DNPM 237/2001**

Aprova as Normas Reguladoras de Mineração – NRM, de que trata o art. 97 do Decreto-lei 227, de 29 de fevereiro de 1967.

- **Portaria SGM 21/2019**

Determinar à Agência Nacional de Mineração-ANM que notifique os empreendedores de barragens de rejeitos de mineração para que informem, em 03 dias corridos, se houve e quais foram as providências adotadas quanto à segurança das Barragens em razão do risco e do dano potencial associado, de que trata a Lei 12.334/10, após o dia 26/01/2019, data do

rompimento da Barragem B1 do Complexo da Mina Córrego Feijão, no Município de Brumadinho/MG.

- **Portaria MMA 148/2022**

Dispõe no Anexo 1 sobre a Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção, e inclui o grau de risco de extinção de cada espécie. As espécies constantes da lista classificadas nas categorias Extintas na Natureza (EW), Criticamente em Perigo (CR), Em Perigo (EN) e Vulnerável (VU) ficam protegidas de modo integral, incluindo a proibição de coleta, corte, transporte, armazenamento, manejo, beneficiamento e comercialização, dentre outras.

No Anexo 2, apresenta-se também as espécies de fauna brasileira ameaçadas de extinção, trata de mamíferos, aves, répteis, anfíbios e invertebrados terrestres e indica o grau de risco de extinção de cada espécie. Já o Anexo 3, dispõe sobre as espécies de peixes e invertebrados aquáticos da fauna brasileira ameaçadas de extinção.

- **Instrução Normativa IPHAN 001/2015**

Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe.

### 3.1.2 Legislação Estadual

- **Constituição Estadual**

Trata, nos Artigos 214 -216, de assuntos relacionados ao Meio Ambiente e nos Artigos 249-255, de assuntos relacionados à política hídrica e minerária.

- **Lei 7.302/1978 (alterada pela Lei 10.100/1990)**

Dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no estado de Minas Gerais.

- **Lei 7.772/1980 (alterada pela Lei 15.972/2006)**

Dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente.

- **Lei 13.199/1999 (alterada pela Lei 17.724/2008).**

Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências

- **Lei Estadual 20.308/2012, altera a Lei 10.883/1992**

Declara de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no Estado de Minas Gerais, o pequiheiro (*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 20.922/2013**

Dispõe sobre a política florestal e de proteção à biodiversidade no Estado.

- **Lei 21.972/2016**

Dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Sisema – e dá outras providências.



- **Lei 23.445/2019**

Institui a Semana Estadual de Conscientização e Prevenção de Acidentes em Barragens e em Memória de suas Vítimas.

- **Decreto 45.175/2009**

Estabelece metodologia de gradação de impactos ambientais e procedimentos para fixação e aplicação da compensação ambiental.

- **Decreto 46.993/2016**

Institui a Auditoria Técnica Extraordinária de Segurança de Barragem e dá outras providências.

- **Decreto 47.383/2018**

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.

- **Decreto 48.078/2020**

Regulamenta os procedimentos para análise e aprovação do Plano de Ação de Emergência - PAE, estabelecido no art. 9º da Lei nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, que instituiu a Política Estadual de Segurança de Barragens.

- **Decreto 48.140/2021**

Regulamenta dispositivos da Lei nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, que instituiu a Política Estadual de Segurança de Barragens, estabelece medidas para aplicação do art. 29 da Lei nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016, e dá outras providências.

- **Resolução Conjunta SEMAD/FEAM 2.372/2016**

Estabelece diretrizes para realização da Auditoria Técnica Extraordinária de Segurança de Barragens de rejeito com alteamento para montante e para a emissão da correspondente Declaração Extraordinária de Condição de Estabilidade de que trata o Decreto nº 46.993 de 02 de maio de 2016 e dá outras providências.

- **Resolução Conjunta SEMAD/FEAM 2.784/2019**

Determina a descaracterização de todas as barragens de contenção de rejeitos e resíduos, alteadas pelo método a montante, provenientes de atividades minerárias, existentes em Minas Gerais e dá outras providências.

- **Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM 3.049/2021**

Estabelece diretrizes para a apresentação do Plano de Ação de Emergência, para as barragens abrangidas pela Lei nº 23.291, de 25 de janeiro de 2019, no âmbito das competências do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos definidas pelo Decreto nº 48.078, de 5 de novembro de 2020, e determina procedimentos a serem adotados pelos responsáveis destas barragens quando estiverem em situação de emergência.

- **Resolução Conjunta SEMAD/IEF 3.102/2021**

Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental no âmbito do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.

- **Portaria IMA 2.047/2021**

Estabelece diretrizes, exigências e ações para a apresentação e aprovação do Plano de Ação de Emergência - PAE, para as barragens abrangidas pela Lei nº 23.291, de 25 de janeiro de 2019, no âmbito das competências do Instituto Mineiro de Agropecuária definidas pelo Decreto nº 48.078, de 5 de novembro de 2020, e determina procedimentos a serem adotados pelos responsáveis destas barragens quando estiverem em situação de emergência.

- **Portaria IEPHA/MG 07/2021**

Estabelece normas e procedimentos acerca da apresentação, análise e aprovação do Plano de Ação de Emergência – PAE, conforme previsto no Decreto 48.078, de 05 de novembro de 2020, no que tange à competência do Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais – Iepha-MG.

- **Portaria FEAM 678/2021**

Estabelece regras para o credenciamento de auditores para a prestação de serviços de auditoria técnica de segurança de barragens no âmbito da Política Estadual de Segurança de Barragens e dá outras providências.

- **Portaria FEAM 679/2021**

Estabelece procedimento a ser seguido para o cadastro e classificação das barragens submetidas à Política Estadual de Segurança de Barragens – PESB e dá outras providências.

- **Instrução Técnica CEDEC 01/2021**

Dispõe sobre os critérios e procedimento para aprovação do Plano de Ação de Emergência (PAE) pelo Gabinete Militar do Governador e Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (GMG/CEDEC-MG).

- **Deliberação Normativa COPAM 55/2002**

Estabelece normas, diretrizes e critérios para nortear a conservação da biodiversidade em Minas Gerais, com base no documento: "Biodiversidade em Minas Gerais: Um Atlas para sua Conservação".

- **Deliberação Normativa COPAM 62/2002**

Dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais.

- **Deliberação Normativa COPAM 87/2005**

Altera e complementa a Deliberação Normativa COPAM nº 62, de 17/12/2002, que dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais.

- **Deliberação Normativa COPAM 94/2006**

Estabelece diretrizes e procedimentos para aplicação da compensação ambiental de empreendimentos considerados de significativo impacto ambiental.

- **Deliberação Normativa COPAM 124/2008**

Complementa a Deliberação Normativa COPAM nº 87, de 06/09/2005, que dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais.

- **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG 01/2008**

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de qualidade das águas e de lançamento de efluentes.

- **Deliberação Normativa COPAM 147/2010**

Aprova a lista de espécies ameaçadas de extinção da fauna do estado de Minas Gerais. E institui que para as espécies da fauna consideradas ameaçadas de extinção no estado de Minas Gerais, constantes do Anexo Único desta Deliberação Normativa, deverão ser desenvolvidos planos de recuperação e proteção que serão elaborados sob a coordenação do Instituto Estadual de Florestas - IEF, com a participação dos demais órgãos do Sistema Estadual de Meio Ambiente - SISEMA, dos órgãos municipais, da comunidade científica e da sociedade civil organizada, em um prazo máximo de dois anos, a contar da publicação desta Deliberação Normativa.

- **Deliberação Normativa COPAM 217/2017**

Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locais 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.

### 3.1.3 Legislação Municipal

- **Lei Orgânica de Tapira**

Dispõe sobre os deveres para proteção e preservação do meio ambiente e recursos hídricos e dá outras providências.

- **Lei 1.222/2017**

Dispõe sobre a criação e disposição geral do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente.

- **Lei 1.008/2011**

Institui o Código Municipal do Meio Ambiente do Município de Tapira, estabelecendo as bases normativas da política municipal do meio ambiente.

- **Decreto 10/2020**

Aprova o regimento interno do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente.

---

## 4 ESTUDO DE ALTERNATIVAS

Este item apresenta os estudos de alternativas que concluíram pela implantação do depósito PDR-1. O objetivo é analisar as opções existentes e avaliá-las sobre os aspectos técnicos, ambientais e econômicos.

As análises serão realizadas sob os seguintes aspectos:

- Locacionais: leva em consideração diferentes localizações para implantação do projeto e analisa o grau de interferência e impactos relacionados a cada opção;
- Tecnológicos: apresenta as tecnologias da fase de implantação e operação do empreendimento, citando os principais aspectos positivos e negativos de cada opção, considerando aspectos ambientais;
- Não implantação: apresenta um prognóstico considerando a não implantação do projeto.

### 4.1 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

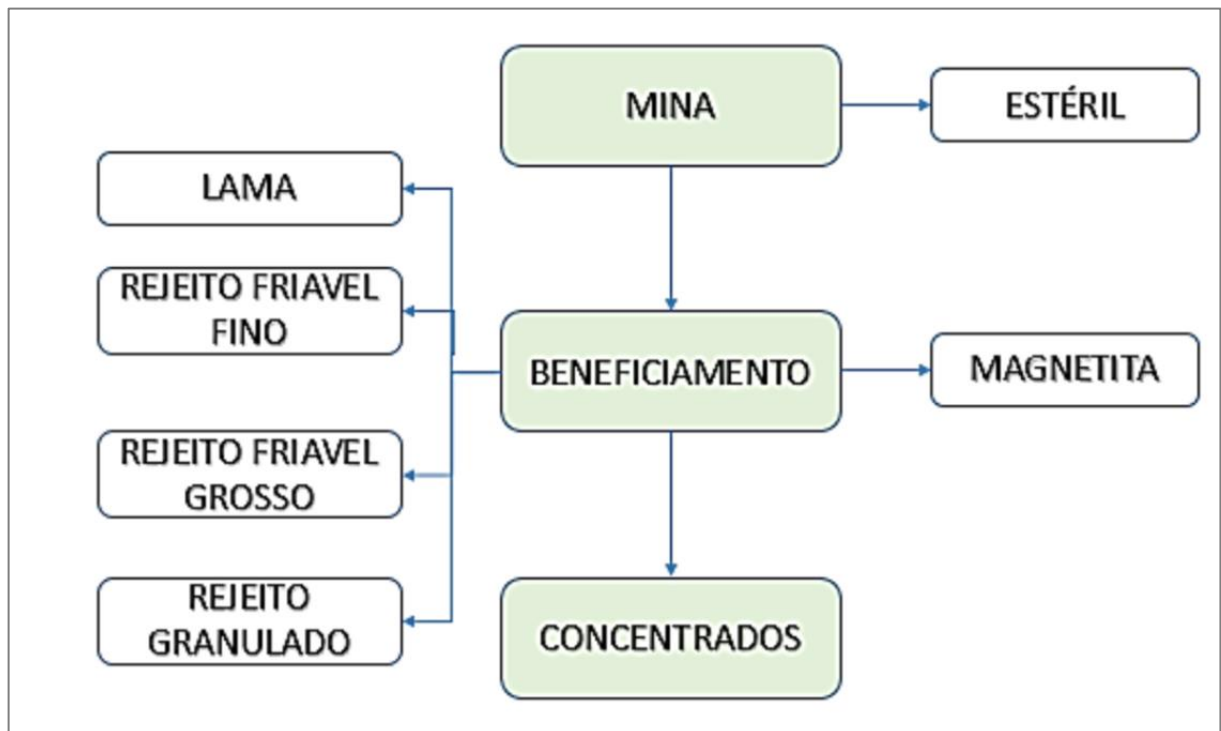
Alternativas tecnológicas para disposição de rejeitos são analisadas pela Mosaic Fertilizantes desde 2017 com o intuito de viabilizar outras formas de deposição do rejeito além do uso de barragens. Em função da granulometria do rejeito da unidade do CMT, observou-se a viabilidade de deposição em pilhas das frações mais grossas, de modo a otimizar o uso de barragens de rejeitos na unidade de Tapira.

Neste item serão apresentados a caracterização dos rejeitos gerados no CMT, os ensaios realizados para sua disposição e a comparação entre as alternativas encontradas para a disposição de rejeito grosso.

#### 4.1.1 Características do rejeito

Atualmente, a operação do CMT gera produto concentrado, estéril e rejeitos. O processo de beneficiamento mineral envolve etapas de cominuição e concentração, de forma a gerar o produto final com as especificações adequadas para uso final. Os rejeitos provenientes do beneficiamento com flotação são classificados de acordo com a granulometria dos sólidos.

O fluxograma simplificado da **Figura 4.1** demonstra os principais rejeitos gerados no processamento mineral na Unidade de Tapira.



**Figura 4.1 – Fluxograma Simplificado do Complexo de Mineração de Tapira.**

O estéril e a magnetita, devido às suas características físicas, podem ser depositados em forma de pilhas controladas. A lama e os rejeitos da flotação (Rejeito Grosso, Rejeito Fino, Rejeito Granulado), por sua vez, são dispostos em barragens convencionais. Atualmente, o rejeito gerado na usina do Complexo de Mineração de Tapira é lançado hidraulicamente em barragens de rejeito. Para o CMT é adotada a seguinte classificação de rejeitos:

- Rejeito Granulado – Fração grosseira do rejeito com aproximadamente 30% de sólidos; no cenário atual corresponde a 12% da massa dos rejeitos gerados na usina de beneficiamento;
- Rejeito Friável Grosso – Fração grosseira do rejeito com aproximadamente 30% de sólidos; no cenário atual corresponde a 34% da massa dos rejeitos gerados na usina de beneficiamento;
- Rejeito Friável Fino – Fração intermediária do rejeito com aproximadamente 30% de sólidos; no cenário atual corresponde a 7% da massa dos rejeitos gerados na usina de beneficiamento;
- Lama – Fração fina com aproximadamente 6% de sólidos; no cenário atual corresponde a 47% da massa dos rejeitos gerados na usina de beneficiamento.

#### 4.1.1.1 Rejeito Grosso

O circuito grosso é o principal da unidade, com maior massa de rejeito, recebendo aproximadamente 80% dos sólidos da usina.

O **Quadro 4.1** mostra os resultados de porcentagem de sólidos e granulometria das pilhas amostradas e o **Quadro 4.2** exibe um resumo de como o rejeito grosso da flotação se comporta.

**Quadro 4.1 – Granulometria, retido simples e porcentagem de sólidos do rejeito grosso do CMT.**

Amostra	65#	100#	150#	200#	325#	400#	<400#	% Sólidos
1	31,14	19,89	17,30	16,65	11,03	-	-	28,6
2	27,98	20,40	16,77	16,57	10,81	2,63	4,85	23,1
3	26,90	21,54	16,18	16,52	10,16	2,46	6,25	28,3
4	23,81	19,52	17,14	18,10	11,90	2,86	6,67	26,1
5	32,45	19,94	15,59	14,32	10,07	2,12	5,51	22,2
6	21,41	18,61	17,26	19,02	13,10	3,43	7,17	27
7	27,38	22,36	16,31	14,87	11,59	3,08	4,41	26
8	35,03	19,56	15,87	13,67	9,08	1,70	5,09	25,6
9	44,09	19,86	13,77	11,06	6,25	1,35	3,61	23,3
10	38,26	20,89	13,34	13,34	7,24	1,65	5,27	23,9
Média	30,81	20,30	15,80	15,27	10,02	2,36	5,43	25,41
Desvio	7,29	1,14	1,39	2,51	2,21	0,71	1,12	2,22
% Desvio/média	24%	6%	9%	16%	22%	30%	21%	9%

**Quadro 4.2 – Faixa de trabalho médio do rejeito do circuito grosso.**

Parâmetro		Faixa de Trabalho Usual	Faixa de Trabalho Esporádica
Granulometria do Rejeito (µm)	d <sub>95</sub>	949 - 2821	949 - 3758
	d <sub>80</sub>	329 - 657	329 - 820
	d <sub>50</sub>	141 - 215	141 - 252
	d <sub>25</sub>	83 - 109	83 - 122
Massa de Rejeito (t/h) - b.s.		182 - 522	97 - 607
% Sólidos		27,6% - 23,2%	29,8% - 21,0%
Vazão de Rejeito (m <sup>3</sup> /h)		532 - 1.890	257 - 2.475

#### 4.1.1.2 Rejeito Granulado

O **Quadro 4.3** mostra a granulometria do rejeito granulado, sendo perceptível uma enorme variação. No **Quadro 4.4**, há um breve resumo do rejeito de flotação do circuito granulado.

**Quadro 4.3 – Granulometria e porcentagem de sólidos do rejeito granulado de CMT.**

Amostra	65#	100#	150#	200#	325#	400#	<400#	% Sólidos
1	21,39	18,07	16,47	17,77	15,86	-	-	30,5
2	13,08	15,77	15,77	21,52	18,34	5,87	9,66	28,7
3	13,28	13,59	15,98	19,19	19,81	6,02	12,14	26,2

Amostra	65#	100#	150#	200#	325#	400#	<400#	% Sólidos
4	15,31	17,70	16,75	18,18	17,22	4,78	10,05	24,9
5	28,85	17,10	14,10	14,10	12,40	3,85	9,60	33
6	17,87	16,27	15,89	17,79	16,05	4,94	11,18	29,1
7	9,88	17,96	16,62	18,71	20,81	5,24	10,78	19,8
8	25,76	19,10	19,10	4,51	16,06	4,80	10,68	35,6
9	12,52	15,25	18,56	18,71	17,55	5,61	11,80	20,6
10	13,81	17,16	15,48	21,03	15,10	5,68	11,74	20,9
Média	16,71	16,66	16,47	17,08	17,04	5,20	10,85	26,93
Desvio	6,42	1,64	1,54	5,17	2,53	0,68	0,94	5,42
% Desvio/média	38%	10%	9%	30%	15%	13%	9%	20%

Quadro 4.4 – Faixa de trabalho médio do rejeito granulado.

Parâmetro		Faixa de Trabalho Usual	Faixa de Trabalho Esporádica
Granulometria do Rejeito (µm)	d <sub>95</sub>	861 - 1344	-
	d <sub>80</sub>	273 - 362	-
	d <sub>50</sub>	115 - 134	-
	d <sub>25</sub>	69 - 73	-
Massa de Rejeito (t/h) - b.s.		115 - 168	62 - 168
% Sólidos		32,4% - 21,5%	32,4% - 21,5%
Vazão de Rejeito (m <sup>3</sup> /h)		277 - 665	150 - 665

Foram realizados três ensaios de sedimentação, conforme **Figura 4.2**, e a velocidade de sedimentação média encontrada foi de 0,868 m/h.

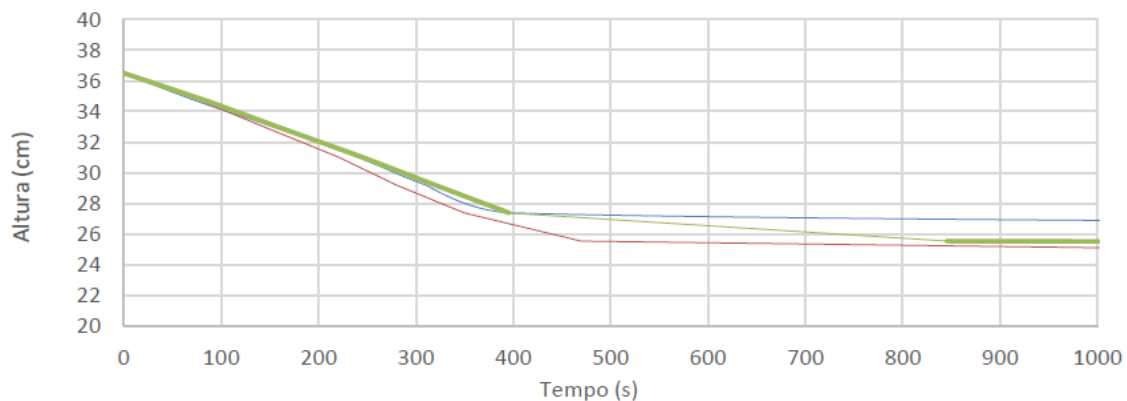


Figura 4.2 – Curva de sedimentação do rejeito granulado do CMT.

#### 4.1.1.3 Rejeito Fino

A granulometria do rejeito fino possui variação significativa, como indicado no **Quadro 4.5**. O **Quadro 4.6** exibe um breve resumo do rejeito de flotação do circuito fino.

**Quadro 4.5 – Granulometria e porcentagem de sólidos do rejeito fino do CMT.**

Amostra	65#	100#	150#	200#	325#	400#	<400#	% Sólidos
1	11,56	14,62	20,52	16,46	19,91	5,28	11,64	32,60
2	9,65	14,04	14,62	20,47	20,76	5,26	15,20	39,72
3	9,79	12,97	16,33	21,71	20,86	6,06	12,29	35,00
4	8,88	12,90	13,85	21,07	11,95	8,52	22,84	24,10
5	7,97	13,12	14,97	18,85	22,64	5,64	16,81	27,30
6	16,51	13,75	16,31	22,51	17,99	5,66	7,28	29,50
7	12,05	14,79	15,60	21,50	18,19	6,71	11,16	30,30
8	12,94	14,65	14,18	21,06	17,76	5,82	13,59	32,90
9	14,98	14,45	21,14	18,66	16,05	2,68	12,04	34,00
10	12,78	13,27	17,67	18,51	18,30	6,78	13,20	33,60
Média	11,73	13,77	16,07	20,48	18,28	5,85	13,82	31,90
Desvio	2,88	0,74	2,25	1,47	3,11	1,53	4,30	4,34
% Desvio/média	25%	5%	14%	7%	17%	26%	31%	13,6%

**Quadro 4.6 – Faixa de trabalho médio do rejeito fino.**

Parâmetro		Faixa de Trabalho Usual	Faixa de Trabalho Esporádica
Granulometria do Rejeito (µm)	d <sub>95</sub>	447 - 617	363 - 702
	d <sub>80</sub>	179 - 229	155 - 254
	d <sub>50</sub>	88 - 107	79 - 117
	d <sub>25</sub>	57 - 68	51 - 73
Massa de Rejeito (t/h) - b.s.		84 - 133	60 - 133
% Sólidos		36,2% - 27,6%	36,2%-23,2%
Vazão de Rejeito (m <sup>3</sup> /h)		174 - 390	124-480

A partir dos três ensaios de sedimentação realizados, conforme **Figura 4.3**, foi obtida uma velocidade de sedimentação média de 0,231 m/h.



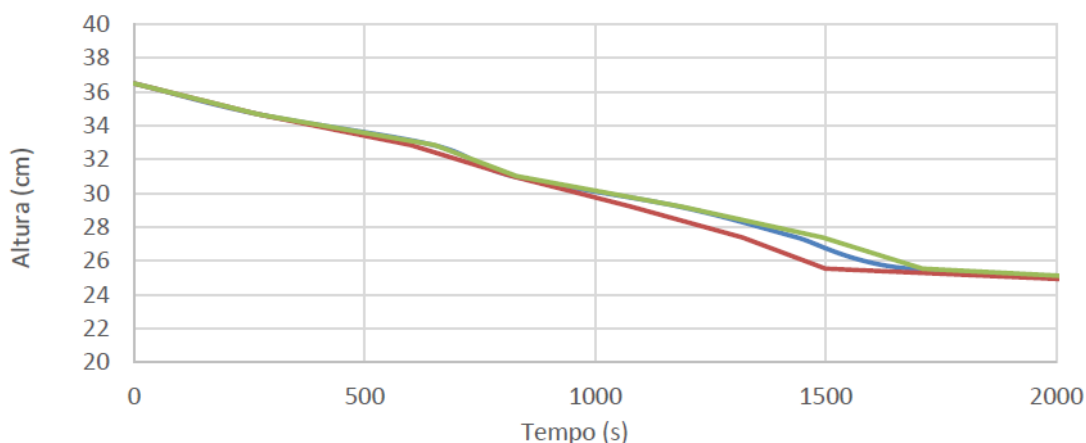


Figura 4.3 – Curva de sedimentação do rejeito fino do CMT.

#### 4.1.1.4 Lamas

Para as lamas, foram realizados três ensaios de sedimentação (**Figura 4.4**) e velocidade de sedimentação média encontrada foi de 0,073 m/h.

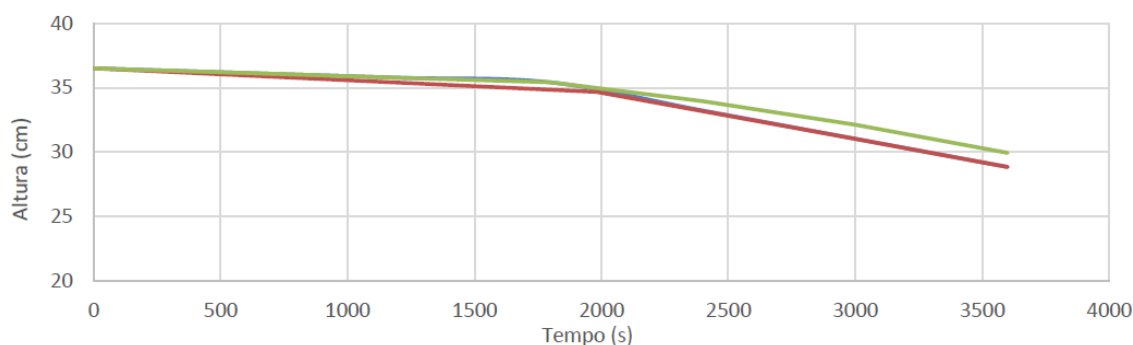


Figura 4.4 – Curva de sedimentação de lamas do CMT.

#### 4.1.1.5 Rejeitos da Flotação – Consolidado

Considerando a proporção atualmente gerada para cada um dos rejeitos, chegou-se a granulometria geral do rejeito sem considerar as lamas do CMT, apresentada no **Quadro 4.7**.

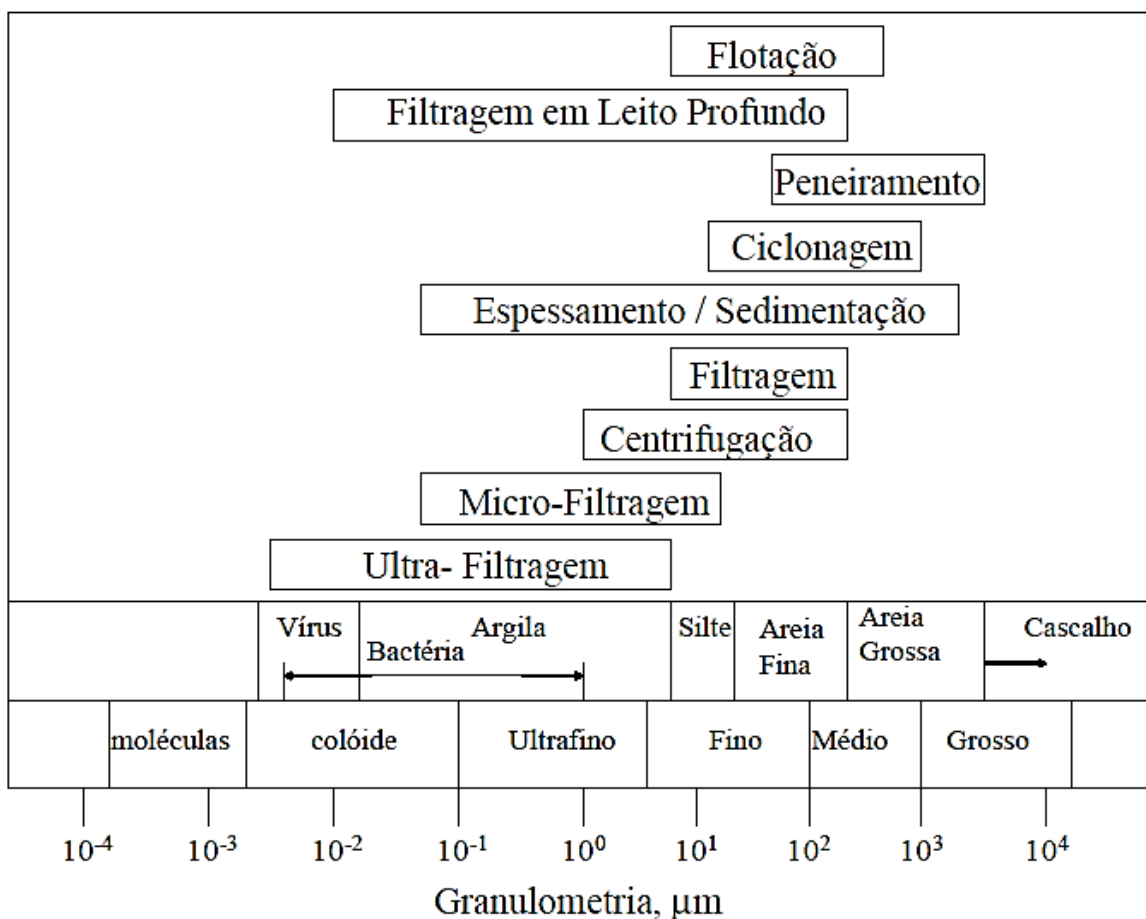
Quadro 4.7 – Faixa de trabalho média do rejeito consolidado do circuito convencional de CMT.

Parâmetro		Faixa de Trabalho Usual	Faixa de Trabalho Esporádica
Granulometria do Rejeito (µm)	d <sub>95</sub>	811 - 2164	625 - 3311
	d <sub>80</sub>	279 - 527	240 - 737
	d <sub>50</sub>	121 - 181	111 - 232
	d <sub>25</sub>	73 - 95	69 - 115
Massa de Rejeito (t/h) - b.s.		381 - 822	219 - 907

Parâmetro	Faixa de Trabalho Usual	Faixa de Trabalho Esporádica
% Sólidos	30,6% - 23,4%	32,1% - 21,4%
Vazão de Rejeito (m <sup>3</sup> /h)	984 - 2.945	532 - 3.620

#### 4.1.2 Ensaios realizados para disposição dos rejeitos

A geração de rejeitos é inevitável e inerente ao processo de tratamento de minério na usina e, portanto, não é possível eliminá-la. Contudo, existem diversas metodologias diferentes para a disposição do material gerado, sendo a aplicabilidade destas intrínsecas à granulometria do material que se quer dispor. Além disso, é importante estudar as técnicas disponíveis para a separação sólido-líquido, para que seja possível realizar a recuperação da água para reúso na usina e dispor apenas os sólidos. A **Figura 4.5** apresenta as opções conhecidas na literatura para separação sólido-líquido.



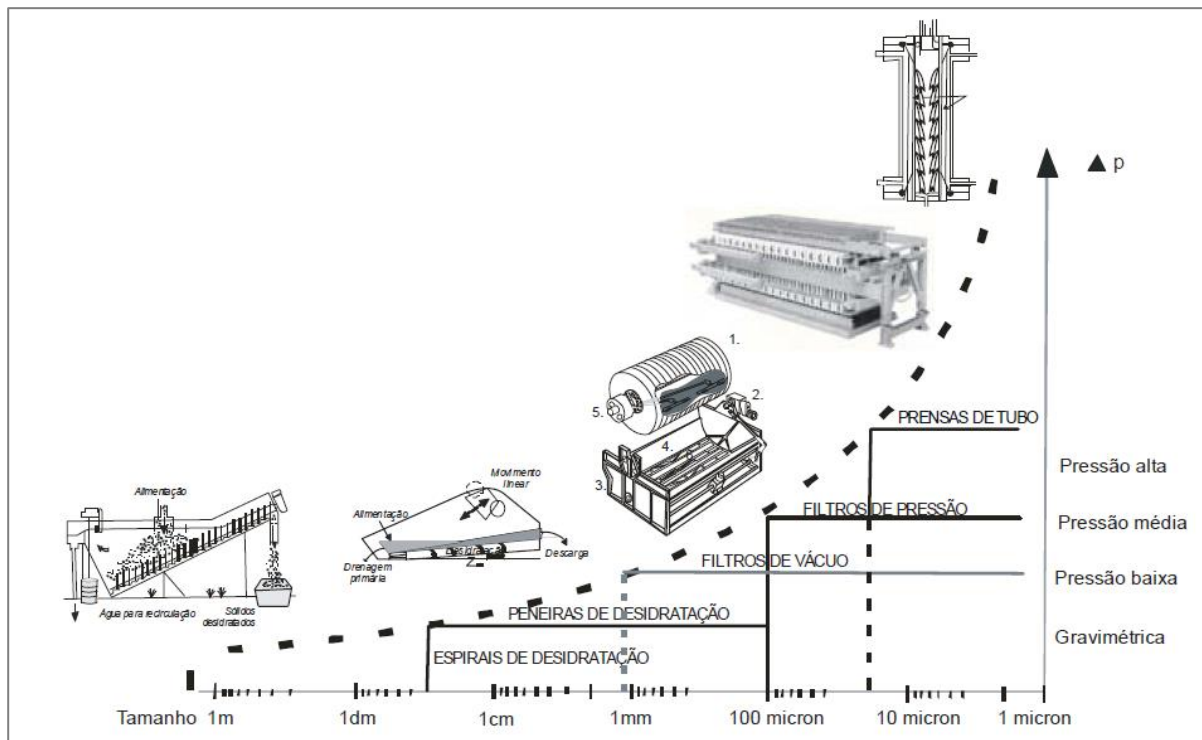
Fonte: Valadão (2008) apud. Mosaic Fertilizantes (2020).

**Figura 4.5 – Técnicas de separação de material sólido-líquido em função da granulometria.**

A barragem de rejeitos é atualmente o sistema de contenção de sólidos mais utilizado, através da sedimentação do material sólido, permitindo a recuperação de água e reutilização desta no processo produtivo da usina de beneficiamento.

Conforme apresentado pela equipe técnica do CMT, o rejeito gerado possui granulometria com 50% do passante (d50) de aproximadamente 150  $\mu\text{m}$ , permitindo, teoricamente, o uso das técnicas de peneiramento, hidrociclonação, espessamento, filtração e centrifugação. Já as lamas possuem 50% do material passante em 10  $\mu\text{m}$ , reduzindo as opções de adensamento do material para espessamento, centrifugação e filtração.

Paralelamente, é necessário verificar os equipamentos disponíveis para as metodologias de separação aplicáveis. A **Figura 4.6** apresenta os equipamentos de desidratação.



Fonte: Luz (2010) apud. Mosaic Fertilizantes (2020).

**Figura 4.6 – Tipos de equipamentos de desidratação.**

A seguir apresentam-se todos os estudos e testes já realizados para o rejeito da unidade, tendo eles como objetivo tanto a viabilização de outras alternativas de disposição quanto o aumento da vida útil de suas barragens.

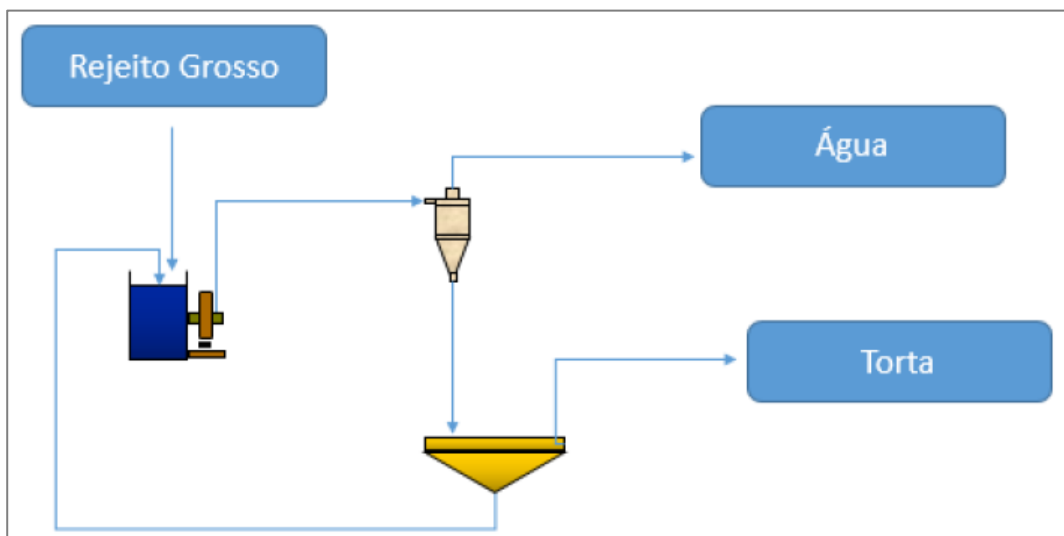
A operação unitária de centrifugação, embora citada, não foi estudada, visto que foram priorizados processos já conhecidos e aplicados na área de mineração de fosfato.

#### 4.1.2.1 Desidratação por Peneira

Com o intuito de se buscar novas rotas para o desidratação do rejeito da flotação e lamas de CMT, em março de 2018, foi enviada uma amostra desse rejeito para teste de adensamento por hidrociclonação e peneiramento de alta frequência a ser realizado pela empresa Gaustec.

O teste de bancada foi realizado para dois cenários distintos:

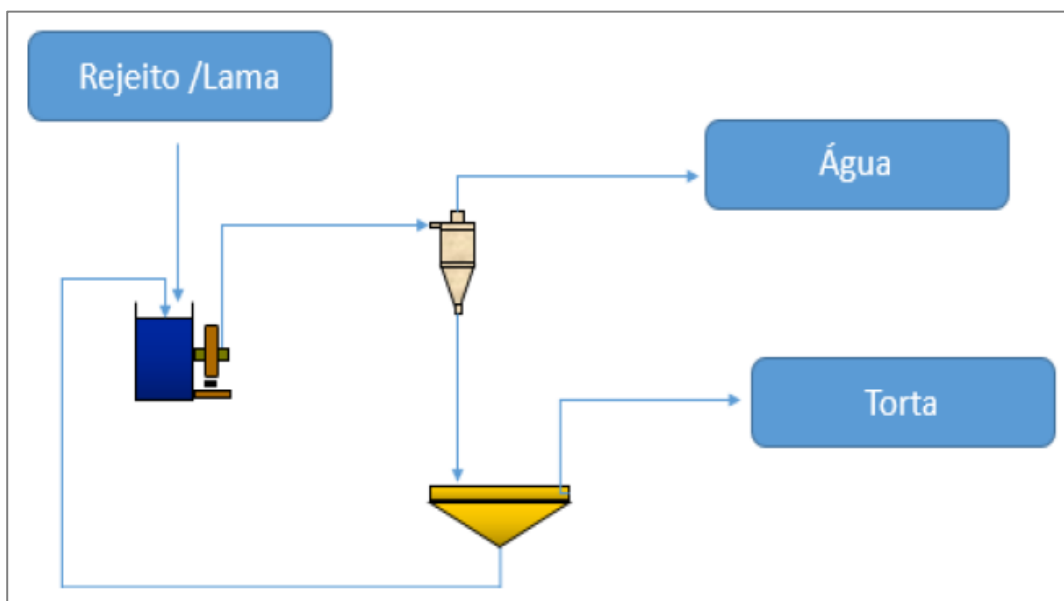
- Cenário 1 – tratamento apenas de um rejeito composto por rejeitos grossos, friável fino e friável grosso, respeitando as respectivas proporções de geração do CMT (**Figura 4.7**);



Fonte: Mosaic Fertilizantes (2020).

Figura 4.7 – Fluxograma do cenário 1 testado.

- Cenário 2 – tratamento da mistura de rejeitos grossos com lama, na proporção 78% de rejeito e 22% de lama (**Figura 4.8**).



Fonte: Mosaic Fertilizantes (2020).

Figura 4.8 – Fluxograma do cenário 2 testado.

Os **Quadros 4.8** e **4.9** apresentam as características químicas e granulométricas das amostras de rejeito utilizadas para os testes de bancada.

**Quadro 4.8 – Análise química das amostras do teste de bancada.**

Análise Química	Lamas	Rejeito Grosso*	Rejeito Granulado	Rejeito Friável
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7,17	8,10	5,47	1,96
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,89	35,01	31,10	26,16
MgO	6,84	4,78	5,03	10,54
CaO	12,61	16,18	17,49	5,66
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,15	1,75	1,03	5,00
SiO <sub>2</sub>	23,81	13,31	20,09	29,09
TiO <sub>2</sub>	7,63	10,15	8,16	10,99
BaO	0,25	0,20	0,17	0,26
SrO	0,30	0,25	0,28	0,08
MnO	0,43	0,55	0,46	0,54
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,28	0,35	0,18	0,38

\*Valor atípico da unidade. Normalmente fica entre 2,5 a 3,5% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Fonte: Mosaic Fertilizantes (2020).

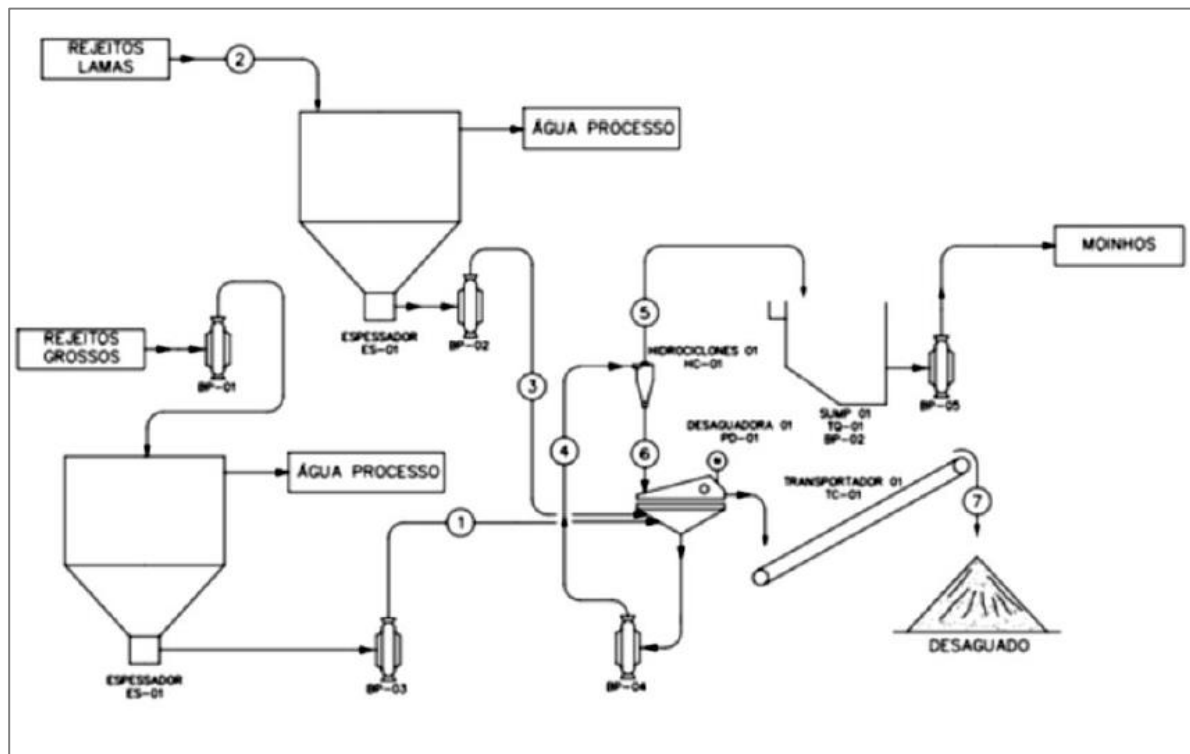
**Quadro 4.9 – Análise granulométrica das amostras.**

Malha (µm)	% Passante			
	Lamas	Rejeito Grosso	Rejeito Granulado	Rejeito Friável Fino
208	99	57	83,24	83
147	96,39	41,58	73,24	73,24
104	91,81	23,83	41,14	41,14
74	82,42	13,24	32,01	32,01
52	75,92	8,25	22,26	22,26
44	71,17	4,43	18,05	18,05
37	64,13	2,39	16,54	16,54
-37	0	0	0	0
<b>% de Sólidos</b>	<b>6,2</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
<b>Densidade dos Sólidos</b>	<b>3,2</b>	<b>3,2</b>	<b>3,2</b>	<b>3,2</b>
<b>Estratificação do rejeito total - Massa</b>	<b>47%</b>	<b>34%</b>	<b>12%</b>	<b>7%</b>

Fonte: Mosaic Fertilizantes (2020).

Como resultado, foi possível realizar o desaguamento apenas para o cenário 1, ou seja, composto apenas por rejeito, sendo que o mesmo alcançou uma umidade 22%. No caso da mistura lama e rejeito, não foi possível realizar o desaguamento e, portanto, esse fluxo seguirá para avaliação de outros possíveis métodos de desaguamento.

Através dos resultados obtidos, desenhou-se a rota de processo para esta possível alternativa, sendo esta representada na **Figura 4.9**.



Fonte: Mosaic Fertilizantes (2020).

**Figura 4.9 – Rota Gaustec de processo para o possível teste semi-industrial.**

#### 4.1.2.2 Adensamento por Espessador

Atualmente CMT já possui um espessador de lamias de 100 metros de diâmetro. Contudo, o *underflow* alcança apenas 10% de sólidos na condição atual, sendo que com a utilização de floclantes, testes apontaram que o valor máximo obtido é de 18% de sólidos.

A fim de se obter maior adensamento do *underflow*, seria necessário substituir a bomba do espessador e também executar projeto de implantação de fibra ótica na barragem do Ribeirão do Inferno, para automatizar o ligamento/desligamento das bombas de água. Isso porque, a captação de água no espessador tende a transbordar para a caixa de água de flotação, aumentando assim a dureza da água e prejudicando substancialmente o processo de flotação.

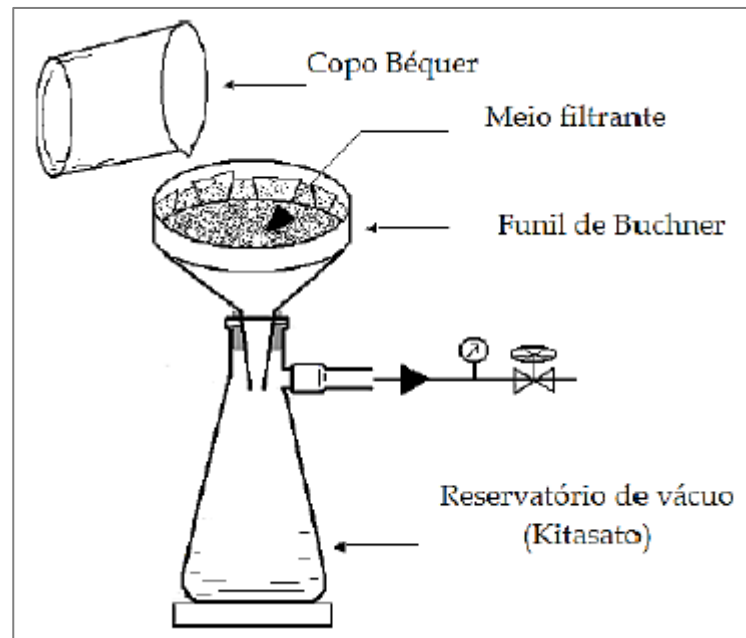
Foram realizados cálculos pela equipe do CMT, para dimensionamento do espessador ideal para a planta, de modo que o mesmo entregue pelo menos 40% de sólidos no *underflow*. Os cálculos consideraram os seguintes parâmetros: massa de polpa adotada foi de 11.570 t/h (b.s.), já considerando um fator de segurança de 1,2, com 6,2% de sólidos e densidade específica de 3,1; e velocidade de sedimentação de 0,0778 (conforme curva de sedimentação).

Com os resultados dos cálculos, concluiu-se que seria necessário um espessador de 500 metros de diâmetro ou mais 4 espessadores de 100 metros cada. Havendo possibilidade de redução no diâmetro com uso de floclante.

No entanto, isto não garante que os equipamentos conseguirão depositar as lamias, uma vez que há a necessidade de realizar os testes de filtragem das mesmas. Além disso, devido à enorme área que esses espessadores ocupariam, esta opção torna-se inviável.

#### 4.1.2.3 Filtragem à vácuo

Como possível alternativa para recuperação de água, foram realizados testes, conhecidos como *leaf test*, com diferentes filtros. Um dos tipos de filtro, existente no CMT, é o filtro a vácuo, apresentado esquematicamente na **Figura 4.10**.



Fonte: Mosaic Fertilizantes (2020).

**Figura 4.10 – Sistema de filtragem a vácuo utilizado no laboratório de CMT**

Dentre os filtros a vácuo, algumas configurações foram testadas, a fim de verificar a viabilidade das mesmas. Os testes foram realizados para os rejeitos e lamas de maneira separada.

##### 4.1.2.3.1 Rejeito

Os filtros planos apresentaram resultados não satisfatórios, pois mesmo utilizando floculante e auxiliar de filtragem, seriam necessários no mínimo 24 filtros. Esta opção implica ainda utilizar floculante (Flonex 912) a uma dosagem de 20 g/t. Obteve-se uma torta de 17,3% de umidade, que ainda precisa ser avaliada pela equipe geotécnica quanto ao seu empilhamento.

Já os filtros a disco mostraram resultados satisfatório, pois com o uso do auxiliar de filtragem ou floculante foi possível aumentar a taxa de filtragem e utilizar operação com somente um filtro a disco. O diâmetro selecionado para esse filtro foi de 12' 6" com 20 discos, sendo a área nominal de 4.400 ft<sup>2</sup>. Entretanto há um receio com relação à utilização deste filtro para o fosfato.

Por fim, os filtros de tambor mostraram resultados intermediários com o uso de floculante e precisando de no mínimo 3 filtros com diâmetro de 12 pés por 20 pés de largura e área de 70 m<sup>2</sup>.

É muito importante salientar que para reduzir a quantidade de filtros a serem instalados, o rejeito deverá ser adensado antes, com no mínimo 60% de sólidos. Logo será necessária a utilização de uma hicrociclonação.

#### 4.1.2.3.2 Lamas

Antes de iniciar os testes para dimensionar os filtros, foi realizada uma seleção prévia com auxiliares de filtração e floculantes disponíveis. O melhor insumo de cada fornecedor foi escolhido para a realização do teste de filtração e dimensionamento.

Para os ensaios, a porcentagem de sólidos na alimentação do filtro foi de 20%, sendo esta porcentagem correspondente ao *underflow* obtido no espessador de lamas, atualmente na melhor condição operacional possível, já considerando a dosagem de floculante no espessador de lamas. É importante ressaltar que, no entanto, apenas 30% das lamas do CMT passam pelo espessador.

Para os filtros planos, foram realizados 13 testes diferentes que consideram a combinação de diferentes floculantes e auxiliares de filtração. Os resultados dos testes apontaram que seriam necessários, no melhor cenário, 97 equipamentos com 3.970 m<sup>2</sup>, ou alternativamente, no pior cenário, 371 filtros com 15.273 m<sup>2</sup>.

Similarmente, os testes para os filtros a disco mostraram que seriam necessários no mínimo 108 equipamentos para obtenção de uma umidade final de 37,6%. Já para o filtro a tambor, chegou a um dimensionamento de 832 filtros.

Após análises do dimensionamento dos principais filtros a vácuo, concluiu-se que esta técnica não pode ser aplicada nas lamas do CMT, pois além de ser necessários números exorbitantes de equipamentos não é possível ter uma umidade entre 20 a 25% de sólidos para conseguir empilhar o rejeito.

#### 4.1.2.4 Filtro-Prensa para Lamas

Como os resultados com os filtros a vácuo demonstram a impossibilidade de se obter umidade menor que 25% para as lamas, optou-se por testar o filtro industrial tipo prensa, em parceria com a empresa Andritz, para avaliação de viabilidade do mesmo.

Foram realizados testes com esse filtro, com amostras de lama com porcentagem de sólidos de 20% e 35%. Atualmente o espessador da unidade não consegue adensar as lamas para 35% de sólidos.

Ambos os testes apresentaram resultados parecidos em relação à umidade final do produto, tendo-se obtido valores próximos de 25%, alterando-se apenas o tempo de filtração entre as alternativas estudadas.

A empresa Andritz ainda está calculando o número de filtros necessários e se tais filtros são viáveis tecnicamente.

A **Foto 4.1** ilustra o produto final dos testes realizados com o filtro-prensa da Andritz.





Fonte: Mosaic Fertilizantes (2020).

**Foto 4.1 – Produto final das lamas de CMT, após utilização do filtro-prensa piloto da empresa Andritz.**

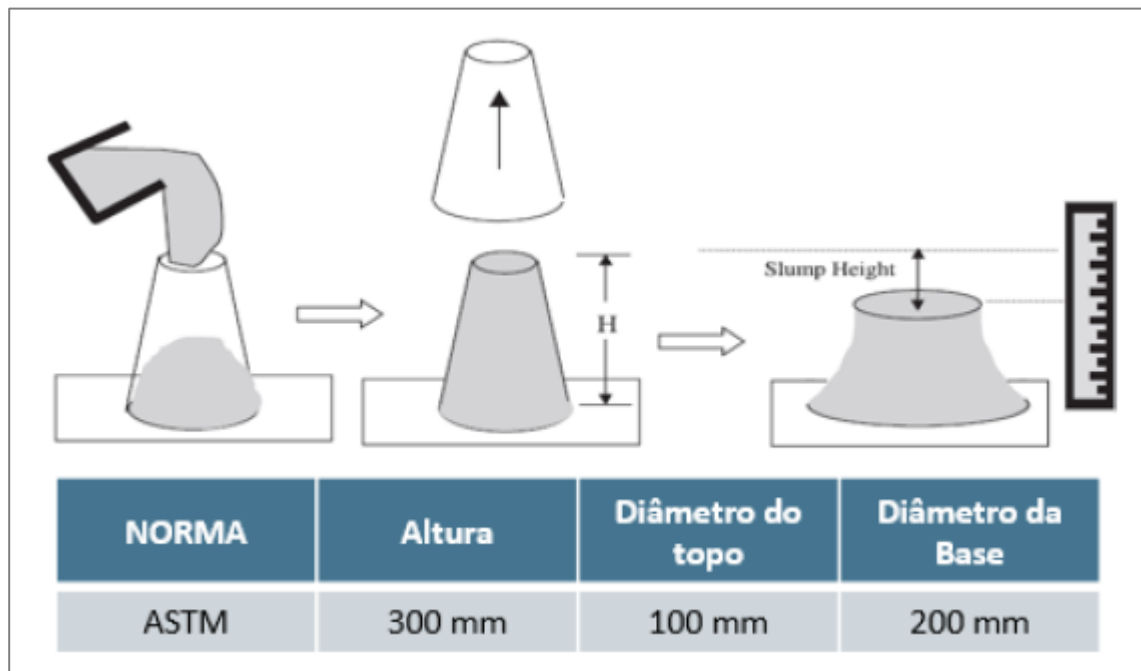
É importante salientar que serão necessários estudos geotécnicos para averiguar a possibilidade de empilhamento deste material.

#### 4.1.2.5 Adensamento e Empilhamento dos Rejeitos da Flotação por Hidrociclonagem

Como o CMT já utiliza uma bateria de hidrociclones fixa com 10 hidrociclones de 10 polegadas, e uma bateria móvel com 30 hidrociclones de 6 polegadas, nos quais se consegue aproveitar aproximadamente 90% do rejeito para ser usado na formação de praia e alteamento das barragens, optou-se por analisar a alternativa do adensamento e empilhamento do rejeito em formato de pilhas de estéril, utilizando-se esses hidrociclones.

Atualmente, o rejeito da flotação é hidrociclonado e o *underflow* fica em uma pilha controlada que, depois de um período de redução da umidade de 5 dias, é destinado para o alteamento da barragem.

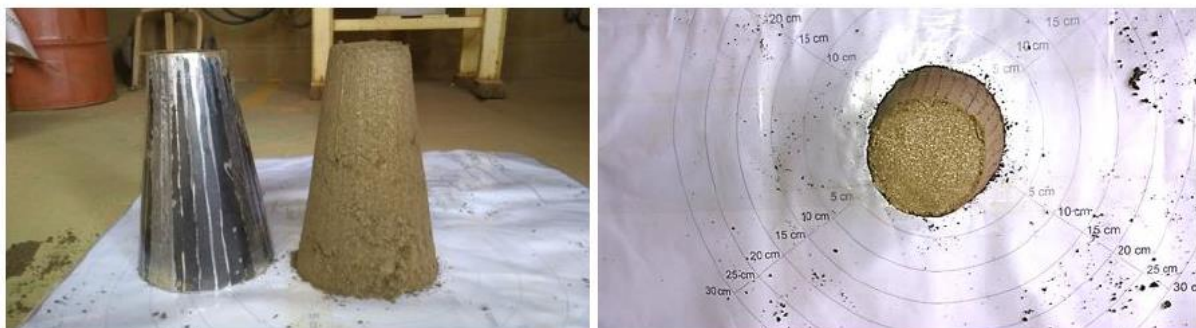
Para verificar a possibilidade do material obtido no *underflow* ser empilhado foi realizado um teste denominado *slump test*, conforme esquematizado na **Figura 4.11**.



Fonte: Mosaic Fertilizantes (2020).

**Figura 4.11 – Parâmetros adotados para realização do *Slump Test*.**

Após a realização do teste, verificou-se que o material praticamente não se move ao retirar o cone (**Foto 4.2**), indicando portanto boas condições deste material ser empilhado.



Fonte: Mosaic Fertilizantes (2020).

**Foto 4.2 – Resultado do *Slump Test* do rejeito da flotação hidrociclonado (underflow) após 5 dias exposto no tempo sem chuva.**

O estudo foi realizado somente para os rejeitos, visto que as lamas, por serem muito finas, não podem ser adensadas com hidrociclones.

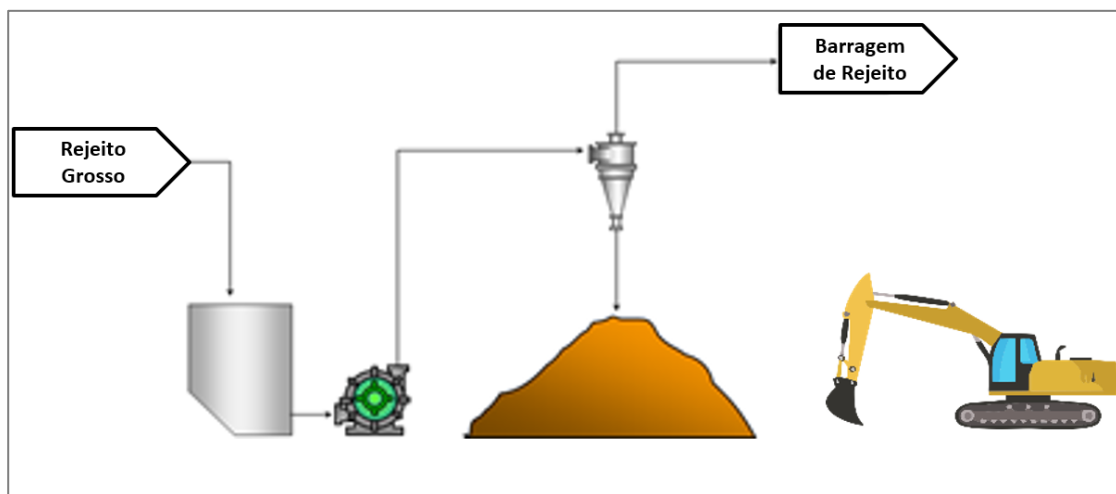
#### 4.1.3 Análise das alternativas

Com relação as alternativas abordadas no item anterior, tem-se que as opções viáveis para desaguamento do rejeito são por peneiras e hidrociclomagem. A opção do espessador apresenta baixa viabilidade em função da grande área necessária para instalação dos equipamentos; o filtro à vácuo não seria uma opção consagrada para uso com fosfato; e o

filtro-prensa gera uma torta que necessita de análises mais aprofundadas sobre a estabilidade geotécnica da mesma.

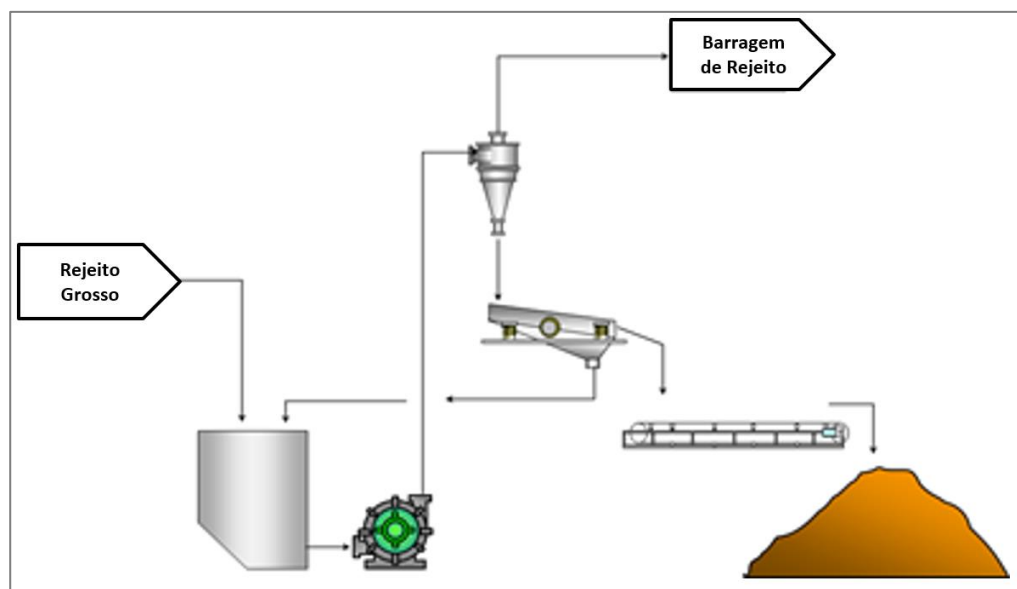
Ambas as alternativas viáveis (peneiras e hidrociclonagem) foram analisadas pela Mosaic Fertilizantes em 2021. As premissas na simulação foram:

- Alternativa 1 – adensamento por hidrociclones de 10”, no qual tem-se o overflow (O/F) conduzido para a barragem e o underflow (U/F) para o depósito (**Figura 4.12**);
- Alternativa 2 – adensamento por uma bateria de hidrociclones de 10” e uma peneira desaguadora de alta frequência. Os produtos dessa operação são o overflow do hidrociclones, que vai para barragem e oversize da peneira que é depositado na pilha (**Figura 4.13**).



Fonte: Mosaic Fertilizantes (2023).

**Figura 4.12 – Fluxograma simplificado para alternativa 1.**



Fonte: Mosaic Fertilizantes (2023).

**Figura 4.13 – Fluxograma simplificado para a alternativa 2.**

Os resultados obtidos com a simulação de desaguamento são apresentados no **Quadro 4.10**.

**Quadro 4.10 – Simulação para alternativas de adensamento de rejeito.**

Descrição dos dados	Método Atual	Alternativa 1		Alternativa 2	
	Barragem	Barragem	Pilha	Barragem	Pilha
		O/F	U/F	O/F	O/S
Horas efetivas/ano (94%)	8.410	8.410	8.410	8.410	8.410
Massa seca (t/h)	757	104	653	142	615
Massa úmida (t/h)	2.441	1.366	1.075	1.794	647
Vazão de água (m <sup>3</sup> /h)	1.685	1.263	422	1.652	33
Vazão de polpa (m <sup>3</sup> /h)	1.921	1.295	626	1.696	225
% de sólido em peso	31	8	61	8	88
Dens. real do sólido (t/m <sup>3</sup> )	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
Dens. real da polpa (t/m <sup>3</sup> )	1,3	1,1	1,7	1,1	2,9
Dens. apar. sólidos secos (t/m <sup>3</sup> )	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Rend. em massa (%)	100	14	86	19	81
Volume de rejeito (m <sup>3</sup> /h)	505	69	435	95	410
Volume de rejeito (m <sup>3</sup> /ano)	4.243.125	581.972	3.661.153	798.389	3.448.100

Fonte: Mosaic Fertilizantes (2023).

Através da análise do quadro anterior, nota-se que a alternativa 1 (adensamento por hidrociclones) apresentou um rendimento em massa de 86%, enquanto o adensamento por peneiras possibilitou um rendimento mássico de 81%. Ressalta-se que a porcentagem de sólidos após o adensamento da alternativa 1 é de apenas 61%, necessitando assim que o material seja depositado temporariamente em baias para possibilitar a redução do volume de água.

Outras vantagens da alternativa 1 são a facilidade de operação, menor demanda de energia para funcionamento e número menor de equipamentos, que implica em menor manutenção dos mesmos. A principal desvantagem dessa alternativa está no desaguamento final, que necessitará de baias para que a água percole, sendo que no período chuvoso, o processo será mais demorado.

Em função dos resultados obtidos, a alternativa tecnológica para adensamento escolhida é a hidrociclonagem e a disposição do rejeito grosso a ser adotada será o empilhamento compactado do rejeito desaguado em depósito controlado.

## 4.2 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

Este capítulo foi elaborado com base no estudo no Estudo de Alternativas Tecnológicas de Disposição de Rejeitos da Mosaic Fertilizantes de maio de 2022 (**Anexo A**), que analisa as alternativas sob aspectos geométricos apenas. A alternativa selecionada no estudo seria desenvolvida a nível de conceitual, básico ou executivo apenas em outras etapas. Assim, os dados aqui apresentados para o depósito PDR-1 diferem do capítulo 5, visto que tratam-se de

etapas distintas do projeto. Contudo, optou-se por manter os dados do Plano Diretor neste capítulo a fim de padronizar o nível de detalhamento das diversas alternativas estudadas.

Considerando que a alternativa tecnológica mais viável é o desaguamento de rejeitos por hidrociclonagem, a análise tem como foco as opções locais para implantação do depósito Pilha de Rejeitos Desaguados. Foram analisadas 3 opções, sendo elas:

- PDR-1
- PDR-2
- PDR-Teste

#### 4.2.1 Critérios Locacionais

As alternativas foram analisadas sob diferentes aspectos, tais como:

- **Malha viária:** as alternativas são atendidas pela mesma rodovia, embora a implantação do depósito não vise o escoamento de nenhum produto e o Complexo já esteja instalado há cerca de 40 anos na localidade (**Figura 4.14**);
- **Limites municipais:** todas as alternativas encontram-se dentro dos limites do município de Tapira (**Figura 4.14**);
- **Áreas produtivas:** as três opções encontram-se nos arredores da mineração (**Figura 4.15**);
- **Núcleos populacionais:** nenhuma das alternativas possui núcleos populacionais próximos às suas áreas (**Figura 4.15**);
- **Áreas de Preservação Permanente (APP), Reservas Legais e vegetação nativa:** todas as alternativas encontram-se no Bioma Cerrado. O PDR-1 e PDR-2 possuem a área com APP, Reserva Legal e vegetação nativa em seus limites. Enquanto, a alternativa PDR-Teste possui apenas uma pequena área de vegetação nativa (**Figura 4.16**).
- **Corpos hídricos e áreas de recarga hídrica:** conforme **Figura 4.16**, as alternativas PDR-1 e PDR-2 possuem nascentes em suas áreas que precisarão de desvio.

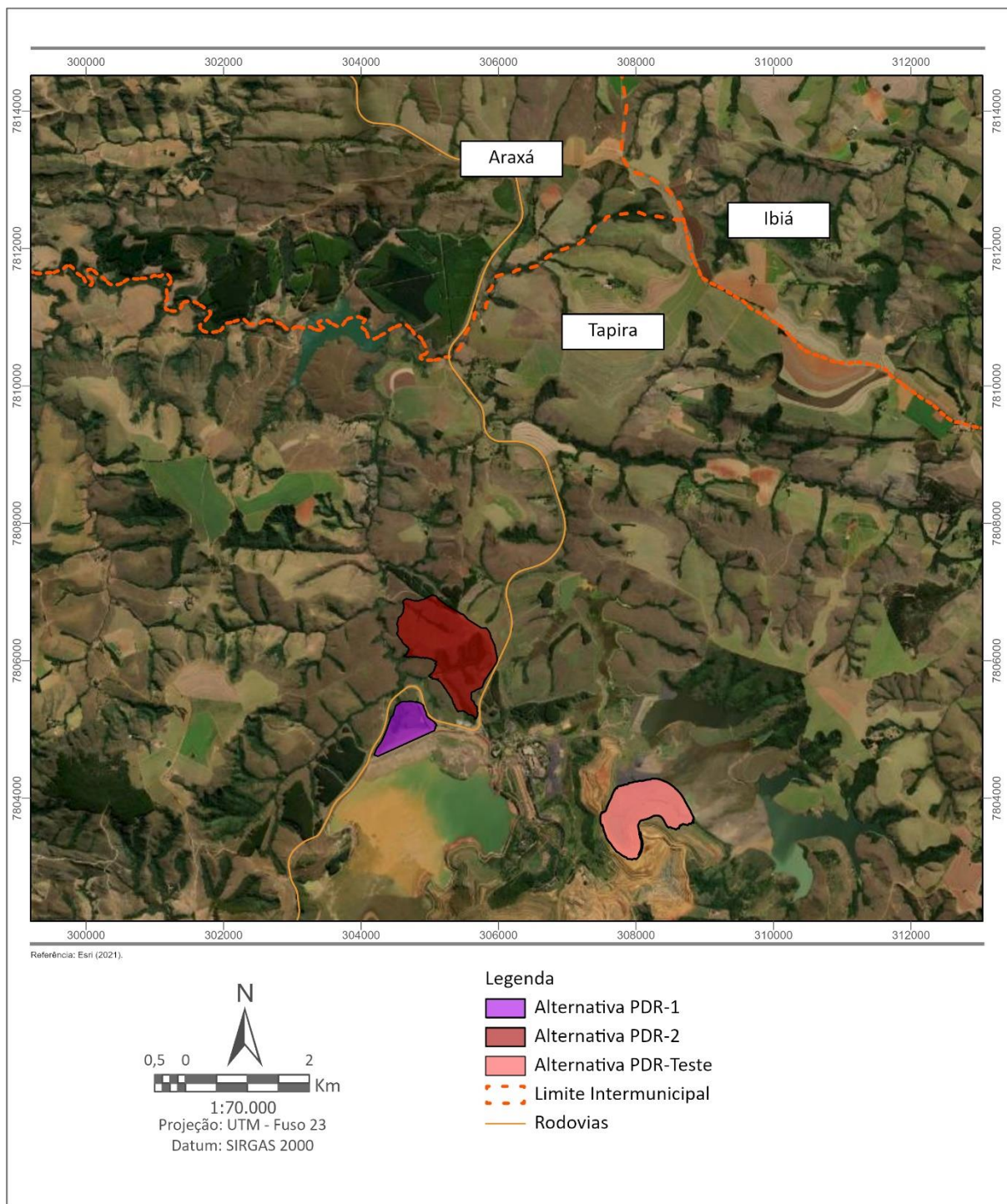


Figura 4.14 – Localização das opções em relação ao limite do município e malha viária.

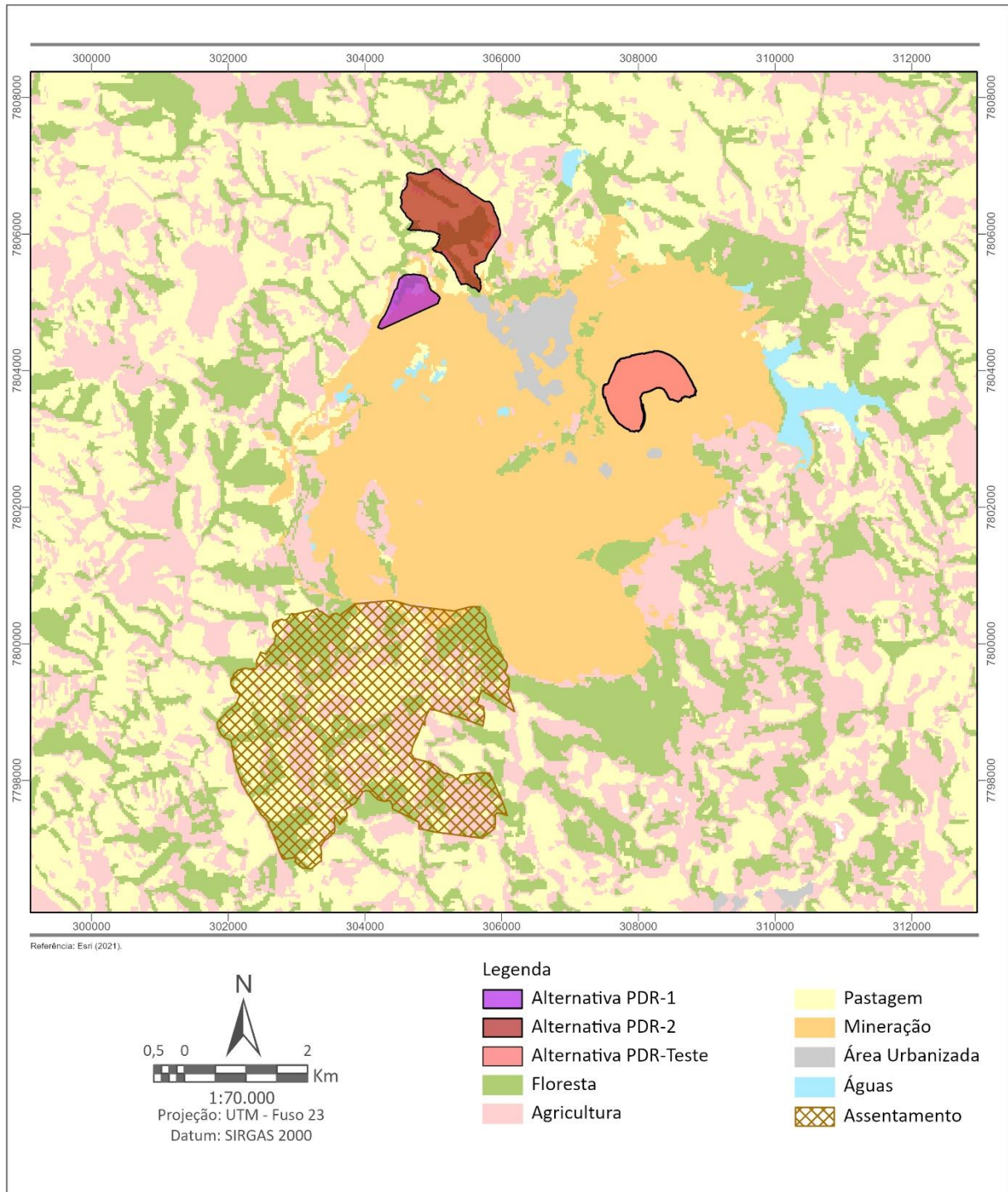
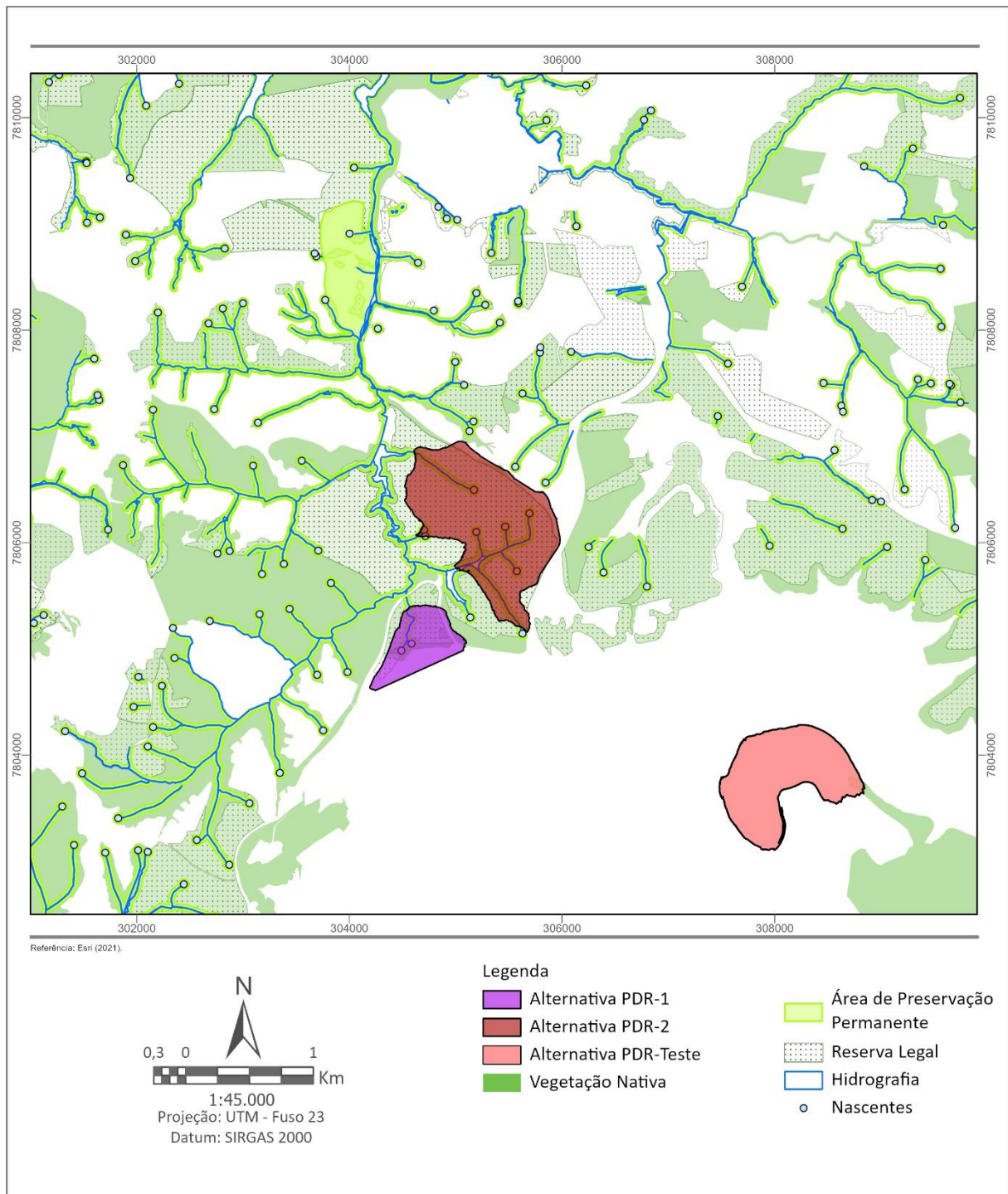


Figura 4.15 – Localização das opções em relação ao uso do solo.



**Figura 4.16 – Localização das opções em relação ao tipo de vegetação.**

Ressalta-se que nenhuma das alternativas possui interferência em:

- Unidades de Conservação e/ou zonas de amortecimento;
- Comunidades indígenas, quilombolas e tradicionais;
- Áreas cársticas e cavidades naturais subterrâneas conhecidas;
- Sítios geológicos e paleontológicos.



#### 4.2.2 Opções Analisadas

As Figuras 4.17 a 4.19 apresentam o layout dos depósitos individualmente e o Quadro 4.11 sumariza as principais características geométricas dos mesmos.

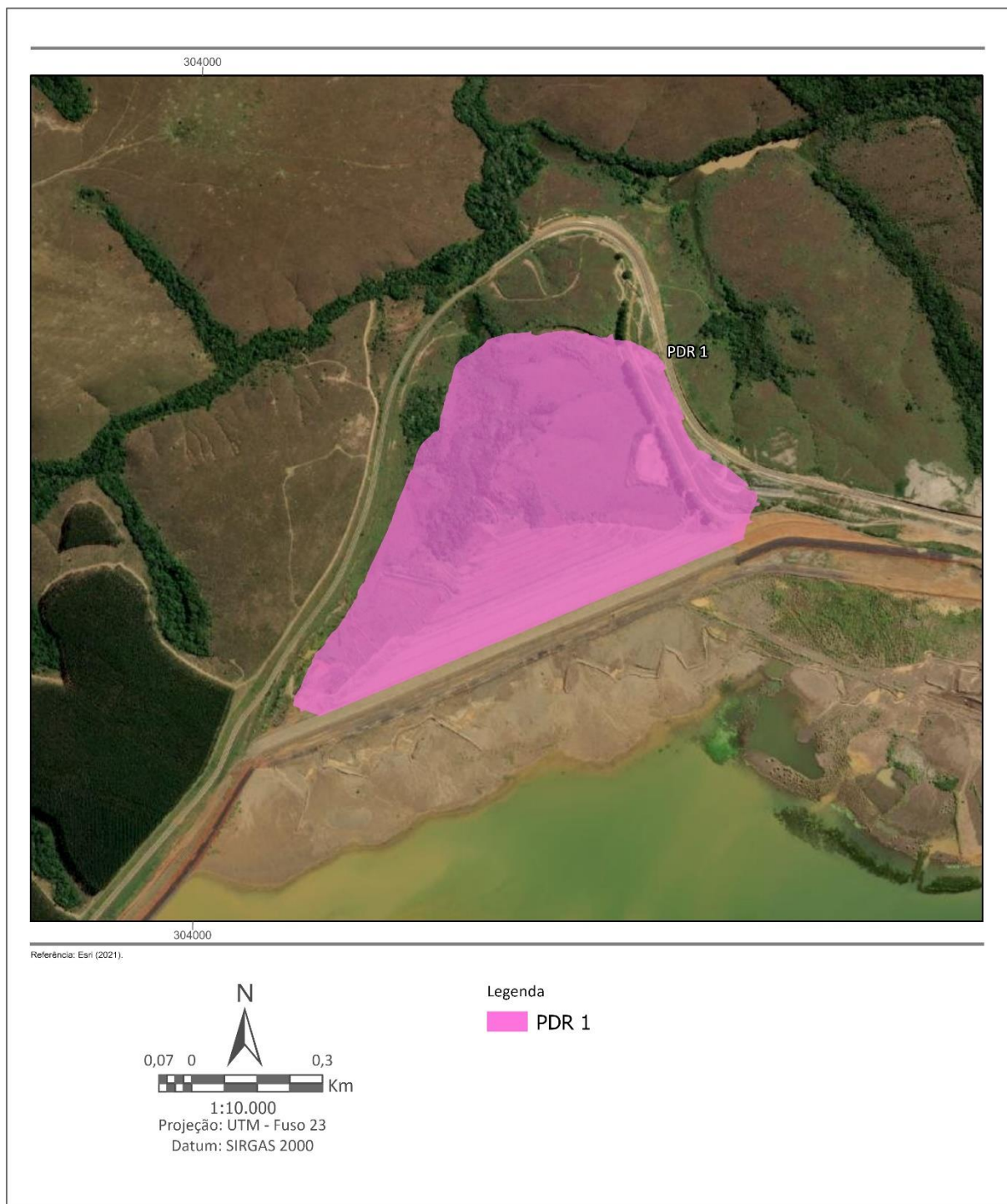


Figura 4.17 – Layout geral do PDR-1.

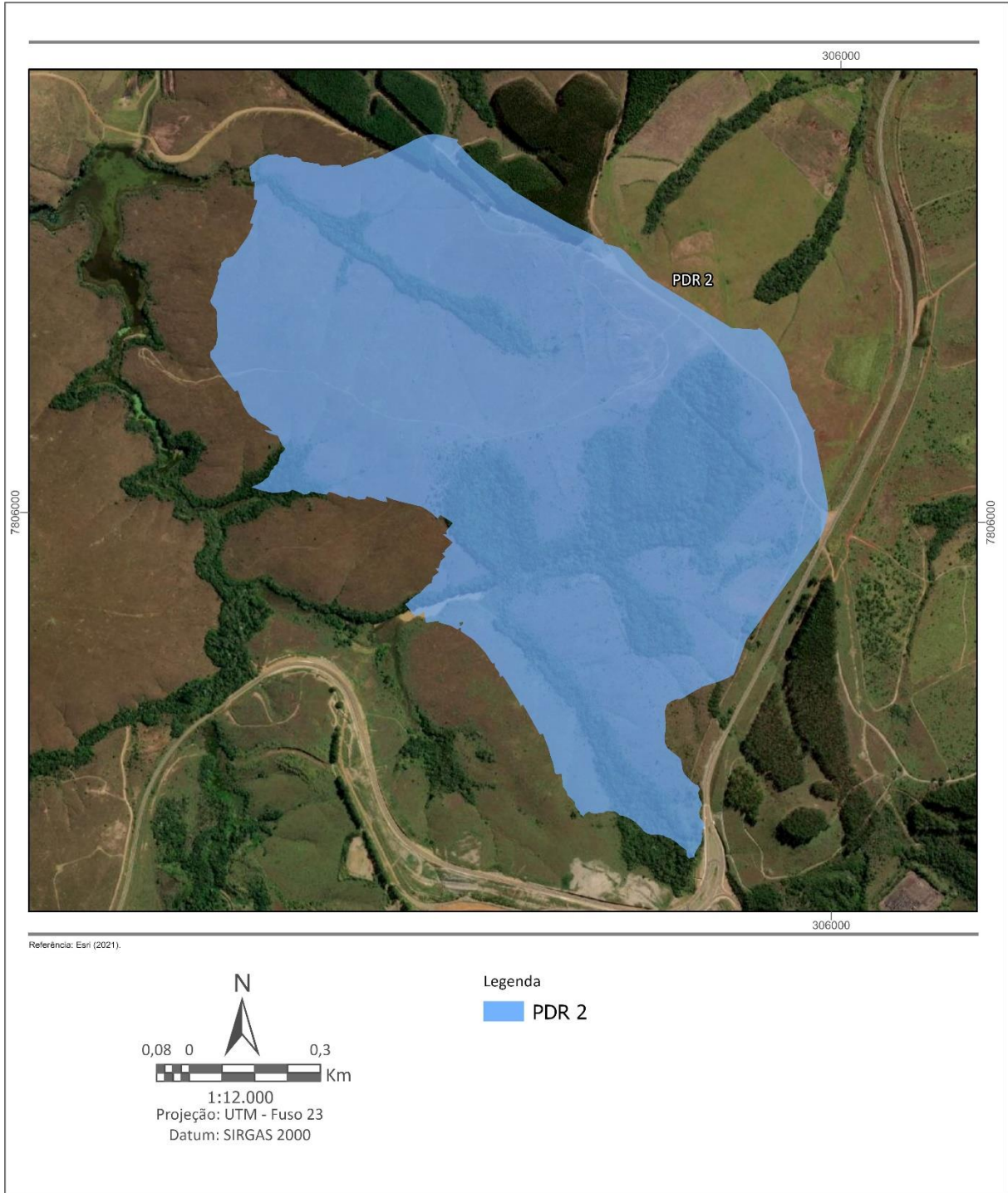


Figura 4.18 – Layout geral do PDR-2.

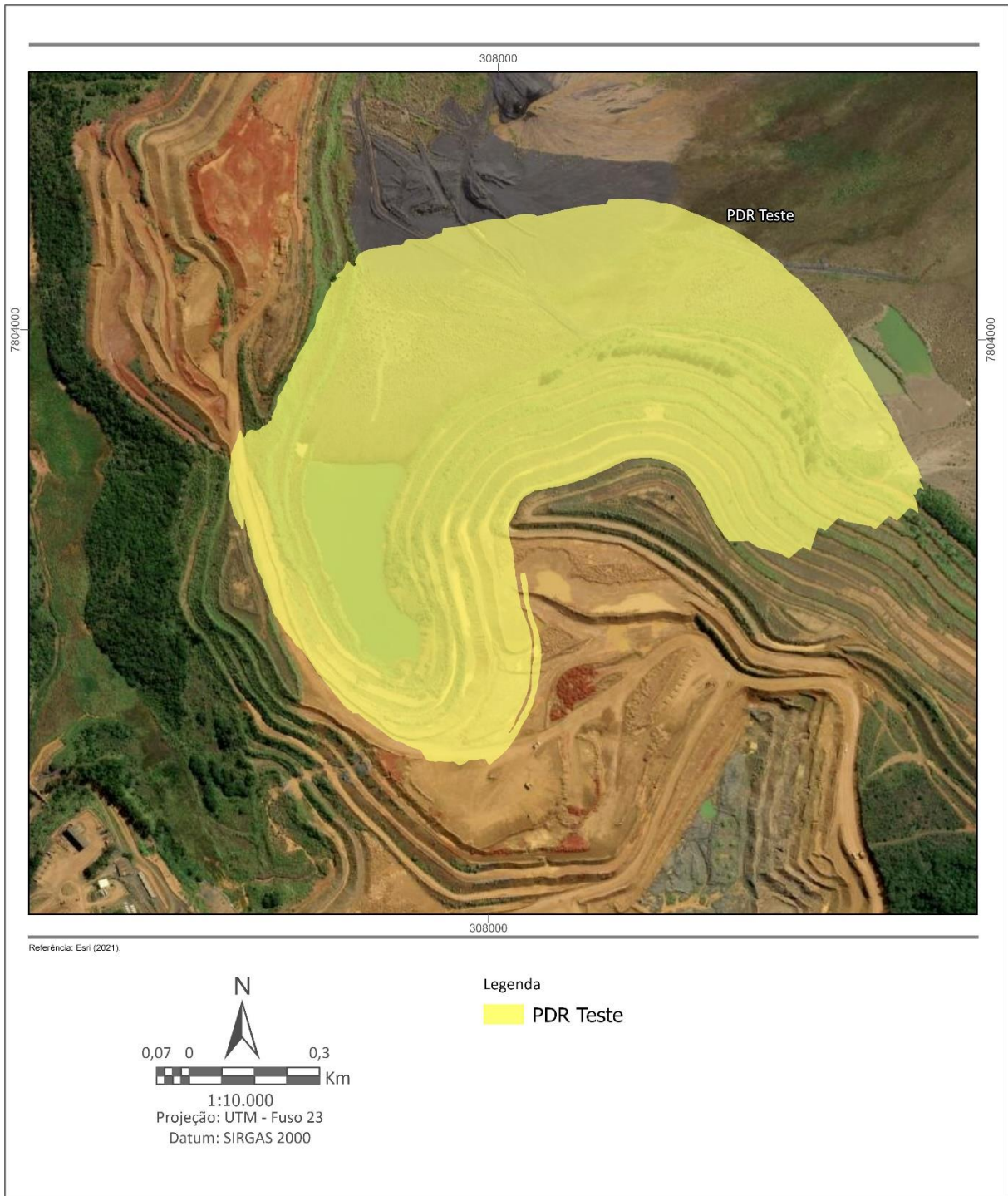


Figura 4.19 – Layout geral do PDR-Teste.

Quadro 4.11 – Principais características das alternativas consideradas.

Características	PDR-1	PDR-2	PDR-Teste
Área Total (ha)	36,5	139,8	88,1
Volume Total (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	9,9	71,2	28,2
Altura Máxima (m)	105	160	92
Inclinação dos Taludes (H:V)	3,0:1,0	3,0:1,0	3,5:1,0

Características	PDR-1	PDR-2	PDR-Teste
Altura dos Bancos (m)	10	10	10
Largura das Bermas (m)	7	7	7
Necessidade de Supressão Vegetal	Sim	Sim	Sim
Ocupação (volume/área)	0,3	0,5	0,3

#### 4.2.3 Pontuação das Alternativas

As alternativas foram avaliadas com base em diferentes critérios, sendo eles:

- Intervenção na vegetação: avalia a necessidade de supressão de vegetação. O PDR-2 possui grande intervenção. Enquanto a alternativa PDR-Teste possui a menor vegetação a ser suprimida.
- Dimensão da vegetação: considera o porte da vegetação a ser suprimida. Assim, quanto maior o porte, menor a classificação da alternativa. Todas as alternativas possuem porte similar, contudo o PDR-2 possui uma grande porcentagem de APP em seus limites.
- Interferências corpos hídricos: considera os impactos das alternativas em nascentes, corpos d'água, águas subterrâneas e áreas de proteção de mananciais. A alternativa PDR-1 necessitaria de um desvio do curso hídrico que encontra-se na área de implantação, assim como o depósito PDR-2. Já o PDR-Teste possui uma área alagada que precisaria de bombeamento.
- Interferência visual: apenas o PDR-2 foi classificado como alto impacto visual, visto que este seria implantado em área não atropizada.
- Altura da estrutura: considerou-se a altura final do depósito, sendo que quanto maior, menos favorável é a estrutura.
- Distância de bombeamento: considera a otimização de rota entre a planta e o depósito, sendo que quanto menor a distância, melhor a classificação.
- Ocupação (volume/área): analisa a relação entre a área ocupada e o volume de armazenamento.

Ressalta-se que as alternativas não apresentam as seguintes interferências:

- Intervenção em áreas indígenas, quilombolas e de outros povos e comunidades tradicionais;
- Intervenção em áreas prioritárias para conservação;
- Interferência em áreas produtivas ou núcleos populacionais;
- Interferências em cavidades naturais subterrâneas, sítios históricos, culturais ou arqueológicos;
- Interferência em áreas de pesca, aquicultura, extrativismo, turismo, recreação e infraestrutura pública.

O **Quadro 4.12** sumariza os resultados da análise de alternativas, considerando os critérios anteriores.

**Quadro 4.12 – Pontuação das alternativas para deposição de rejeito desaguado.**

Análise	PDR-1	PDR-2	PDR-Teste
Intervenção na vegetação	Média	Alta	Baixa
Dimensão da vegetação	Média	Alta	Média
Interferência em corpos hídricos	Desfavorável	Desfavorável	Desfavorável
Interferência visual	Favorável	Desfavorável	Favorável
Altura de estrutura	Pouco Favorável	Desfavorável	Pouco Favorável
Distância de bombeamento	Favorável	Desfavorável	Desfavorável
Ocupação (Área x Volume)	Média	Alta	Média
<b>PONTUAÇÃO</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>35</b>

Legenda de pontuação:


10 pontos

5 pontos

0 pontos

Através da análise do quadro anterior, nota-se que a alternativa PDR-1 é a mais favorável para implantação e operação, sendo por esse motivo a alternativa escolhida pela Mosaic Fertilizantes. Além disso, outro fator favorável para o PDR-1 é que este servirá como reforço da barragem BL-1, pois o rejeito será contrapilhado no maciço da barragem.

### 4.3 ALTERNATIVA ZERO

Neste caso, considerando que não haja a implantação do depósito, eventualmente haverá o esgotamento das barragens existentes atualmente e, desta forma, não haverá mais um local adequado para estocar esse material, paralisando a operação de mina e, conseqüentemente, não haverá mais matéria-prima para alimentação da usina de beneficiamento de Tapira e transferência do material para a planta química de Uberaba (CIU) para a produção de fertilizantes.

Os principais impactos dessa alternativa são relacionados à desativação do empreendimento, tais como diminuição da arrecadação de impostos, fechamento de postos de trabalho diretos e indiretos, inclusive da unidade do Complexo Industrial de Uberaba, menor oferta de fertilizantes no mercado nacional e, conseqüentemente, aumento do preço dos mesmos. As conseqüências dessa alternativa são grandes e de difícil mensuração.

## 5 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

As atividades exercidas no Complexo de Mineração de Tapira (CMT) abrangem uma série de operações, que se iniciam com o decapeamento e lavra do minério, e se desenvolvem até a expedição do concentrado fosfático para o Complexo Industrial de Uberaba (CIU).

Para melhor visualização das estruturas componentes do CMT, apresenta-se a seguir a **Figura 5.1**, com o layout geral do complexo.

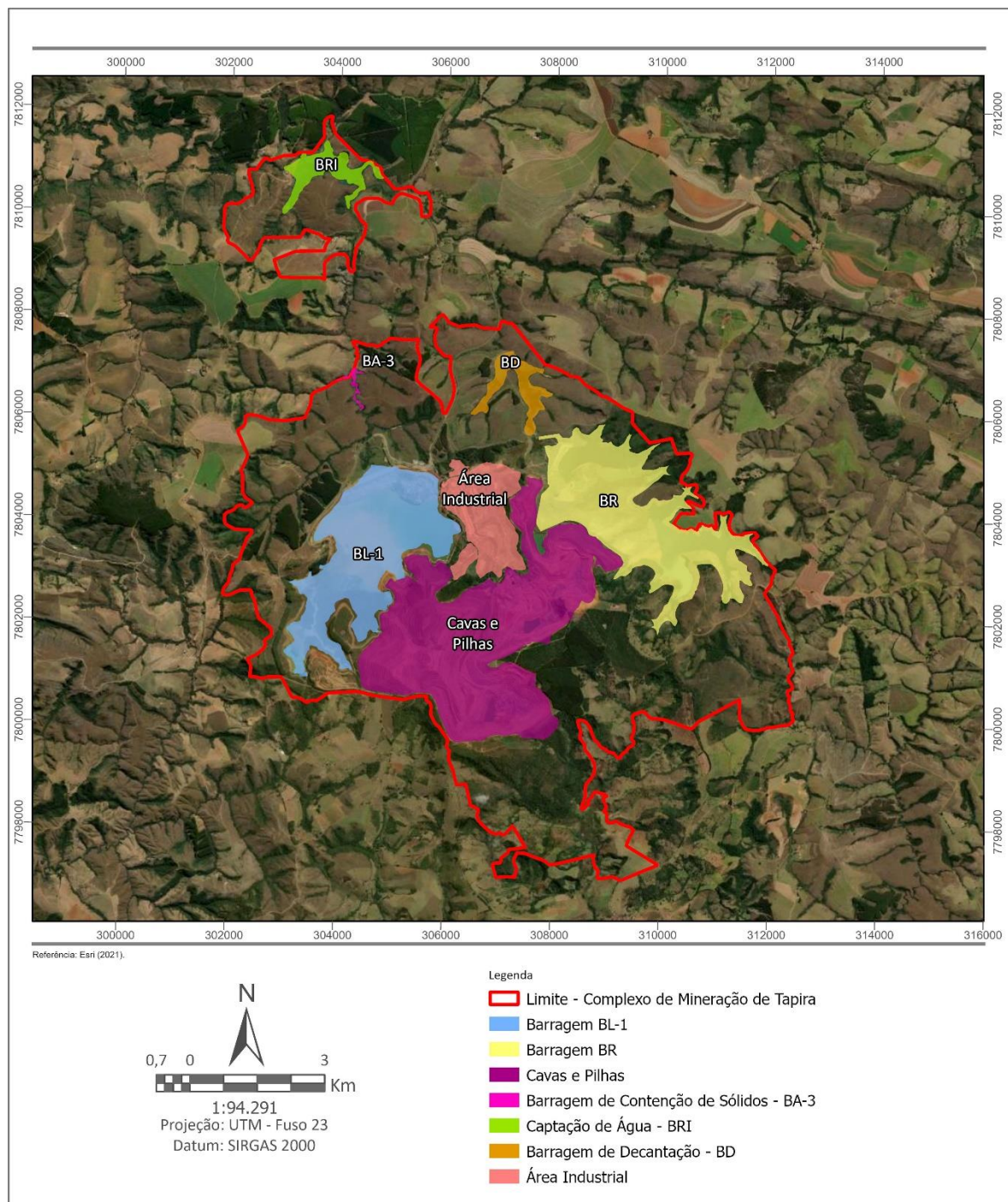


Figura 5.1 – Layout geral do CMT.

Na figura, são apresentados os reservatórios das barragens de lamas (BL-1), de rejeito (BR) e de captação de água nova (BRI). As instalações industriais de beneficiamento situam-se fora da área mineralizada, a norte deste. Entre a usina de beneficiamento e a BRI, observam-se bacias de decantação intermediárias, denominadas BDs. A BA-3 constitui-se de uma barragem de polimento, recebendo a água da BL-1 e purificando a água para envio à BRI.

Acompanhando o limite do domo, a noroeste e a norte da mina, situam-se os depósitos existentes de estéril (E1, E2, E3, E4) e titânio (T1, T2, T4 e T5); a sul encontra-se o depósito de estéril E6; e nas áreas já exauridas da cava localizam-se os depósitos de estéril (E7, E8 e E9) e titânio (T6) provenientes do processo de mineração.

O mineroduto, responsável pelo transporte do material beneficiado até Uberaba, pode ser visualizado com mais detalhe na **Figura 5.2**. Ele tem seu início na área industrial (usina de beneficiamento) e segue em direção a Uberaba, percorrendo 123 km.

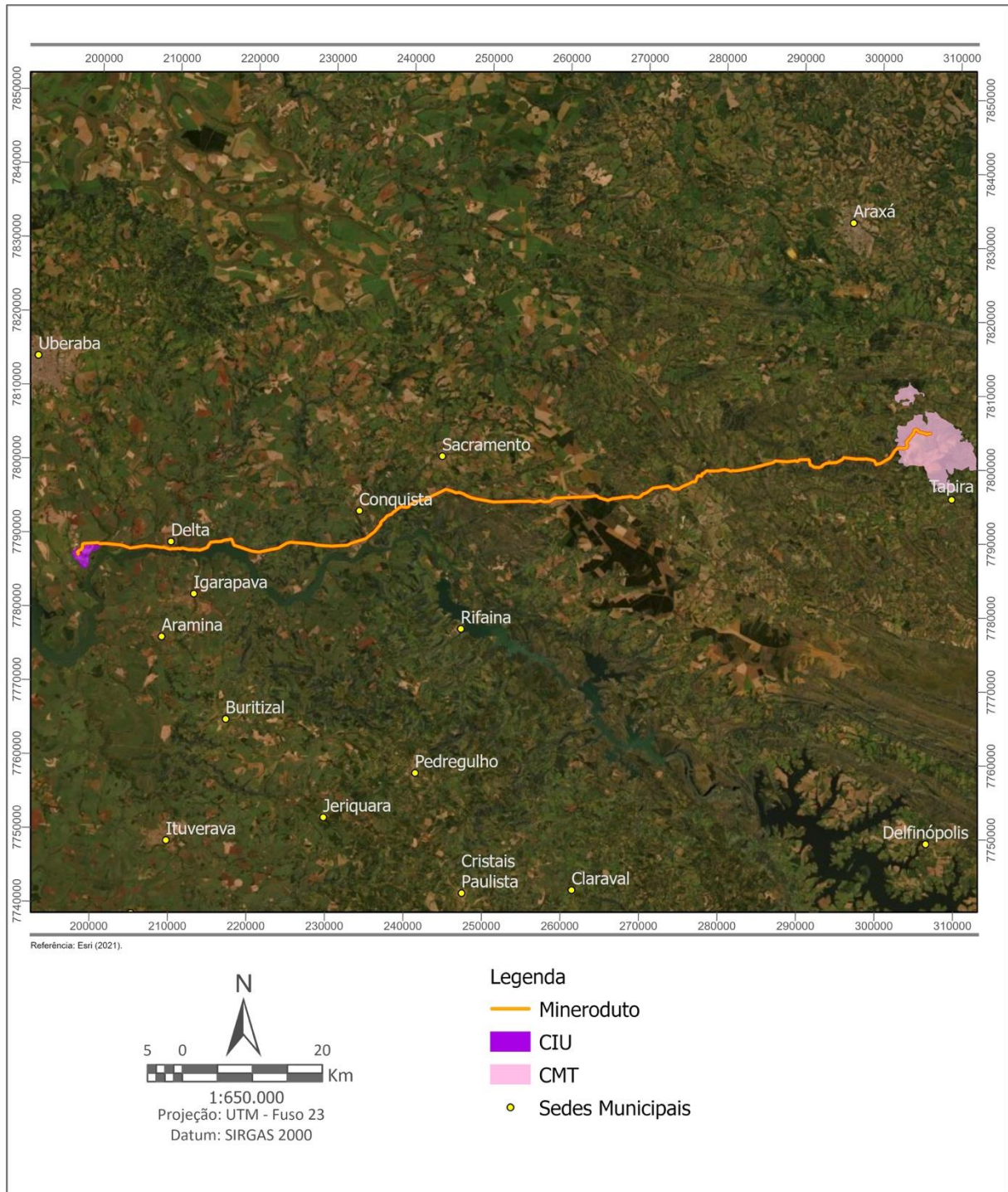


Figura 5.2 – Traçado do mineroduto.

## 5.1 OPERAÇÕES DO CMT

### 5.1.1 Lavra

A lavra da mina é totalmente mecanizada e desenvolvida a céu aberto, em meia encosta.

De acordo com o perfil geológico da jazida, o fosfato está sotoposto a duas camadas: a primeira de estéril, com uma espessura de 30 a 40 m, e a outra de minério de titânio



(anatásio), medindo 25 a 30 m de espessura. Dessa forma, para se lavar o fosfato, é necessário retirar também o anatásio, que é estocado em um depósito de titânio, para aproveitamento futuro.

O material estéril, o titânio e a maior parte do minério de fosfato são friáveis, facilmente desagregáveis e seu desmonte é feito por escavadeiras hidráulicas que escavam o minério e carregam os caminhões. Em níveis mais profundos, onde o minério de fosfato é mais compacto, o desmonte mecânico não é possível, sendo necessária a utilização de explosivos.

A geometria de escavação dos taludes na mina depende da frente de lavra, mas atualmente têm sido implantados bancos com 10,0 m de altura. Os ângulos de escavação dos bancos individuais foram definidos por estudos de estabilidade, assim como os ângulos médios dos taludes, para cada frente de lavra.

A largura das bermas no estéril, titânio e minério são de 15 m. Ver **Fotos 5.1 e 5.2**.



**Foto 5.1 – Aspecto geral da lavra atual, em meia encosta.**



**Foto 5.2 – Detalhe da frente de lavra.**

Os serviços de perfuração e desmonte com explosivos, quando necessários, são realizados por empresas terceirizadas. Os explosivos utilizados são do tipo emulsão e granulado e seu manuseio é efetuado apenas por pessoal qualificado sob a coordenação de um *blaster*. A unidade do CMT conta com três paióis que são vistoriados pelo exército, de acordo com o “Regulamento para Fiscalização de Produtos Controlados (R-105)”, do Ministério do Exército. A vistoria é efetuada a cada 12 meses.

### **5.1.2 Disposição de Estéril do CMT**

O estéril e o minério de titânio são transportados por caminhões para os respectivos depósitos. As argilas vermelha e amarela do capeamento são dispostas em depósitos de estéril (E), enquanto o titânio oriundo de horizontes argiloarenosos é disposto em depósitos de titânio (T).

A unidade do CMT conta atualmente com diversos depósitos de estéril e titânio no entorno da mina. A localização do conjunto de depósitos forma aproximadamente um arco a oeste da cava da mina, indo de nordeste até sudoeste da mesma. Alguns depósitos foram construídos no passado e praticamente não estão mais operantes; outros depósitos ainda estão em operação.

A pilha de estéril é dotada de sistema de drenagem superficial, com caimentos transversais nas bermas, no sentido do pé dos taludes, e longitudinais, para escoamento das águas das bermas, que são direcionadas para canaletas ou valetas. Tais características construtivas têm permitido o escoamento das águas pluviais sem provocar a instalação de processos erosivos nos maciços. O sistema de drenagem direciona a água coletada para uma bacia de contenção e, após passar por um dissipador, é destinada para o córrego ao lado da estrutura.

As bermas são executadas com declividade longitudinal de 0,3%, e transversal de 5%, no sentido do pé do talude. Nas bermas, junto à crista dos taludes, são executadas leiras de solo, para manter a drenagem das águas de chuva na própria berma, evitando que haja galgamento e erosão.

### 5.1.3 Beneficiamento de Minério

Todo o minério lavrado (ROM) é transportado em caminhões até a área de beneficiamento de minério. A **Foto 5.3** mostra uma vista aérea da planta de concentração do CMT.



**Foto 5.3 – Vista aérea da planta de concentração de minério do CMT.**

Na unidade de britagem primária, o tamanho do minério é reduzido de 30 para 6 polegadas. Parte do ROM é estocado em 2 pilhas pulmões, que são definidas de acordo com o teor. Esse material serve como reserva nos períodos chuvosos, uma vez que a mina tem sua produção reduzida. Esse material estocado serve de alimentação ao britador primário.

O minério é descarregado em dois silos de alimentação e destes para os alimentadores de placas que o transporta até duas grelhas vibratórias com aberturas máximas de 5,5". O material retido na grelha alimenta um britador primário do tipo giratório. O produto da britagem primária é transportado à britagem secundária por uma correia transportadora de 1.500 m de comprimento. A **Foto 5.4** apresenta as instalações de britagem secundária do CMT.



**Foto 5.4 – Britagem secundária de minério do CMT.**

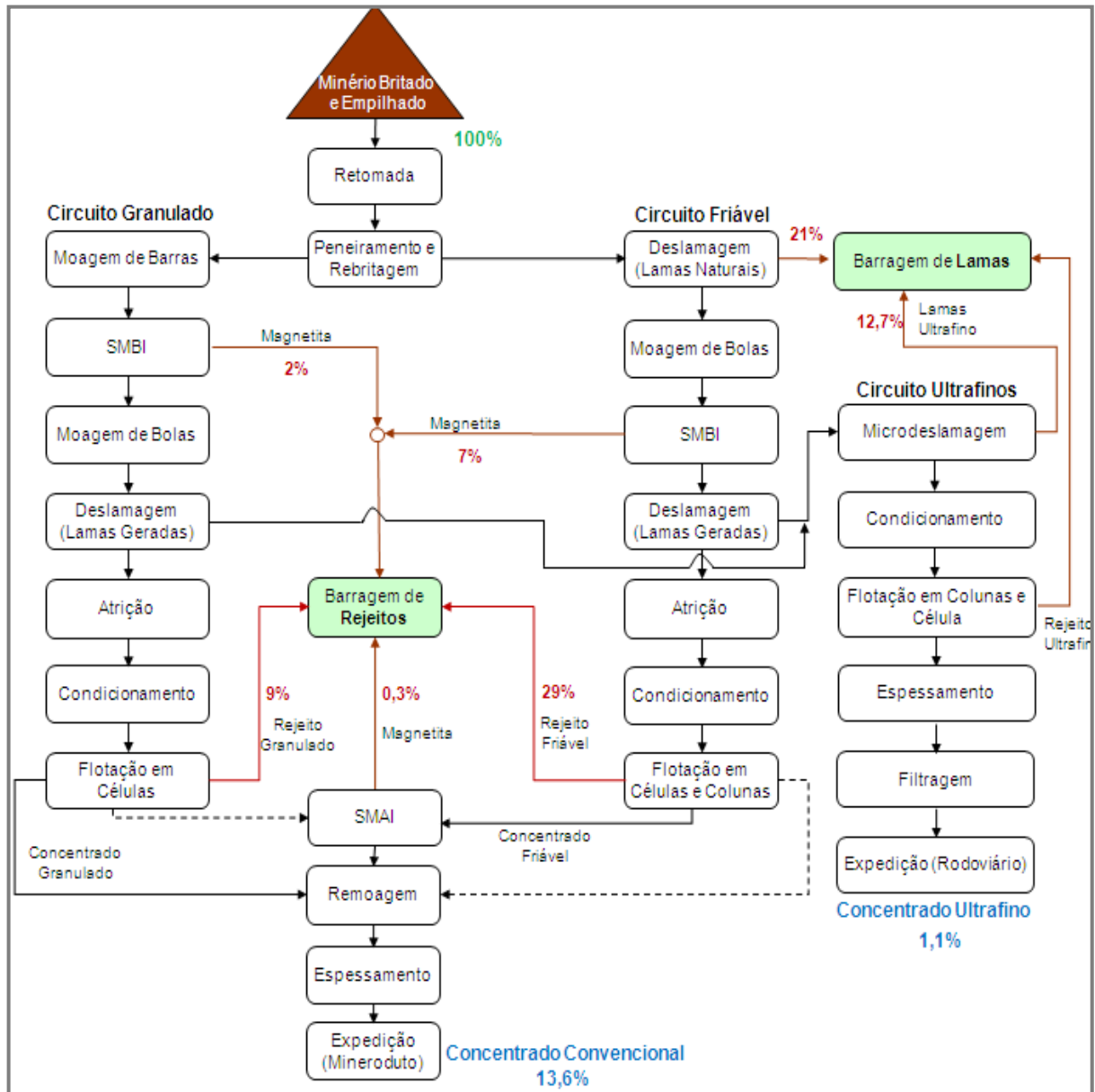
Nos britadores secundários, do tipo rolo dentado, o minério é reduzido para 4 polegadas e, então, encaminhado para o pátio de homogeneização.

No pátio de homogeneização, o minério é empilhado por meio de uma empilhadeira (*stacker*) de duas lanças, permitindo a formação de duas pilhas paralelas tipo Chevron, de 700 m de comprimento e capacidade de 240 mil toneladas cada.

O minério retomado da pilha de homogeneização é encaminhado para o circuito de rebitagem, compreendendo britagem terciária e quaternária, de modo que o produto tenha tamanho adequado para alimentar a moagem.

A taxa de alimentação da usina de concentração é de 2.100 t/h. A alimentação média do circuito de friável (< 1/4") representa cerca de 80% desse total, enquanto a do circuito de granulado (3/4" a 1/4"), 20%.

Na **Figura 5.3** apresenta-se o fluxograma geral do processo, contendo os circuitos de processamento dos minérios friável e granulado.



Fonte: Vale Fertilizantes (2015).

Figura 5.3 – Fluxograma do processo.

Após a rebitagem, os minérios granulado e friável seguem para circuitos próprios de concentração. O minério granulado, por meio de transportadores de correia, alimenta um circuito próprio de moagem – barras e, a seguir, bolas –, sendo empolpado na alimentação do moinho de barras. Já o minério friável é bombeado em polpa para a alimentação de um outro circuito de moagem – bolas (ARAÚJO et al., 2002).



**Foto 5.5 – Circuito de moagem.**

Nos circuitos de moagem primária de cada minério, há separadores magnéticos de baixa intensidade para a retirada de magnetita logo no início do processo, objetivando reduzir seu efeito de desgaste nos equipamentos e adequar o teor de  $Fe_2O_3$  que alimentará a etapa de flotação. A magnetita assim concentrada é transferida para uma pilha de disposição própria, próxima à instalação de beneficiamento.

A principal operação de concentração do minério fosfático é a flotação. Antes de passar por essa etapa, todavia, é fundamental que os minérios moídos sejam deslamados, isto é, que seja eliminada a fração granulométrica extremamente fina.

Os minérios assim moídos e deslamados – granulado e friável – seguem cada um para seus circuitos próprios de flotação. Nos circuitos de flotação, os minérios são preparados previamente em condicionadores, por meio da adição de reagentes.

A flotação é direta, ou seja, os minerais úteis de fosfato são flotados com a espuma, ao passo que os minerais de ganga não o são. Parte da flotação é realizada em células mecânicas (convencionais) e parte em células de coluna. De todo modo, o importante é que, desconsiderando-se as especificidades de cada circuito de flotação, ao final eles geram apenas dois produtos: um concentrado fosfático e um rejeito.

Atualmente, os rejeitos são bombeados para a Barragem de Rejeitos (BR) ou para a Barragem de Lamas (BL-1) para formação de praia.

Os concentrados da flotação, tanto do circuito de granulado quanto de friável, são direcionados em conjunto através de bombeamento para uma operação de separação magnética de alta intensidade, para a extração de minerais magnéticos, inclusive aqueles de

baixa susceptibilidade. Os produtos magnéticos desta operação são bombeados juntamente com os rejeitos magnéticos obtidos na etapa de separação de baixa intensidade para a pilha de disposição própria próxima à instalação de beneficiamento.

O concentrado de fosfato não-magnético é encaminhado para uma operação de remoagem para adequação de granulometria, em moinho de bolas, e posteriormente para uma etapa de adensamento, em hidrociclones e espessadores, para adequação da porcentagem de sólidos, possibilitando assim o transporte via mineroduto até as instalações industriais em Uberaba.

A especificação química do concentrado é apresentada no **Quadro 5.1**.

**Quadro 5.1 – Especificação química do concentrado**

Concentrado Fosfático Convencional (%)	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	≥ 34,8%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	≤ 3,0%
RCP	≤ 1,46%
MgO	≤ 1,0%
Concentrado Fosfático Ultrafino (%)	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	≥ 35,0%
Fração retida malha 325	≤ 20,0%

Fonte: Vale Fertilizantes (2014).

O concentrado fosfático convencional é bombeado por um mineroduto com 123 km de extensão para o Complexo Industrial de Uberaba, onde são produzidos os fertilizantes fosfatados.

A impulsão da polpa no mineroduto é feita por quatro bombas de pistão (2 operando e 2 reservas), operando em paralelo. Na **Foto 5.6** mostra-se o início do mineroduto (km 0).

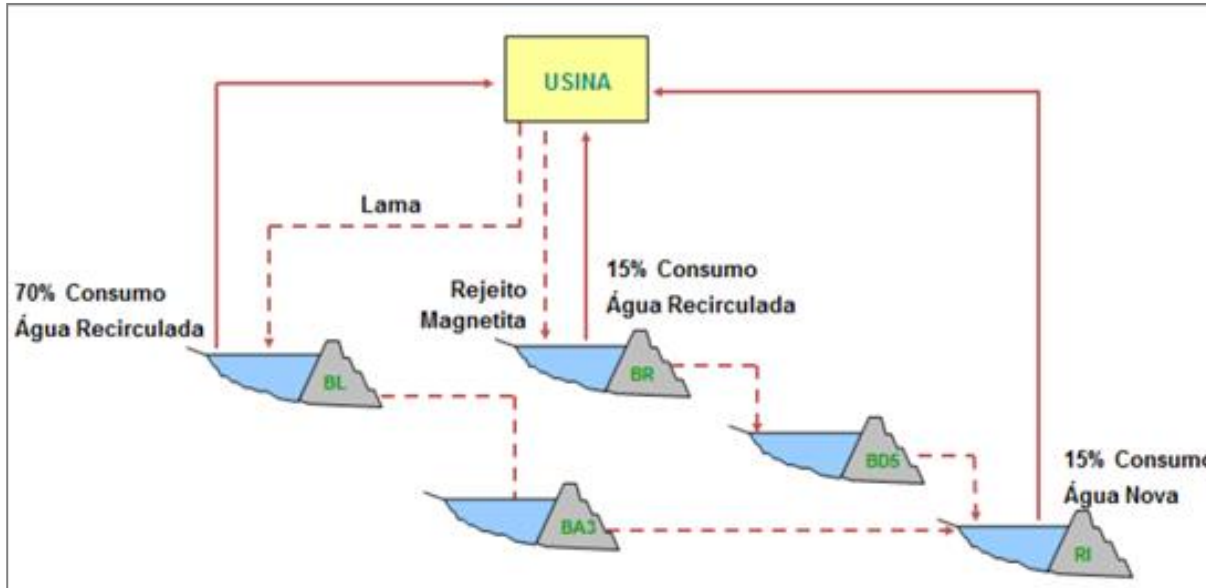
Já o concentrado fosfático ultrafino é transportado também para o Complexo Industrial de Uberaba via transporte rodoviário.



Foto 5.6 – Início do mineroduto (km 0).

#### 5.1.4 Disposição de Rejeitos e Captação de Água

A unidade do CMT possui 6 barragens atualmente, para captação de água, recirculação de água e disposição de resíduos da etapa de beneficiamento do fosfato.



Fonte: Vale Fertilizantes (2015).

Figura 5.4 – Sistema de suprimento de água.

Atualmente, as barragens BL-1 e BR operam como estruturas de disposição de rejeitos, sendo a BL-1 construída inicialmente com a finalidade de contenção de rejeitos de lama e ultrafinos.

Com base no plano diretor, estimou-se o volume de rejeitos a ser gerado no CMT até 2057, conforme **Quadro 5.2**, totalizando cerca de 384,6 Mt.



**Quadro 5.2 – Projeção do volume (t) de rejeitos a ser gerado até 2057.**

Ano	Lama + Ultrafinos	Rejeito Grosso	Acumulado	Ano	Lama + Ultrafinos	Rejeito Grosso	Acumulado
2022	5.324.528	5.427.039	10.751.567	2040	5.507.661	5.613.698	199.797.510
2023	5.140.786	5.239.759	21.132.112	2041	5.513.968	5.620.126	210.931.604
2024	5.145.513	5.244.577	31.522.202	2042	5.534.551	5.641.105	222.107.260
2025	5.169.594	5.269.122	41.960.918	2043	5.326.911	5.429.467	232.863.638
2026	5.169.767	5.269.298	52.399.983	2044	5.292.356	5.394.247	243.550.241
2027	5.217.356	5.317.804	62.935.143	2045	5.426.806	5.531.286	254.508.333
2028	5.260.840	5.362.125	73.558.108	2046	5.212.960	5.313.323	265.034.616
2029	5.055.355	5.152.683	83.766.146	2047	5.330.161	5.432.780	275.797.557
2030	5.006.393	5.102.779	93.875.318	2048	5.490.850	5.596.563	286.884.970
2031	5.145.281	5.244.341	104.264.940	2049	5.352.910	5.455.968	297.693.848
2032	5.387.596	5.491.321	115.143.857	2050	5.306.900	5.409.071	308.409.819
2033	5.127.673	5.226.393	125.497.923	2051	5.361.005	5.464.218	319.235.042
2034	5.107.021	5.205.344	135.810.288	2052	5.323.566	5.426.058	329.984.666
2035	5.077.255	5.175.005	146.062.548	2053	5.307.113	5.409.288	340.701.067
2036	5.054.283	5.151.591	156.268.422	2054	5.204.752	5.304.957	351.210.776
2037	5.113.263	5.211.706	166.593.391	2055	5.281.237	5.382.914	361.874.927
2038	5.301.827	5.403.900	177.299.118	2056	5.585.176	5.692.705	373.152.808
2039	5.634.279	5.742.754	188.676.151	2057	5.699.250	5.808.975	384.661.033

Fonte: Walm (2020).

## 5.2 PILHA DE REJEITO DESAGUADO – OBJETO DESTA LICENCIAMENTO

O projeto executivo da Pilha de Rejeito Desaguado (PDR-1) foi elaborado pela empresa Walm Engenharia em 2021. O projeto na íntegra é apresentado no **Anexo B**.

O PDR-1 é um depósito de rejeito grosso *underflow* oriundo do processo de beneficiamento de minério no CMT.

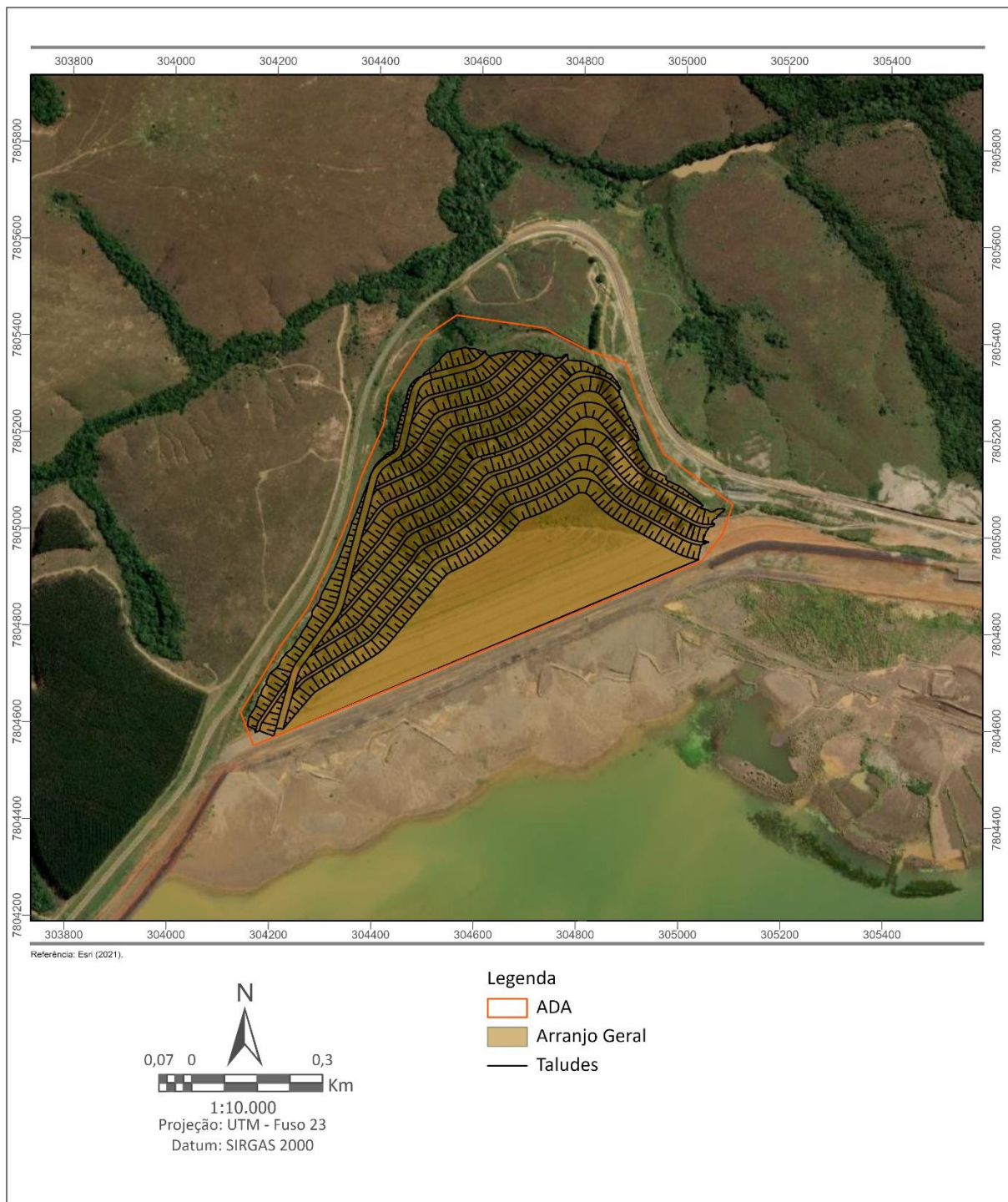
Os estudos do depósito PDR-1 são parte do Plano Diretor de Disposição de Rejeitos da unidade do CMT e visam o atender a demanda de disposição de rejeitos do CMT. Assim, foram elaborados estudos geológico-geotécnicos e geométricos de viabilidade do empilhamento proposto que, juntamente com os demais empilhamentos e barramentos, deverão atender uma demanda de aproximadamente 147 M m<sup>3</sup> de rejeito grosso produzido.

O estudo do PDR-1 foi elaborado com base em estudos geotécnicos, hidrológicos e hidráulicos. O projeto engloba o depósito denominado Pilha de Rejeitos Desaguados (PDR-1) que está localizado a jusante da Barragem BL-1, os sistemas de drenagem do depósito e instrumentos de monitoramento das estruturas.

Para que se tenham as devidas condições de deposição, os rejeitos do CMT passarão pelo processo de hidrociclonagem e, então, serão dispostos em baias de desaguamento, na praia

de rejeitos da Barragem BL-1. As baias não fazem parte deste licenciamento, pois a área já está licenciada para armazenamento de rejeitos.

A **Figura 5.6** apresenta o arranjo geral do PDR-1. Enquanto a **Figura 5.7** mostra a distribuição das baias de desaguamento.



**Figura 5.5 – Arranjo geral do PDR-1.**

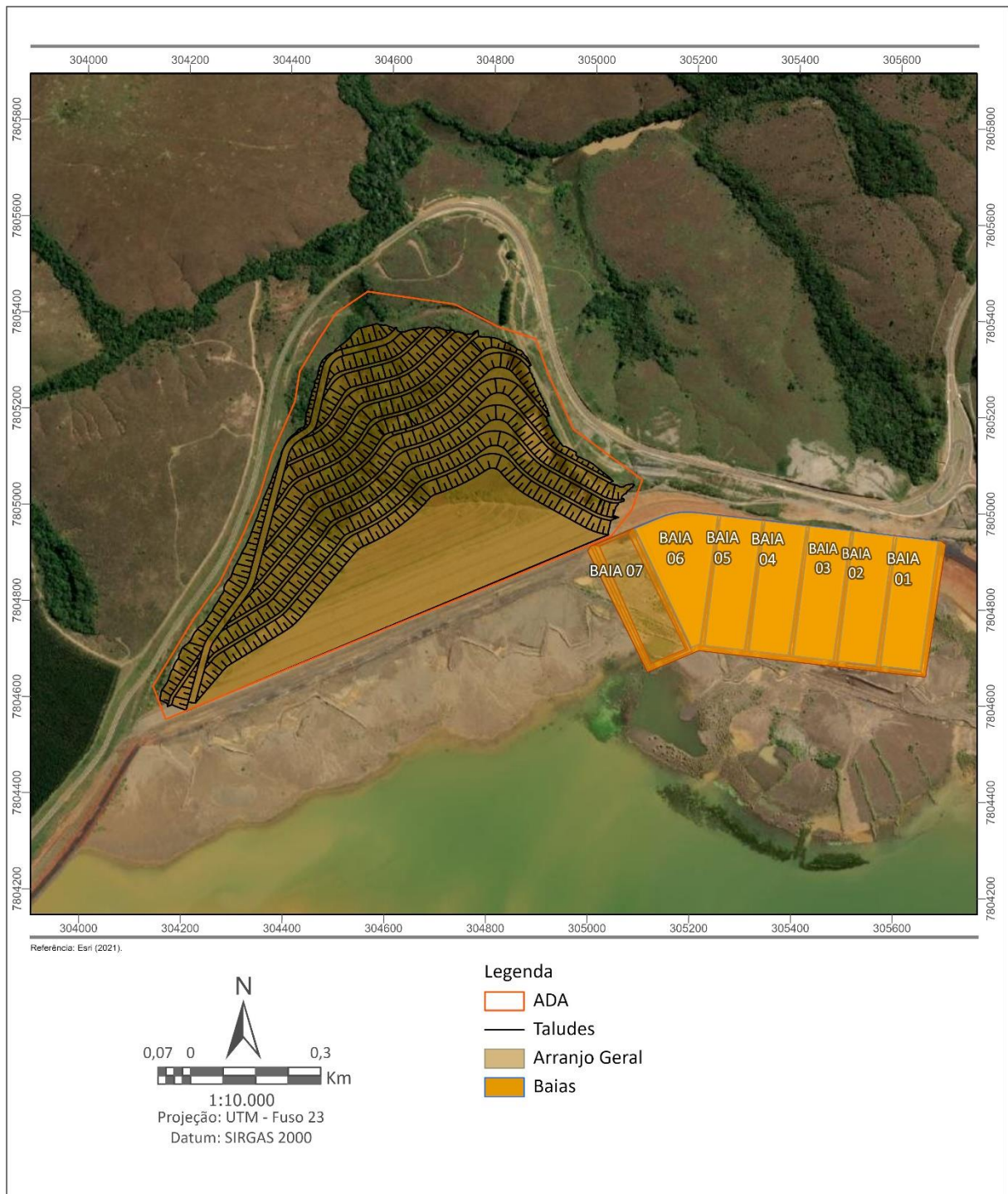


Figura 5.6 – Baías de desaguamento.

### 5.2.1 Aspectos Construtivos

O depósito PDR-1 foi projetado a jusante da Barragem BL-1, sobre o córrego Potreiro, contrapilhando o maciço do barramento, atuando como uma espécie de reforço do maciço do barramento.

O **Quadro 5.3** apresenta as principais características do depósito.

**Quadro 5.3 – Principais características do depósito PDR-1.**

Característica	Unidade	Valor
Elevação máxima	m	1225
Altura máxima da pilha	m	101
Cota de base da pilha	m	1124
Inclinação dos taludes em rejeito	-	3,0H:1,0V
Inclinação do talude do dique de pé em enrocamento	-	2,0H:1,0V
Inclinação dos bancos	°	26,56
Largura das bermas	m	7
Largura da crista do dique de pé em enrocamento	m	14
Altura de bancos entre bermas	m	10
Área de Abrangência 3D	m <sup>2</sup>	377.509
Volume da Pilha	m <sup>3</sup>	9.901.848

Fonte: Walm (2021).

O projeto do depósito PDR-1 inclui a implantação da drenagem superficial da pilha, com canaletas de berma conectadas a canais periféricos e descidas d'água, projetados para a condução controlada do fluxo à jusante.

O sistema de drenagem interna consiste em um dreno de fundo que se estenderá ao longo de todo o talvegue, a partir do ponto de saída do dreno da Barragem BL-1, avançando pelo talvegue localizado próximo à ombreira esquerda desta, de modo a coletar as vazões da barragem e da nascente.

Os sedimentos carreados da pilha pelas chuvas serão direcionados ao reservatório da Barragem BA3, que funcionará como estrutura de contenção de sedimentos.

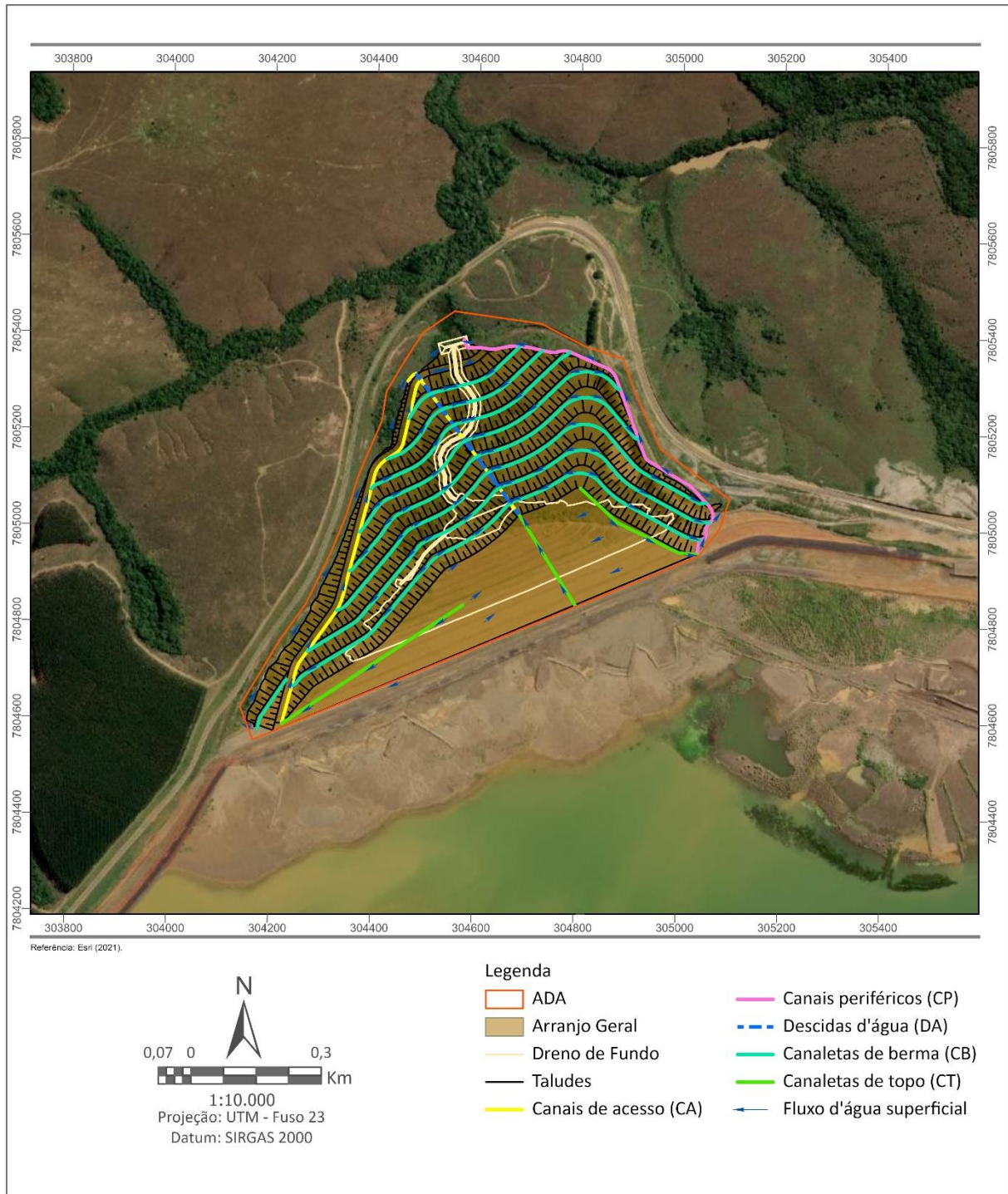
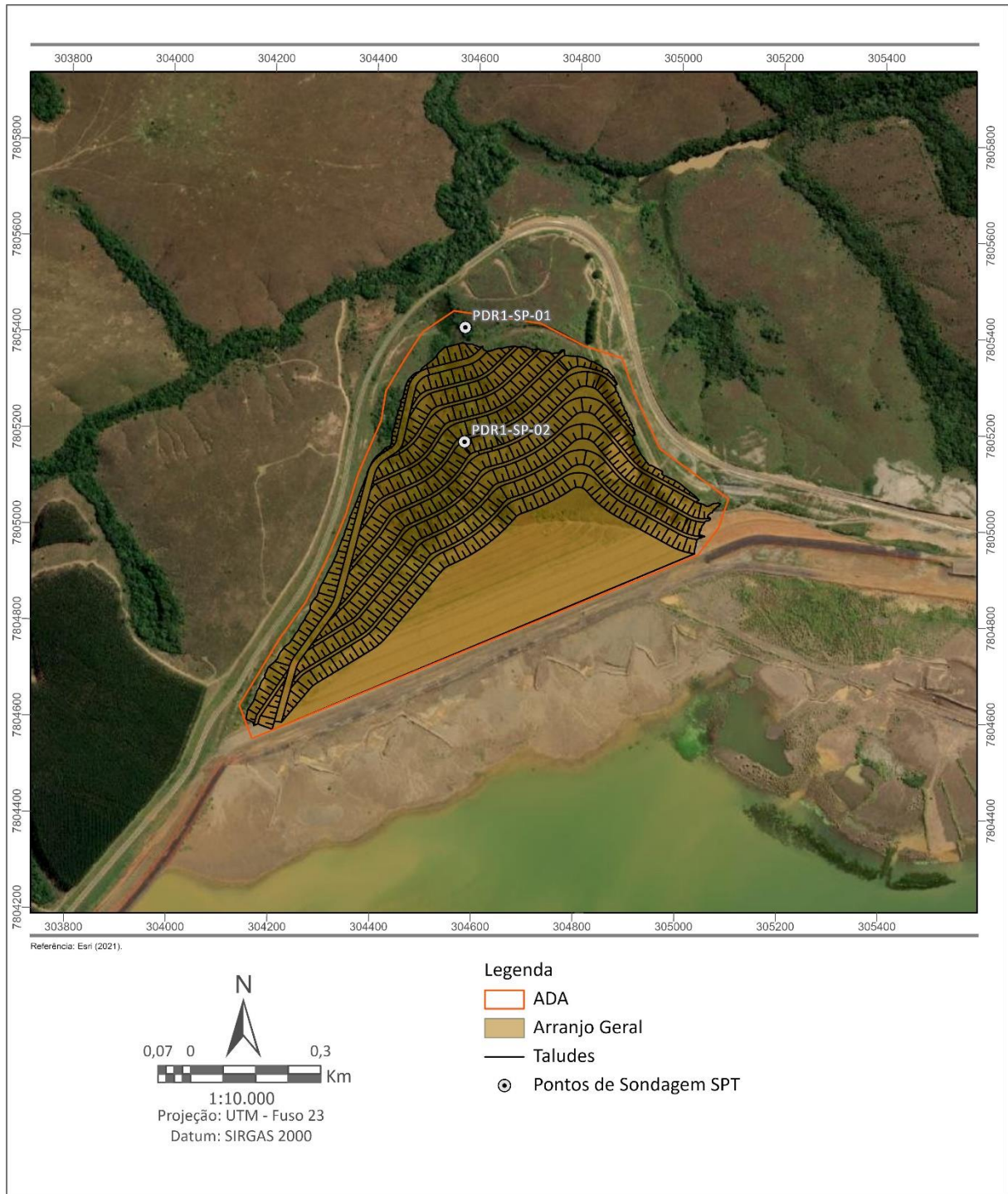


Figura 5.7 – Arranjo geral do PDR-1 e suas estruturas.

## 5.2.2 Investigações Geológico-geotécnicas

Os ensaios de investigação geológico-geotécnica foram realizados pela empresa Pattrol, em 2021, com o objetivo de caracterizar os materiais presentes na área de implantação do PDR-1. Foram executadas 2 sondagens percussivas para ensaios de penetração dinâmica (SPT) e recuperação de amostras deformadas para descrição dos materiais.

A localização de cada sondagem pode ser verificada na **Figura 5.8** e suas informações estão listadas no **Quadro 5.4**



**Figura 5.8 – Localização das sondagens.**

**Quadro 5.4 – Informações das sondagens executadas na região de fundação do PDR-1.**

Ponto	Coordenadas (m) Datum Córrego Alegre		Profundidade (m)	Nível d'água (m)
	Leste	Norte		
PDR1-SP-01	304566,89	1805417,82	6,39	-
PDR1-SP-02	304587,12	7805177,56	8,77	0,6

Fonte: Walm (2021).

Os resultados do mapeamento geológico-geotécnico de superfície e das sondagens a percussão realizadas na área destinada a implantação do PDR-1 evidenciam a ocorrência de camada de solo mole em todo o trecho do talvegue.

#### 5.2.2.1 Tratamento da Fundação na Região do Talvegue

Para tratamento da fundação do PDR-1, deverão ser realizadas escavações ao longo de todo o talvegue na área de implantação do depósito, de modo a remover o solo mole presente na fundação. Essas escavações deverão iniciar na região da fundação do dique de pé, avançando ao longo de todo o talvegue, até a região do dreno de pé da Barragem BL-1. As escavações deverão atingir o topo rochoso ou a superfície da camada de solo residual competente.

#### 5.2.2.2 Rebaixamento do Nível d'água da Fundação

O trecho de escavação do talvegue é predominantemente alagadiço, com as sondagens evidenciando o nível d'água próximo a superfície. De modo a conferir uma maior segurança às atividades de escavação e garantir a efetividade da compactação dos materiais de reaterro, foram previstos 2 poços de rebaixamento e uma estrutura de bombeamento com o objetivo de rebaixar o nível d'água da área.

Para desvio do fluxo da drenagem interna da Barragem BL-1, foi projetada uma ensecadeira logo a jusante da saída do dreno de pé. Esta estrutura permitirá o represamento do fluxo percolado pelo dreno e também as vazões oriundas da nascente e do ponto de monitoramento localizados na região da ombreira esquerda da estrutura.

Após a implantação da ensecadeira, deverá ser posicionada a estrutura de bombeamento para desvio do fluxo represado da nascente e afluentes até a galeria de drenagem sob a rodovia. A estrutura de bombeamento deverá ser acionada de modo a desviar as vazões, sem colocar em risco a integridade da ensecadeira.

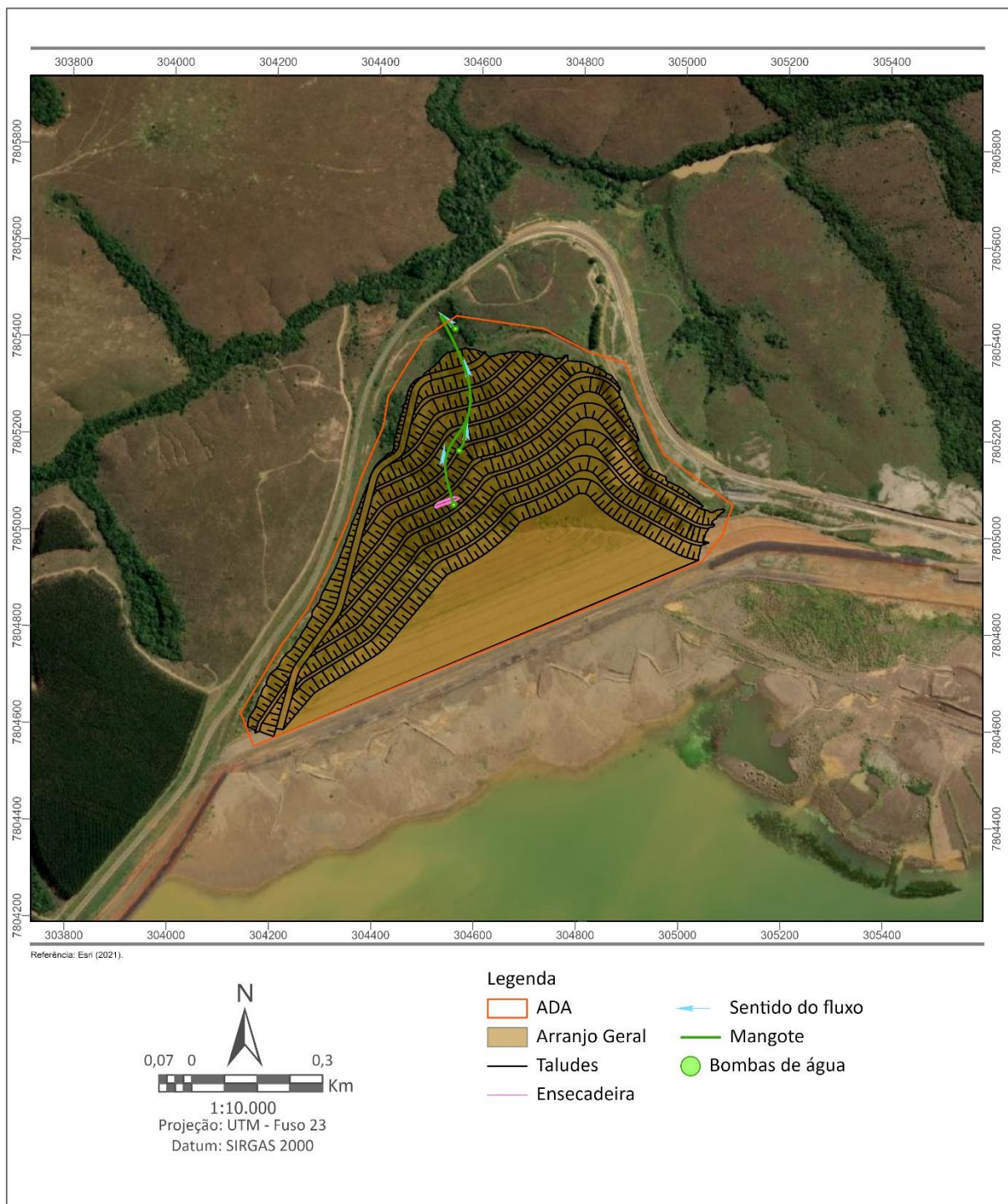
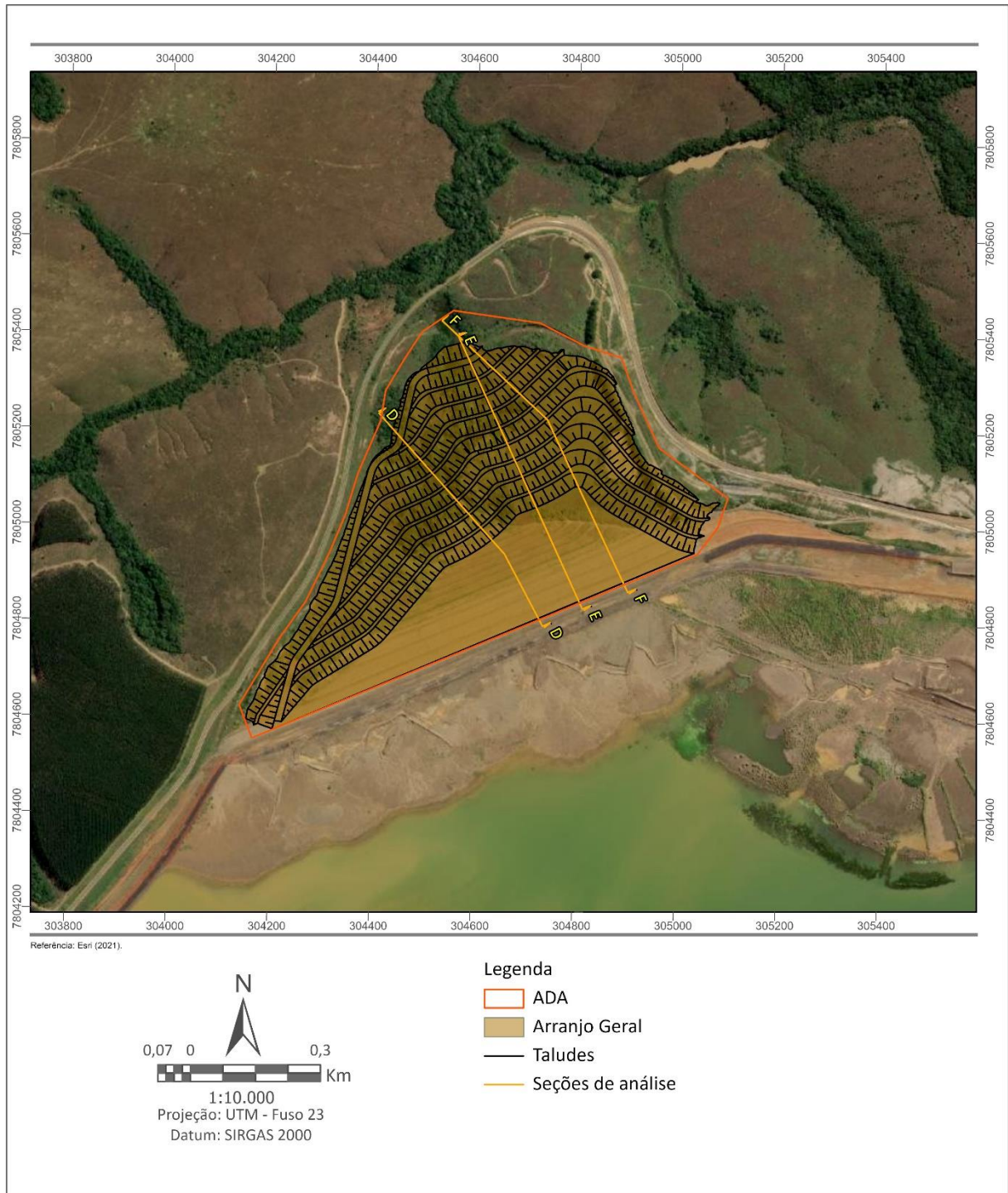


Figura 5.9 – Planta do rebaixamento do nível d'água.

### 5.2.3 Análise de Estabilidade

Foram analisadas 3 seções geológico-geotécnicas críticas, sendo uma delas a de maior altura da pilha. A Figura 5.10 apresenta as seções analisadas em planta.





**Figura 5.10 – Localização das seções de análise em planta.**

A análise de estabilidade foi simulada pelo software Slide versão 8 da RocScience. Adotou-se o critério de ruptura de Mohr-Coulomb para análise de resistência ao cisalhamento dos materiais de fundação e maciço e o método do Equilíbrio Limite, na busca por superfícies de ruptura não circulares. Foi utilizado o método de análise de estabilidade de Spencer, GLE Morgenstern Price.

Os resultados obtidos nas simulações foram comparados com os Fatores de Segurança (FS) preconizados pela Norma Técnica Brasileira de Pilhas de Estéril, NBR 13.029 (ABNT, 2017), que considera:

- Operação Normal: análise de estabilidade considerando ruptura do maciço e/ou fundação, no talude geral e/ou entre bermas e superfície freática normal. Para essa condição de contorno prevê-se que:
  - Todos os sistemas de drenagem interna se encontram em perfeito funcionamento ou em operação normal
  - Fator de Segurança mínimo igual a 1,50
- Superfície Freática Crítica: considera-se o dreno de fundo da pilha parcialmente colmatado ou a ocorrência de saturação parcial do estéril, devido a um evento de chuva intensa:
  - Fator de Segurança mínimo igual a 1,30
- Operação Normal com Sismo e Superfície Freática Crítica com sismo: análises de estabilidade pseudo-estáticas dos taludes de jusante com aceleração sísmica de 0,05\*g na direção horizontal e de 0,03\*g na direção vertical, conforme recomendações da Eletrobrás (2003) para projetos de barragens de hidroelétricas:
  - Fator de Segurança mínimo igual a 1,10

Os níveis d'água adotados nas análises de estabilidade do PDR-1 para a condição normal foram inferidos com base no histórico de monitoramento da instrumentação da Barragem BL-1 e admitindo o pleno funcionamento do dreno de fundo da pilha.

Para o traçado da superfície freática crítica das análises, considerou-se a saturação parcial do pé da pilha, simulando a condição de colmatagem do dreno de fundo e consequente subida dos níveis d'água.

O **Quadro 5.5** apresenta os parâmetros geotécnicos adotados nas análises de estabilidade do projeto.

**Quadro 5.5 – Parâmetros de resistência dos rejeitos adotados nas análises de estabilidade.**

Estrutura	Material	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c'$ (kPa)	$\Phi'$ (°)	$S_u/\sigma_v'$
Barragem	Rejeito maciço	20	0	32	-
	Rejeito maciço ND	20	-	-	0,27
	Rejeito reservatório	20	0	32	-
	Rejeito reservatório ND	20	-	-	0,27
	Magnetita	29	0	37	-
	Filtro/Dreno	19	0	35	-
Pilha	Rejeito compactado	20	0	32	-
	Dreno	19	0	35	-

Estrutura	Material	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c'$ (kPa)	$\Phi'$ (°)	$S_u/\sigma_v0'$
-	Fundação	24	10	38	-

Fonte: Walm (2021).

O **Quadro 5.6** apresenta o resumo dos fatores de segurança obtidos nas análises de estabilidade do PDR-1.

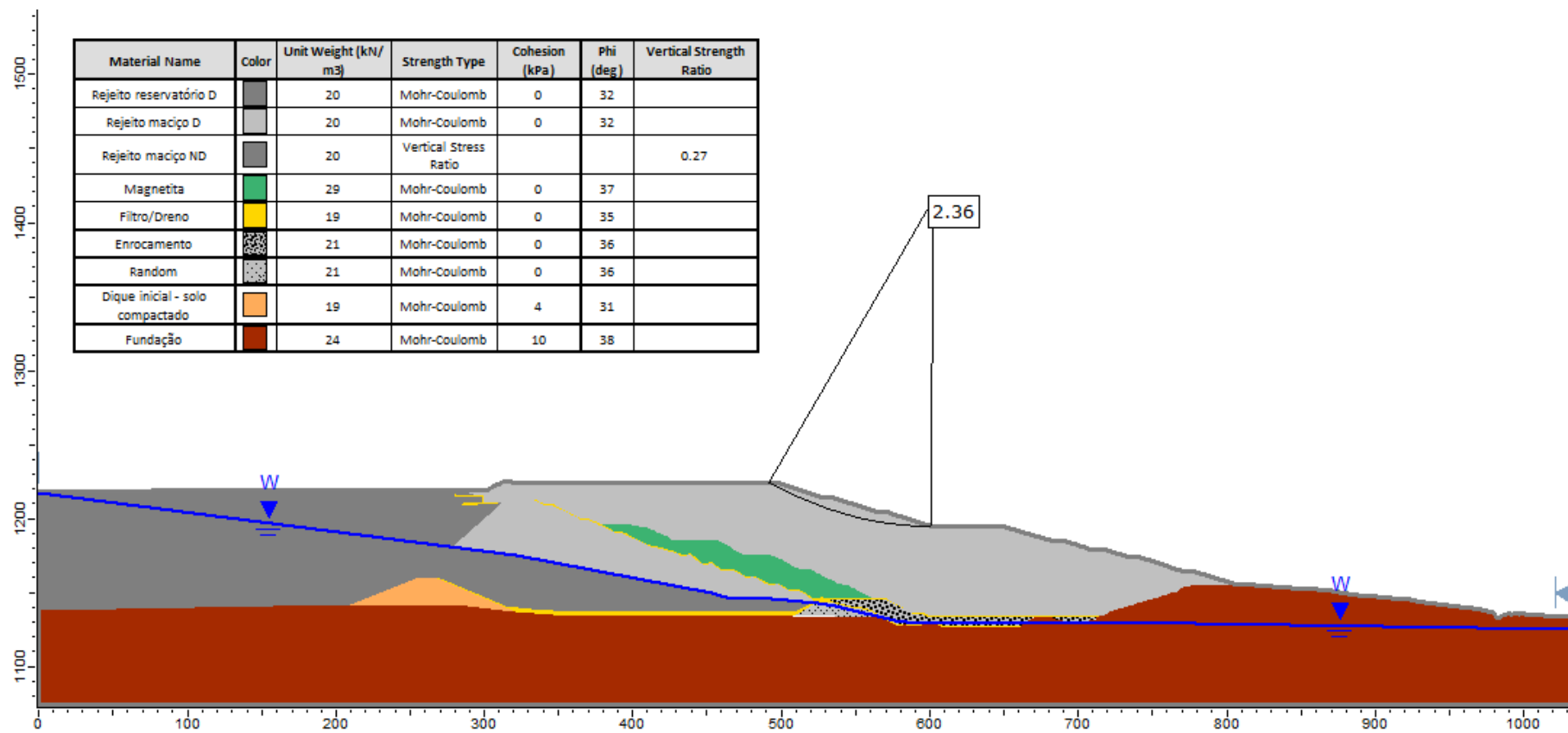
**Quadro 5.6 – Resumo dos fatores de segurança obtidos nas análises de estabilidade.**

Seção	Condição	$FS_{MIN}$	$FS_{OBTIDO}$ - Spencer
D-D	Normal	1,5	2,36
D-D	Crítica	1,3	2,36
D-D	Sismo	1,1	1,97
E-E	Normal	1,5	2,49
E-E	Crítica	1,3	2,46
E-E	Sismo	1,1	1,99
F-F	Normal	1,5	2,53
F-F	Crítica	1,3	2,40
F-F	Sismo	1,1	2,05

Fonte: Walm (2021).

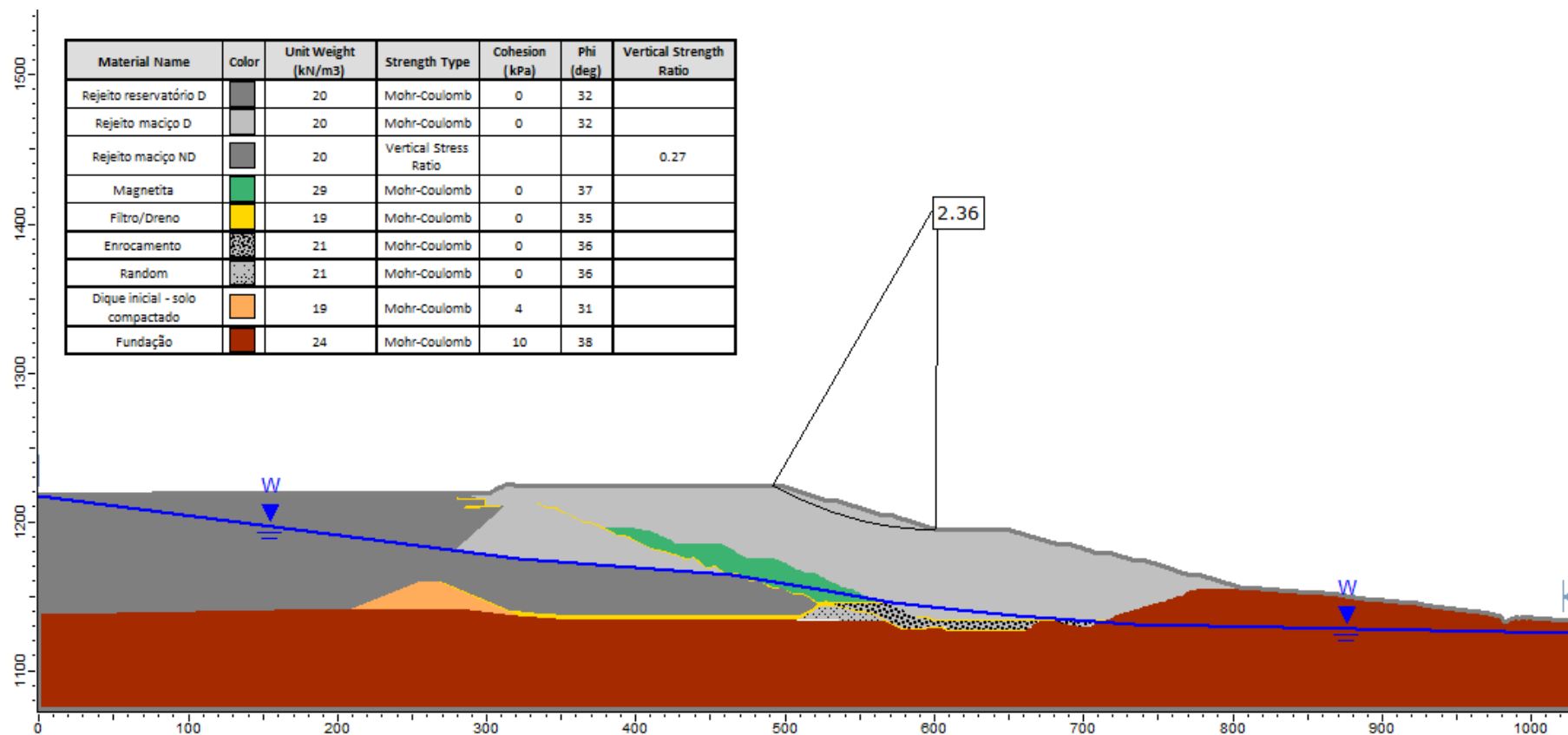
Os resultados das análises de estabilidade são apresentados nas **Figuras 5.11 a 5.19**.

Conforme exposto, as seções geotécnicas críticas do PDR-1 foram submetidas a análises de estabilidade, as quais resultaram em fatores de segurança superiores aos preconizados em norma, podendo a pilha, portanto, ser considerada geotecnicamente estável.



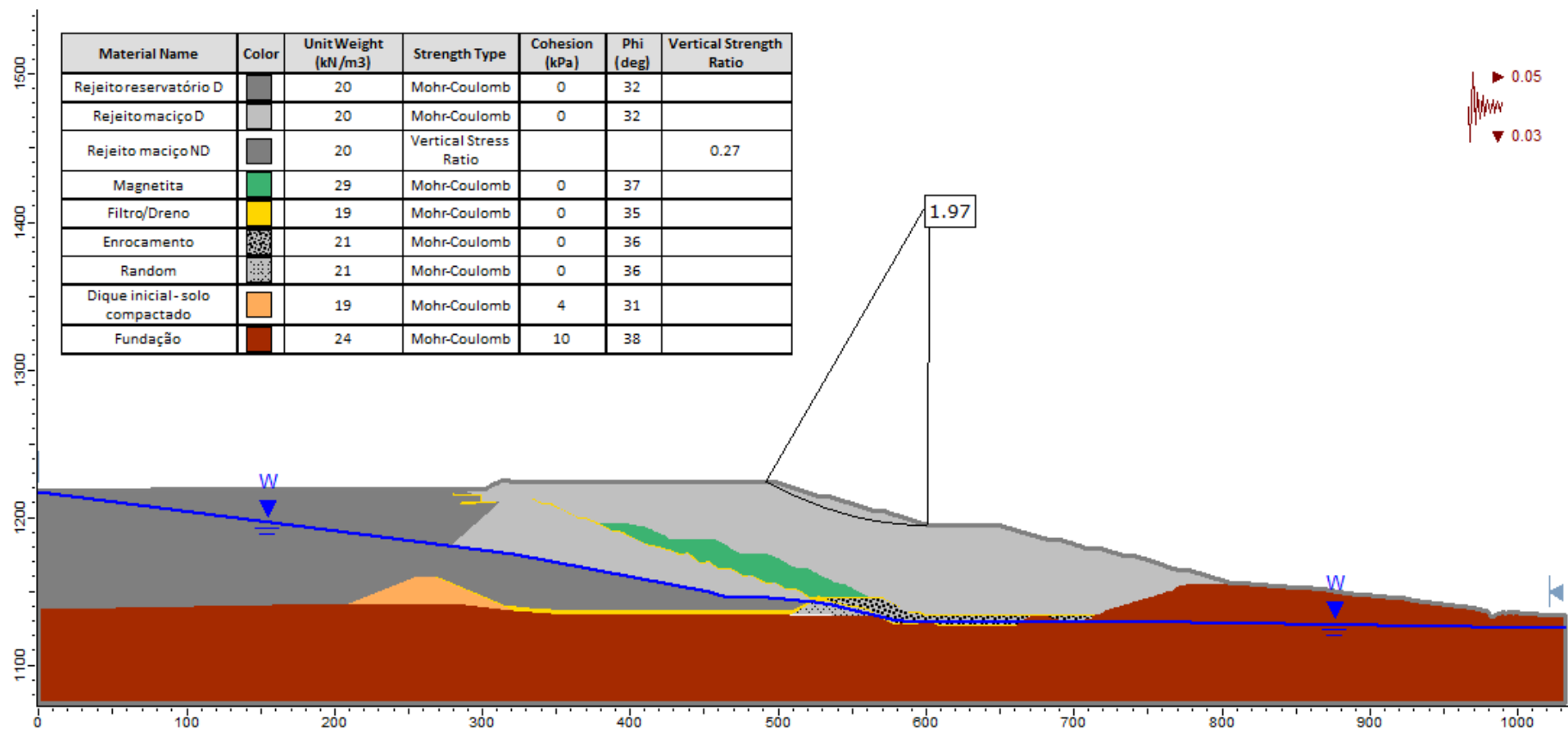
Fonte: Walm (2021).

Figura 5.11 – PDR-1 - Seção D-D' - Condição Normal – FS = 2,36.



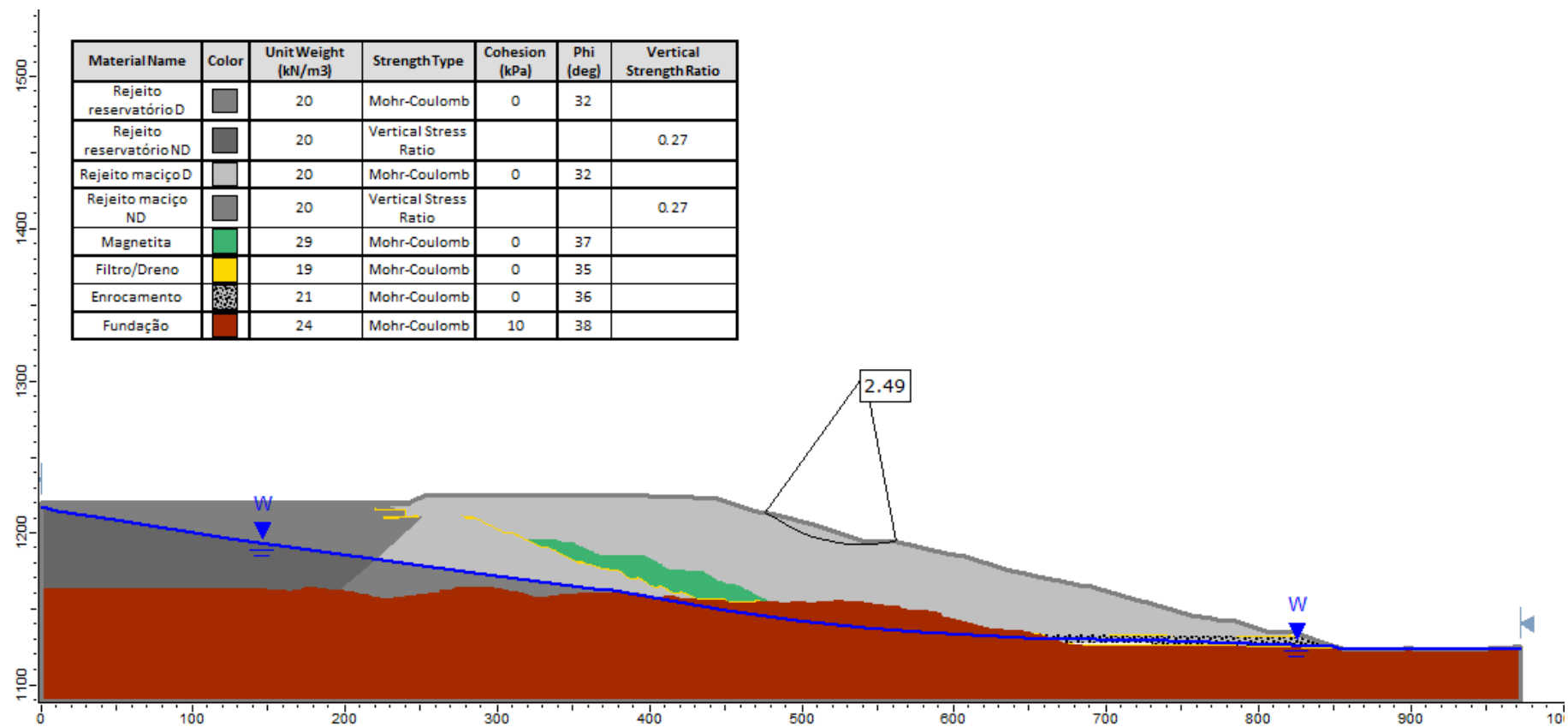
Fonte: Walm (2021).

Figura 5.12 – PDR-1 - Seção D-D' - Condição Crítica - FS = 2,36.



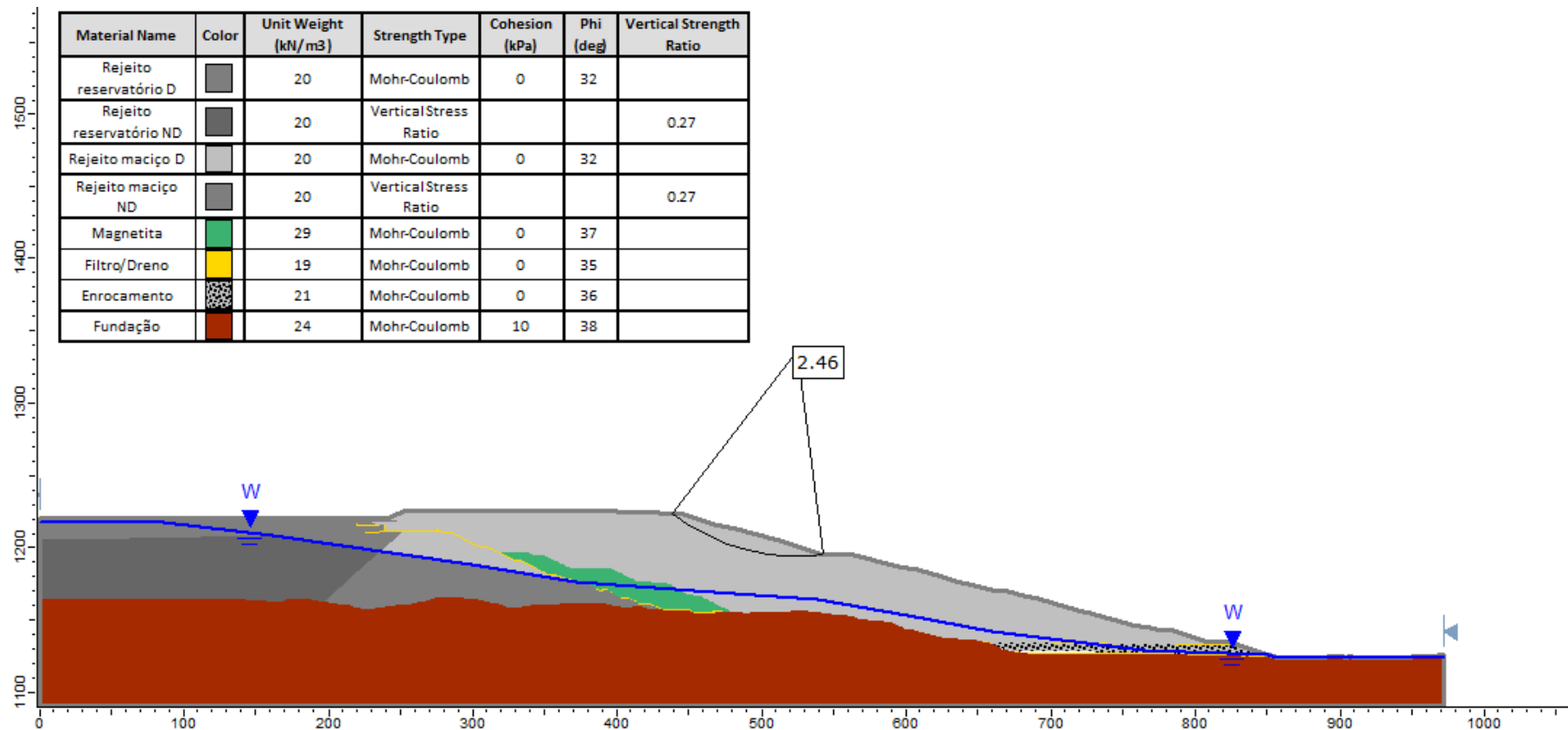
Fonte: Walm (2021).

Figura 5.13 – PDR-1 - Seção D-D' - Sismo - FS = 1,97.



Fonte: Walm (2021).

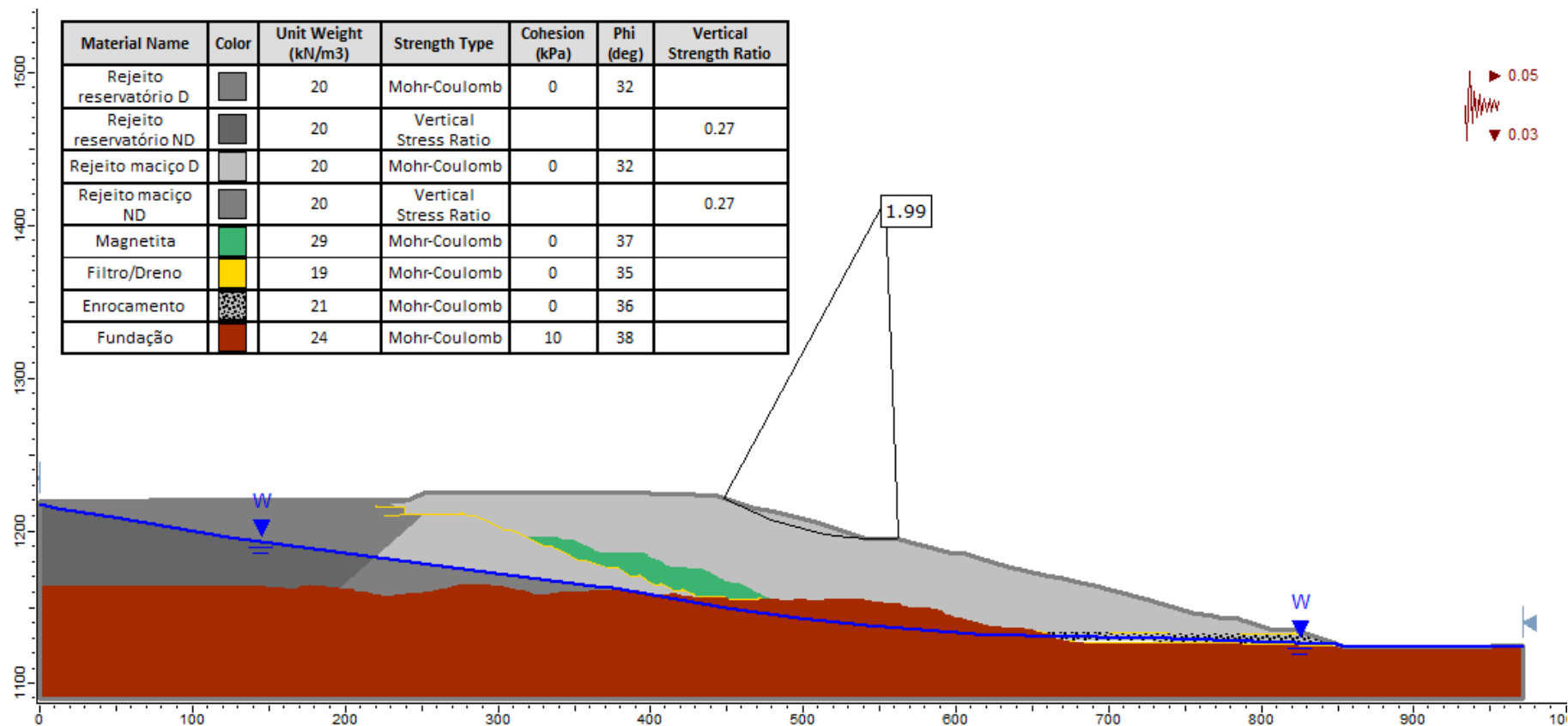
Figura 5.14 – PDR-1 - Seção E-E' - Condição Normal - FS = 2,49.



Fonte: Walm (2021).

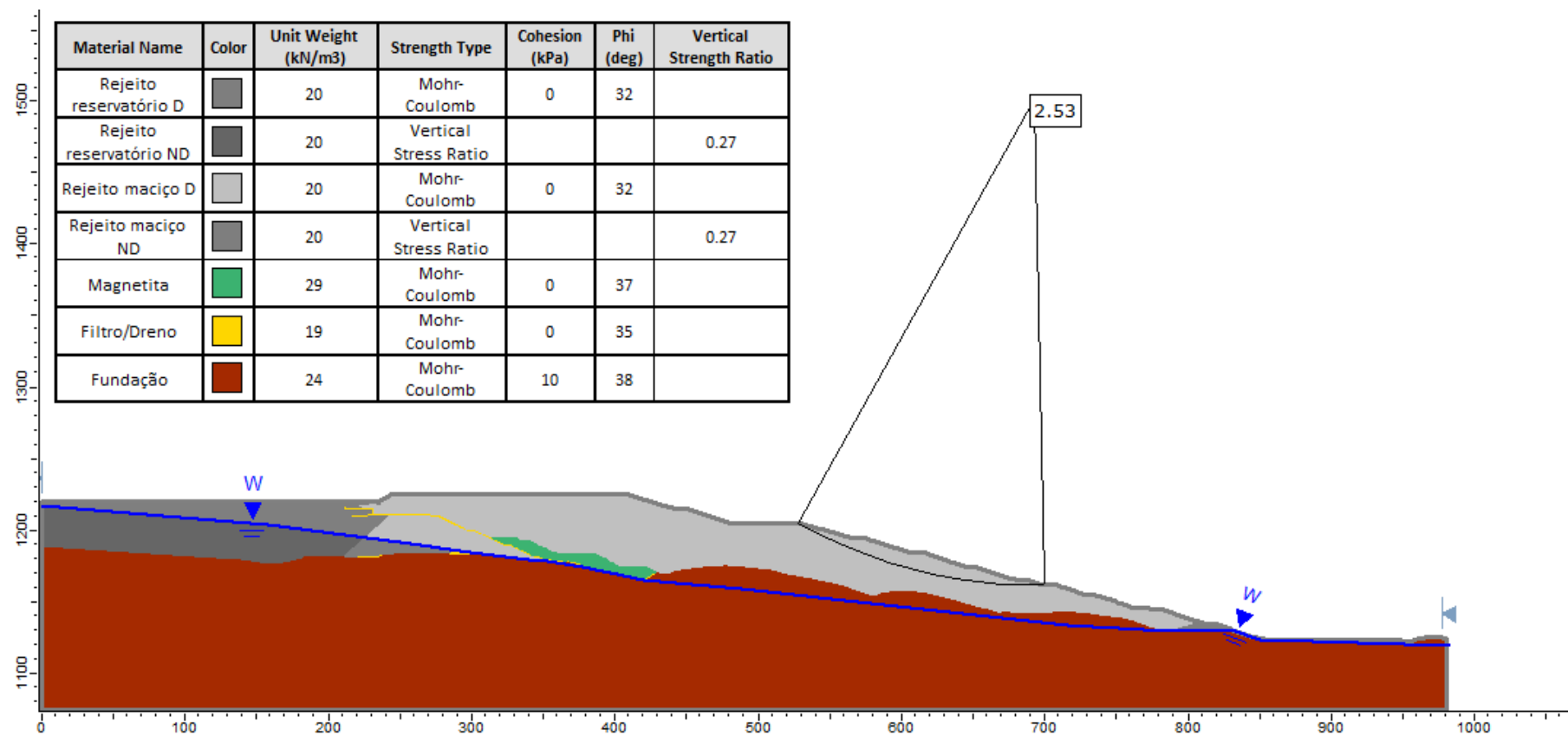
Figura 5.15 – PDR-1 - Seção E-E' - Condição Crítica - FS = 2,46.





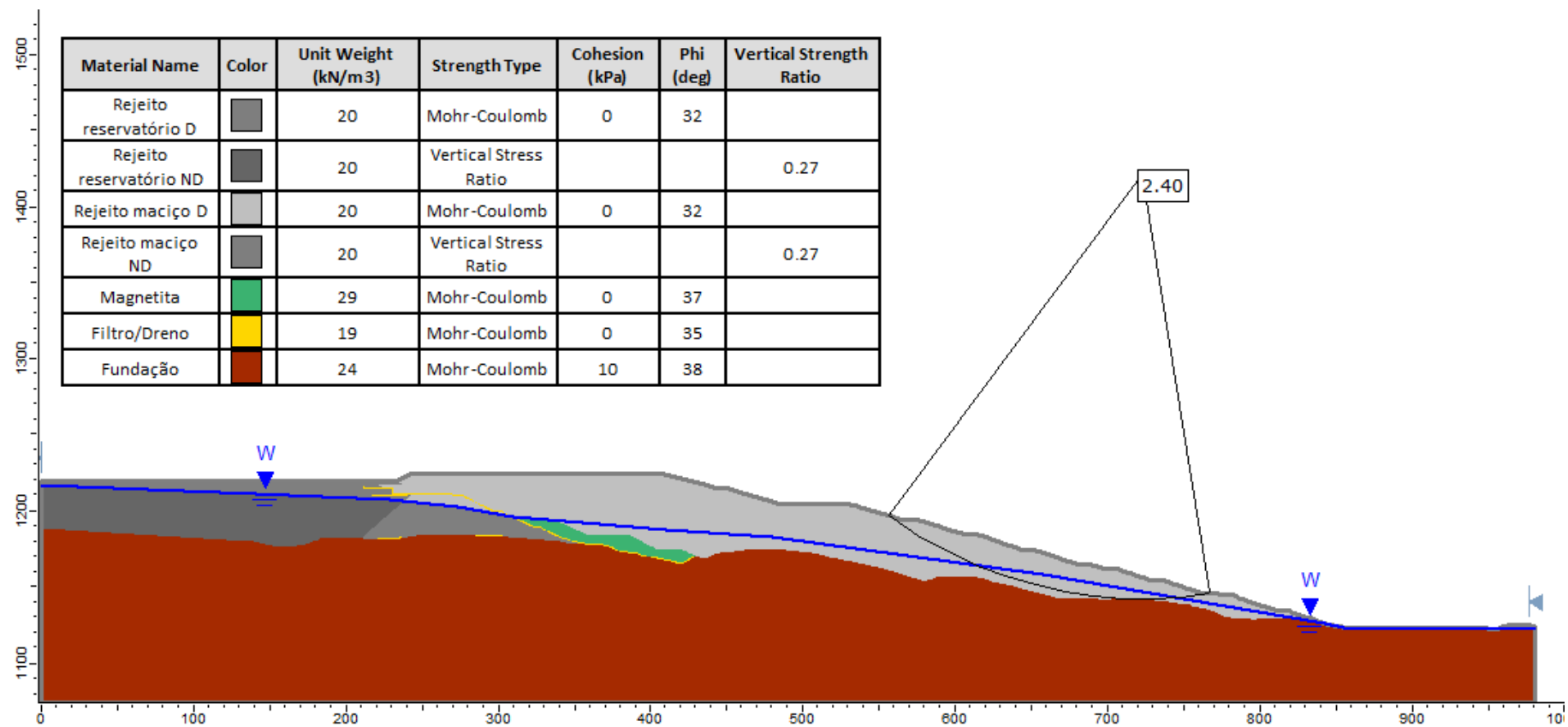
Fonte: Walm (2021).

Figura 5.16 – PDR-1 - Seção E-E' - Sismo - FS = 1,99.



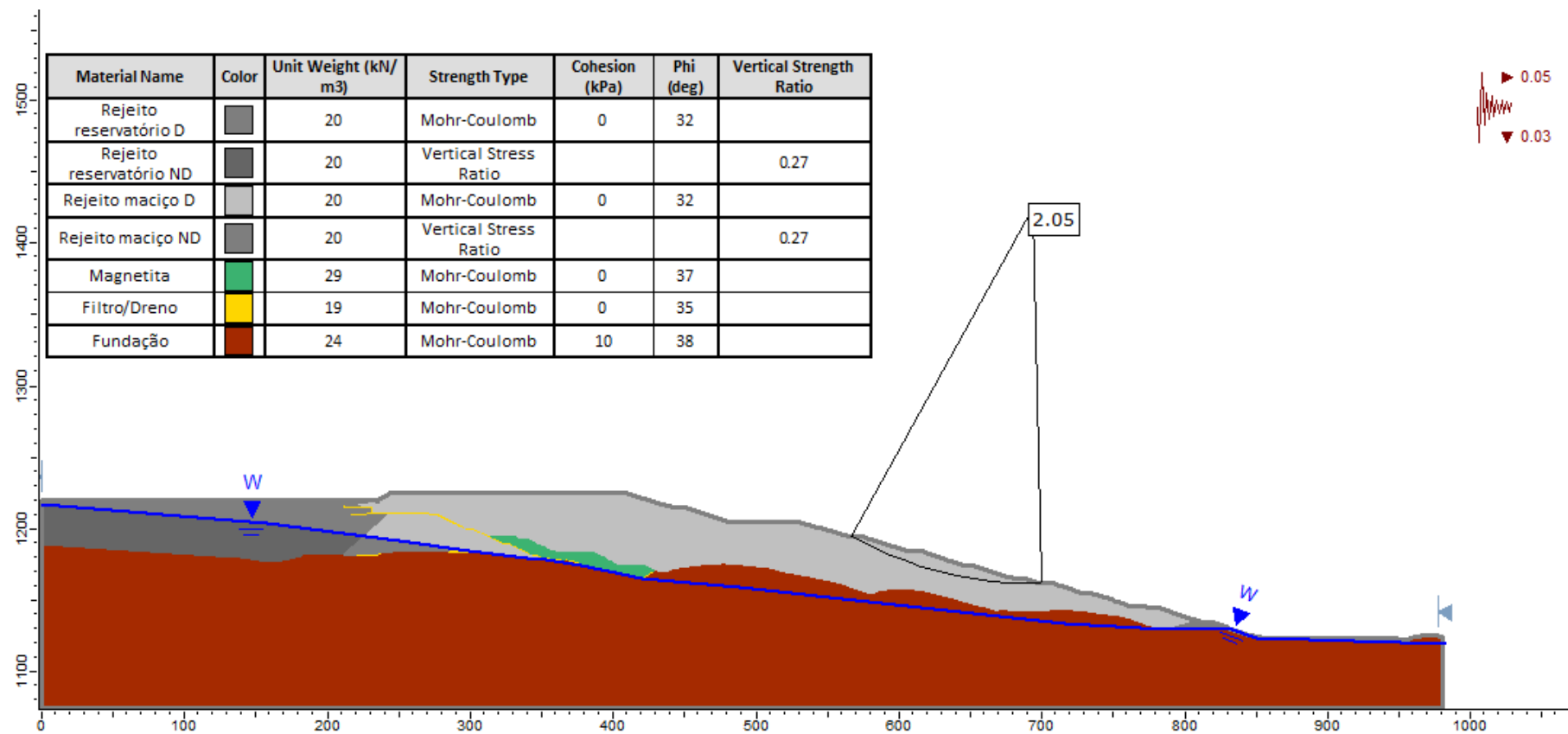
Fonte: Walm (2021).

Figura 5.17 – PDR-1 - Seção F-F - Condição Normal - FS = 2,53.



Fonte: Walm (2021).

Figura 5.18 – PDR-1 - Seção F-F - Condição Crítica - FS = 2,40.



Fonte: Walm (2021).

Figura 5.19 – PDR-1 - Seção F-F - Sismo - FS = 2,05.

#### 5.2.4 Drenagem Superficial

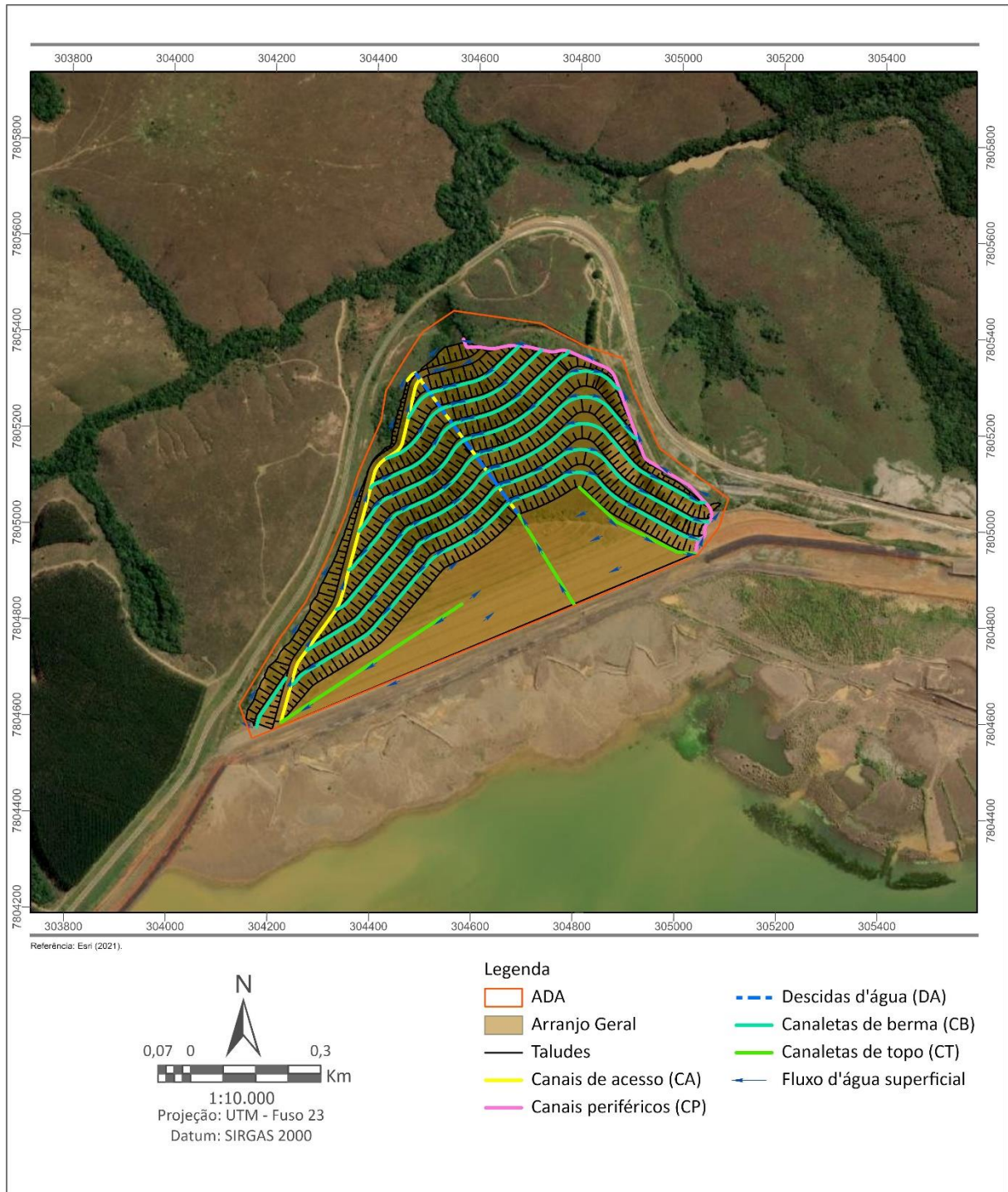
O sistema de drenagem superficial do PDR-1 possui como finalidade principal coletar e conduzir o escoamento pluvial produzido na região da própria pilha até o reservatório da barragem BA3.

O sistema de drenagem superficial projetado pela Walm é composto de:

- Canaletas de topo (CT): drenam o fluxo do topo da pilha para a descida d'água, canal de acesso e/ou canal periférico;
- Canaletas de berma (CB): conduzem os escoamentos provenientes das bancadas da pilha até a descida de água, canal periférico e/ou canal de acesso;
- Canal de acesso (CA): drena parte do escoamento proveniente das bermas e taludes, além do escoamento do próprio acesso, conduzindo-o até a descida d'água;
- Descidas d'água (DA): coleta as vazões provenientes das canaletas de berma e do canal de acesso e conduz até o canal periférico, devido a elevada declividade das estruturas;
- Canais Provisórios: conduzem a drenagem superficial da barragem BL-1 durante o alteamento da pilha, conduzindo-o em direção aos canais periféricos.
- Canais periféricos (CP): drenam o escoamento proveniente dos canais provisórios, da descida d'água, das bermas, taludes e entorno e o conduz até a bacia de dissipação.

Todo escoamento oriundo da drenagem superficial da barragem BL-1, que atualmente é lançado a jusante do pé da estrutura, deverá ser desviado da área de implantação do PDR-1. O desvio dessa drenagem deverá ser feito através de uma série de canais de drenagem provisórios projetados de modo a interceptar a drenagem a cada ciclo hidrológico, encaminhando o fluxo para jusante da pilha.

A **Figura 5.20** apresenta a diagramação do sistema de drenagem superficial



**Figura 5.20 – Sistema de drenagem superficial – PDR-1.**

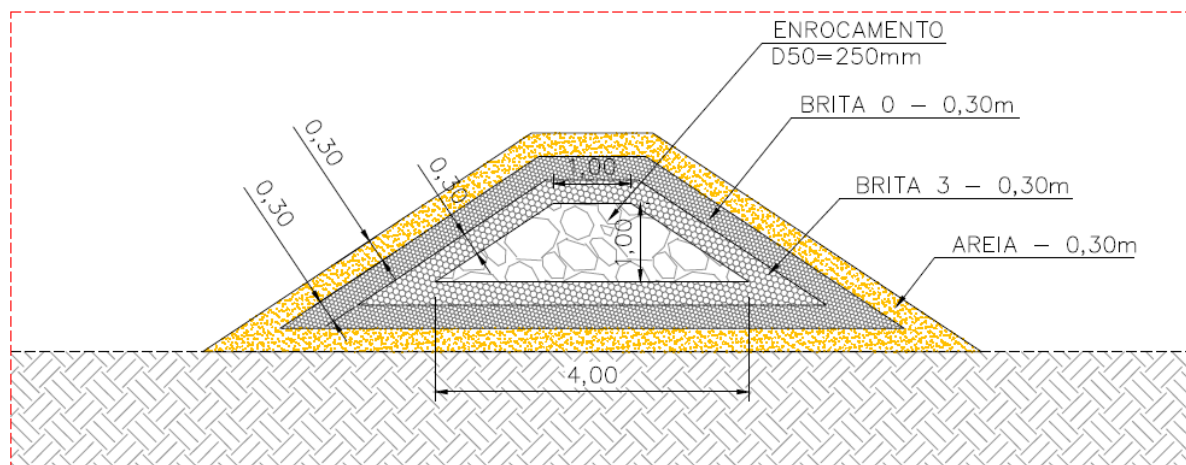
O dimensionamento das estruturas de drenagem foi feito através das chuvas de projeto e vazão de projeto.

### 5.2.5 Drenagem Interna

O PDR-1 será dotado de sistema de drenagem interna concebido para coletar os escoamentos provenientes do desaguamento subterrâneo e das contribuições oriundas da infiltração do material da pilha, conduzindo a vazão percolada de maneira controlada para fora da pilha, sentido ao reservatório da Barragem BA3.

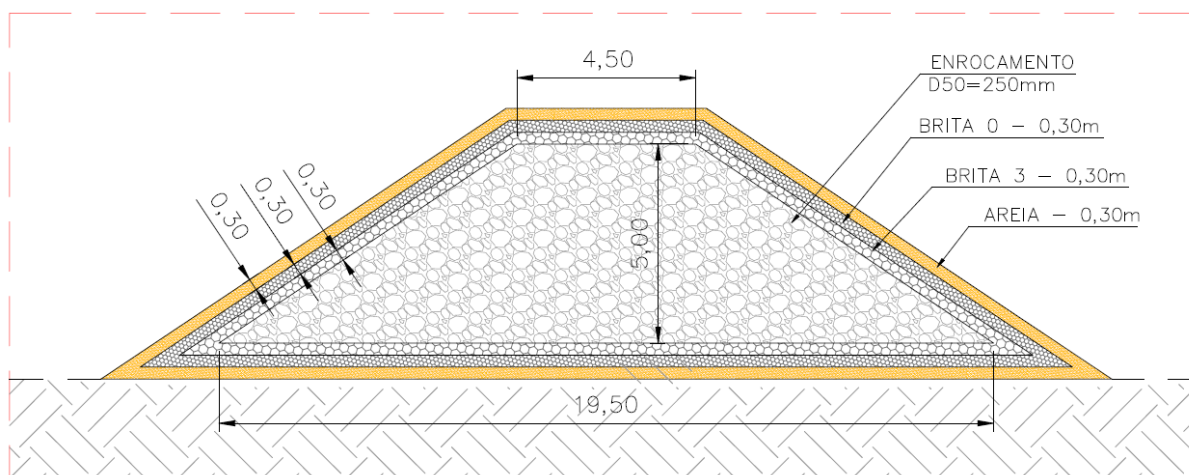
O dimensionamento da drenagem interna é realizado em etapas, começando pela determinação da chuva de projeto (precipitação média mensal) e da evapotranspiração (média mensal), de modo a subsidiar o cálculo do balanço hídrico da pilha, prosseguindo no cálculo das vazões de projeto e do dimensionamento do dreno de fundo (DN).

A **Figura 5.21** e **Figura 5.22** apresentam as seções típicas dos drenos de fundo.



Fonte: Walm (2021).

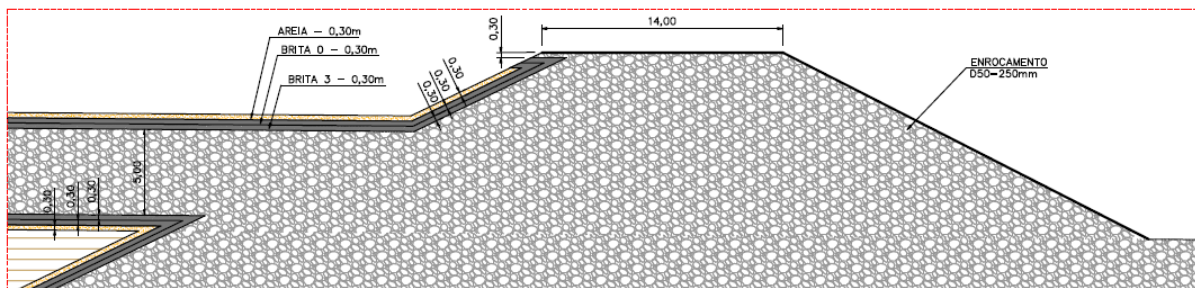
**Figura 5.21 – Detalhe Típico – DN-01**



Fonte: Walm (2021).

**Figura 5.22 – Detalhe Típico – DN-02**

Com o objetivo de proteger a região de desague do dreno de fundo principal (DN-02) da pilha, deverá ser implantado um dique de pé na saída deste.



Fonte: Walm (2021).

Figura 5.23 – Detalhe Típico – Dique de Pé.

As principais características geométricas dos drenos de fundo são apresentadas no **Quadro 5.7**.

Quadro 5.7 – Características geométricas dos drenos de fundo do PDR-1

Parâmetros	Dreno	
	DN-01	DN-02
Comprimento (m)	221	386,64
Cota Inicial (m)	1165	1127
Cota Final (m)	1128	1124
$\Delta H$ (m)	-37	-3
Inclinação do terreno (°)	-9,5	-0,44
Comprimento real do Dreno (m)	224,08	386,65
Gradiente Hidráulico $i$ (m/m)	-0,17	-0,01

Fonte: Walm (2021).

A vazão nominal de projeto do sistema de drenagem interna do PDR-1 corresponde à soma das vazões das áreas de influência do depósito, barragem e terreno natural ( $Q_{P+B+TN}$ ), e das vazões de nascentes ( $Q_N$ ) e de afluentes ( $Q_A$ ), que são contabilizadas de acordo com sua posição ao longo do sistema de drenagem interna. A vazão nominal de projeto, definida a partir dos valores de recarga nos drenos de fundo são apresentados no **Quadro 5.8**.

Quadro 5.8 – Vazão nominal de projeto para os drenos de fundo do PDR-1

Parâmetros			Dreno	
			DN-01	DN-02
Pilha	Área	m <sup>2</sup>	63.178,36	365.835,39
	Vazão ( $Q_P$ )	m <sup>3</sup> /h	7,83	45,36



Parâmetros			Dreno	
			DN-01	DN-02
Barragem	Área	m <sup>2</sup>	4.647,13	4.647,13
	Vazão (Q <sub>B</sub> )	m <sup>3</sup> /h	0,27	0,27
Terreno Natural	Área	m <sup>2</sup>	6.755,19	17.408,68
	Vazão (Q <sub>TN</sub> )	m <sup>3</sup> /h	1,58	4,07
Vazão Recarga	Q <sub>P+B+TN</sub>	m <sup>3</sup> /h	9,68	49,7
		l/s	2,69	13,81
Vazão de Nascentes	Q <sub>N</sub>	l/s	0,55	0,55
Vazão de Afluentes	Q <sub>A</sub>	l/s	9,38	89,06
Vazão Nominal de Projeto	Q = Q <sub>P+B+TN</sub> + Q <sub>N</sub> + Q <sub>A</sub>	l/s	12,63	102,87

Fonte: Walm (2021).

### 5.2.6 Monitoramento da Estrutura

A implementação de um plano de instrumentação permitirá avaliar os fatores associados à estabilidade do depósito.

O plano de instrumentação contemplou a instalação de uma série de instrumentos posicionados ao longo das seções consideradas críticas do depósito, os quais deverão ser instalados à medida em que o avanço da pilha viabilizar a sua implantação.

O plano proposto para a PDR-1 é apresentado no **Quadro 5.9**. Os instrumentos previstos, permitirão monitorar os fatores associados à estabilidade do depósito, subsidiando as análises de segurança durante e após a vida útil do PDR-1.

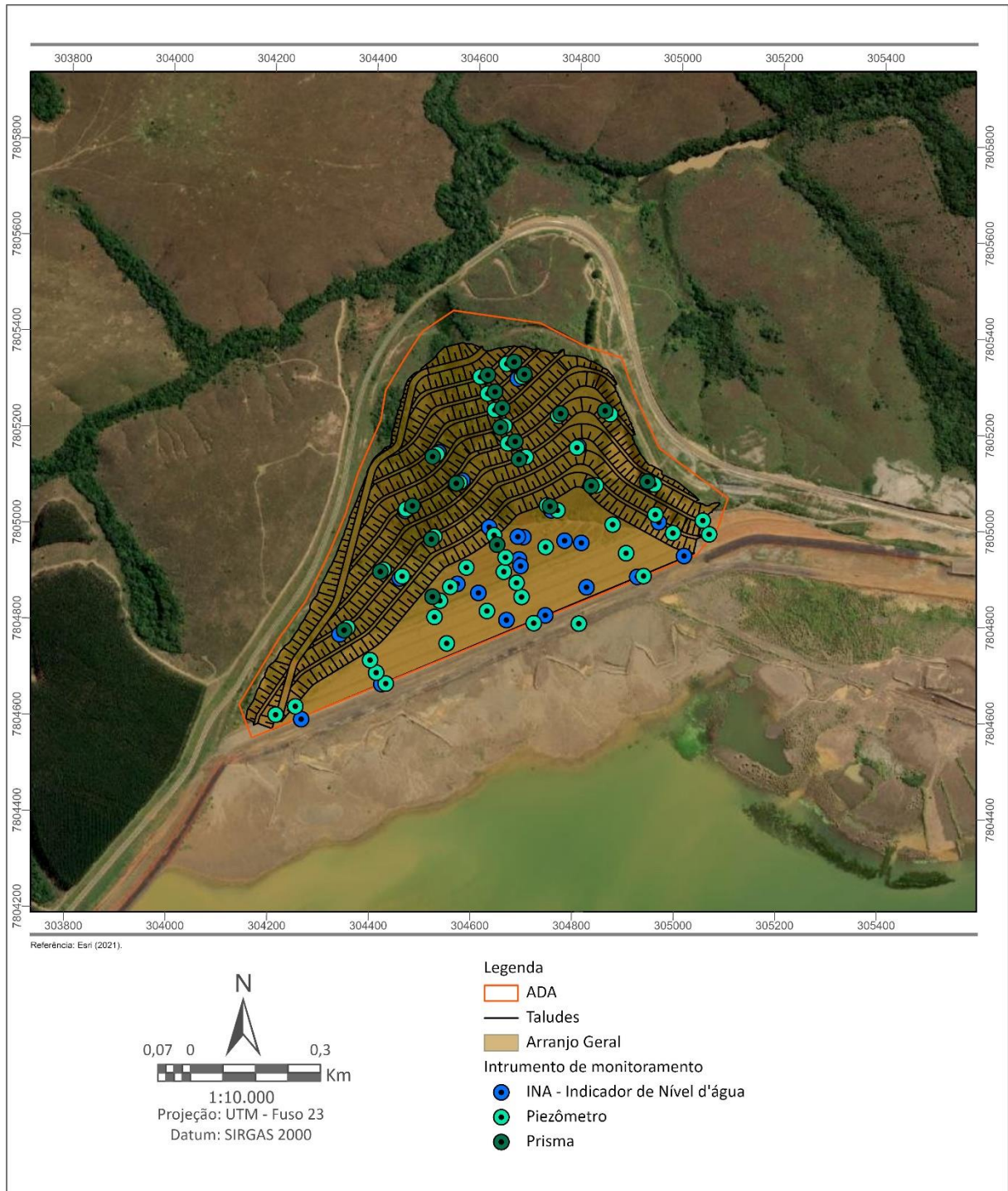
A **Figura 5.24** apresenta a localização dos instrumentos de monitoramento do PDR-1.

**Quadro 5.9 – Instrumentos de monitoramento.**

Instrumento	Quantidades	Localização	Função
Piezômetro	27	Fundação barragem	Acompanhamento da evolução dos níveis de sub-pressões desenvolvidos ao longo da fundação da pilha
	21	Fundação terreno natural	
Indicador de Nível d'água	15	Pilha	Monitoramento do nível da freática estabelecida no interior do maciço
	17	Barragem	

Instrumento	Quantidades	Localização	Função
Prisma	21	Pilha	Acompanhamento de recalques e deslocamentos horizontais da estrutura
Medidor de Vazão	1	A jusante da saída da drenagem interna	Medição da vazão percolada na drenagem interna

Fonte: Walm (2021).



**Figura 5.24 – Localização dos instrumentos de monitoramento do PDR-1.**

Além da instalação de novos instrumentos, está previsto o alteamento dos instrumentos de monitoramento do maciço principal da Barragem BL-1, incluindo os indicadores de nível d'água e piezômetros.

## 5.2.7 Infraestrutura

### 5.2.7.1 Fase de Implantação

Na fase de implantação da pilha, estão contempladas as atividades de limpeza e tratamento de fundação, implantação da drenagem interna e primeiras camadas do aterro de rejeito seco

compactado. Essa etapa inicial pré-operação perdura até a conclusão de todos os dispositivos previstos no projeto de implantação do sistema de drenagem interna da pilha.

Ao todo, estima-se a utilização de 30 equipamentos, acrescidos de 5 veículos de apoio. Os equipamentos são divididos em:

- **Equipamentos de carga:** 13 caminhões, responsáveis pelo transporte de material da limpeza e tratamento de fundação, material da drenagem de fundo da pilha e de rejeito seco que será empilhado e compactado.
- **Equipamento de carregamento:** para etapa de implantação foram consideradas 2 escavadeiras hidráulicas (uma de médio porte e uma de pequeno porte), que atuarão nas atividades de limpeza/tratamento de fundação, construção da drenagem de fundo e eventualmente no carregamento do rejeito. Além das escavadeiras a serem utilizadas na implantação foram considerados, mais dois equipamentos similares ou pá carregadeiras dedicados ao transporte de rejeito.
- **Equipamentos de Infraestrutura:** dentro dos equipamentos dessa categoria temos:
  - Motoniveladora: responsável pela manutenção dos acessos, via e nivelamento das faixas de aterro;
  - Tratores de esteiras: fazem o espalhamento dos materiais aplicados;
  - Trator de pneu com grade: será utilizado para adequação do material a ser compactado;
  - Rolo compactador: serão responsáveis pela compactação dos aterros da pilha (fundação e rejeito);
  - Retoescavadeira de pneu: utilizado para abertura de valas, e escavações de menor porte;
  - Caminhão pipa: para adequação da umidade das camadas a serem compactadas e para controle de particulados na obra e durante a operação da via;
  - Caminhão lubrificante e comboio: responsáveis pelo abastecimento e lubrificação dos equipamentos.
- **Equipamentos de Apoio:** dentre os equipamentos de apoio estão os veículos leves 4x4, que serão utilizados para dar suporte e mobilidade as equipes de: topografia, fiscalização de obra, supervisor técnico, supervisor operacional, controle de qualidade.

As obras de limpeza e tratamento de fundação deverão ser realizadas preferencialmente no período de seca.

#### 5.2.7.2 Fase de Operação

A etapa de operação do PDR-1 inicia-se com o fim das obras de infraestrutura e é caracterizada pela atividade predominante associada ao transporte de material (rejeito desaguado) das baias de secagem até o ponto de lançamento na pilha, sequenciado pelo espalhamento e compactação do mesmo.

Paralelamente ao ciclo operacional, ocorrerão atividades pontuais de manutenção e infraestrutura, que garantirão a operação da pilha. Dentre as principais rotinas de manutenção e infraestrutura temos: abertura e manutenção de acessos e vias, execução e melhoria da drenagem da pilha, controle tecnológico do aterro, medições topográficas para verificação dos critérios geométricos, implantação e manutenção de sinalização, monitoramento ambiental e geotécnico da estrutura, dentre outros.

### 5.2.8 Operação

A polpa de minério, proveniente do CMT, deverá passar pelo processo de hidrociclonação e ser depositada nas baias de desaguamento, permitindo a percolação da água e diminuindo a massa total do rejeito. O hidrociclone é um equipamento que, através de movimento rotacional descendente (vórtice primário), gera força centrífuga, separando partículas com diâmetros maiores (ocupam as regiões mais periféricas do cilindro) de partículas com diâmetros menores (deslocadas para a região central do hidrociclone) (Sampaio et al., 2007).

Na região central do hidrociclone, ocorre um vórtice ascendente (vórtice secundário), onde há o estrangulamento no *apex* do cone, fazendo com que o fluxo com partículas menores e menos densas sejam arrastadas através dele. Assim, a solução diluída sai pela corrente overflow (topo do hidrociclone). Parte do líquido com as partículas mais densas e maiores saem pela corrente underflow (fundo do hidrociclone) (Silva, 2014).

De acordo com os testes realizados, após a passagem por uma bateria de hidrociclones, o rejeito ainda contém uma porção de água. Por isso, serão construídas as baias de desaguamento de rejeitos, a fim de se fazer a decantação por gravidade e a água clarificada percolar. Após o material sólido ser desaguado, ele será coletado e transportado para o depósito PDR-1.

#### 5.2.8.1 Baias de Desaguamento

As baias de desaguamento de rejeitos do CMT estão localizadas na praia da barragem BL-1, à frente do maciço da ombreira direita. A escolha desse trecho está relacionada à disponibilidade espacial e às características do barramento no local, uma vez que o processo de desaguamento tende a gerar uma elevação do nível d'água na área.

O dimensionamento das estruturas foi realizado considerando as maiores taxas de produção de rejeito. A **Figura 5.25** mostra a planta das baias de desaguamento de rejeitos.

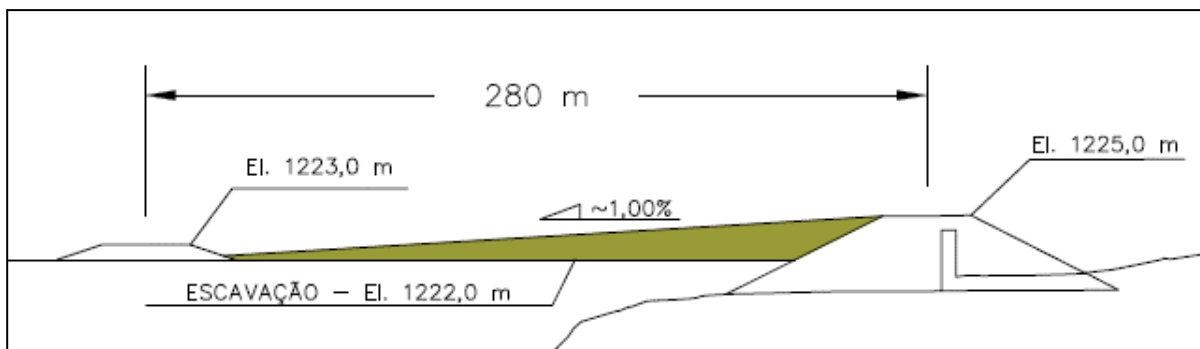


Fonte: Walm (2021).

**Figura 5.25 – Planta das baias de desaguamento de rejeitos.**

Há sete baias de desaguamento, as quais devem ser preenchidas com rejeito hidrociclado de maneira sequencial. O volume de acumulação individual deve atingir, pelo menos, 30.000 m<sup>3</sup>, com um volume total mínimo de 224.000 m<sup>3</sup>. O processo de desaguamento e recuperação dos rejeitos se dará de maneira cíclica.

A **Figura 5.26** mostra a representação da seção de uma baia esquematizada.



Fonte: Walm (2021).

**Figura 5.26 – Perfil típico das baias de desaguamento.**

O plano de manejo dos rejeitos na praia da Barragem BL-1, elaborado pela Walm Engenharia e Tecnologia, foi baseado no plano de produção de rejeitos de flotação, hidrociclados, fornecido pela Mosaic.

Cada baia demora cerca de 24 horas para seu total enchimento, com exceção da baia 6. O **Quadro 5.10** mostra como deverá ocorrer a ocupação das baias ao longo do tempo.

**Quadro 5.10 – Cronograma de disposição de rejeitos nas baias.**

Baia	Volume (m <sup>3</sup> )	Tempo de enchimento das baias (hrs)	Tempo de enchimento acumulado (hrs)	Cronograma (horas)										
				20	40	60	80	100	120	140	160	180		
1	31.870	24	24											
2	30.615	23	47											
3	31.613	24	71											
4	31.592	24	95											
5	31.572	24	119											
6	46.219	35	154											
7	31.540	24	178											

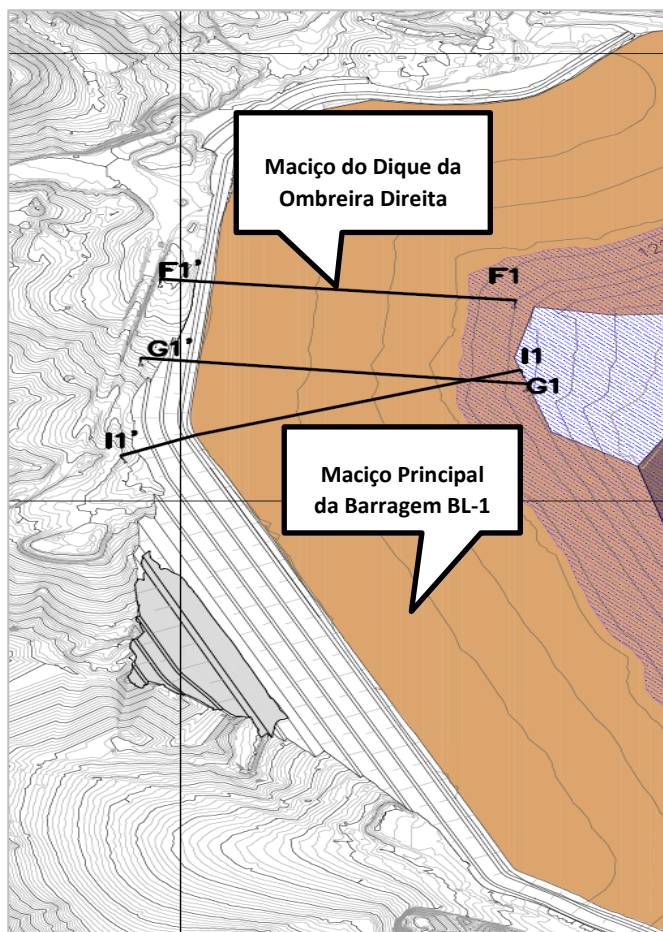
Fonte: Walm (2021).

O ciclo completo de enchimento das baias durará cerca de 11 dias, estimando-se que após 10 dias será possível a retomada dos rejeitos.

### 5.2.8.2 Análise de Estabilidade da Barragem BL-1

O comprimento da praia de rejeitos da Barragem BL-1 deve ser mantido durante o processo de manejo dos rejeitos. Entretanto, haverá a modificação da sua cota e, por essa razão, foi avaliado o fator de segurança da barragem.

Com o objetivo de avaliar o impacto da implantação das baias de desaguamento na segurança geotécnica do dique da ombreira direita da Barragem BL-1, foram adotadas três seções para análise de estabilidade, consideradas as mais críticas (F1-F1', G1-G1' e I1-I1'). A **Figura 5.27** apresenta a locação dessas seções.



Fonte: Walm (2021).

**Figura 5.27 - Locação das Seções de Análise.**

A Resolução n.º 13 da ANM, de 8 de agosto de 2019, estabelece, em seu Art. 5, que é vedada a fixação de valor inferior a 1,3 para análises de estabilidade e estudos de susceptibilidade à liquefação, considerando parâmetros de resistência não drenada. Para as análises da condição não drenada com ação de sismo, o valor mínimo preconizado pela NBR 13.028:2017 deve ser maior ou igual a 1,1. Conforme apresentado no **Quadro 5.11**, o fator de segurança da Barragem BL-1 é satisfatório e não apresenta risco à segurança geotécnica da estrutura.

**Quadro 5.11 – Resumo dos fatores de segurança obtidos nas análises de estabilidade.**

Seção	Cenário	Superfície de escorregamento	F.S.	
			Spencer	Mínimo
F1-F1'	Condição não drenada – Leituras máximas	Não-Circular	1,96	1,3
	Condição não drenada – Sismo- Leituras máximas	Não-Circular	1,78	1,1
G1-G1'	Condição não drenada – Leituras máximas	Não-Circular	2,2	1,3
	Condição não drenada – Sismo- Leituras máximas	Não-Circular	1,94	1,1
I1-I1'	Condição não drenada – Leituras máximas	Não-Circular	2,15	1,3
	Condição não drenada – Sismo- Leituras máximas	Não-Circular	1,87	1,1

Fonte: Walm (2021).



## 6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Este capítulo apresenta o resultado dos estudos de base realizados para caracterizar o contexto ambiental em que se insere o depósito PDR-1 do Complexo de Mineração de Tapira – CMT.

Os estudos subdividem-se em três grandes blocos de acordo com os componentes do meio ambiente: físico, biótico e socioeconômico. Precedendo a apresentação de cada bloco, discutem-se os conceitos de área de estudo e área de influência, bem como os limites aplicáveis a cada componente.

### 6.1 ÁREAS DE INFLUÊNCIA

Existem diferenças importantes entre os conceitos de área diretamente afetada, área de influência e área de estudo.

Define-se Área Diretamente Afetada (ADA) como a área ocupada pelo empreendimento, incluídos todos os seus componentes. No caso objeto deste estudo, é contemplada a área da Pilha de Rejeito Desaguado (PDR-1). As áreas de influência e de estudo, por seu turno, têm como fundamento de sua definição a intensidade e a abrangência temporal e espacial dos impactos gerados pelo empreendimento.

A área de influência não recebe diretamente as obras de engenharia, embora seja afetada pelos impactos de tais obras em diferentes intensidades. É subdividida em Área de Influência Direta (AID) e em Área de Influência Indireta (AII).

Para a delimitação das AID e AII, parte-se de dois pressupostos: (i) há uma gradação dos impactos e (ii) tal gradação, em termos espaciais, está associada à distância da origem desencadeadora do impacto. Assume-se, portanto, que a intensidade de determinado impacto diminui à medida que aumenta a distância de sua origem. Tal modelo de continuidade espacial é genericamente assumido, embora, em alguns casos, possa haver impactos com efeitos descontínuos no espaço. Além disso, o limite assumido entre a AID e a AII deve ser entendido como uma faixa de transição e não como duas áreas estanques, apesar de sua representação linear.

Adota-se como AID a porção imediatamente exterior à Área Diretamente Afetada, a qual pode sofrer de maneira mais intensa e relevante os impactos gerados nas fases de implantação e operação da PDR-1. Por isso, ao se lidar com a caracterização e avaliação dos processos naturais e socioeconômicos nesta área, é necessário um tratamento de maior detalhe. Tal área é delimitada em função da natureza do impacto que está sendo levado em consideração. Seus limites são, portanto, variáveis e diferem de acordo com o meio (físico, biótico ou socioeconômico) analisado.

A AII é a área exterior tanto do empreendimento em si quanto da AID. Diferencia-se da AID por receber os impactos de maneira menos intensa e de forma indireta, recebendo um tratamento mais genérico. Tal área pode se projetar por extensas porções do território adjacente ao empreendimento. Dentro do escopo deste EIA e, mais precisamente, de seus estudos de base, contudo, é necessária a demarcação de um limite, tendo em vista a importância dos impactos nessa área mais distante. De maneira análoga à AID, a AII também tem limites variados de acordo com o tipo e a natureza do impacto em questão.

Por fim, a área de estudo é a porção total na qual foram desenvolvidos os estudos, abrangendo desde a área do empreendimento propriamente dita (ADA) até o limite da sua área de influência, o qual varia conforme a natureza dos impactos detectados.

Apresentadas tais definições e esclarecimentos, as delimitações propriamente ditas das AID e All prováveis são contempladas no início de cada bloco do diagnóstico ambiental. Ou seja, apresenta-se no início de cada item do diagnóstico ambiental - meio físico, meio biótico e meio socioeconômico – a delimitação de suas AID e All prováveis, considerados os impactos prováveis e a funcionalidade dos respectivos ambientes.

## 6.2 MEIO FÍSICO

### 6.2.1 Delimitação das áreas de influência do meio físico

A Área de Influência Direta – AID do meio físico foi delimitada principalmente em virtude da hidrografia e do direcionamento das águas. Circunda a própria ADA e se estende pelo leito do córrego do Potreiro por aproximadamente 1.350 m até a barragem BA3, englobando também a lâmina d'água represada nesta última.

A Área de Influência Indireta – All circunda a AID e, após a barragem BA3, ainda se estende a jusante desta por mais aproximadamente 3.800 m até um represamento feito no córrego do Potreiro, englobando também a lâmina d'água contida neste represamento.

Estas áreas foram delimitadas considerando a operação normal do empreendimento e seus métodos de controle ambiental, não considerando hipóteses acidentais tais como rupturas do maciço.

A **Figura 6.1** contém as áreas de influência lançadas sobre imagem Google Earth.

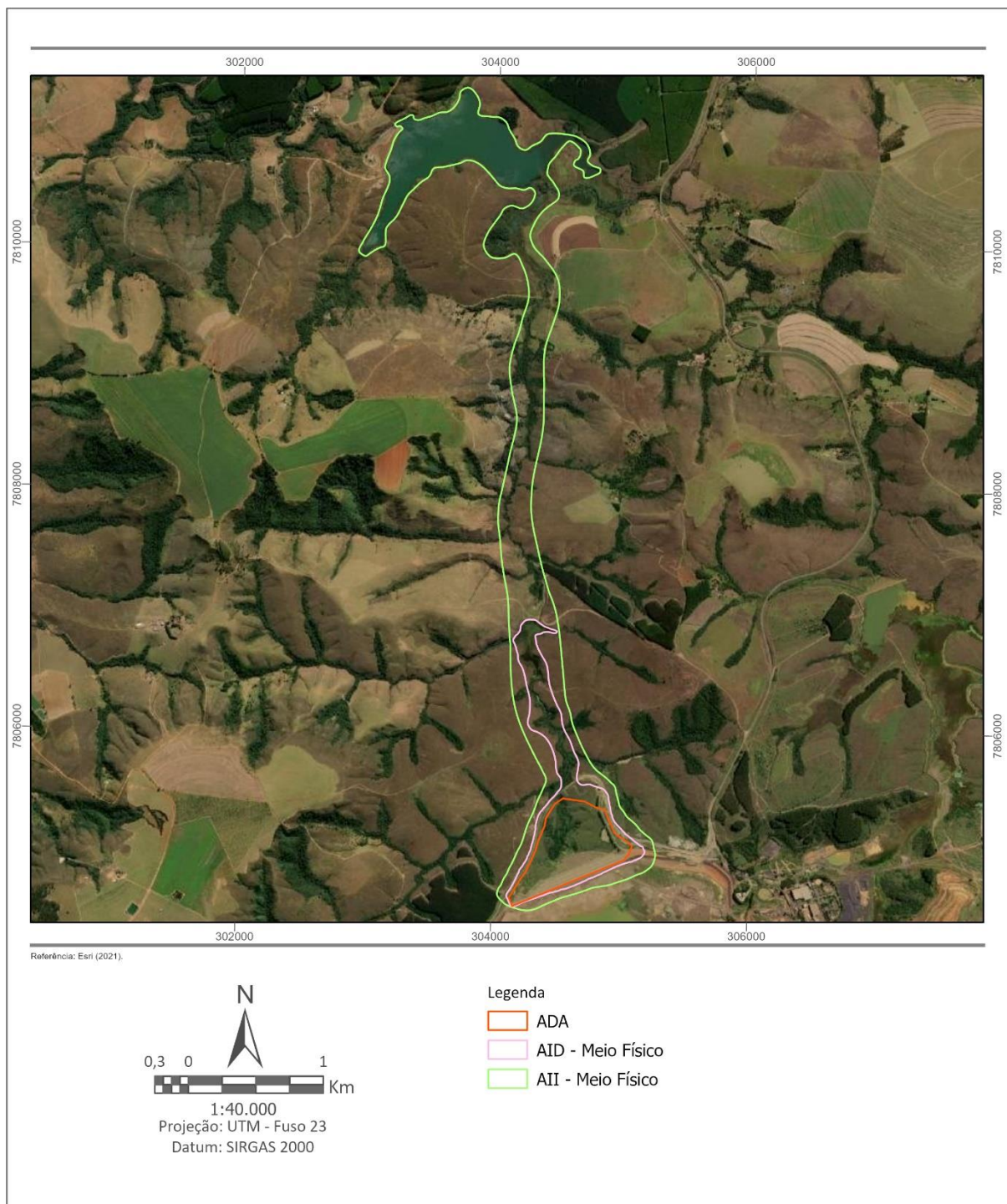


Figura 6.1 – Áreas de influência do meio físico.

## 6.2.2 Climatologia

Neste item será apresentada a caracterização do clima regional onde se situa o empreendimento, com destaque dos seguintes elementos climáticos: temperatura, umidade relativa do ar, direção dos ventos, radiação solar acumulada, balanço hídrico do solo e regime pluviométrico.

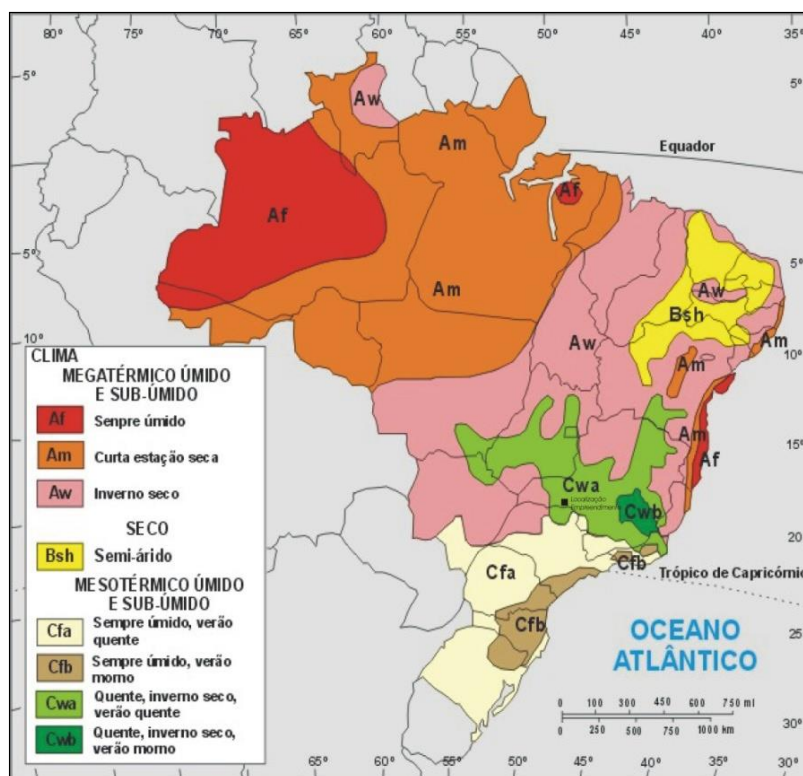
Os dados meteorológicos foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, que possui uma estação meteorológica em Araxá, município vizinho a Tapira. Nela se monitora temperatura do ar, umidade relativa do ar, direção dos ventos, nebulosidade e regime pluviométrico, entre outros parâmetros.

### 6.2.2.1 Classificação climática

O clima de Minas Gerais é influenciado pela zona de alta pressão subtropical do Atlântico Sul (Massa Tropical Marítima), eventualmente afetada pela Massa Tropical Continental, associada aos efeitos causados pelo avanço da frente polar e oscilações da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). No verão, atuam na região a Massa Equatorial Continental (mEc) e a Tropical Atlântica (mTa), sendo a primeira responsável pelas chuvas, devido à sua maior umidade. No inverno, prevalece a entrada da Massa Polar Atlântica (mPa), responsável pelas temperaturas mais baixas (ROSS, 2005).

O clima regional é do tipo Cwa segundo a classificação de Köppen (**Figura 6.2**), ou seja, clima temperado chuvoso e moderadamente quente, com verão chuvoso no período de outubro a abril e inverno seco no período de maio e setembro (AYOADE, 2002).

O clima Cwa ocorre na região brasileira do sul da Bahia ao extremo norte do Mato Grosso do Sul e extremo sul do Mato Grosso, passando pelos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal. Em Minas Gerais o clima Cwa abrange parte do norte, centro, sul e oeste do Estado.



Fonte: GuiaNet (2008).

Figura 6.2 – Classificação climática, segundo Köppen.

### 6.2.2.2 Temperatura do ar

No período entre janeiro de 2018 e março de 2022, a temperatura média foi de 21,9°C. As médias mensais variaram entre 19,3°C em julho e 24,4°C em setembro (Figura 6.3).

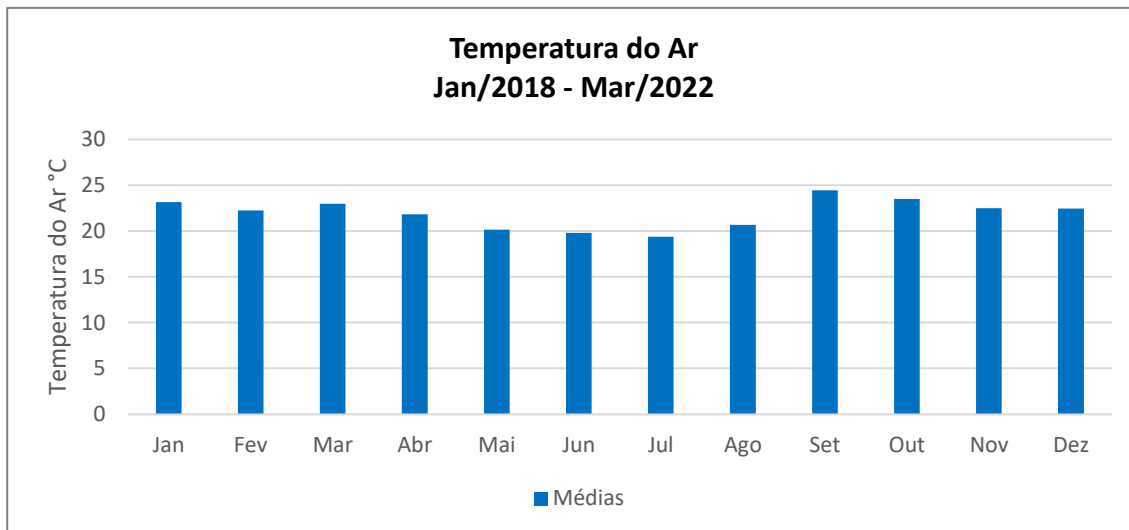


Figura 6.3 – Temperatura média do ar - janeiro de 2018 a março de 2022.

A Figura 6.4 ilustra as médias mensais das temperaturas mínimas e máximas ocorridas no período de janeiro de 2018 a março de 2022. A menor média das temperaturas mínimas registrada foi de 15°C no mês de julho. Por outro lado, a maior média das máximas foi de 29,8°C no mês de setembro, seguido dos meses de janeiro e outubro, totalizando uma amplitude térmica de 14°C durante o período analisado.

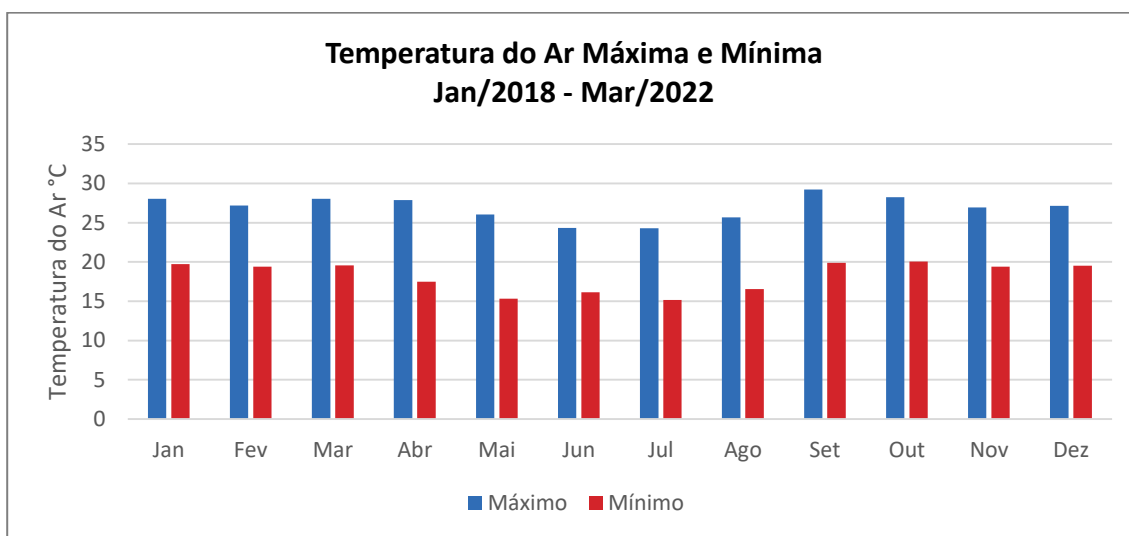


Figura 6.4 – Temperatura do ar mínima e máxima - janeiro de 2018 a março de 2022.

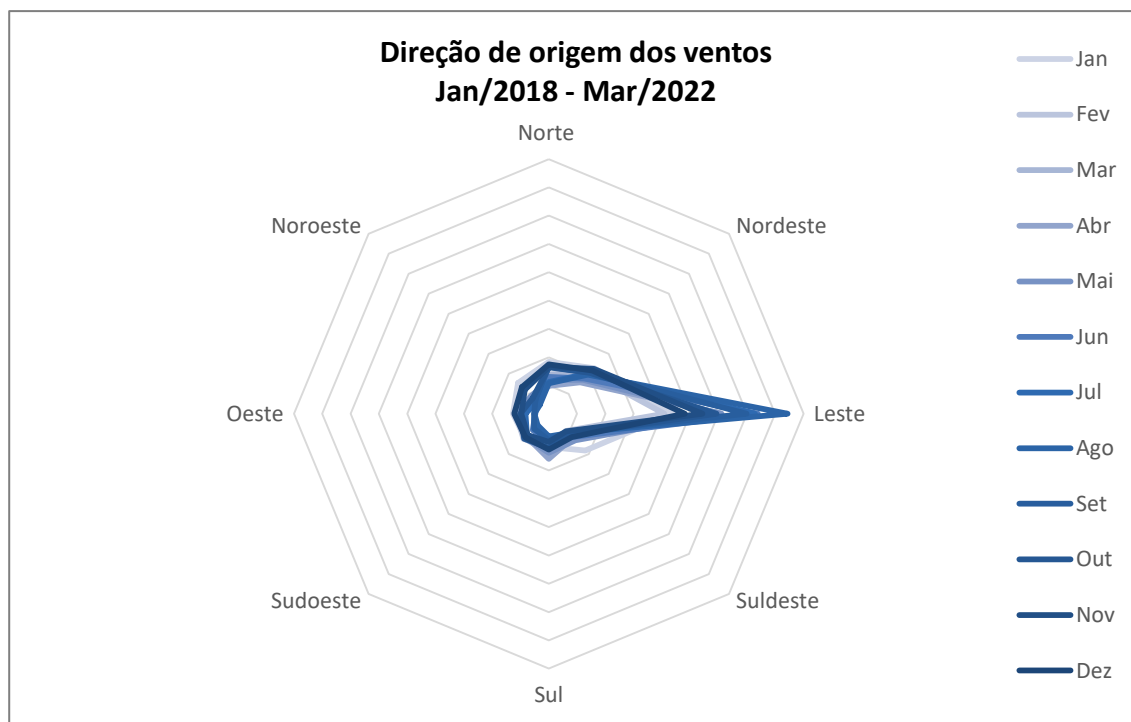
### 6.2.2.3 Perfil da direção de origem dos ventos

Os dados de direção dos ventos foram registrados no período de janeiro de 2018 a março de 2022 pela estação meteorológica de Araxá, disponibilizados pelo INMET a partir do número

de vezes que cada direção é registrada. Os dados foram tratados e considerou-se a quantidade acumulada de registros para se determinar a direção predominante dos ventos.

De acordo com o período analisado, a direção predominante de origem dos ventos na região é leste.

As direções dos ventos e suas frequências de registros anuais podem ser observadas na **Figura 6.5**.



**Figura 6.5 – Direção de origem dos ventos - janeiro de 2018 a março de 2022.**

#### 6.2.2.4 Radiação solar acumulada

Para a caracterização da radiação solar acumulada, foram obtidas informações da estação meteorológica de Araxá, do INMET, no período de janeiro de 2018 a março de 2022.

Conforme o **Quadro 6.1**, a média mensal da radiação solar, para o período analisado, variou de 1.025,1 MJ/m<sup>2</sup> em fevereiro a 1.418,8 MJ/m<sup>2</sup> em março.

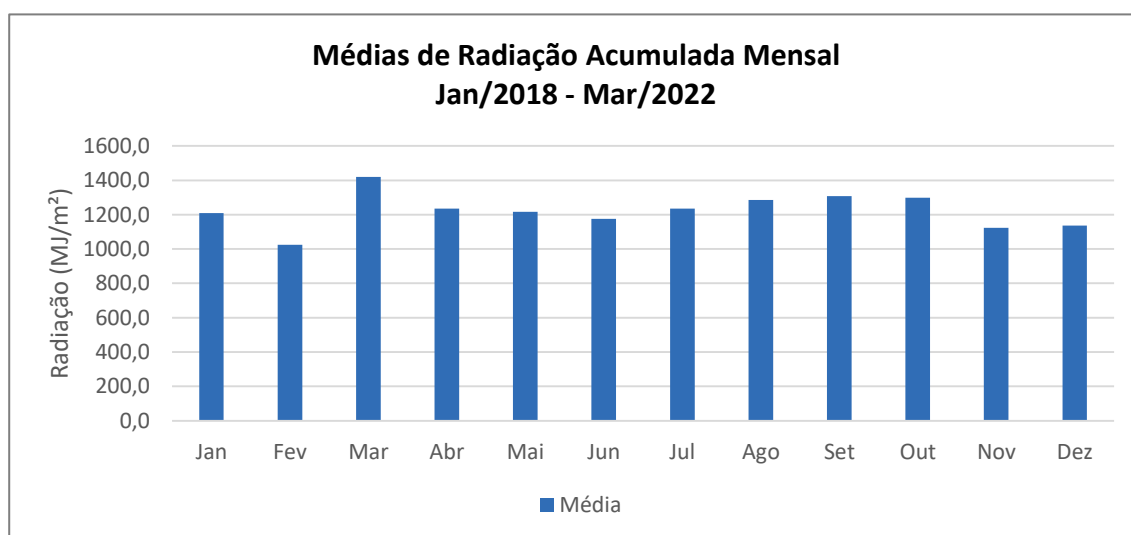
**Quadro 6.1 – Médias mensais da radiação solar acumulada - janeiro de 2018 a março de 2022.**

Mês	Acumulado mensal da radiação solar (MJ/m <sup>2</sup> )					Média (MJ/m <sup>2</sup> )
	2018	2019	2020	2021	2022	
Jan	662,6	708,1	790,3	1.980,8	1.904,1	1.209,2
Fev	530,5	544,3	589,9	1.729,4	1.731,5	1.025,1
Mar	646,1	560,2	1.824,9	2.005,7	2.057,3	1.418,8
Abr	520,0	517,7	1.892,4	2.013,5	-	1.235,9
Mai	518,9	474,6	1.885,8	1.988,0	-	1.216,8
Jun	436,2	482,8	1.871,5	1.908,5	-	1.174,7
Jul	522,4	511,0	1.969,5	1.939,8	-	1.235,7

Mês	Acumulado mensal da radiação solar (MJ/m <sup>2</sup> )					Média (MJ/m <sup>2</sup> )
	2018	2019	2020	2021	2022	
Ago	530,2	553,8	2.023,4	2.033,4	-	1.285,2
Set	581,9	607,4	2.035,0	2.009,2	-	1.308,4
Out	589,4	654,3	1.981,4	1.966,8	-	1.298,0
Nov	484,1	1.085,8	1.894,5	1.025,9	-	1.122,6
Dez	656,8	751,5	1.943,1	1.190,8	-	1.135,6

Para 2022, o acúmulo médio dos 3 meses de que se tem registro é de 5.692,9 MJ/m<sup>2</sup> de radiação solar.

Os valores médios de radiação solar acumulada mensal, calculados no período de janeiro de 2018 a março de 2022, podem ser vistos na **Figura 6.6**.



**Figura 6.6 – Médias de radiação acumulada - janeiro de 2018 a março de 2022.**

#### 6.2.2.5 Balanço hídrico

Os dados de balanço hídrico climatológico foram obtidos a partir da estação meteorológica de Araxá, através da base do Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária (SISDAGRO), desenvolvido pelo INMET. Os resultados foram processados por um período de 30 anos (1981 a 2010) e estão apresentados no **Quadro 6.2**. Nota-se que há um déficit hídrico de escala mensal que se inicia em abril e se estende até setembro, com pico de carência em agosto.

Durante o período considerado, a capacidade de armazenamento de água no solo atinge seu nível mínimo no mês de setembro, quando se registrou 1,93 mm. O balanço hídrico do solo se torna positivo a partir do mês de outubro, quando a precipitação se reestabelece a valores acima da evapotranspiração.

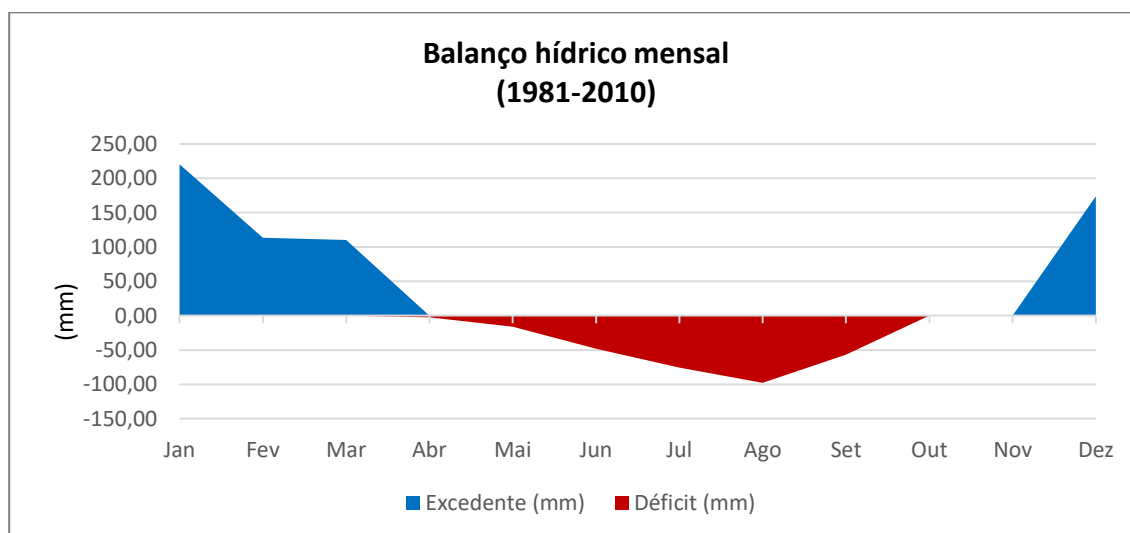
**Quadro 6.2 – Balanço hídrico mensal da estação meteorológica de Araxá (1981-2010).**

Mês	Temp. (°C)	Pluv. (mm)	Evapot. potencial (mm)	Armaz. híd. (%)	Evapot. real (mm)	Déf. (mm)	Exced. (mm)
Jan	22,23	347,06	126,69	100,00	126,69	0,00	220,37
Fev	22,41	235,72	122,32	100,00	122,32	0,00	113,40
Mar	22,07	232,08	121,89	100,00	121,89	0,00	110,19
Abr	21,34	89,29	112,14	79,57	109,72	2,42	0,00
Mai	19,34	52,67	97,41	50,87	81,37	16,04	0,00
Jun	18,33	14,47	89,35	24,06	41,28	48,07	0,00
Jul	18,31	11,13	100,95	9,80	25,39	75,56	0,00
Ago	19,92	19,47	123,55	3,46	25,81	97,74	0,00
Set	21,34	73,84	132,10	1,93	75,37	56,73	0,00
Out	22,32	144,81	143,37	3,37	143,37	0,00	0,00
a	21,92	211,76	131,91	83,23	131,91	0,00	0,00
Dez	21,82	313,22	122,68	100,00	122,68	0,00	173,77

**Legenda:** Temp. - temperatura, Pluv. - pluviosidade, Evapot. Potencial - evapotranspiração potencial, Armaz. híd. - armazenamento hídrico, Evapot. real - evapotranspiração real, Déf. - déficit, Exced. - excedente.

**Fonte:** SISDAGRO (2021).

A **Figura 6.7** mostra que nos primeiros três meses do ano costuma ocorrer um significativo excedente hídrico. Nos meses de abril a setembro, tem-se um período com deficiência hídrica, com seu mínimo em agosto. Nos meses de outubro e novembro, não há déficit ou excedente, visto que a água que entra no sistema serve para repor a capacidade de absorção e armazenamento no solo.



**Figura 6.7 – Balanço hídrico mensal - média de 1981 a 2010.**

A **Figura 6.8** ilustra o armazenamento de água subterrânea no solo. Nota-se que os menores níveis de armazenamento hídrico ocorrem nos meses de agosto a outubro.



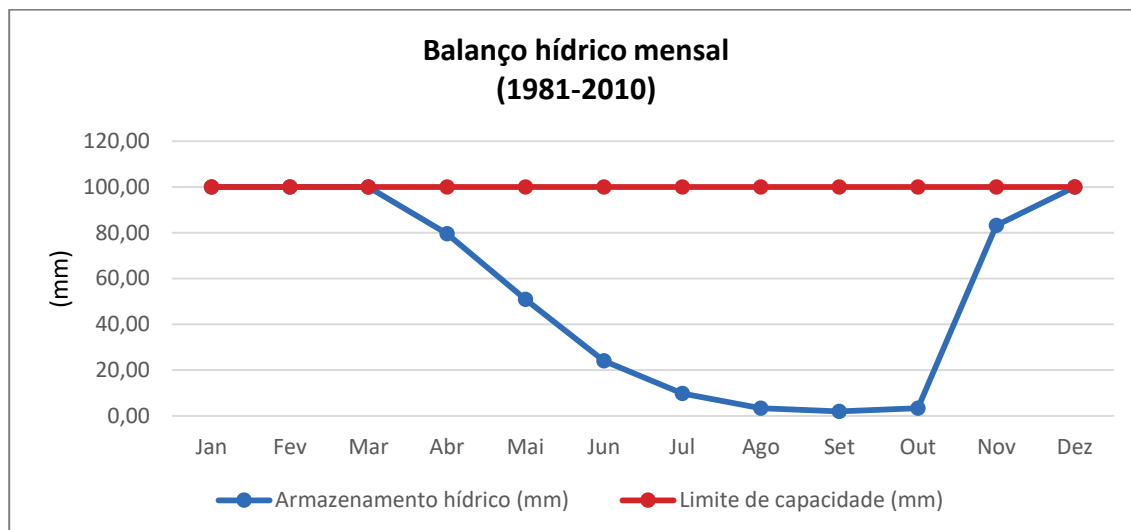


Figura 6.8 – Armazenamento de água no solo no período de 1981 – 2010.

#### 6.2.2.6 Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar média na região, entre janeiro de 2018 e março de 2022, é de 53,7%. As médias mensais estão em torno de 59% nos meses de maior índice pluviométrico (outubro a março) e de 46% nos meses de menor índice pluviométrico (abril a setembro) como apresentado na **Figura 6.9**, revelando importante inter-relação desses índices climáticos.

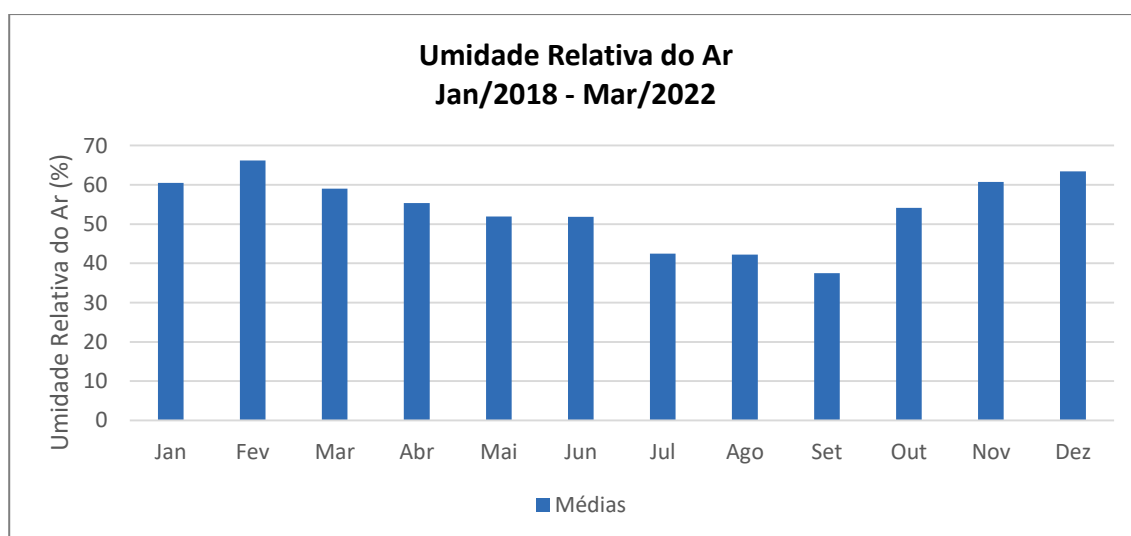


Figura 6.9 – Umidade relativa do ar – janeiro de 2018 a março de 2022.

#### 6.2.2.7 Regime pluviométrico

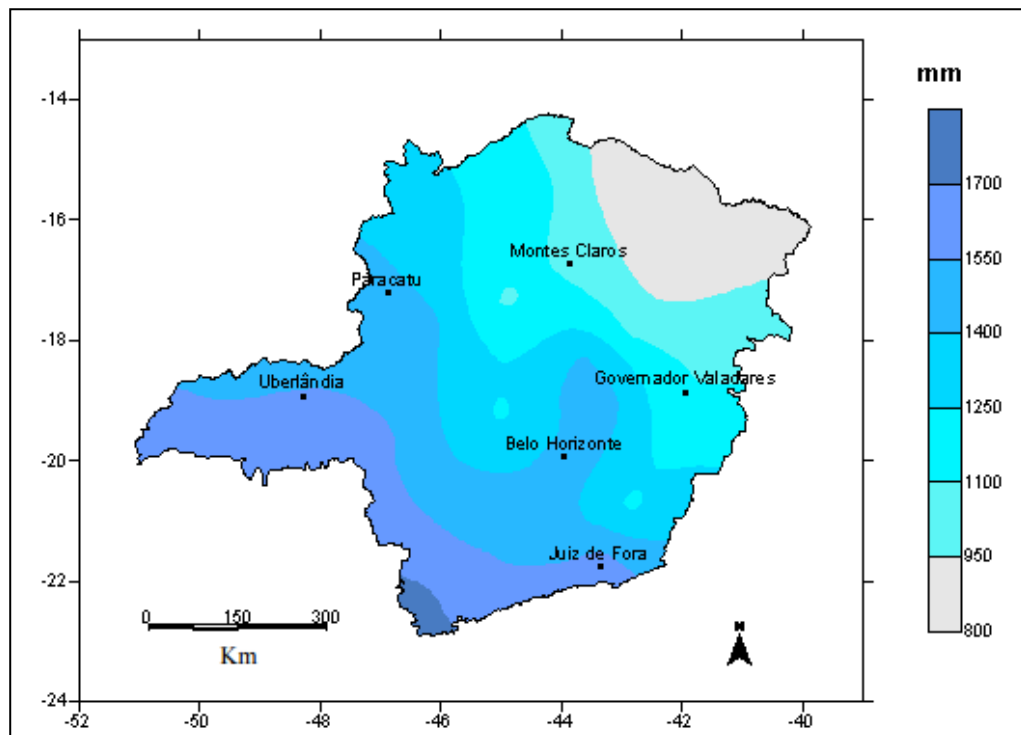
Segundo Mello & Viola (2012), fenômenos atmosféricos importantes afetam a pluviosidade do estado de Minas Gerais, tais como chuvas frontais (frentes frias), chuvas convectivas e chuvas geradas pela influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

As frentes frias predominam na região sul do Estado e são responsáveis pelas chuvas de longa duração com intensidades de baixa a média, ocorrendo ao longo de todo o ano.

As chuvas convectivas ocorrem durante o verão, quando há calor e excesso de umidade, causando chuvas de curta duração e maior intensidade em todo o Estado.

A ZCAS afeta mais intensamente regiões entre 10 e 18°S, comumente entre os meses dezembro e janeiro. As chuvas associadas a ZCAS podem ser de grande magnitude e se estender por vários dias. Esse evento atmosférico consiste em um canal de umidade com origem na região Amazônica que alcança a região sudeste do Brasil (MELLO & VIOLA, 2012).

A precipitação média anual em Minas Gerais varia entre 900 e 1800 mm, com maior pluviosidade a sudoeste do Estado (**Figura 6.10**).



Fonte: REIS (2005).

**Figura 6.10 – Precipitação média anual no período de 1961 - 1990.**

Durante o período de janeiro de 2018 a março de 2022, os Boletins Agroclimatológicos publicados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para o município de Araxá, registraram a maior pluviosidade média no mês de fevereiro (347 mm) e as menores nos meses de junho e julho, com baixíssimos registros de precipitação: 1,65 mm e 0,4 mm respectivamente (**Figura 6.11**).

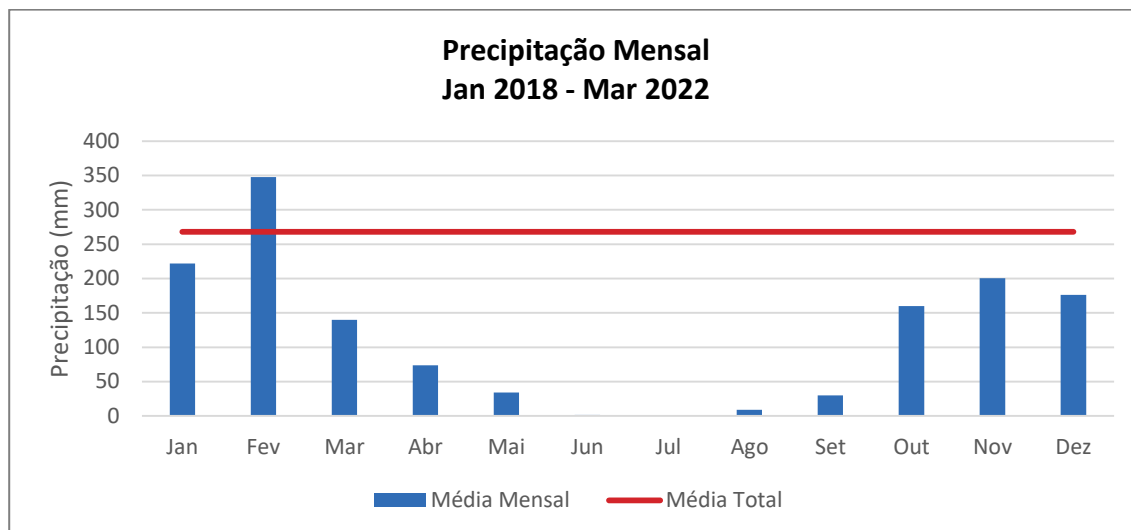


Figura 6.11 – Precipitação Mensal – janeiro de 2018 a março de 2022.

O período chuvoso começa no mês de outubro e se estende até março, com o maior nível pluviométrico atingido no mês de fevereiro. O período seco tem duração de abril até setembro, com pico de estiagem durante os meses de junho e julho. Durante todo o período seco, a média mensal foi de 24,81 mm. Nos primeiros três meses de 2022, constatou-se a pluviosidade média de 296,4 mm, segundo os dados obtidos pelo INMET.

A pluviosidade total anual, durante o período observado (janeiro de 2018 a março de 2022), foi de 6.290 mm, sendo 2021 o ano com menor índice pluviométrico total (851 mm) e 2018 o ano com o maior índice (1.666,8 mm). O ano de 2020 apresentou um valor total de 1.597,8 mm, também acima da média de pluviosidade dos anos analisados (Figura 6.12).

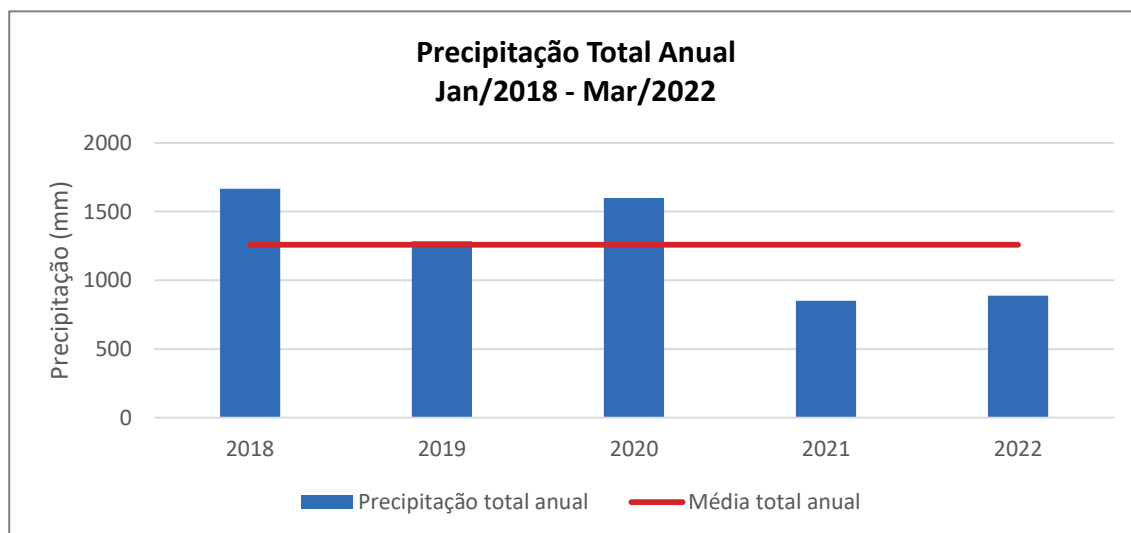


Figura 6.12 – Precipitação total anual – janeiro de 2018 a março de 2022.

## 6.2.3 Geologia

### 6.2.3.1 Geologia regional

A região de Tapira se localiza a norte da Serra da Canastra, porção meridional da Faixa Móvel Brasília, inclusa na região centro-leste da Província Tocantins. Esta província é interpretada

como um orógeno gerado da colisão ao fim do Neoproterozóico entre os crátons Amazonas (oeste), São Francisco-Congo (leste) e do bloco Paranapanema (sul, encoberto por rochas fanerozóicas da Bacia do Paraná).

O segmento meridional da Faixa Brasília sofreu grandes deformações e metamorfismo que se intensificam de leste para oeste, obliterando as relações estratigráficas das unidades e gerando um complexo sistema de *nappes* e dobramentos com vergência para o cráton São Francisco (SILVA et al. 2003).

Litologicamente a região possui as intrusões ígneas ultramáficas e alcalinas que formam o complexo de Tapira e os domínios pré-cambrianos de maior expressão, encaixantes para as intrusões ígneas e que são limitados a sul pela Bacia do Paraná. Esses domínios são constituídos pelos metassedimentos do Grupo Canastra e pelas sequências de rochas metavulcanossedimentares pertencentes ao Grupo Araxá que, eventualmente, são intrudidas por corpos granitoides.

As unidades pré-cambrianas contidas na região de interesse são definidas como Domínio Leste (DE) e estão confinadas entre as zonas de cisalhamento do Alta Araguari (a oeste), da Canastra (a sul) e da Bocaina (a norte). O DE é compartimentado tectonicamente em um conjunto de três escamas imbricadas por falhas de empurrão divididas em inferior e intermediária (Grupo Canastra) e superior (Grupo Araxá). As rochas destas escamas estão dispostas em sinformas e antifomas e se sobrepõem, também por falha de empurrão, às rochas do Grupo Bambuí autóctone.

Os litotipos que compõem o conjunto, conforme **Figura 6.13**, são descritos da seguinte forma, segundo Silva et al. (2003), Silva et al. (2006) e Ribeiro (2011):

- O Grupo Bambuí é composto por filitos com lentes métricas de mármore com metamorfismo de fácies xisto verde inferior (zona da clorita).
- O Grupo Canastra, na escama inferior, apresenta em sua base quartzo-muscovita xistos intercalados com muscovita xistos, que são sobrepostos gradativamente a grafita-muscovita xistos. Essas rochas são sucedidas estratigraficamente por quartzo-muscovita xistos, com intercalações de quartzitos. No topo deste compartimento ocorrem quartzitos puros a micáceos com intercalações de quartzos xistos. Apresenta condições metamórficas de fácies xisto verde inferior a médio (zona da clorita e da biotita).
- O Grupo Canastra, na escama intermediária, é marcado por granada-grafita-muscovita xisto de granulação fina intercalado com xistos grafitosos e granada-biotita-muscovita xistos. Esses são sobrepostos por granada-grafita xistos, que passam gradativamente a granada-mica xistos pouco grafitosos. No topo desse grupo, ocorrem quartzitos com intercalações métricas de quartzo xistos, muscovita xistos e quartzitos micáceos. As condições metamórficas encontradas são de fácies xisto verde superior (zona da granada).

O ambiente deposicional interpretado para as litologias dos domínios que compõem os metassedimentos da região é de margem continental passiva do paleocontinente São Francisco. Os compartimentos inferior e intermediário são interpretados como plataforma distal, enquanto o bloco superior é interpretado como talude continental ou de fundo oceânico (SILVA et al., 2012).

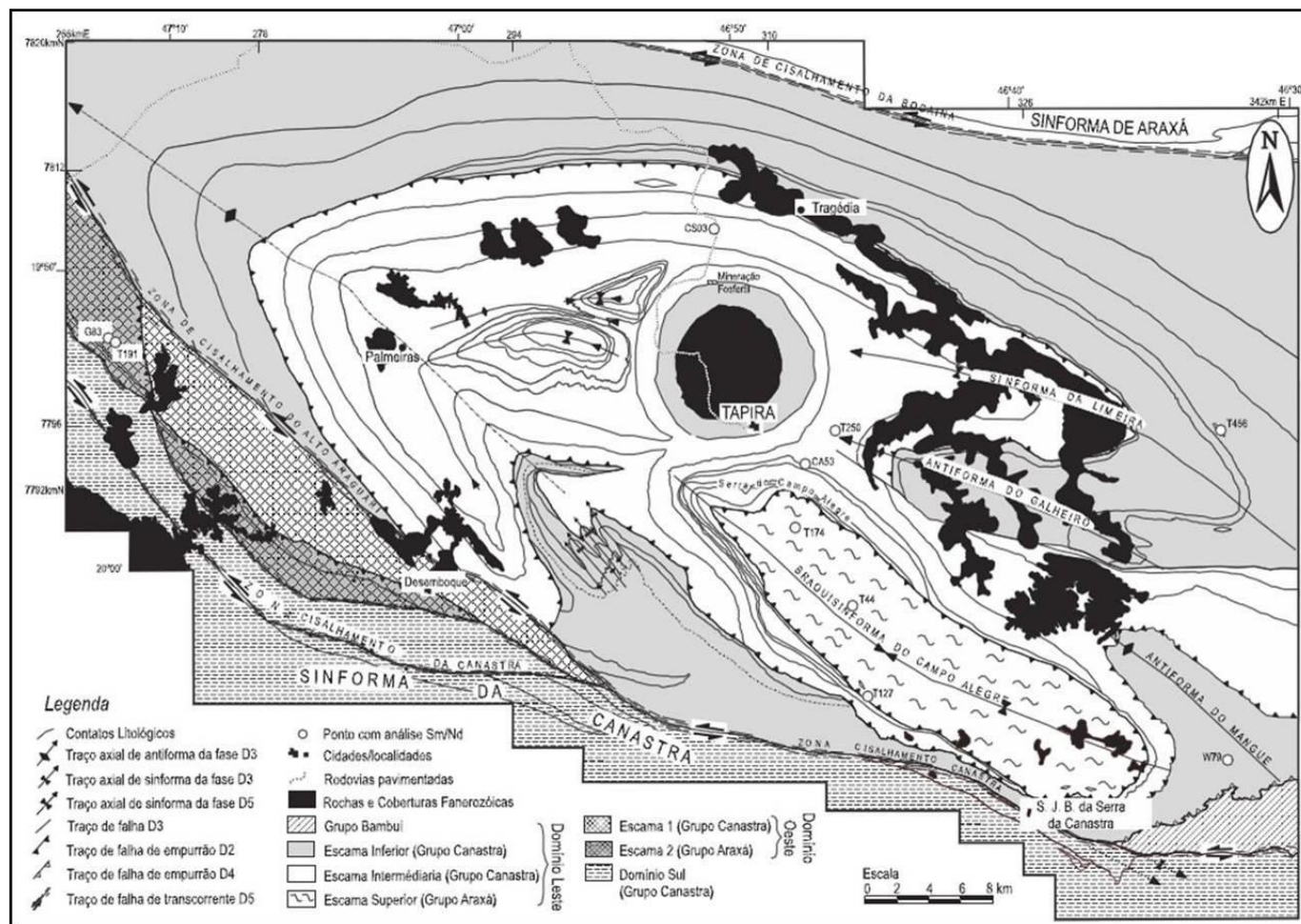
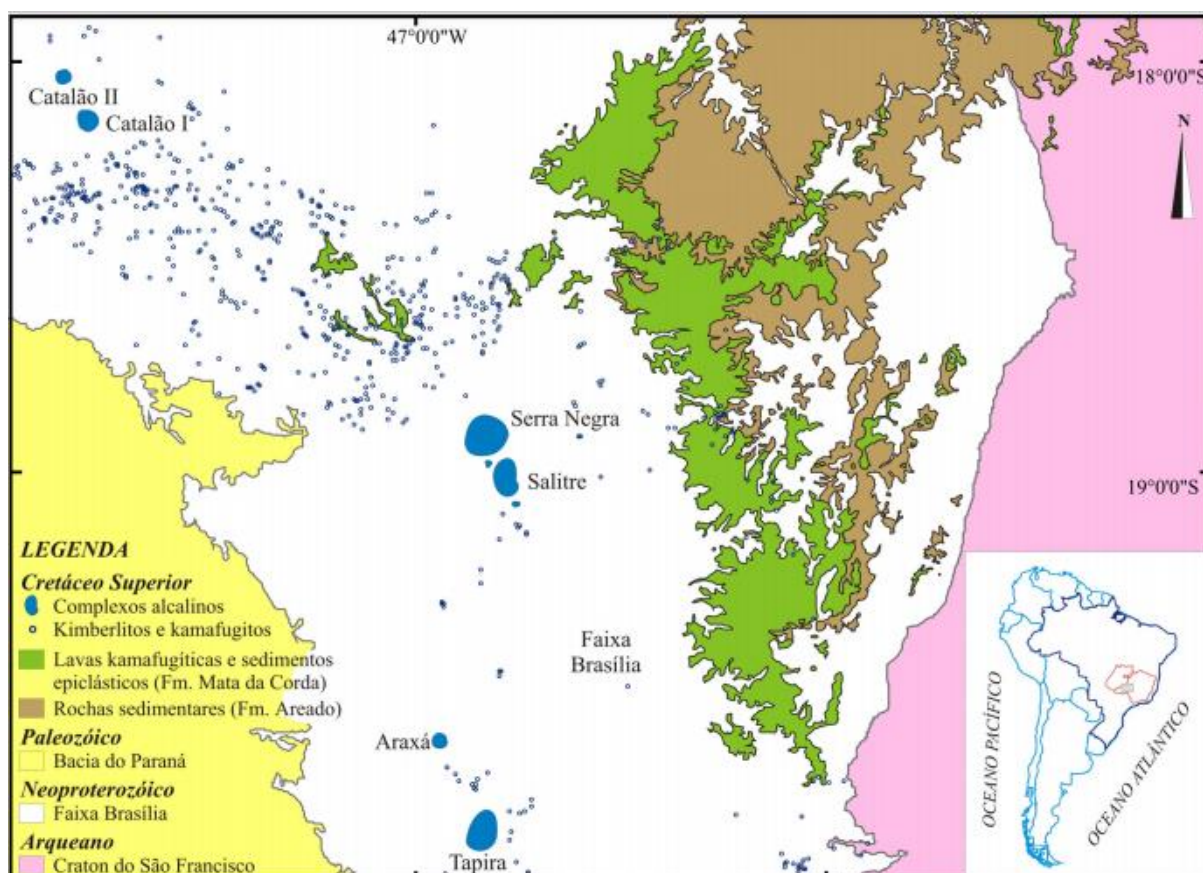


Figura 6.13 – Mapa geológico da região de Tapira/MG.

A intrusão do Complexo Alcalino de Tapira no Grupo Canastra foi responsável pelo domeamento, fenitização e alteração termal dos quartzitos e filitos encaixantes, gerando localmente disjunções colunares em quartzitos (BROD, 1999).

O complexo alcalino se situa a sudoeste do Cráton São Francisco e imediatamente a NW da Bacia do Paraná, fazendo parte de um conjunto de intrusões alcalinas do sudeste brasileiro denominada Província Ígnea do Alto Paranaíba (APIP), conforme pode ser observado na **Figura 6.14**.

A APIP é representada por magmatismos alcalinos do Cretáceo Superior ao Terciário que se localizam ao longo de falhas profundas de direção NW que ocorreram após a ruptura do supercontinente Gondwana (AZZONE & RUBERTI, 2010).



Fonte: Barbosa (2009), adaptado de Oliveira et al., (2004).

**Figura 6.14 – Mapa de localização das principais intrusões da Província Alcalina do Alto Paranaíba.**

#### 6.2.3.2 Geologia local

A área do depósito PDR-1 e Planta Desaguadora encontra-se sobre as rochas do Membro Hidroelétrica da Batalha, Formação Chapada dos Pilões do Grupo Canastra e sobre as rochas intrusivas da suíte alcalina do Complexo Alcalino de Tapira (**Figura 6.15**).

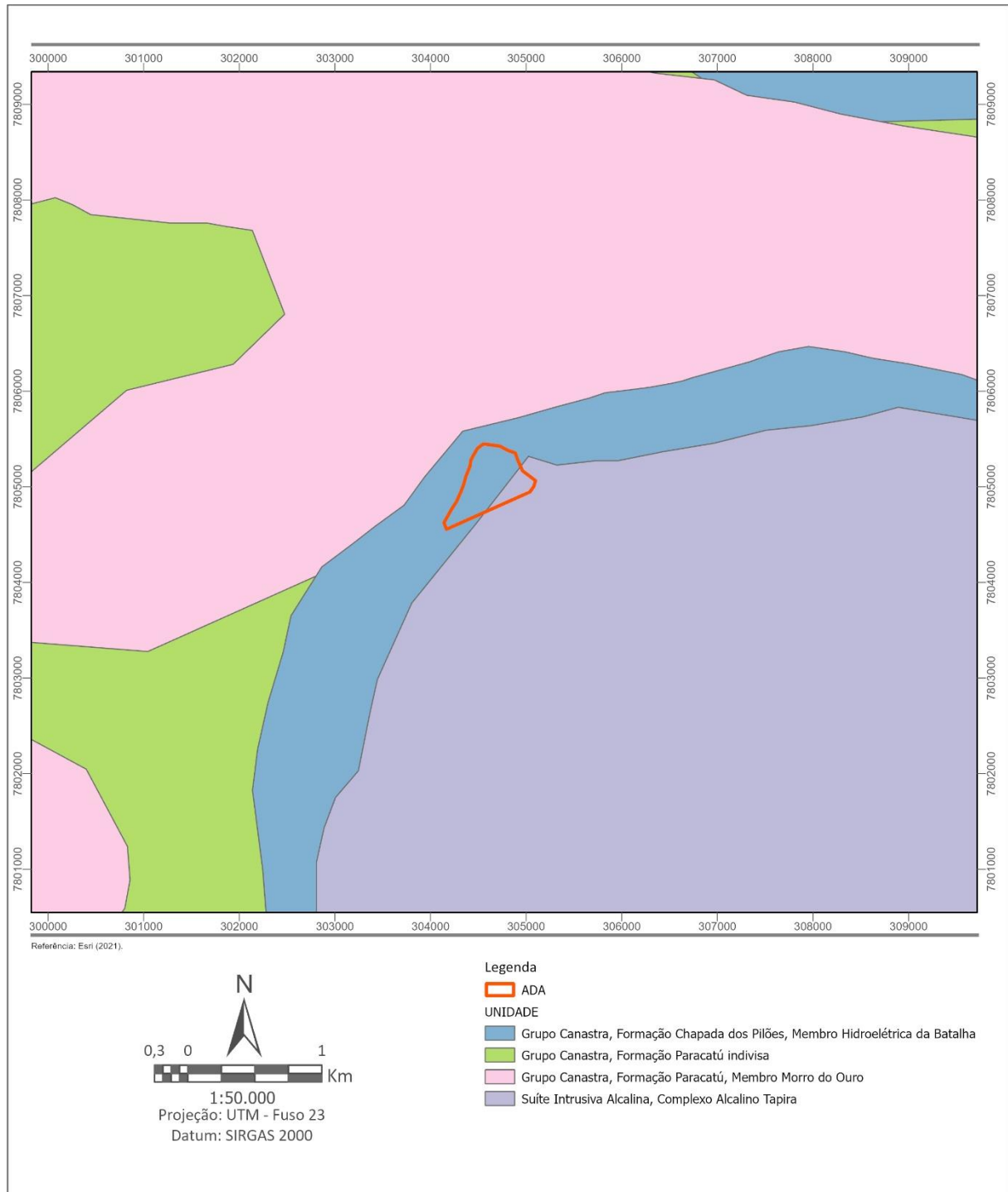


Figura 6.15 – Mapa geológico local – PDR-1.

O Grupo Canastra foi subdivido em três formações. Na base, ocorre a Formação Serra do Landim, composta por calcifilitos ou calcixistos de colorações esverdeada ou cinza esverdeada, seguida pela Formação Paracatu com dois membros: Morro do Ouro, com quartzitos na base passando a filito carbonoso no topo, e Serra da Anta, com filitos incluindo intercalações delgadas de carbonatos e quartzitos. No topo do grupo, é reconhecida a Formação Chapada dos Pilões, que é subdividida em dois membros: Serra de Urucânia, que

consiste de intercalações regulares de quartzito e filito, e Membro Hidroelétrica Batalha, sobre o qual se encontra a área do PDR-1, essencialmente composto por quartzitos (SILVA, 2012).

Segundo Brod et al. (2005), o complexo Tapira é resultado da amalgamação de diversas intrusões de rochas plutônicas silicáticas e, em menor volume, de diques carbonatíticos e ultramáficos. As intrusões plutônicas são compostas principalmente por bebedouritos, com wehrlitos e sienitos subordinados e com raras ocorrências de dunitos e melilitolitos.

Os bebedouritos (**Foto 6.1**) são clinopiroxenitos alcalinos com mineralogia principal composta por diopsídio, biotita, perovskita e minerais opacos. Os wehrlitos (**Foto 6.2**) são rochas ultrabásicas, formadas essencialmente por olivina e clinopiroxênio e em Tapira ocorrem na forma de cumulos de olivina ou perovskita. Melilitolitos, por sua vez, são rochas plutônicas com importante conteúdo de melilita, que se trata de um silicato de alumínio, magnésio, ferro e cálcio-sódico.

Os sienitos ocorrem na forma de brechas (**Foto 6.3**) ou intrusões independentes e são formados predominantemente por K-feldspato, flogopita e/ou aegirina. Ocorrem também rochas formadas quase inteiramente por flogopita, os flogopititos (**Foto 6.4**).



Foto 6.1 – Bebedourito.



Foto 6.2 – Wehrlito.



Foto 6.3 – Brecha de sienito.



Foto 6.4 – Flogopitito.

As intrusões carbonatíticas variam de grandes corpos intrusivos quilométricos a diques ou veios centimétricos. As rochas hospedeiras nos contatos com as intrusões constantemente apresentam-se brechadas e, com alto grau de metassomatismo.



Brod (1999) identifica no complexo três tipos composicionais e texturais distintos de carbonatitos (**Foto 6.5**):

- **Sovito:** Predomina textura média-fina, sendo formado essencialmente por calcita e flogopita, contendo como minerais acessórios clinopiroxênio, anfibólio, apatita, pirocloro, magnetita e pirita. São constantemente cortados por veios de pirita-flogopita e dolomita-ankerita;
- **Sovitos Dolomíticos:** Predomina textura média-fina, ocasionalmente porfirítica, com fenocristais de calcita (com 2 a 3 mm) e apresentando orientação de fluxo em meio a uma matriz calcítica-dolomítica. Ocorrem como corpos maciços ou em diques cortando piroxenitos, sovitos mais recentes e sienitos. Minerais acessórios comuns são flogopita e pirocloro;
- **Beforsitos:** Possuem textura fina, geralmente bandados e apresentando orientação de fluxo magmático. Possuem composição dolomítica. Ocorrem como diques e veios tardios, possuindo como mineralogia acessória flogopita, pirita, ilmenita e apatita.



Foto 6.5 – Diferentes composições e texturas dos carbonatitos.

#### 6.2.4 Geomorfologia

O relevo é o resultado da interação entre os diversos processos geológicos endógenos e exógenos da Terra atuantes ao longo do tempo. A geomorfologia é a ciência que busca caracterizar as formas de relevo segundo sua gênese e características físicas.

A caracterização do empreendimento e de sua área de influência delimitada se baseia na metodologia descrita na 2ª edição do Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (2009), que foi elaborada inicialmente a partir do Projeto RadamBrasil de 1983, em que se adotou uma classificação taxonômica inspirada na proposta de A. Cailleux e J. Tricart, de 1965. A classificação possui seis escalas de táxons, começando em âmbito regional e de pequena escala até uma descrição morfológica local com grande escala.

Em adição, para análise geomorfológica, utilizaram-se também modelos digitais de terreno produzidos através de imagens SRTM com resolução espacial de 30 m, tratados no software ArcGis.

#### 6.2.4.1 Geomorfologia Regional

Segundo Ferreira et al. (2007), a região na qual se insere o Complexo Alcalino de Tapira se situa no domínio morfoestrutural dos Cinturões Móveis Neoproterozóicos (1º táxon), na Faixa Brasília, que são caracterizados por planaltos residuais, chapadas e depressões interplanálticas condicionados pela litologia composta por metassedimentos dobrados dos Grupos Araxá e Canastra (**Foto 6.6**).

O domínio é caracterizado pelo planalto dissecado da Serra da Canastra (2º táxon) e o processo de formação da morfologia característica é do tipo denudacional (3º táxon). O padrão morfométrico do relevo, que representa o 4º táxon, é constituído por topos convexos e aguçados (**Foto 6.7**), em que nas formas aguçadas prevalecem o escoamento e a erosão. Condicionados a esses tipos de vertentes que permitirão o desenvolvimento de determinados tipos de solos, ocorrem processos erosivos de formação de ravinas, devido ao escoamento superficial concentrado.



**Foto 6.6 – Escarpa formada em metassedimentos.**



**Foto 6.7 – Topo aguçado formado sobre os metassedimentos.**

Pelo mapa altimétrico da região (**Figura 6.16**), observam-se altitudes entre 900 e 1.400 m e são notáveis orientações de talvegues e cumeeiras concêntricas e aproximadamente tangenciais ao complexo alcalino, condicionados pela intrusão do corpo ígneo alcalino. Dos bordos da chaminé para o exterior predominam formas suaves, vales e ravinas com suas cabeceiras apresentando padrão dendrítico (SOBRINHO, 1974).

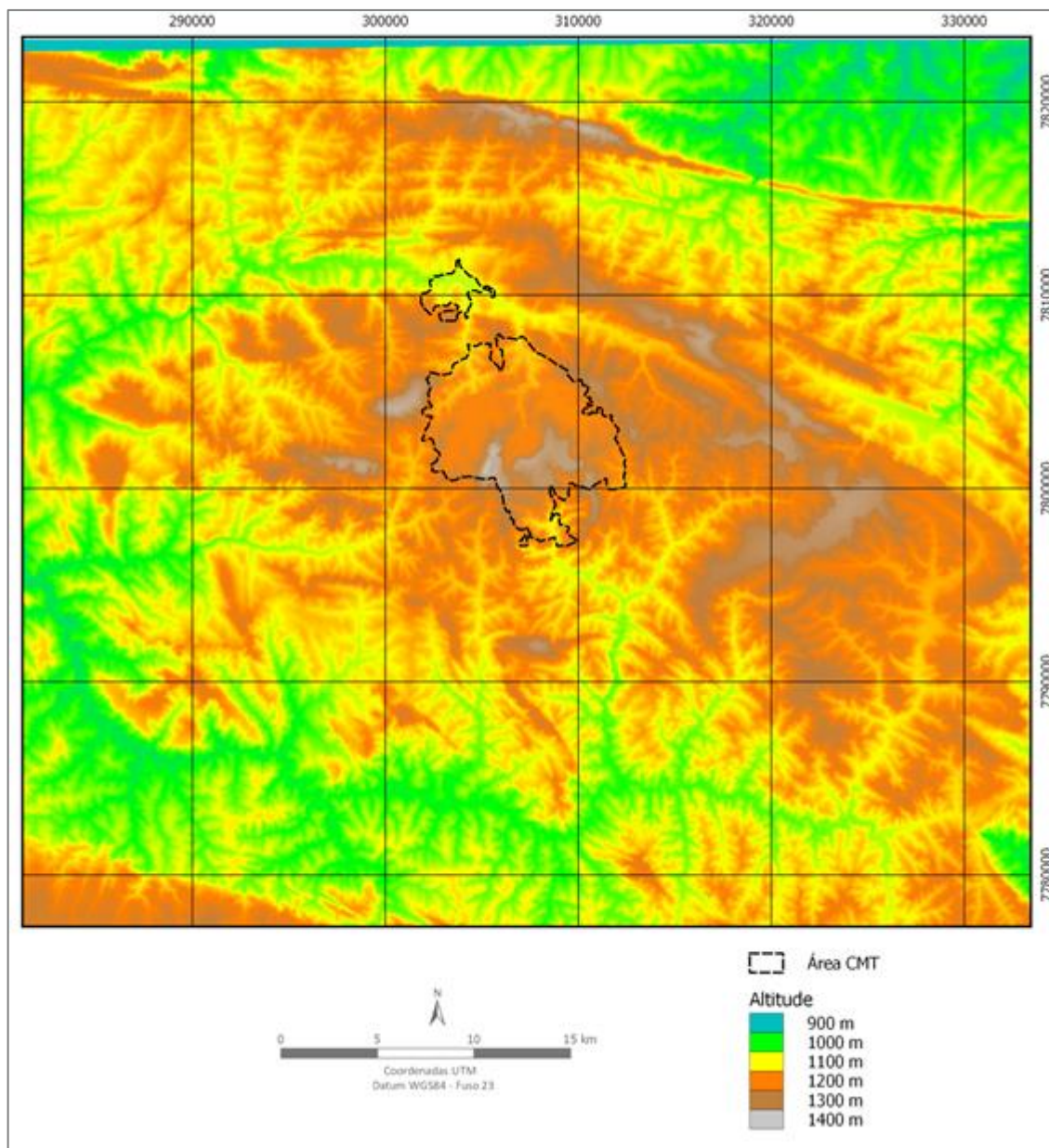


Figura 6.16 – Mapa altimétrico regional.

#### 6.2.4.2 Geomorfologia local

O Domo de Tapira é uma estrutura geomorfologicamente proeminente, contrastando com relevo gerado pelos os metassedimentos ao redor. O formato circular do complexo faz com que a rede de drenagens superimostas assumam um padrão radial e localmente um padrão anular e sub-retangular.

A unidade morfoestrutural do CMT é classificada como intrusão dômica e é fortemente controlada pela evolução geológica do local, que se deu pelo magmatismo intrusivo alcalino e ultramáfico ocorrido ao longo do Cretáceo.

Segundo Sobrinho (1974), no interior da chaminé observam-se relevos pouco acidentados, peneplanizados e formados por extensos chapadões com capeamento laterítico na região

WNW. Para E e sul S o relevo torna-se acidentado com desníveis mais acentuados e declives abruptos, evidenciando erosão diferencial, e nos vales, com erosão regressiva.

O relevo local é resultado da somatória dos processos de denudação, apresentando vertentes planas, côncavas e convexas, conforme **Foto 6.8**.



**Foto 6.8 – Relevo dissecado com vertentes convexas e formação de ravinas - Tapira/MG.**

Na área do depósito PDR-1, é possível observar altitudes que variam entre 1.080 e 1.230 m, com as altitudes mais baixas nas drenagens (**Figura 6.17**).

As declividades na área do PDR-1 variam, predominando as classes “ondulado (8 – 20%)” e “fortemente ondulado (20 – 45%)”, como mostra a **Figura 6.18**. A declividade é expressa em porcentagem e representa a distância vertical entre dois pontos dividida pela distância horizontal entre esses pontos.

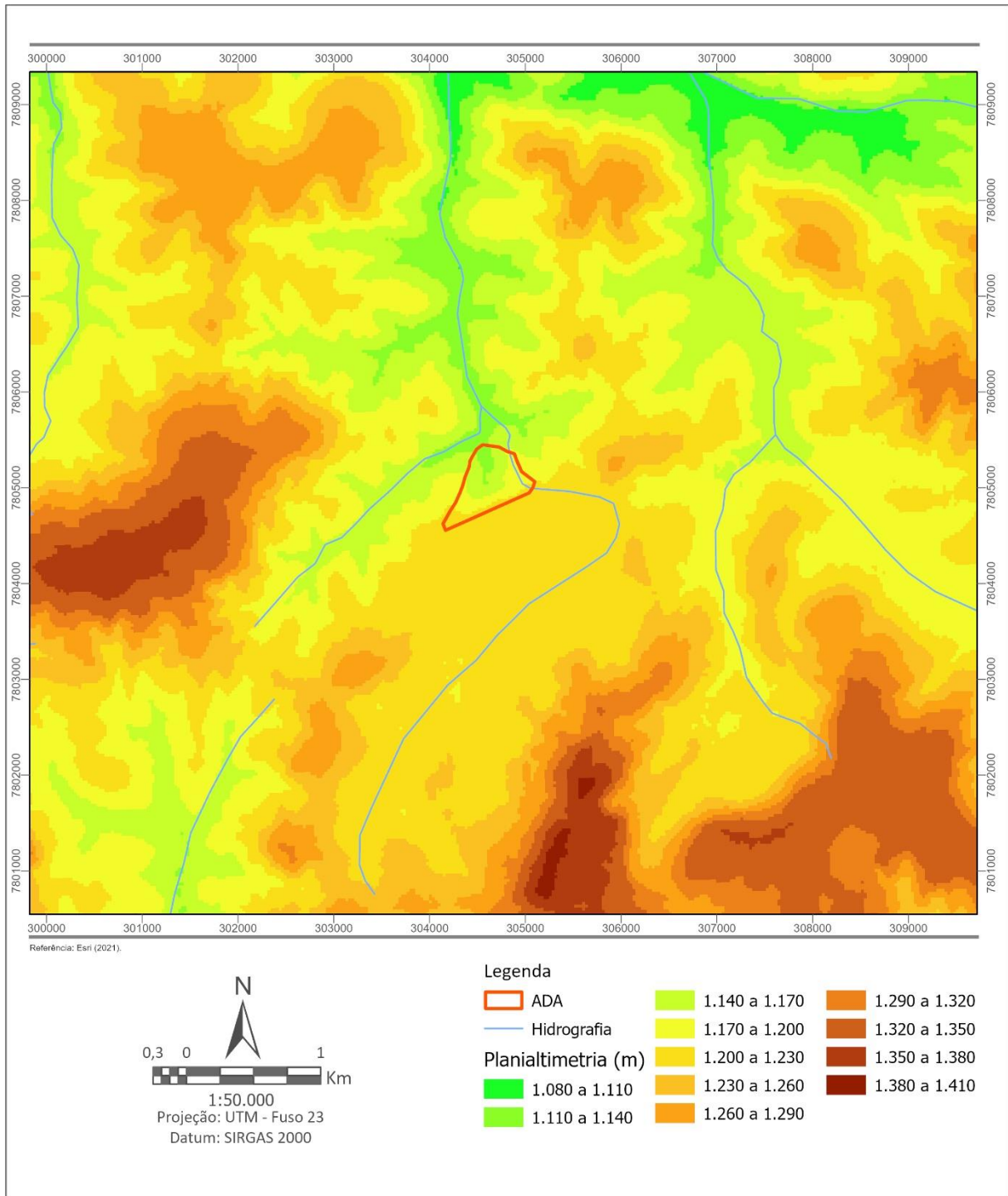


Figura 6.17 – Mapa altimétrico para o depósito PDR-1.

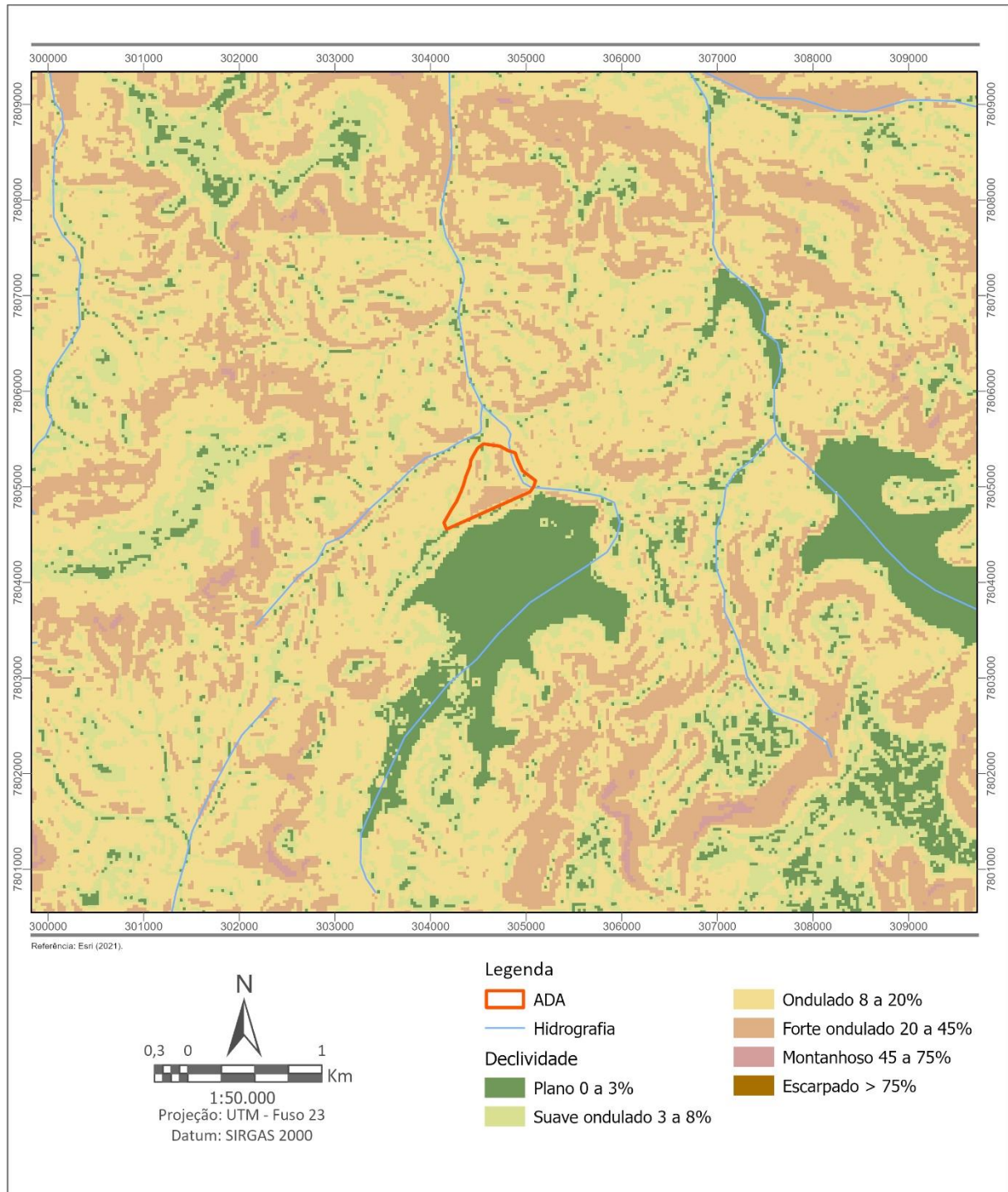


Figura 6.18 – Mapa de declividade para o depósito PDR-1.

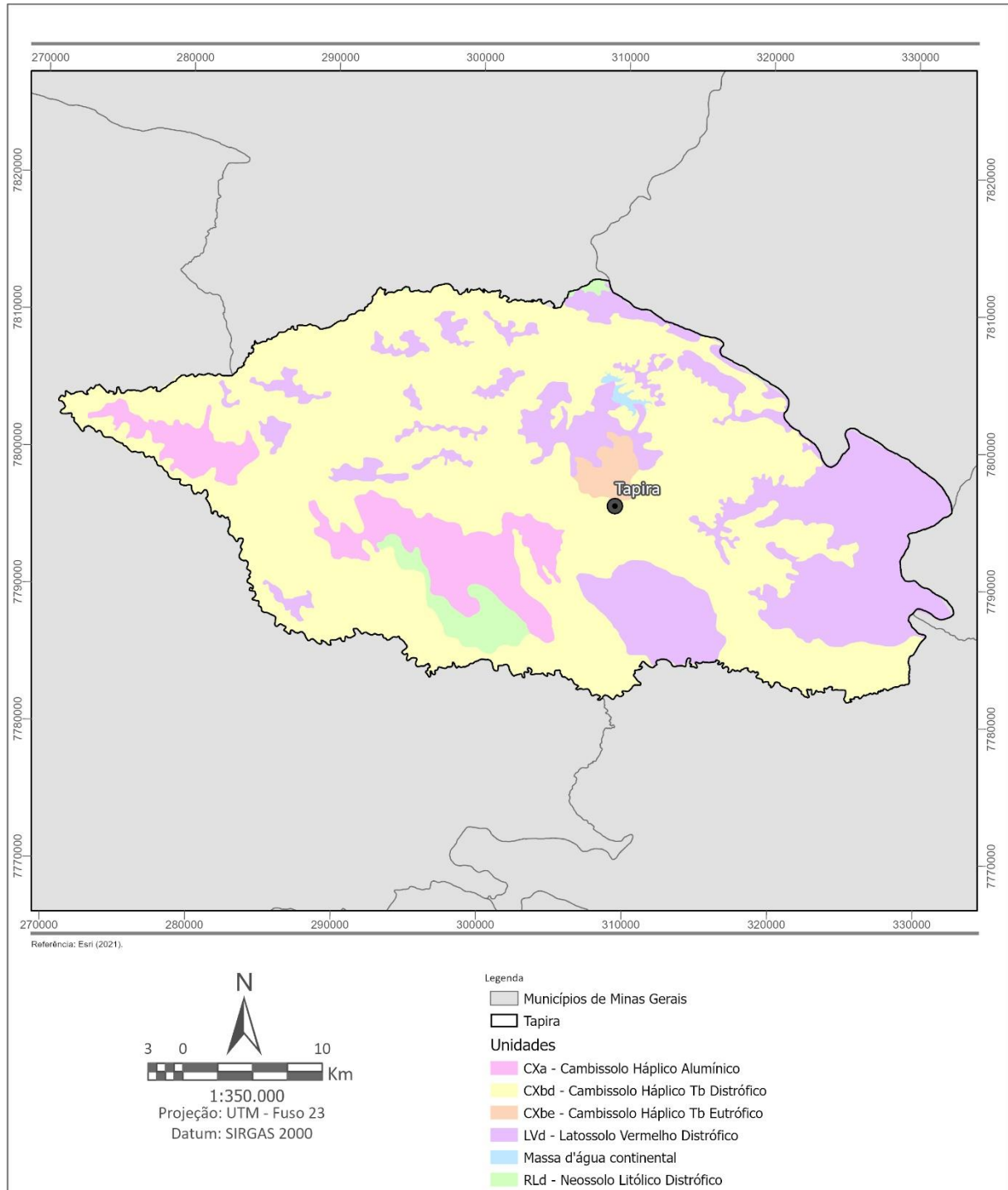
### 6.2.5 Pedologia

A pedologia é o ramo da ciência que estuda a formação, identificação, classificação e mapeamento dos solos. A caracterização pedológica adequada é essencial para o diagnóstico ambiental do CMT, pois as jazidas de material fosfático exploradas atualmente pela Mosaic Fertilizantes correspondem a depósitos pedogenéticos.

### 6.2.5.1 Pedologia regional

Segundo o mapa pedológico do município de Tapira (**Figura 6.19**), predominam duas principais ordens de solos, o cambissolo e o latossolo vermelho distrófico.

O tipo de solo predominante no município é o cambissolo háplico distrófico, com cambissolo háplico eutrófico presente apenas na sua região urbana. Latossolos são observados mais a leste e na área do domo de Tapira.



**Figura 6.19 – Mapa pedológico de Tapira/MG.**

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SANTOS et al., 2018), o cambissolo é caracterizado pelo desenvolvimento de um horizonte B incipiente sob um horizonte superficial de qualquer natureza, ou horizonte A chernozêmico quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por base alta. Trata-se de um solo cuja pedogênese é pouco desenvolvida, evidenciada pela desestruturação do material geológico original em variados graus, mas de limitada intensidade. Devido às diferentes formas de intemperismo, relevo e condições climáticas, as características destes solos são muito variáveis.

Esses solos são importantes na região devido ao intemperismo que age sobre as rochas quartzíticas intercaladas com metapelíticas dos Grupos Araxá e Canastra. Rochas quartzíticas, por apresentarem limitação mineralógica e mineralogia bastante estável, são resistentes aos processos de intemperismo químico, o que torna lento o desenvolvimento avançado dos solos.

Diferentemente dos cambissolos, os latossolos são solos altamente desenvolvidos que evidenciam intemperismo químico intenso dos constituintes primários e, eventualmente, dos secundários mais instáveis. Possuem um horizonte B latossólico precedido de qualquer tipo de horizonte A dentro de 200 cm a partir da superfície do solo ou dentro de 300 cm se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura.

Os latossolos vermelhos distróficos se caracterizam por serem solos minerais cujo horizonte B latossólico apresenta quantidade significativa de óxidos de ferro e a saturação por bases inferior a 50% na maior porção dos primeiros 100 centímetros do horizonte (B). Essas condições são responsáveis pelo horizonte apresentar uma coloração tipicamente avermelhada abaixo de qualquer tipo de horizonte A. Apresentam avançado estágio de intemperização, são muito evoluídos e virtualmente destituídos de minerais primários e secundários menos resistentes ao intemperismo, como os demais latossolos.

Os latossolos conhecidos na região estão associados às rochas com maior susceptibilidade ao intemperismo químico, como as sequências metapelíticas dos Grupo Araxá e Canastra, os metapelitos e metamargas do Grupo Bambuí e as rochas ígneas dos diversos complexos ultramáficos e alcalinos.

Os cambissolos e latossolos são divididos nas seguintes subordens:

- CXa: Cambissolo Háplico Alumínico;
- CXbd: Cambissolo Háplico Tb distrófico;
- CXbe: Cambissolo Háplico Tb eutrófico;
- LVd: Latossolo vermelho distrófico.

O termo háplico significa “o mais simples” e é utilizado quando o solo não apresenta características determinantes de alguma outra classe, ou seja, é a classificação genérica para o caso de solos que não se enquadram em categorias mais específicas.

Solos distróficos possuem baixa saturação por bases, inferior a 50%, tornando-os, portanto, solos ácidos, normalmente de média ou baixa fertilidade natural.

Solos eutróficos, por outro lado, possuem alta saturação por bases, superior a 50% e são associados aos solos de fertilidade natural alta.



Segundo Santos et al. (2002), o CMT (**Foto 6.9**) é reconhecido como um dos maiores complexos de mineração da América Latina, com reservas medidas da ordem de 265 milhões de toneladas e produção de concentrados na ordem de 1,6 milhão de toneladas anuais, com teor médio de  $P_2O_5$  em 7,5%.

Os depósitos do minério atualmente lavrados no CMT são provenientes do espesso manto de intemperismo formado no Terciário e Quaternário por processos de lixiviação, que promoveram o enriquecimento supérgeno em teores de titânio, fosfato, nióbio, Elementos de Terras Raras (ETR) e vermiculita por concentração residual (BEZERRA & BROD, 2011). Os teores de fosfato possuem variação vertical, uma vez que a intensidade do intemperismo é o principal fator condicionante para o enriquecimento do minério.

Nesta jazida laterítica, as camadas seguem grosseiramente a topografia e a espessura média da cobertura de alteração é de 90 m, mas podendo chegar a 200 m em alguns locais (**Foto 6.10**).



**Foto 6.9 – Manto de intemperismo no Complexo de Mineração de Tapira.**



**Foto 6.10 – Diferentes horizontes do manto de intemperismo no CMT.**

Os primeiros 30 a 40 m de espessura correspondem a material argiloso intemperizado de coloração avermelhada. Não possui teores econômicos para nenhuma das substâncias minerais de interesse, sendo considerado estéril (**Foto 6.11**).

A segunda camada, de coloração esbranquiçada e com espessura variável de 25 a 30 m, é composta por minerais supérgenos de titânio, fundamentalmente anatásio, conforme **Foto 6.12**, gerado a partir da alteração de perovskita e constituindo um horizonte pedológico acima do nível freático.

O minério de fosfato de maior teor se situa abaixo destas camadas (**Foto 6.13**), após uma região de interface com a camada de alto teor de titânio e acima da rocha matriz (**Foto 6.14**), na qual ocorre apatita primária (SANTOS et al., 2002).



**Foto 6.11 – Horizonte pedológico estéril.**



**Foto 6.12 – Horizonte titanífero.**



**Foto 6.13 – Horizonte pedológico fosfático.**

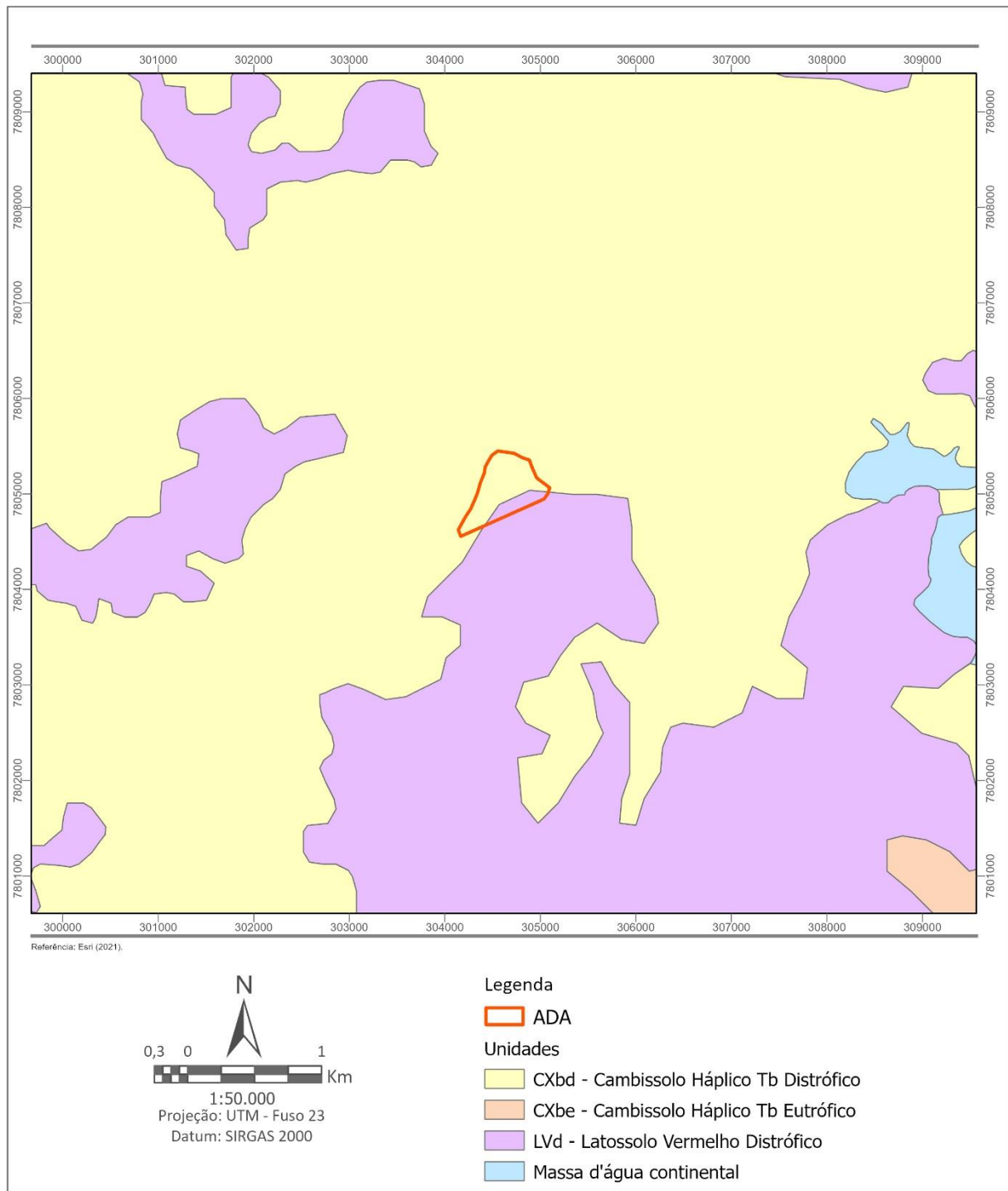


**Foto 6.14 – Interface solo-rocha.**

A apatita possui baixa solubilidade em condições ácidas e oxidantes. Desta forma, acima do nível freático ocorre a dissolução da apatita e a hidrólise ácida dos silicatos. Abaixo do lençol freático, no entanto, visualiza-se a concentração da apatita, facilitada pela neutralização do pH das águas freáticas que inibe seu processo de dissolução (SOUBIES et al., 1991).

### 6.2.5.2 Pedologia local

A área do depósito PDR-1 encontra-se, predominantemente, no contexto pedológico dos cambissolos háplicos distróficos e, em menor proporção, dos latossolos vermelhos distróficos, conforme **Figura 6.20**.



**Figura 6.20 – Mapa pedológico local – PDR-1.**

### 6.2.6 Suscetibilidade a Processos Erosivos

Erosão é um processo em que o solo é desgastado e tem sua estrutura destruída e parte de seus componentes transportados por gravitação. A vegetação, a declividade de um terreno, a geologia, a pedologia e o uso do solo estão entre alguns fatores que podem agravar ou não a suscetibilidade de um solo a processos erosivos.

Os cambissolos, predominantes na região, apresentam-se muito suscetíveis a processos erosivos, isto devido à sua textura arenosa e sua porosidade alta, facilitando a infiltração de água, visto que na região sudeste a alta pluviosidade é um fator central para a erosão do solo.

Os cambissolos da região se apresentam muitas vezes somados a elevadas declividades e ao uso do solo para pastagem, o que atenua seu potencial erosivo. Os latossolos vermelho-amarelos, de menor ocorrência na área, por serem mais bem desenvolvidos e menos porosos, apresentam mais baixa suscetibilidade à erosão.

A Brandt Meio Ambiente (2020) apresenta em seu estudo informações obtidas em campo a respeito do potencial e processos erosivos na região do empreendimento do CMT. Os cambissolos observados em campo se apresentavam estáveis por estarem em topos de serras e morros, onde o relevo se mostra de plano a suave ondulado. Nas vertentes identificadas em campo, as declividades acentuadas resultaram em um maior potencial erosivo.

No caso dos latossolos vermelho-amarelos observados em campo, o fato de estarem principalmente em áreas de pastagem intensificou seu potencial erosivo.

O relatório da Brandt Meio Ambiente (2020) apresenta os diferentes processos erosivos encontrados na região do empreendimento durante o levantamento de campo. O predominante é erosão laminar devido à presença de solo exposto em algumas áreas, com destaque para atividades de pecuária.

Sulcos e ravinas não são facilmente encontrados, normalmente associadas a intervenções antrópicas. Nas estruturas da mineração, como pilhas de estéril, cavas e acessos, processos erosivos laminares se apresentaram frequentes, porém por estarem relacionados a atividades minerárias, se observou que são controlados a partir de dispositivos de drenagens, além de haver uma recuperação das áreas intervindas de forma gradativa, de modo que são feições sob controle que se limitam à área operacional.

As **Fotos 6.15** e **6.16** apresentam alguns processos erosivos na área.



Fonte: Brandt Meio Ambiente (2020).

**Foto 6.15 – Terraceamento e deslizamento em pastagem na vertente do córrego da Mata.**



Fonte: Brandt Meio Ambiente (2020).

**Foto 6.16 – Erosão laminar em área de antiga praça de sondagem.**

Como esperado, Brandt Meio Ambiente (2020) identifica em geral estruturas e feições erosivas em vertentes de maior declividade, em cambissolos háplicos e sobre coberturas detríticas coluvionares, ou seja, transportadas por ação gravitacional. Em regiões mais fundas do vale, a presença de terrenos mais estáveis traz uma diminuição dos sinais de erosão.

A área do empreendimento do CMT apresentou no levantamento de campo poucos processos erosivos, com predominância daqueles de menor expressão, sendo então uma área em que se observa baixa ocorrência desses processos, visto o potencial existente.

Para a elaboração dos mapas de suscetibilidade de erosão e potencial erosivo da área, se utilizou o trabalho de Silva e Oliveira (2015), em que se apresenta uma metodologia para a realização destas análises a partir de informações de uso e ocupação do solo, grau de declividade e erodibilidade dos tipos pedológicos.

#### 6.2.6.1 Suscetibilidade à erosão laminar

O mapa de suscetibilidade à erosão laminar foi gerado com base primeiramente na análise dos tipos pedológicos da região, pois a partir deles é possível identificar os diferentes graus de erodibilidade de cada tipo de solo de acordo com a classificação de Salomão (1999) e Ross (2007), que leva em conta o fator K de erodibilidade – *Universal Soil Loss Equation* (USLE\_K), propriedade que representa o potencial erosivo em um tipo de solo. O **Quadro 6.3** a seguir traz a classificação utilizada para a elaboração deste mapa.

**Quadro 6.3 – Grau de Erodibilidade por tipo pedológico.**

Grau De Erodibilidade	Unidade Pedológica
1 – Muito Fraco	Latossolo Vermelho Escuro e Vermelho Amarelo de textura argilosa, Solos Hidromórficos em Relevo Plano, Gleissolos, Planossolos, Organossolos, Neossolos Quartazarênicos em Relevo Plano
2 – Fraco	Latossolo Amarelo e Vermelho Amarelo de textura média argilosa; Terra Roxa Estruturada; Latossolo Vermelho Escuro

Grau De Erodibilidade	Unidade Pedológica
3 – Médio	Argissolo Vermelho Amarelo e Argissolo Vermelho Escuro, textura argilosa; Latossolo Vermelho Amarelo; Terra Bruna
4 – Forte	Argissolo Vermelho Amarelo não abruptico textura média-argilosa e média; Cambissolos; Argissolos Vermelho Amarelo, textura média-arenosa; Plintossolos Cambissolos; Neossolos Litólicos, Argissolos Vermelho Amarelo e Vermelho Escuros abrupticos, textura arenosa-média; olos quartzarênicos, relevo suave-ondulado e ondulado
5 – Muito Forte	

Fonte: Adaptado de Salomão (1999) e Ross (2007).

De acordo com o levantamento feito pelo IBGE (2015), as unidades pedológicas abrangidas pela área de influência do meio físico do CMT são: Latossolo Vermelho (1 – Muito Fraco) e Cambissolo (4 – Forte).

A segunda etapa é a análise da declividade do relevo local. Salomão (1999) classifica os terrenos pelo seu grau de suscetibilidade em relação à declividade da seguinte forma, como mostra o **Quadro 6.4**.

**Quadro 6.4 – Grau de declividade do terreno.**

Classes de Declividade (%)	Relevo	Grau de Suscetibilidade
0-3	Plano	I - Muito Fraco
3-8	Suave ondulado	II – Fraco
8-20	Ondulado	III – Médio
20-45	Forte ondulado	IV – Forte
45-75	Montanhoso	V – Muito Forte

Fonte: Adaptado de Salomão (1999).

O relevo na área de influência do meio físico varia de plano a forte ondulado.

A partir dos dados de erodibilidade e declividade, é possível obter o mapa de suscetibilidade à erosão laminar utilizando o critério definido pelo IPT (1990), observado no **Quadro 6.5** e explicado a seguir.

**Quadro 6.5 – Definição das classes de suscetibilidade à erosão laminar.**

Erodibilidade do tipo de solo	Declividade				
	I (0-3)	II (3-8)	III (8-20)	IV (20-45)	V (>45)
1	V	V	V	IV	IV
2	V	V	IV	IV	III
3	V	IV	IV	III	II
4	IV	IV	III	II	I
5	IV	III	II	I	I

Fonte: Adaptado de IPT (1990).

Sendo:

- **Classe I – Extremamente Suscetível:** os terrenos apresentam problemas complexos de conservação, indicados para preservação ou para reflorestamento.
- **Classe II – Muito Suscetível:** os terrenos apresentam problemas complexos de conservação, parcialmente favoráveis à ocupação por pastagem, sendo mais apropriados para o reflorestamento.
- **Classe III – Moderadamente Suscetível:** os terrenos apresentam problemas medianamente complexos de conservação, sendo mais indicados para pastagens e culturas perenes.
- **Classe IV – Pouco Suscetível:** os terrenos apresentam problemas pouco complexos de conservação, sendo mais indicados para pastagens e culturas perenes e, eventualmente, para culturas anuais, porém exigindo práticas intensivas mecanizadas e controle da erosão.
- **Classe V – Pouco a Não Suscetível:** terrenos sem problemas ou com problemas simples especiais de conservação, podendo ser utilizados para qualquer tipo de cultura.

Como pode ser observado na **Figura 6.21**, de acordo com a classificação do IPT (1990), o empreendimento se localiza majoritariamente em terrenos de classe III, IV e V, ou seja, com riscos médios a baixos de eventos erosivos.

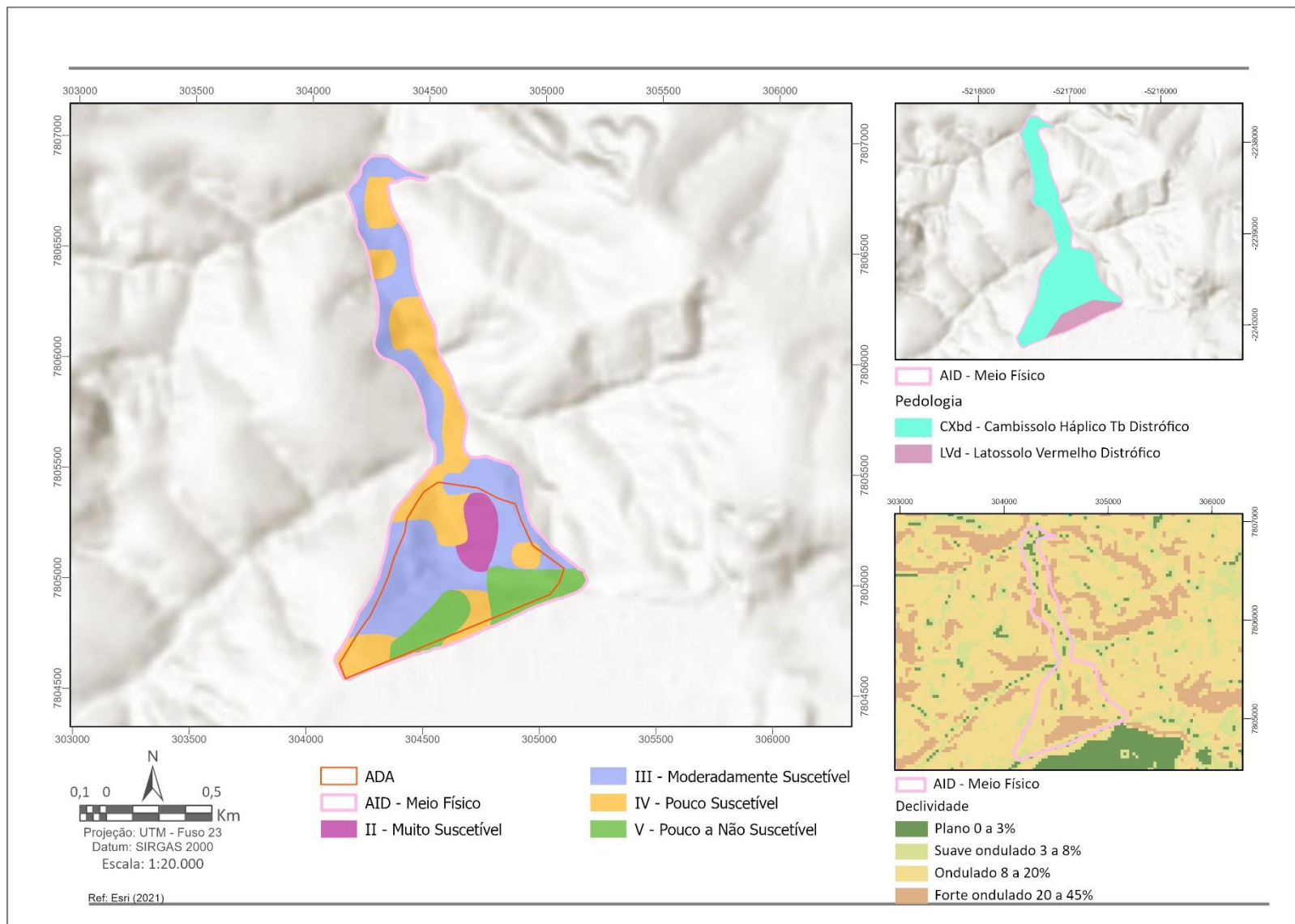


Figura 6.21 – Mapa de suscetibilidade à erosão laminar.



### 6.2.6.2 Potencial à erosão laminar

Para a definição do potencial à erosão laminar de uma área, é necessário utilizar informações sobre o uso e ocupação do solo e a suscetibilidade à erosão laminar.

Salomão (1999) classifica o uso do solo da seguinte forma em relação à ação erosiva que cada atividade possui (**Quadro 6.6**).

**Quadro 6.6 – Grau de ação erosiva por tipo de uso do solo.**

Ação Erosiva	Uso do Solo
1 – Muito Forte	Áreas degradadas; solo exposto, agricultura não conservacionista; cobertura vegetal de baixo e médio porte, com intensiva ação antrópica
2 – Forte	Culturas de ciclo longo com baixa densidade, cultura de ciclo curto; cobertura vegetal de baixo a médio porte, atividade antrópica
3 – Médio	Cultivos de ciclo longo, pastagens com baixo pisoteio de gado, silvicultura. Cobertura vegetal de baixo e médio porte, com atividade antrópica muito reduzida
4 – Fraco	Formação arbustivas naturais, matas secundárias, cerrados e capoeiras. Cobertura vegetal de porte médio e alto, com atividade antrópica muito reduzida
5 – Muito Fraco	Florestas e matas naturais com biodiversidade; espelhos d'água e várzeas, cujo potencial erosivo pode ser considerado nulo

Fonte: Adaptado de Salomão (1999).

Na área delimitada do estudo, foram identificados e agrupados os seguintes tipos de uso do solo e classes de ação erosiva: mata natural primária (Classe V), vegetação secundária (Classe IV), pastagem (Classe III) e área degradada (Classe I).

A partir do grau de ação erosiva por tipo de uso do solo e da classificação da suscetibilidade à erosão laminar na área (obtida anteriormente), é possível gerar um mapa do potencial à erosão laminar na área seguindo os critérios do IPT (1990), descritos no **Quadro 6.7** abaixo.

**Quadro 6.7 – Potencial à erosão laminar.**

Classes de suscetibilidade a erosão laminar	Classes de ocupação atual de terras				
	1	2	3	4	5
I	I	I	I	II	III
II	I	II	II	III	III
III	II	II	II	III	III
IV	II	III	III	III	III
V	III	III	III	III	III

Fonte: Adaptado de IPT (1990).

Sendo:

- Classe I – Alto potencial
- Classe II – Médio potencial
- Classe III – Baixo potencial

A partir da classificação utilizando os critérios do IPT (1990), observa-se na **Figura 6.22** que o terreno compreendido pela AID do meio físico apresenta um potencial à erosão majoritariamente de Classe II – Médio Potencial, seguido por Classe III – Baixo Potencial.

Deste modo, o uso atual do solo é compatível com o grau de suscetibilidade à erosão nas áreas de classe III, não necessitando intervenções. Nas áreas de classe II, o uso do solo é compatível com a suscetibilidade a erosão laminar, porém com a necessidade de monitoramento e possíveis intervenções para o controle destes processos.

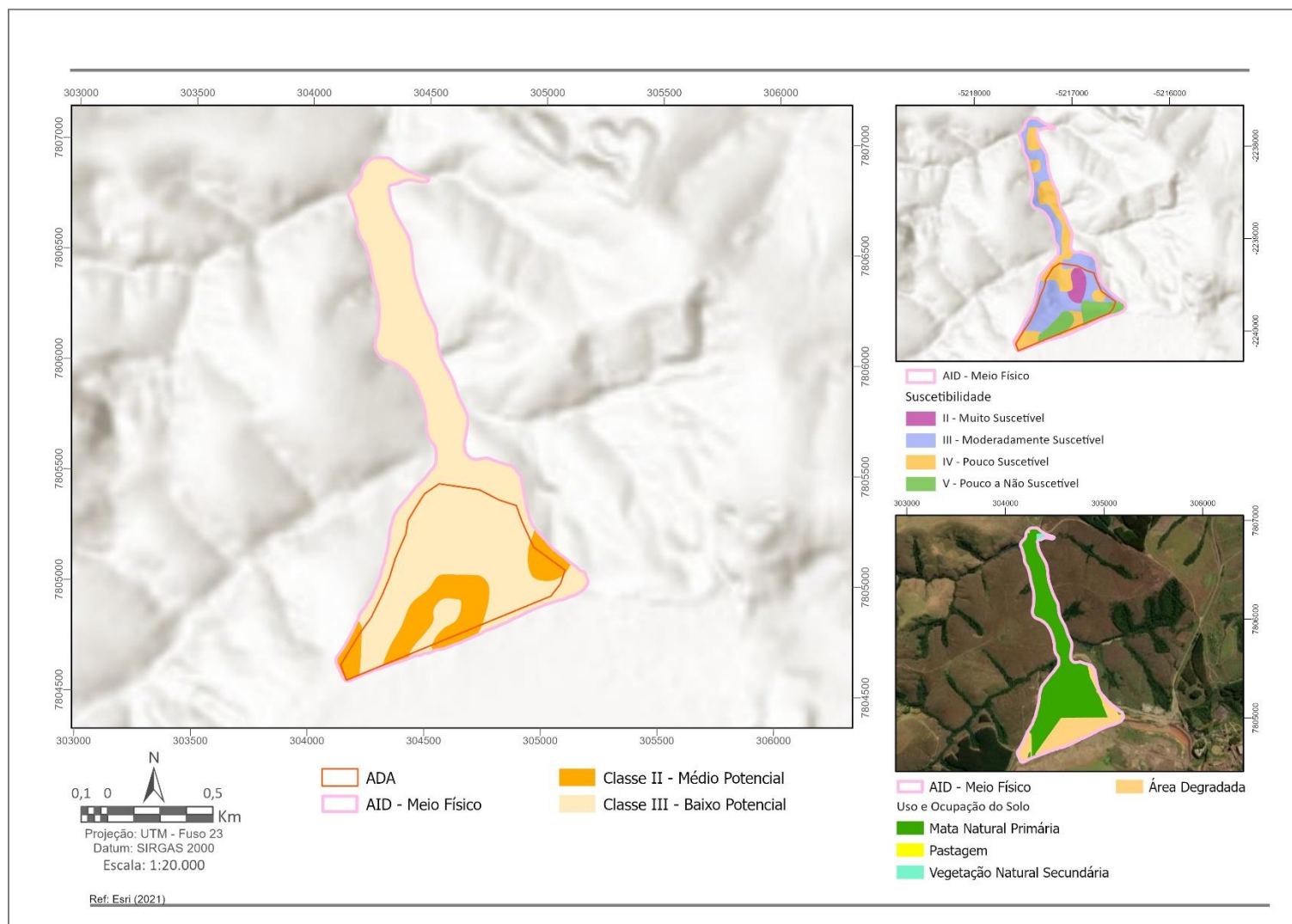


Figura 6.22 – Mapa do potencial à erosão laminar.

### 6.2.7 Espeleologia

Os levantamentos espeleológicos na região do CMT foram elaborados pela empresa Prominer Projetos Ltda., entre os dias 13 e 17 de abril de 2015, visando a prospecção e constatação de cavernas, cavidades e/ou outras feições cársticas na área de estudo e suas regiões de influência.

A metodologia para avaliação da área segundo seu potencial espeleológico consistiu no levantamento bibliográfico na biblioteca do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo - IGC-USP, na Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Serviço Geológico do Brasil - CPRM e em outras instituições de pesquisa.

Também foram consultadas publicações de periódicos científicos disponibilizadas em plataformas de busca online referentes ao meio geológico, geomorfológico e espeleológico das áreas de interesse, além da Sociedade Brasileira de Espeleologia - SBE - e do Centro Nacional de Estudos, Proteção e Manejo de Cavernas - CECAV - que possuem o cadastro de cavernas registradas no Brasil.

Inicialmente analisaram-se imagens de satélite de recobrimento da área de estudo, localizando feições importantes e características de relevo cárstico com o objetivo de direcionar os trabalhos de campo para esses pontos, traçando uma rota de caminhamento principal. Também foram consideradas nas imagens as vias de acesso ao empreendimento e a rede drenagem para verificação da forma de acessibilidade aos pontos de interesse.

A carta topográfica da folha Araxá de 1970 foi empregada na avaliação, pois a área atualmente ocupada pelo Complexo de Mineração de Tapira - CMT - ainda não apresentava intervenções significativas de relevo, possibilitando observar a morfologia e rede de drenagem original.

Na etapa de campo do estudo foram verificados 65 pontos demarcados com ajuda da imagem de satélite e mapas topográficos, geológicos e de potencial espeleológico. Em todos os pontos do caminhamento foram coletadas as coordenadas em formato UTM utilizando-se GPS *off road* portátil.

Também foram efetuadas entrevistas com moradores locais com conhecimento regional para identificação de possíveis locais com ocorrência de cavidades naturais.

O relatório desenvolvido pela Prominer Projetos Ltda. encontra-se na íntegra disponível no **Anexo C** do presente documento.

Em resumo, fora do contexto do Complexo Alcalino de Tapira, encontram-se xistos e quartzitos intercalados. Os xistos se apresentam altamente intemperizados, produzindo solos argilosos compactos. Os quartzitos se encontram intemperizados em menor intensidade, compondo solos arenosos.

Ambos os tipos litológicos não compunham escarpas que, quando existentes, eram sustentadas por solo limonitizado e essas estruturas não se revelaram suficientes para permitir o desenvolvimento de feições cársticas.

A área do CMT, composta por um corpo ígneo intrusivo, possui um manto de intemperismo com cerca de 160 m de espessura. O solo desenvolvido é predominantemente argiloso, com baixo índice de porosidade, impossibilitando o desenvolvimento de cavernas.

A camada de aproximadamente 30 m de solo vermelho laterítico superficial sustenta o relevo ao redor do complexo, gerando tabuleiros escarpados. Porém, sem rocha aflorante, o que impossibilita a formação de cavernas.

Em entrevista com moradores locais, confirmaram-se os dados levantados em campo a respeito do reduzido potencial espeleológico e sobre a inexistência de cavidades naturais subterrâneas na área de estudo e suas regiões de influência.

Regionalmente, existem cavernas, mas em outros contextos geológicos e a significativa distância da área do CMT.

Além do estudo da Prominer realizado em 2015, foram levantados dados do Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE), sob gestão e responsabilidade do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV).

Após levantamento dos dados, conclui-se que não há registro de cavernas ou cavidades nos municípios de Tapira e Araxá. Existem cavernas apenas nos municípios vizinhos Sacramento e São Roque de Minas, distantes da área do CMT e da área do depósito PDR-1 (**Figura 6.23**).

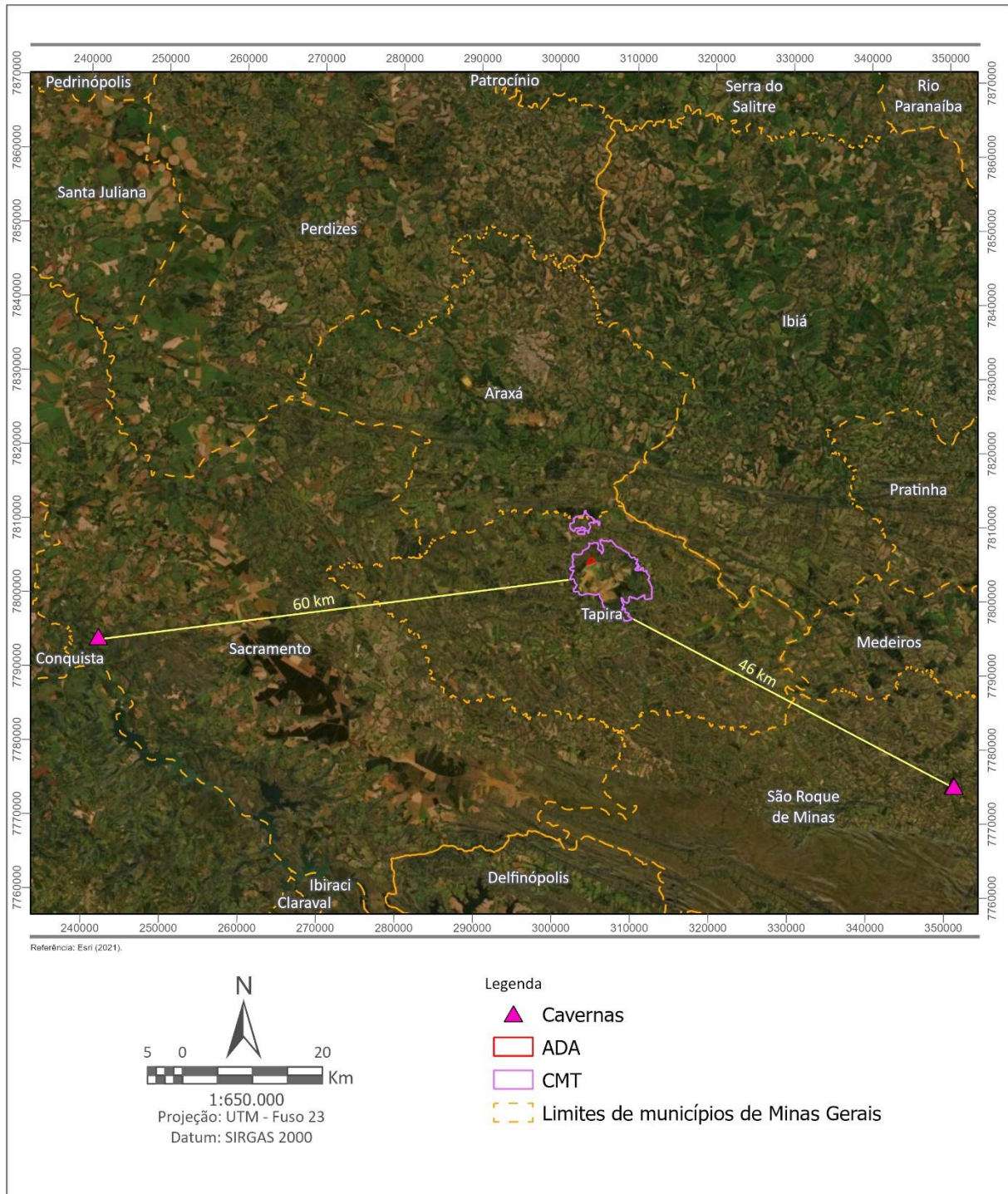


Figura 6.23 – Cavernas na região de Tapira.

### 6.2.8 Hidrogeologia

A hidrogeologia é o ramo das ciências hídricas que se dedica ao estudo das águas subterrâneas. A água subterrânea é ocorrência de água abaixo da superfície, preenchendo a porosidade (primária ou secundária) e fraturas em rochas, submetida à infiltração e migração lateral, por ação de forças gravitacionais.

As águas subterrâneas possuem importante papel na recarga da umidade no solo e corpos d'água, como rios e lagos, e estão condicionadas à porosidade do subsolo, cobertura vegetal e à declividade do substrato.

Barramentos, cavas, depósitos de estéril ou rejeito e outras intervenções geram modificações topográficas locais que podem implicar em mudanças de regime regionais de cargas hidráulicas. O potencial hidráulico é resultado da interação da topografia com o nível d'água subterrânea. Além disso, quando há modificação na vazão natural de rios e córregos e/ou alterações topográficas induzidas antropicamente, pode haver transformação no regime de direção e fluxo da água subterrânea.

Este item visa atualizar o modelo hidrogeológico da unidade do CMT visto que o monitoramento das cotas das lâminas d'água, ilhas de assoreamento, pilhas de rejeitos e resíduos, pontos de surgência de água no interior da cava, além do controle e variação na vazão nos vertedouros caracteriza a intensidade da antropização no regime hidrogeológico regional.

#### 6.2.8.1 Unidades hidrogeológicas

A classificação das unidades hidrogeológicas se dá de acordo com as características hidrodinâmicas apresentadas por cada rocha. Elas podem ser classificadas como Aquíferos, Aquitardos, Aquicludes ou Aquifugos, em função de sua porosidade e permeabilidade, ou seja, da capacidade de armazenar e transmitir a água subterrânea.

Os aquíferos podem ser classificados conforme o tipo de porosidade apresentada, sendo:

- **Aquífero granular (ou poroso):** provido da chamada porosidade primária (ou intragranular), em que a água subterrânea está associada aos poros existentes entre os grãos constituintes da rocha;
- **Aquífero fissural (ou fraturado):** provido de porosidade secundária, em que a água subterrânea está associada às descontinuidades existentes na rocha (falhas, fraturas, estruturas de dissolução).

No CMT, o aquífero granular está associado ao manto de alteração das rochas, sobretudo no horizonte isalterita, enquanto as zonas aquíferas fissurais ocorrem no CMT apenas em situações em que a rocha fresca ou alterada possua tais descontinuidades preenchidas por água e interconectadas entre si. Portanto, a ocorrência de água subterrânea nos domínios do CMT está associada principalmente ao manto de alteração do interior do domo (minério - isalterita) que se comporta como meio poroso, enquanto na rocha fresca, sua ocorrência está vinculada à presença de descontinuidades, seja na rocha fonte da mineralização, seja nas encaixantes do Grupo Canastra.

As rochas encaixantes do complexo mineral (predominantemente sericita-xistos do grupo Canastra) não configuram um aquífero propriamente dito, em função da baixa permeabilidade dessas rochas, o que dificulta a circulação de água subterrânea em seus poros. Entretanto, devido à ação intempérica, a porção superficial deste domínio se comporta como um meio poroso, com certa porosidade, mas ainda com baixa permeabilidade.

Dessa forma, o modelo hidrogeológico da chaminé alcalina do CMT foi construído com base nesta classificação intempérica, cujo perfil esquemático é apresentado na **Figura 6.24**.

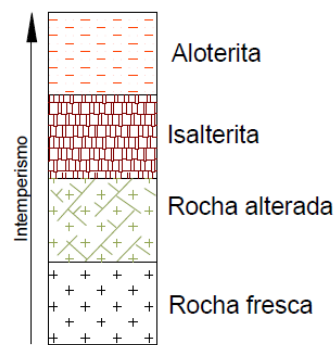


Figura 6.24 – Perfil esquemático da classificação intempérica dos litotipos do CMT.

O horizonte aloterita comumente encontra-se seco na região da cava e pode ser classificado com um aquíclode, com fraca "vocação hidrogeológica". Nos furos de sondagem representativos avaliados em 2012, este horizonte se apresenta poroso, friável a muito friável e predominantemente argiloso.

O horizonte isalterita é o principal produtor de água no contexto hidrogeológico do CMT e comporta-se predominantemente como aquífero poroso, podendo também ser classificado como aquífero confinado, dependendo da porosidade e permeabilidade apresentada, que, por sua vez, estão relacionadas às características litológicas da rocha fonte e ao seu grau de evolução intempérica. Geralmente as surgências de água subterrânea no interior da cava (e do complexo em geral) estão associadas a esse horizonte, sobretudo no contato de níveis mais porosos com níveis mais argilosos e em locais onde o aquífero é exposto pela lava.

A rocha alterada compreende a transição entre o aquífero granular isalterítico e o aquífero fissural rocha fresca, possuindo um razoável potencial hidrogeológico. Já em relação a suas características hidrodinâmicas, é possível correlacionar este horizonte aos xistos sericíticos do domínio das rochas encaixantes, situados em porções mais superficiais.

A rocha fresca é formada por rochas maciças desprovidas de porosidade primária, com condições de circulação de água subterrânea condicionadas a descontinuidades abertas geradas por falhamento/fraturamento e, eventualmente, dissolução de rochas carbonatadas.

Além desses horizontes, há as rochas encaixantes, domínio formado predominantemente por sericita-xistos do Grupo Canastra, com baixo potencial de circulação de água subterrânea externa à chaminé alcalina. As nascentes e pontos de controle inventariados no entorno das barragens BL-1 e BR (área externa à chaminé alcalina) estão todas associadas a este domínio.

#### 6.2.8.2 Atualização do modelo hidrogeológico

O objetivo deste item é apresentar o diagnóstico hidrogeologia da área, através do modelo hidrogeológico numérico atualizado para 2021. O relatório com a atualização do modelo hidrogeológico, realizada pela MDGEO (2021), consta no **Anexo D**.

O CMT possui diversos estudos hidrogeológicos realizados desde 2001. Através destes foram obtidos os parâmetros hidráulicos dos aquíferos existentes na área, os quais foram calibrados nos modelos anteriores desenvolvidos pela MDGEO, de modo a servir como base para os



atuais modelos conceitual e numérico. A atualização do modelo foi realizada pelo software *Visual MODFLOW* na versão 2011, que roda o algoritmo *MODFLOW*.

Foram desenvolvidos projetos em 2014, 2016, 2018 e 2020 com o intuito de recalibrar o modelo numérico a partir da atualização dos dados de monitoramento e maior detalhamento da geologia (quando aplicável), seguida de nova calibração em regime de fluxo transiente.

O modelo hidrogeológico do CMT encontra-se em atualização em função de novos dados geológicos, hidrogeológicos e novas simulações de avanço de lavra. A previsão da atualização do modelo, em elaboração pela consultoria WST (Water Service Tecnologia), é de conclusão do estudo em julho de 2023.

O modelo numérico atual foi montado seguindo os limites pré-definidos no modelo conceitual, abrangendo a área interna à chaminé alcalina do CMT e também a região de ampliação do modelo além desses limites (rocha encaixante do complexo alcalino). Para a sua montagem e calibração, faz-se necessário utilizar as condições de contorno naturais existentes e os instrumentos de monitoramento, existentes no interior do domo.

O processo de calibração do modelo numérico seguiu as seguintes etapas:

- Atualização e calibração do modelo em regime de escoamento permanente, com as condições de contorno originais da área, ou seja, anterior ao início do processo de rebaixamento do nível d'água. Data base: maio de 2007.
- Atualização e calibração do modelo em regime de escoamento transiente. Período: junho de 2007 a agosto de 2021.

#### 6.2.8.3 Calibração em regime permanente

A calibração em regime permanente consiste em uma comparação entre os dados observados em campo (*Input*) e calculados pelo modelo (*Output*), através de retroanálises sucessivas, a fim de atingir a melhor aproximação possível entre modelo e realidade. Desta forma, realizam-se diversas alterações nos percentuais de recarga, nos valores de condutividade hidráulica dos litotipos e de condutância dos drenos.

Na calibração desde regime, a variável tempo não é considerada. Ela reflete uma condição estática de equilíbrio do aquífero, sem levar em conta instrumentos de rebaixamento do nível d'água. O objetivo desta calibração é gerar uma condição inicial da superfície do nível d'água (*initial head*) para as próximas etapas, além de obter os primeiros ajustes nos dados de parâmetros hidrodinâmicos dos aquíferos. Assim é possível seguir para uma calibração do modelo nas condições atuais (regime transiente ou temporal).

Durante a calibração do modelo em regime de escoamento permanente, levou-se em consideração os seguintes fatores: recarga, condutividade hidráulica, nível d'água nos instrumentos de monitoramento e nascentes inventariadas, e vazão nos cursos d'água.

No **Quadro 6.8** são apresentados os valores de recarga aplicados a cada zona.

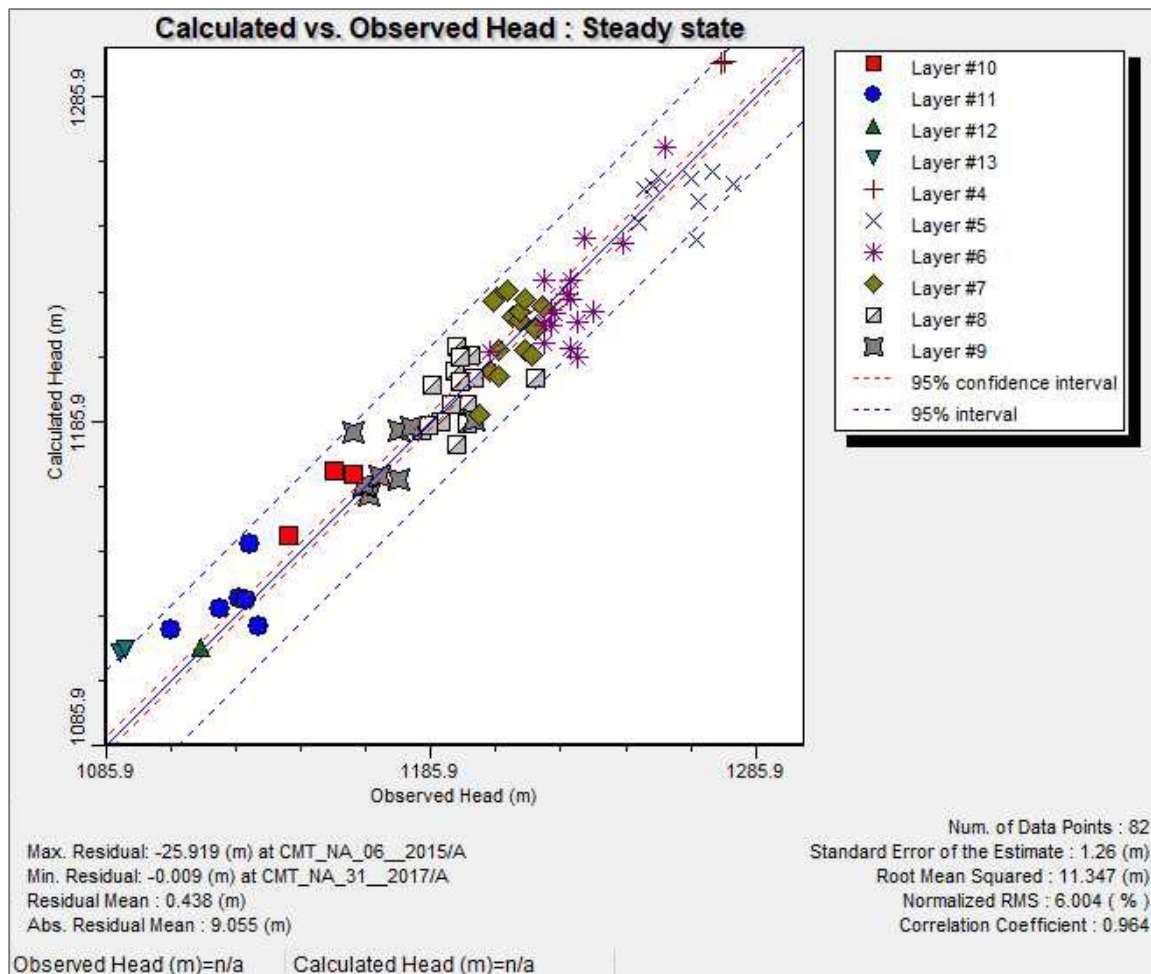
**Quadro 6.8 – Valores de recarga obtidos na etapa de calibração em permanente do modelo.**

Recarga Calibração – Permanente			
Zona	Área representada	Porcentagem	Recarga (mm/ano)
A	Terreno Natural – Recarga geral	25%	407

Recarga Calibração – Permanente			
Zona	Área representada	Porcentagem	Recarga (mm/ano)
B	Cava da mina	37%	602
C	Recarga Área externa	13%	212

Fonte: MDGEO (2021).

Em relação ao nível d'água, a reta de calibração com a melhor aproximação entre valores observados e valores calculados em cada instrumento é apresentada na **Figura 6.25**.



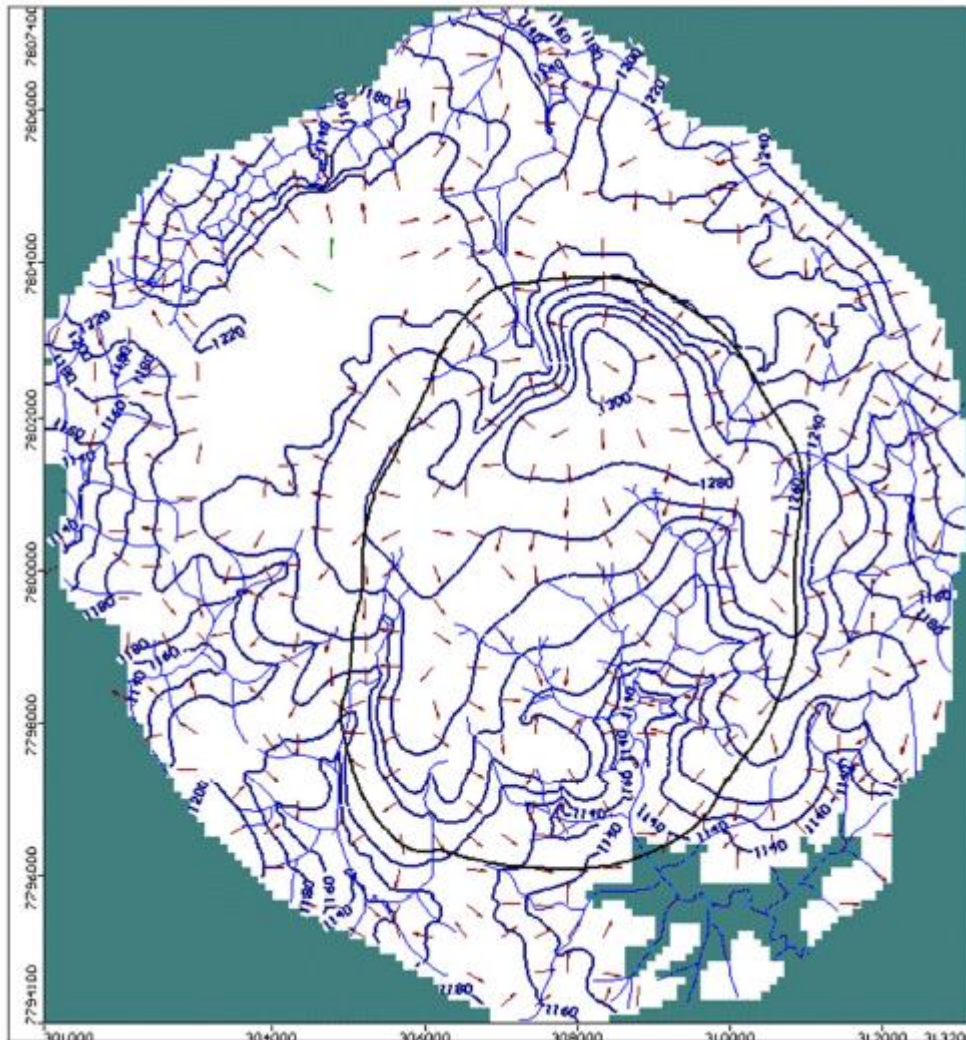
Fonte: MDGEO (2021).

**Figura 6.25 – Reta de calibração dos níveis d'água em regime permanente com os valores observados (eixo x) e calculados (eixo y) em cada instrumento.**

Analisando de maneira global os instrumentos de monitoramento em questão, é possível concluir que os níveis d'água calculados pelo modelo mostram uma boa aproximação com os níveis d'água monitorados nos instrumentos, com erro médio normalizado ("RMS") de 6%, dentro do padrão aceitável, visto que o limite satisfatório para o erro médio normalizado (RMS) é de 10%, sendo este valor estabelecido pela EPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos).

As isolinhas equipotenciais do nível d'água subterrâneo são outro resultado importante da calibração do regime permanente, além do sentido do fluxo da água subterrânea, calculados

pelo modelo. A **Figura 6.26** mostra esse resultado apresentando curvas equipotenciais com intervalos de 20 m, referentes à décima camada do modelo (cotas topográficas entre 1130 e 1150). Observa-se um padrão regional do fluxo de água subterrânea com sentido principal para o sul.



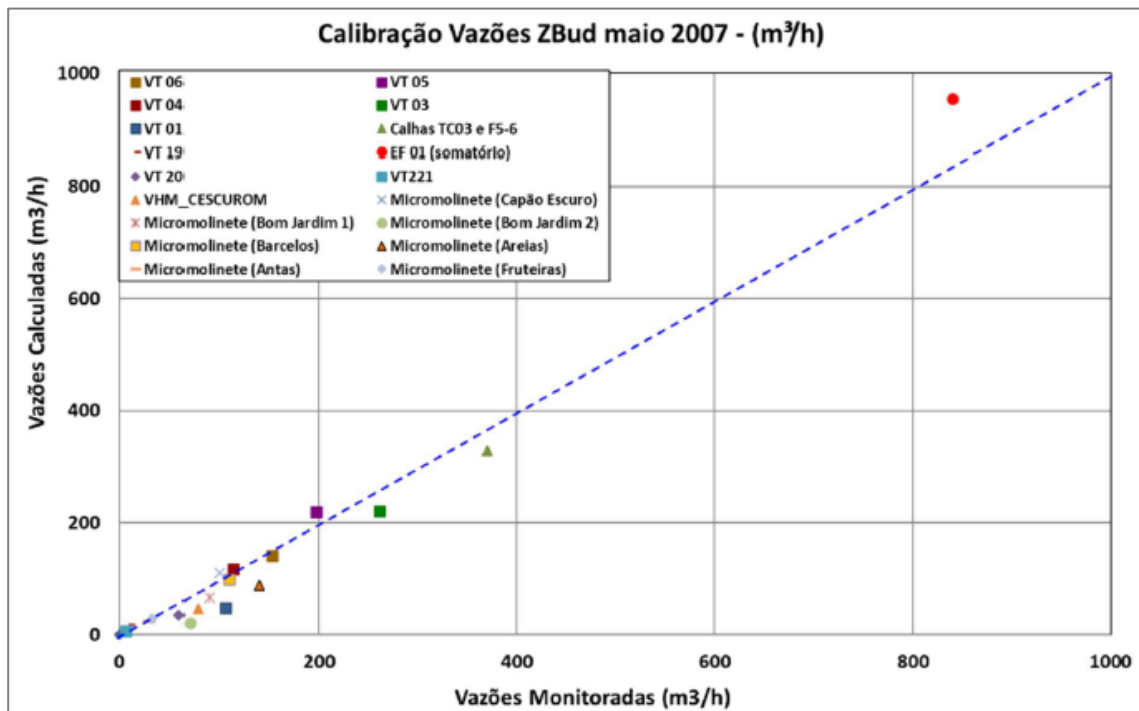
Fonte: MDGEO (2021).

**Figura 6.26 – Isolinhas equipotenciais e sentido do fluxo de d'água subterrâneo – resultado da calibração em regime permanente.**

Por fim, para análise das vazões nos cursos d'água, comparam-se os dados calculados de cada zona de balanço com os dados reais monitorados em campo.

A quantidade de água que escoa pela face de cada célula do dreno é determinada pela condutância, expressa em  $m^2/h$ . Também foram calibradas as condutâncias dos drenos, visando alcançar a melhor aproximação entre as vazões produzidas pelos mesmos (quantificadas nas zonas de balanço) e as vazões monitoradas nos respectivos instrumentos (vertedouros, calhas, estação fluviométrica e pontos de medição via equipamento de micromolinete).

A **Figura 6.27** a seguir apresenta os valores comparativos entre as vazões calculadas na calibração em regime permanente e as vazões observadas (monitoradas) em maio de 2007.



Fonte: MDGEO (2021).

**Figura 6.27 – Comparação entre as vazões monitoradas em maio de 2007 e calculadas nas zonas de balanço - calibração em regime permanente.**

De acordo com a análise desses dados, pode-se então dizer que, de forma geral, as vazões calculadas nas zonas de balanço do modelo apresentam valores muito próximos aos monitorados em cada instrumento no mês de maio de 2007, com as diferenças dentro de uma faixa de variação aceitável.

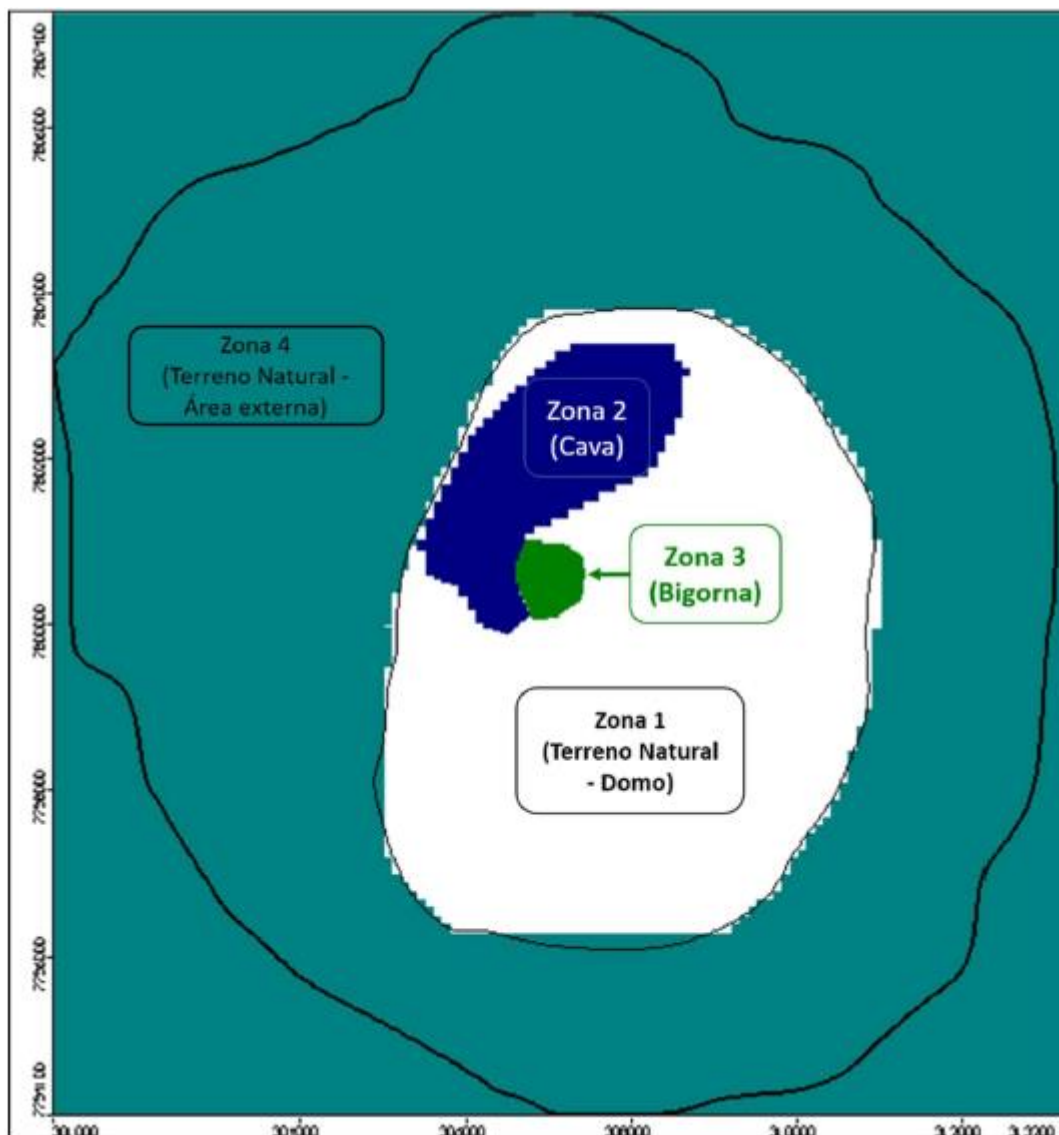
#### 6.2.8.4 Calibração em regime de escoamento transiente

Esta é uma calibração mais refinada, onde a variável tempo é considerada, realizada geralmente após o início do processo de rebaixamento do nível d'água de uma mina.

Neste caso, a calibração em regime transiente (ou transitória) correspondeu a um período de 14 anos, estendendo-se do dia 01 de junho de 2007 ao dia 31 de agosto de 2021, totalizando 5.206 dias, divididos em 57 períodos de tempo (trimestres).

Analisaram-se todos os dados do monitoramento hidrogeológico nesse período (pluviometria, nível d'água nos instrumentos de monitoramento e nos poços, dados operacionais dos poços, vazão nos vertedouros, pontos de monitoramento por micromolinete, calhas e estação fluviométrica), com a entrada de dados seguindo uma periodicidade trimestral.

A **Figura 6.28** ilustra a distribuição das zonas de recarga aplicadas ao modelo numérico.

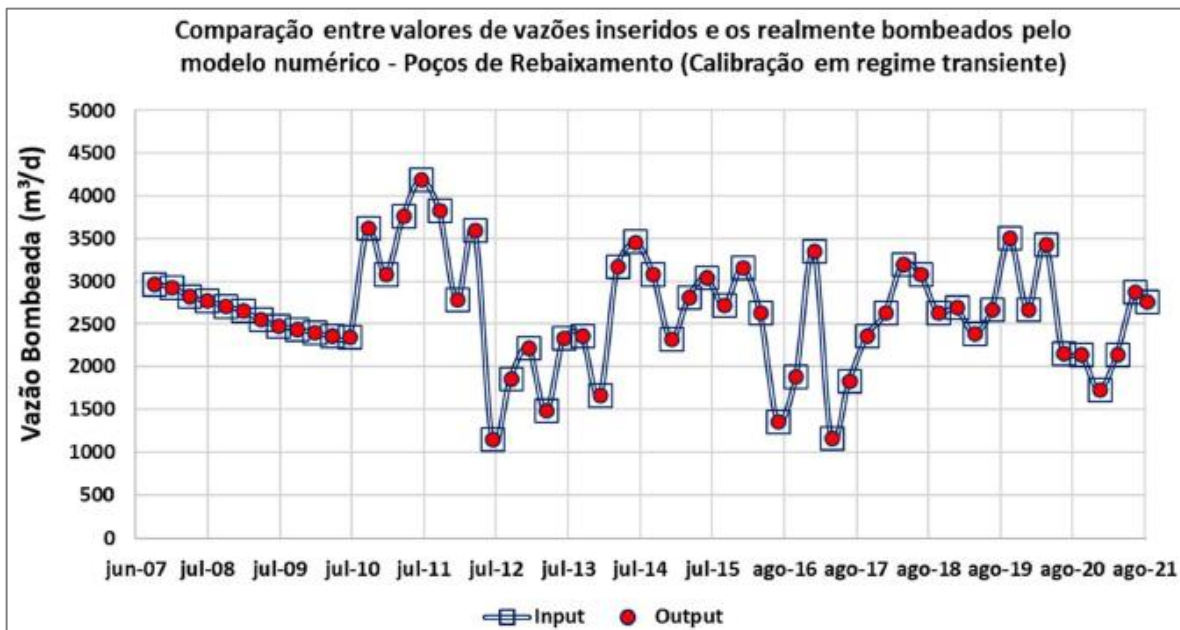


Fonte: MDGEO (2021).

**Figura 6.28 – Zonas de recarga aplicadas ao modelo.**

Foram atualizados os dados de monitoramento de vazão dos 15 poços tubulares de rebaixamento do nível d'água em operação na região da Bigorna para fins de calibração em regime transiente. Os valores de vazão atribuídos a cada poço correspondem às vazões médias bombeadas trimestralmente por cada instrumento.

A **Figura 6.29** apresenta os valores de vazões mensais. Nota-se que as vazões de saída dos poços calculadas ao final da calibração nas zonas de balanço (*output*), estão de acordo com os valores observados (*input*), mostrando uma boa calibração dessas vazões.



Fonte: MDGEO (2021).

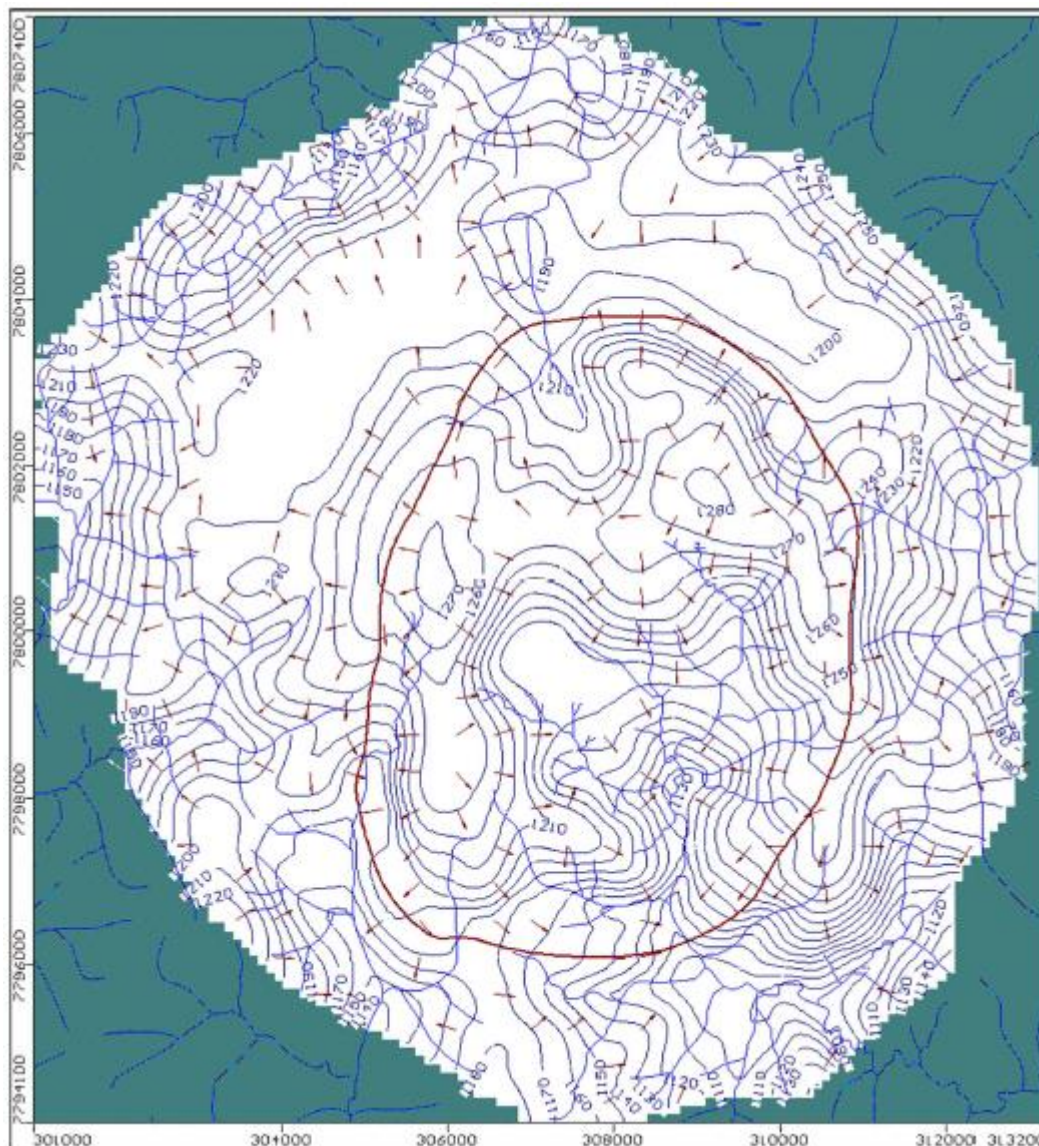
**Figura 6.29 – Calibração das vazões trimestrais bombeadas pela bateria de poços de rebaixamento (valores monitorados e calculados pelo modelo, em m³/dia).**

Foi verificada a relação entre os níveis d'água observados e calculados em cada setor, buscando a melhor aproximação possível através de retroanálises nos valores de armazenamento, condutividade e demais condições de contorno aplicadas.

A análise da piezometria nesta etapa de calibração é realizada por gráficos de nível d'água.

Desta forma, considerando-se os instrumentos e o banco de dados de nível d'água disponíveis, além dos resultados obtidos no modelo, é possível afirmar que foi alcançada uma boa calibração do nível d'água subterrânea no modelo.

Como resultado, obteve-se um mapa de isolinhas que correspondem ao nível d'água atual na data base de agosto de 2021. Este mapa é apresentado na **Figura 6.30**.



Fonte: MDGEO (2021).

**Figura 6.30 – Isolinhas equipotenciais do nível d'água de 10 em 10 m ao final da calibração – agosto de 2021.**

Novamente nota-se um padrão regional do fluxo de água subterrânea com sentido principal para o Sul, em direção ao exutório da Bacia do Córrego da Mata. Além disso, há grande similaridade entre os modelos obtidos em julho de 2020 e em agosto de 2021. A **Figura 6.31** apresenta as isolinhas equipotenciais para facilitar a visualização e comparação entre os modelos calibrados.

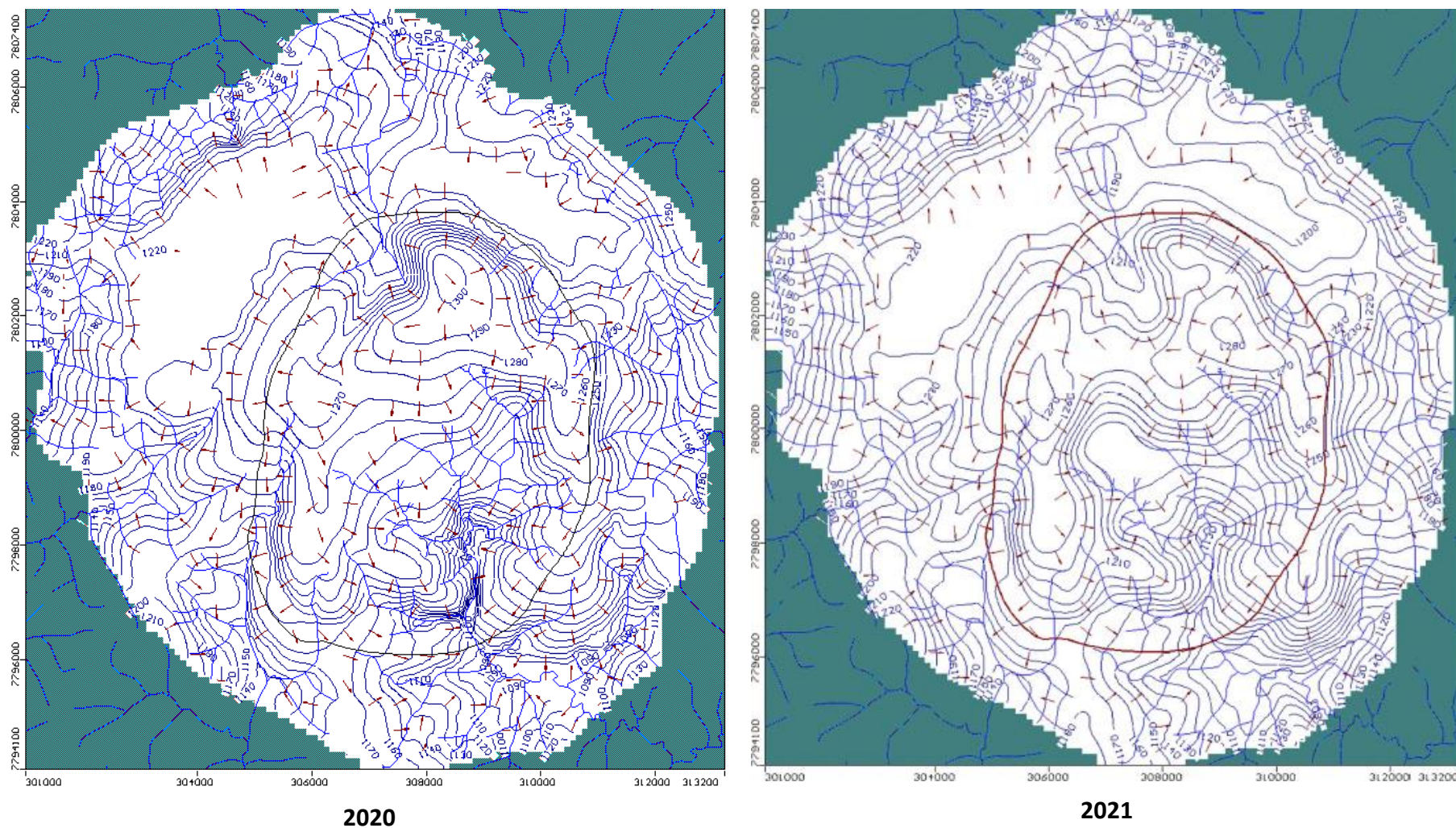


Figura 6.31 – Comparação dos modelos calibrados para julho de 2020 e agosto de 2021.



#### 6.2.8.5 Simulações do avanço da lavra e do rebaixamento do nível d'água

O objetivo das simulações com as novas cavas planejadas pela Mosaic Fertilizantes até 2053 é introduzir numericamente estruturas de desaguamento nas novas frentes de lavra, visando atingir um nível d'água no modelo condizente com a eventual topografia.

Foram realizadas simulações do rebaixamento do nível d'águas, em 8 cenários de cavas planejadas para os próximos 53 anos de operação da mina, o quinquênio 2021-2025, e as cavas de 2030, 2040 e 2053.

As estruturas de drenagem aplicadas, representadas pelos drenos, rebaixaram os níveis d'água abaixo das bancadas planejadas em cada cenário de forma eficaz, como o esperado com esse recurso matemático. Os drenos foram aplicados aproximadamente um banco (10 metros) abaixo das cotas das bancadas planejadas, tanto em cava fechada como em cava aberta. Destaca-se que todos os cenários estabelecidos foram bem atendidos.

Ressalta-se que os avanços planejados para a cava final atingem a cabeceira de córregos relevantes do entorno da mina, como o Córrego da Mata, Córrego da Cachoeira e o Córrego dos Pilões, fato que impactará diretamente na vazão escoada nesses cursos d'água ao longo dos anos.

#### 6.2.8.6 Análise de impactos na disponibilidade de recursos hídricos

A análise de impactos está relacionada principalmente à interferência quantitativa provocada pelo rebaixamento do nível d'água das cavas principal e leste nas vazões dos córregos do entorno da mina. A avaliação do impacto pode ser feita a partir dos valores de vazão mínima de água subterrânea obtidos no modelo na etapa de calibração e na etapa de simulação do rebaixamento do nível d'água.

A bacia do Córrego da Mata é a principal impactada, principalmente devido ao avanço da cava leste sobre sua cabeceira. Outros córregos impactados são o Córrego da Cachoeira e o Córrego dos Pilões, ambos atingidos pelo avanço da lavra planejado até 2053. De forma geral, os cursos d'água mais próximos a mina sofrem os maiores impactos, justamente pelo avanço planejado atingi-los. Já os cursos d'água mais distantes, situados próximos ao município de Tapira, não apresentam redução significativa de suas vazões.

Para mitigação do impacto na disponibilidade de água subterrânea, busca-se compensar o déficit de água através de bombeamento e reposição da água produzida no sistema de drenagem da cava para o leito dos córregos. Além disso, a MDGEO (2021) sugere a limpeza e manutenções nos vertedouros, a medição de vazão nos pontos de descarte da água aduzida para reposição, conhecimento de todos os usuários água nas bacias do entorno e devidas captações de água e a realização de campanhas de monitoramento da qualidade das águas superficial e subterrânea nos pontos de monitoramento de vazão e nos poços tubulares.

#### 6.2.8.7 Monitoramento do rebaixamento de nível d'água

Em agosto de 2021, a Mosaic elaborou um relatório intitulado “Interferências em Nascentes e Rebaixamento de Nível de Água – Mina Tapira”, que apresenta a ampliação no sistema de reposição nos córregos no entorno do CMT e tem por objetivo esclarecer as interferências

devido ao processo de avanço de lavra, além de indicar quais as tratativas diante dos impactos em nascentes e rebaixamento do nível d'água. Esse documento se encontra, na íntegra, no **Anexo D**.

Todos os impactos associados ao rebaixamento do nível de água e afins no CMT estão mapeados dentro da portaria de outorga nº 997/2010, a qual se encontra em análise do órgão para renovação, conforme solicitação nº 31.983/2014.

A Mosaic vem cumprindo, desde 2010, as condicionantes e obrigações estabelecidas nessa outorga. Uma das condicionantes solicita a apresentação de um programa que visa garantir a vazão nos córregos de entorno, em uma área de 49 km<sup>2</sup>, que possam ser afetados pelo sistema de rebaixamento.

Outra condicionante estabelece que a Mosaic deverá apresentar relatórios anuais sobre as atividades desenvolvidas no sistema de rebaixamento da mina de Tapira, incluindo dados interpretados da rede de monitoramento piezométrica, fluvial e pluvial, variações sazonais de vazão de bombeamento da mina e regime de operação das bombas. A Mosaic apresenta, juntamente com esse relatório, a atualização do Modelo Hidrogeológico da área, dentro do qual as simulações permitem identificar com antecedência possíveis alterações no fluxo e/ou no nível d'água subterrânea.

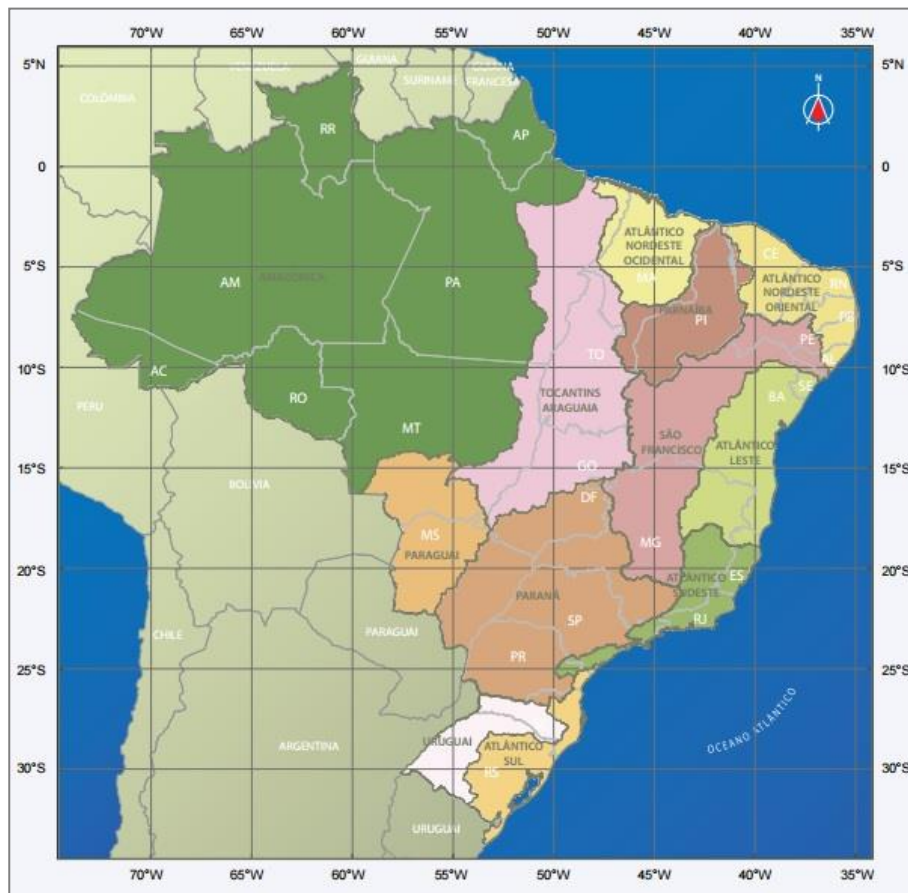
O monitoramento do nível d'água no CMT é realizado através de piezômetros (PZs) e indicadores do nível d'água (INAs). A rede de monitoramento conta com um histórico de 147 instrumentos, dos quais, atualmente, 57 estão ativos, dentro e fora da cava. A atual malha permite avaliar se o rebaixamento está avançando em direção a determinado córrego e ajuda a prever os impactos, não ficando restrito apenas ao monitoramento de vazão no córrego em si, que possui, inclusive, muita influência antrópica.

Por sua vez, o monitoramento das vazões permite o estabelecimento de uma série histórica dos deflúvios dos córregos da região de interesse. Para avaliação dos possíveis impactos nos recursos hídricos no entorno do CMT, são monitorados 8 vertedouros, distribuídos no entorno da mina, nos córregos da Mata, Cachoeira, Pilões, Canjarana, Canoas e Bálsamo. Ainda, são monitorados com micromolinete 13 pontos de monitoramento de vazão complementar, localizados nos córregos Bom Jardim, Areias, Barcelos, Capão Escuro, Antas, Fruteiras e Potreiro e nos canais extravasores das barragens BR e BL-1. A Mosaic irá implementar vertedouros em todos esses pontos, visando melhorar a coleta de informações.

As ações de monitoramento buscam: garantir que a reposição das vazões nos córregos no entorno do CMT anteceda os reais impactos previstos a longo prazo; e certificar que não sejam gerados impactos às comunidades vizinhas.

### 6.2.9 Hidrografia

A Hidrografia é o ramo da Hidrologia que descreve, mede, mapeia e classifica os corpos de água superficiais. De acordo com a Resolução nº 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, o território brasileiro encontra-se dividido em 12 Regiões Hidrográficas (RHs), conforme **Figura 6.32**, como forma de aprimorar e tornar eficiente a gestão dos recursos hídricos em âmbito nacional (MMA, 2006).



Fonte: MMA (2006).

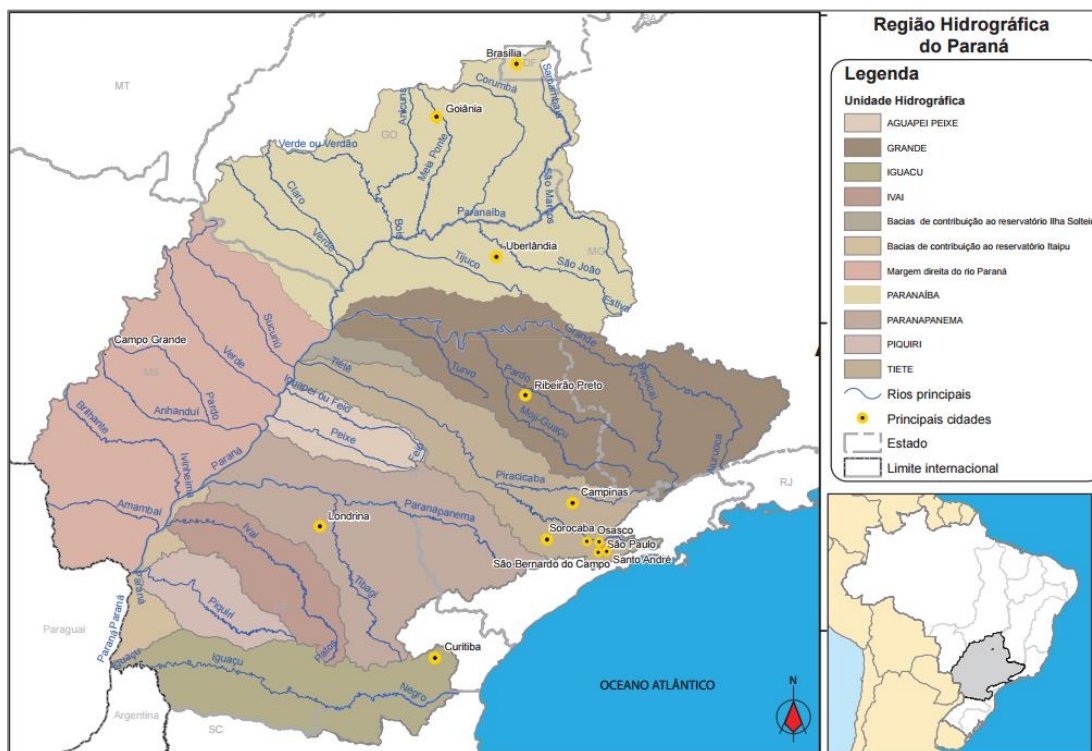
**Figura 6.32 – Regiões Hidrográficas Brasileiras.**

Dentre as Regiões Hidrográficas (RH) representadas na figura anterior, destaca-se a do Paraná que abriga 32,1% da população nacional e apresenta o maior desenvolvimento econômico do país.

A Região Hidrográfica Paraná ocupa uma área de 879.873 km<sup>2</sup> (10% do território brasileiro), abrangendo sete estados: São Paulo (25%), Paraná (21%), Mato Grosso do Sul (20%), Minas Gerais (18%), Goiás (14%), Santa Catarina (1,5%) e Distrito Federal (0,5%). É a região mais populosa e de maior desenvolvimento econômico do país. Por isso, possui as maiores demandas por recursos hídricos, tendo como destaque o uso industrial. É também a região com maior área irrigada e maior aproveitamento do potencial hidráulico (ANA, 2015).

Essa RH está dividida em 11 bacias hidrográficas: Aguapeí Peixe, Grande, Iguaçu, Ivaí, Paranapanema, Piquiri, Tietê, Bacias de contribuição ao reservatório Ilha Solteira, Bacias de contribuição ao reservatório Itaipu, Afluentes da Margem Direita do Rio Paraná e Paranaíba (ANA, 2015).

A **Figura 6.33** apresenta as unidades hidrográficas que compõem a RH do Paraná.



Fonte: Adaptado de ANA (2015).

Figura 6.33 – Região Hidrográfica do Paraná.

A bacia do rio Paranaíba é a segunda maior bacia da RH do Paraná e apresenta uma área de drenagem de 222,6 mil km<sup>2</sup>. Seu rio principal é o Paranaíba, cuja nascente está localizada no município de Rio Paranaíba – MG, na Serra da Mata da Corda, e percorre uma extensão de 1.160 km até confluência com o rio Grande, exutório da bacia, para formar o rio Paraná (CBH PARANAÍBA, 2015; ROSA & SANO, 2014).

Localizada na região central do Brasil, a bacia ocupa 2,6% do território nacional e engloba em sua área os estados de Goiás (63,3%), Minas Gerais (31,7%), Mato Grosso do Sul (3,4%), além do Distrito Federal (1,6%) (ANA, 2015a).

Esta bacia é dividida em Unidades de Gestão Hídrica (UGHs) por unidades de federação. No estado de Minas Gerais são três UGHs: Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba, Rio Araguari e Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba. Já o Estado de Goiás foi dividido em cinco UGHs: São Marcos, Corumbá, Meia Ponte, Turvo e dos Bois e Claro, Verde, Correntes e Aporé. No Distrito Federal a bacia do Paranaíba é subdividida em cinco sub-bacias hidrográficas, que juntas compõe uma única UGH. Por fim, no Estado de Mato Grosso do Sul é considerada a UGH Santana-Aporé. A **Figura 6.34** ilustra essa subdivisão em UGHs.

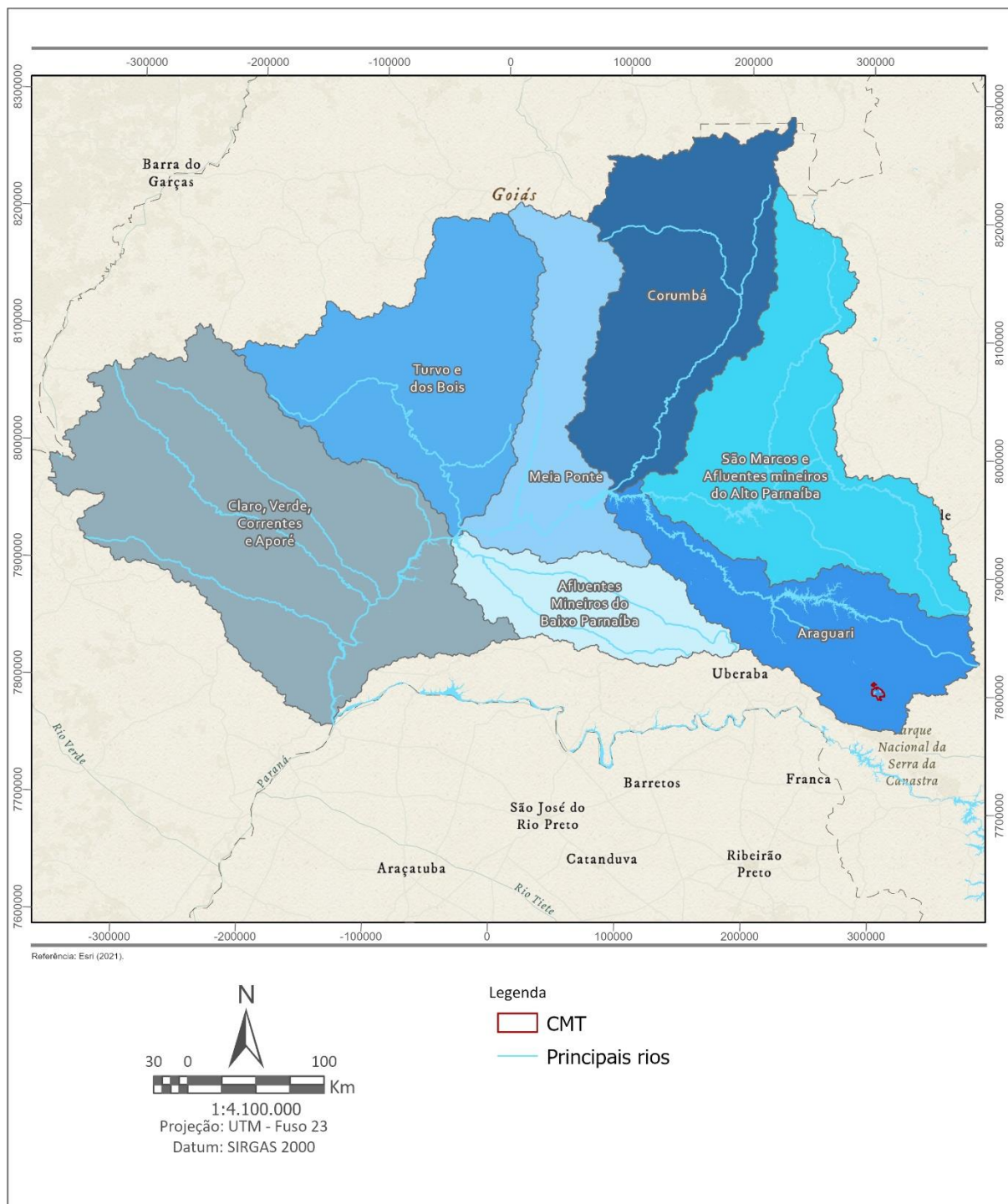
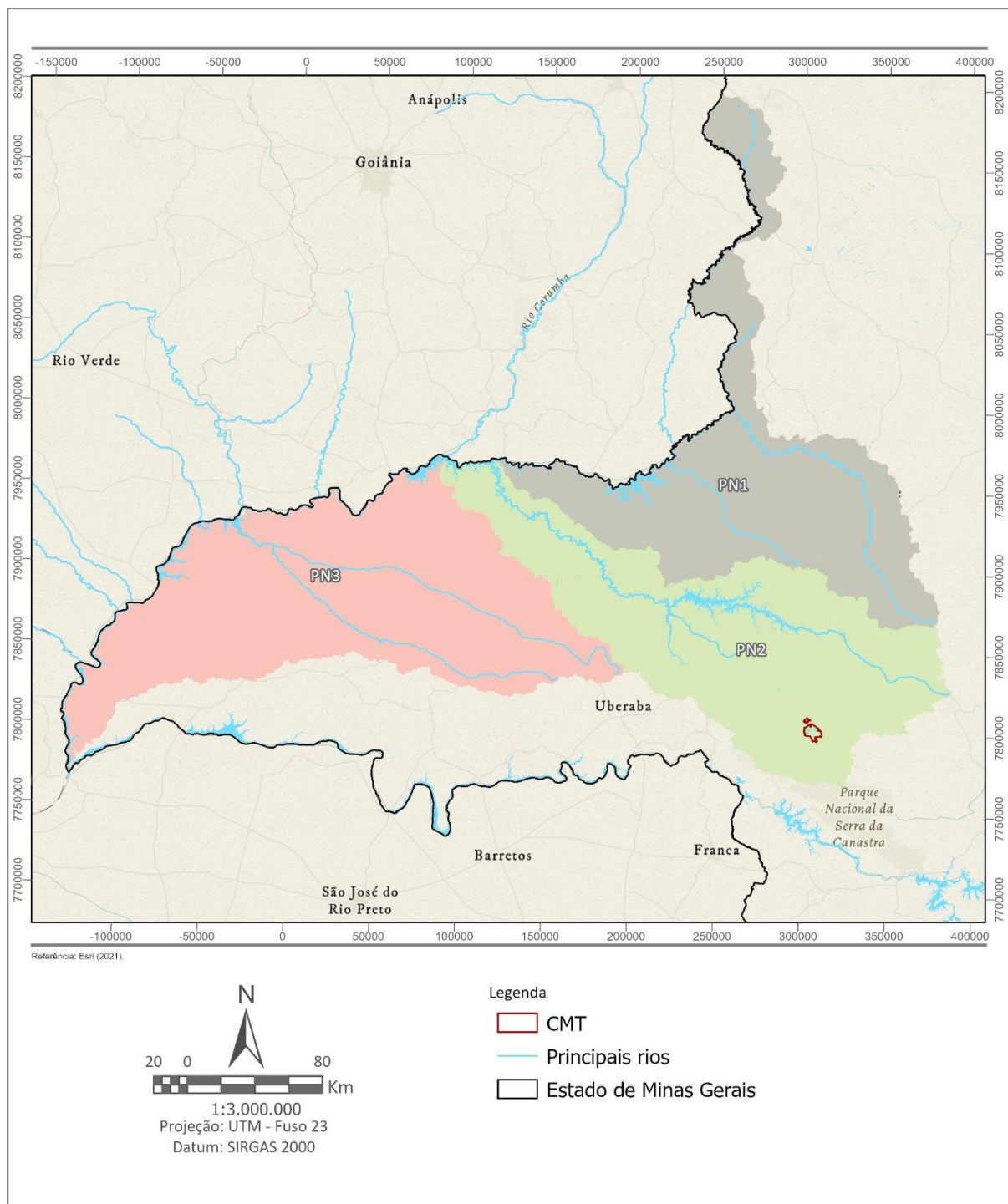


Figura 6.34 – Subdivisão em Unidades de Gestão Hídrica (UGHs) da Bacia do Paranaíba.

No Estado de Minas Gerais, a Bacia do Rio Paranaíba apresenta uma área de 70.538,7 km<sup>2</sup> distribuída em 56 municípios. Nesse estado, a gestão dos recursos hídricos é realizada por meio de Comitês de Bacias e das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRHs) (CBH PARANAÍBA, 2015).

De acordo com essa divisão, a Bacia do Rio Paranaíba fica subdividida em três UPGRHs, a saber: PN1 (Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba); PN2 (Bacia

Hidrográfica do Rio Araguari) e PN3 (Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba) (IGAM, 2015), como mostra a **Figura 6.35**.



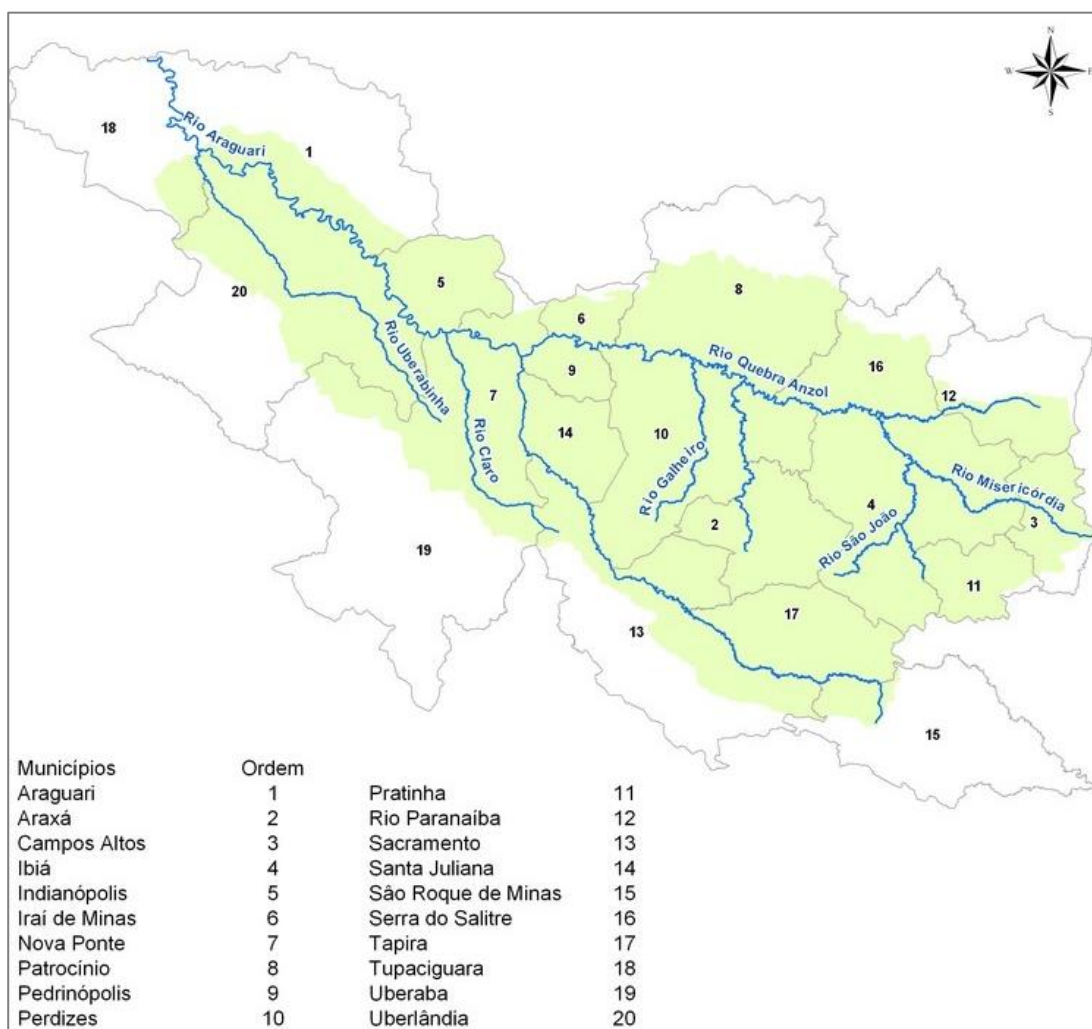
**Figura 6.35 – Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRHs) da Bacia do Rio Paranaíba, no Estado de Minas Gerais.**

### 6.2.9.1 Rede hidrográfica Regional

Considerando a Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos, a área de interesse está inserida na UPGRH PN2, ou seja, Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, um dos formadores do rio Paranaíba. Essa bacia possui uma área de 21.063,47 km<sup>2</sup> (ANA, 2015), com 20 municípios inseridos em seu território, conforme mostra a **Figura 6.36**. O rio Araguari possui extensão de aproximadamente 520 km da nascente à foz, sendo um dos principais tributários do rio Paranaíba (CBH ARAGUARI, 2014).

A Bacia do Rio Araguari faz divisa ao sudoeste e a oeste com a Bacia do Rio Tijuco, ao sul com a Bacia do Rio Grande, ao norte com a Bacia do Rio Dourados, a leste com a Bacia do Rio São Francisco e a nordeste com as nascentes do Rio Paranaíba.

A nascente do Rio Araguari está localizada no Parque Nacional da Serra da Canastra, no município de São Roque de Minas e sua foz é no Rio Paranaíba (CBH ARAGUARI, 2014).



Fonte: IGAM (2015).

**Figura 6.36 – Municípios da Bacia do rio Araguari.**

### 6.2.9.2 Rede hidrográfica Local

A rede hidrográfica da área do depósito PDR-1 no CMT se insere na Bacia do Rio Araguari, na sub-bacia do Ribeirão do Inferno.

A sub-bacia do Ribeirão do Inferno possui área de 259 km<sup>2</sup> (ROCHA & SEER, 2008). Classifica-se como uma bacia endorreica com padrões de escoamento dendrítico, fluxo perene, orientação de leste para oeste, desaguando no alto curso do rio Araguari em sua margem direita.

Ainda, a área do PDR-1 se insere no contexto da microbacia do Córrego Potreiro, com pequena influência da microbacia do Córrego da Areia, conforme a **Figura 6.37**.

O **Quadro 6.9** apresenta uma visão esquemática da potamografia onde se insere a área do PDR-1.

**Quadro 6.9 – Esquema da potamografia na área do PDR-1.**





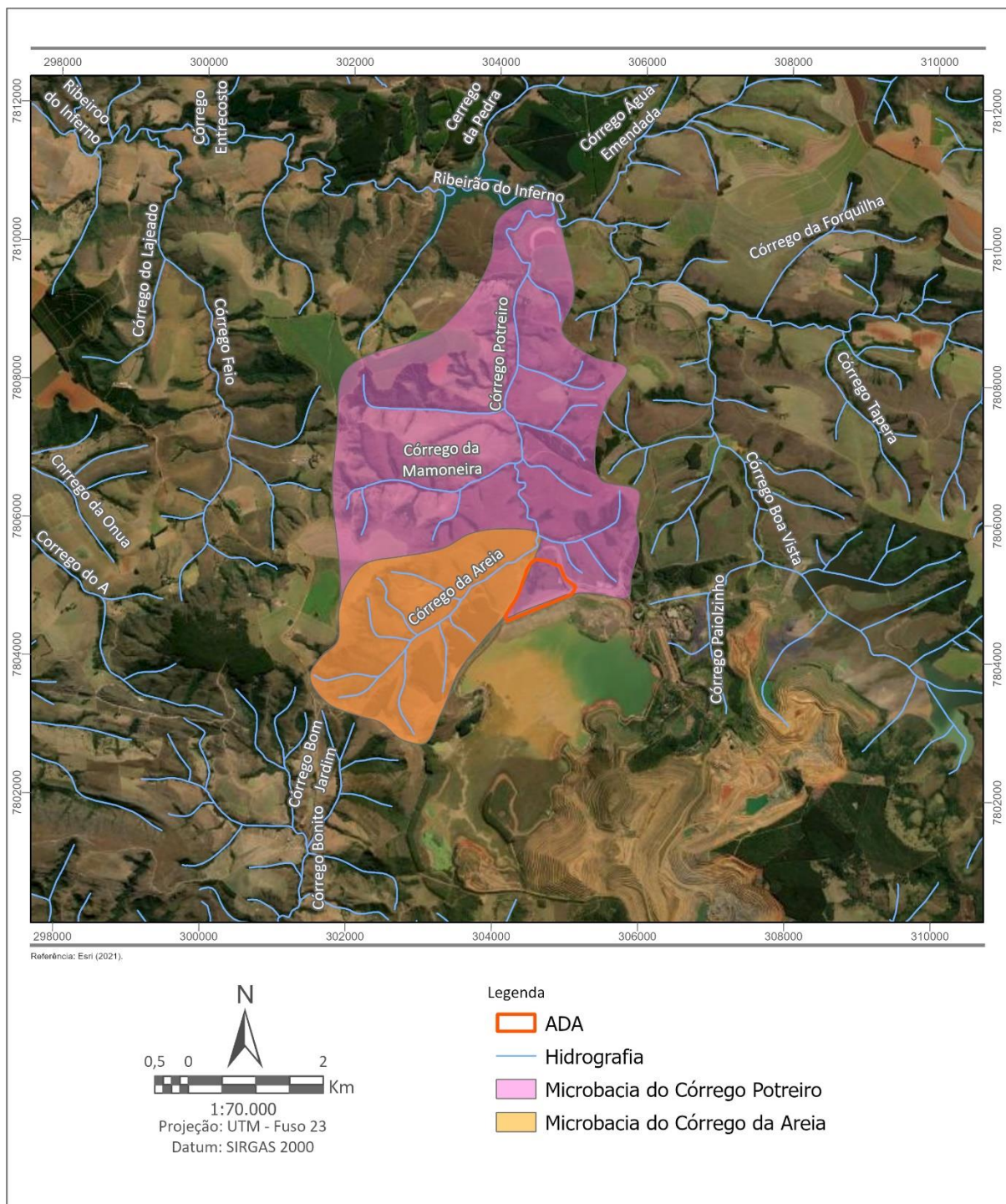


Figura 6.37 – Microbacias na área de interesse.

### 6.2.9.3 Inventário de Nascentes

De outubro a dezembro de 2020, a MDGEO realizou o mapeamento e cadastro das nascentes no entorno da área do CMT. O relatório se encontra na íntegra no **Anexo D**.

Foram realizadas coletas e medições de dados *in situ* para elaboração do inventário de nascentes e pontos d'água nas principais zonas de drenagens existentes ao redor da unidade de Tapira.

Após consolidação, análise e interpretação dos dados, foram elaborados mapa de inventário, resumo das surgências cadastradas e fichas de cadastro, além de considerações sobre a área inventariada e outras informações pertinentes.

Por se tratar de uma atualização de cadastros já realizados, foram mantidas as nomenclaturas de cada ponto. O prefixo “NA” diz respeito aos pontos cadastrados em 2014, enquanto o prefixo “CMT-NA” se refere aos anos de 2015 e 2017. Para novos pontos cadastrados foi estabelecido o prefixo “CMT-NA”, continuando a numeração da campanha feita em 2017. Além disso, foram consideradas as nascentes registradas pela Walm Engenharia, em 2020, no plano diretor de rejeitos da unidade. Para esses pontos, utilizou-se a nomenclatura com prefixo “N”.

Considerando o inventário de pontos d’água no entorno do CMT (MDGEO, 2020) e o plano diretor da unidade (WALM, 2020), foram cadastradas 169 surgências na área de estudo, cujas coordenadas constam no **Quadro 6.10**.

**Quadro 6.10 – Localização dos pontos de nascentes registradas.**

Pontos de nascentes registradas	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000, 23K)		Pontos de nascentes registradas	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000, 23K)	
	Longitude (m)	Latitude (m)		Longitude (m)	Latitude (m)
CMT-NA-03	311.913	7.802.594	CMT-NA-10	309.836	7.801.528
CMT-NA-35	303.530	7.797.569	CMT-NA-09	310.589	7.801.190
CMT-NA-52	303.528	7.797.466	CMT-NA-10	310.615	7.801.190
CMT-PC-12	303.513	7.797.232	CMT-NA-08	310.252	7.802.046
CMT-PC-13	303.527	7.796.814	CMT-NA-09	309.945	7.801.748
CMT-PC-10	303.525	7.796.599	CMT-NA-07	311.105	7.801.633
CMT-NA-04	313.130	7.802.300	CMT-NA-06	311.542	7.801.337
CMT-NA-53	313.240	7.802.339	NA-32	311.528	7.800.052
CMT-NA-05	311.817	7.802.140	CMT-NA-19	309.888	7.797.713
CMT-NA-54	311.211	7.802.463	CMT-PC-14	310.507	7.798.972
CMT-NA-55	311.401	7.802.504	CMT-NA-57	310.531	7.799.195
CMT-NA-19	312.038	7.802.874	CMT-NA-15	310.474	7.799.329
CMT-NA-17	312.629	7.803.335	CMT-NA-16	311.506	7.799.066
CMT-NA-01	311.441	7.804.539	CMT-NA-14	311.799	7.798.603
CMT-NA-02	311.467	7.804.480	CMT-NA-13	311.991	7.799.194
CMT-NA-06	310.905	7.804.907	CMT-NA-11	313.048	7.798.648
CMT-NA-07	310.542	7.804.236	CMT-NA-12	312.257	7.798.616
CMT-NA-20	310.667	7.804.422	CMT-NA-58	312.822	7.797.432
CMT-NA-56B	311.074	7.804.106	CMT-NA-59	313.082	7.798.084
CMT-NA-56A	311.037	7.804.446	CMT-NA-20	310.110	7.798.035
CMT-NA-16	311.846	7.803.076	NA-25	308.395	7.799.720
CMT-NA-18	309.555	7.802.222	NA-26	308.600	7.800.127
CMT-NA-12	309.700	7.801.867	NA-28	308.753	7.800.944
CMT-NA-11	309.650	7.801.597	NA-29	309.035	7.801.061

Pontos de nascentes registradas	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000, 23K)	
	Longitude (m)	Latitude (m)
CMT-NA-60	309.067	7.801.033
NA-39	309.337	7.800.822
NA-30	309.818	7.800.976
CMT-NA-08	310.041	7.800.826
CMT-NA-18	310.563	7.797.202
CMT-NA-21	310.474	7.796.122
CMT-NA-22	312.049	7.797.062
CMT-NA-23	311.998	7.795.952
CMT-NA-24	311.436	7.795.536
CMT-NA-42	307.288	7.794.139
CMT-NA-41	306.922	7.794.732
CMT-NA-38	306.044	7.794.839
CMT-NA-39	306.288	7.795.362
CMT-NA-40	306.816	7.796.167
NA-14	307.213	7.796.478
CMT-NA-61	308.648	7.794.329
CMT-NA-44	308.357	7.794.436
CMT-NA-43	308.285	7.794.686
CMT-NA-62	305.969	7.797.035
CMT-NA-51	305.117	7.796.068
CMT-NA-63	307.720	7.796.450
NA-13	307.761	7.797.169
NA-16	308.054	7.796.821
NA-15	308.377	7.796.839
NA-09	306.546	7.797.955
NA-10	307.050	7.797.660
NA-11	307.050	7.797.569
NA-18	307.975	7.797.846
NA-17	308.503	7.797.526
NA-19	307.342	7.798.271
NA-20	307.349	7.798.447
NA-12	305.984	7.797.473
CMT-NA-64	307.557	7.798.639
NA-24	306.450	7.799.246
CMT-NA-25	305.706	7.799.766
CMT-NA-29	302.953	7.796.505
CMT-NA-30	302.794	7.798.120
CMT-NA-65	302.711	7.798.051
CMT-NA-01	305.558	7.798.004

Pontos de nascentes registradas	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000, 23K)	
	Longitude (m)	Latitude (m)
NA-03	305.203	7.798.995
NA-06	305.287	7.799.147
NA-04	305.554	7.798.616
NA-07	305.861	7.799.079
CMT-NA-50	305.136	7.796.782
CMT-NA-37	304.214	7.795.770
CMT-NA-36	303.858	7.796.147
CMT-NA-31	303.796	7.797.657
CMT-NA-32	303.550	7.797.991
CMT-NA-33	304.064	7.797.860
CMT-NA-34	304.084	7.797.922
CMT-NA-26	301.520	7.798.768
CMT-NA-27	302.170	7.799.094
CMT-NA-28	302.415	7.799.063
CMT-NA-34	302.715	7.799.885
CMT-NA-66	303.015	7.800.283
CMT-NA-36	303.350	7.800.287
CMT-NA-31	302.905	7.800.912
CMT-NA-32	302.760	7.801.766
CMT-NA-30	302.702	7.802.507
CMT-NA-29	304.622	7.799.069
CMT-NA-28 (CMT-NA-67)	304.292	7.800.346
CMT-NA-27	302.553	7.802.833
CMT-NA-26	302.894	7.802.955
CMT-NA-33	305.155	7.805.330
CMT-NA-21	303.981	7.804.813
CMT-NA-23	303.366	7.803.787
CMT-NA-25	303.051	7.803.504
CMT-NA-48	304.373	7.799.939
CMT-NA-49	304.412	7.799.905
CMT-NA-68	306.063	7.802.547
CMT-NA-69	306.222	7.800.097
CMT-NA-70	312.489	7.802.484
CMT-NA-71	312.773	7.802.269
CMT-NA-72	313.053	7.801.263
CMT-NA-73	312.699	7.800.747
N-01	303.823	7.805.662
N-02	303.436	7.805.422

Pontos de nascentes registradas	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000, 23K)	
	Longitude (m)	Latitude (m)
N-03	302.579	7.805.255
N-04	305.651	7.805.138
N-05	303.704	7.804.719
N-06	302.392	7.805.158
N-07	303.172	7.805.739
N-08	303.407	7.805.775
N-09	303.724	7.805.886
N-10	304.765	7.806.067
N-11	304.728	7.806.166
N-12	305.247	7.806.447
N-13	305.168	7.806.993
N-14	305.202	7.807.147
N-15	305.076	7.807.498
N-16	305.504	7.807.524
N-17	305.798	7.807.839
N-18	306.130	7.807.772
N-19	305.559	7.806.724
N-20	305.849	7.806.594
N-21	305.696	7.806.413
N-22	305.180	7.806.099
N-23	305.498	7.806.185
N-24	305.603	7.805.728

Pontos de nascentes registradas	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000, 23K)	
	Longitude (m)	Latitude (m)
N-25	306.392	7.805.720
N-26	306.229	7.805.981
N-27	306.751	7.806.003
N-28	307.494	7.807.274
N-29	308.875	7.806.435
N-30	308.752	7.806.092
N-31	307.958	7.805.929
N-32	309.019	7.805.919
N-33	309.450	7.805.999
N-34	310.439	7.805.205
N-35	310.351	7.802.333
N-36	310.212	7.802.340
N-37	308.775	7.799.766
N-38	308.576	7.798.372
N-39	308.606	7.799.080
N-40	308.387	7.798.807
N-41	308.360	7.797.513
N-42	309.255	7.797.158
N-43	302.073	7.804.105
N-45	302.093	7.803.047
N-44	304.489	7.804.982
N-46	304.558	7.805.089

As nascentes foram localizadas nos mais diversos litotipos e pedotipos, principalmente em solo argiloso. Também foram registrados pontos em solo argilo-siltoso, argilo-arenoso, arenoso, colúvio, além de rochas do tipo muscovita quartzo xisto, grafita xisto, granada xisto e seus produtos de alteração, como aloterita.

A **Figura 6.38** traz o mapa de localização dos pontos de nascentes. Notou-se que a implantação da pilha está localizada sobre duas nascentes cadastradas (nomeadas acima como “N-44” e “N-46”) e do córrego Potreiro. Sendo assim, é necessário que o empreendimento tome as medidas adequadas visando o menor impacto possível às surgências de água subterrânea.

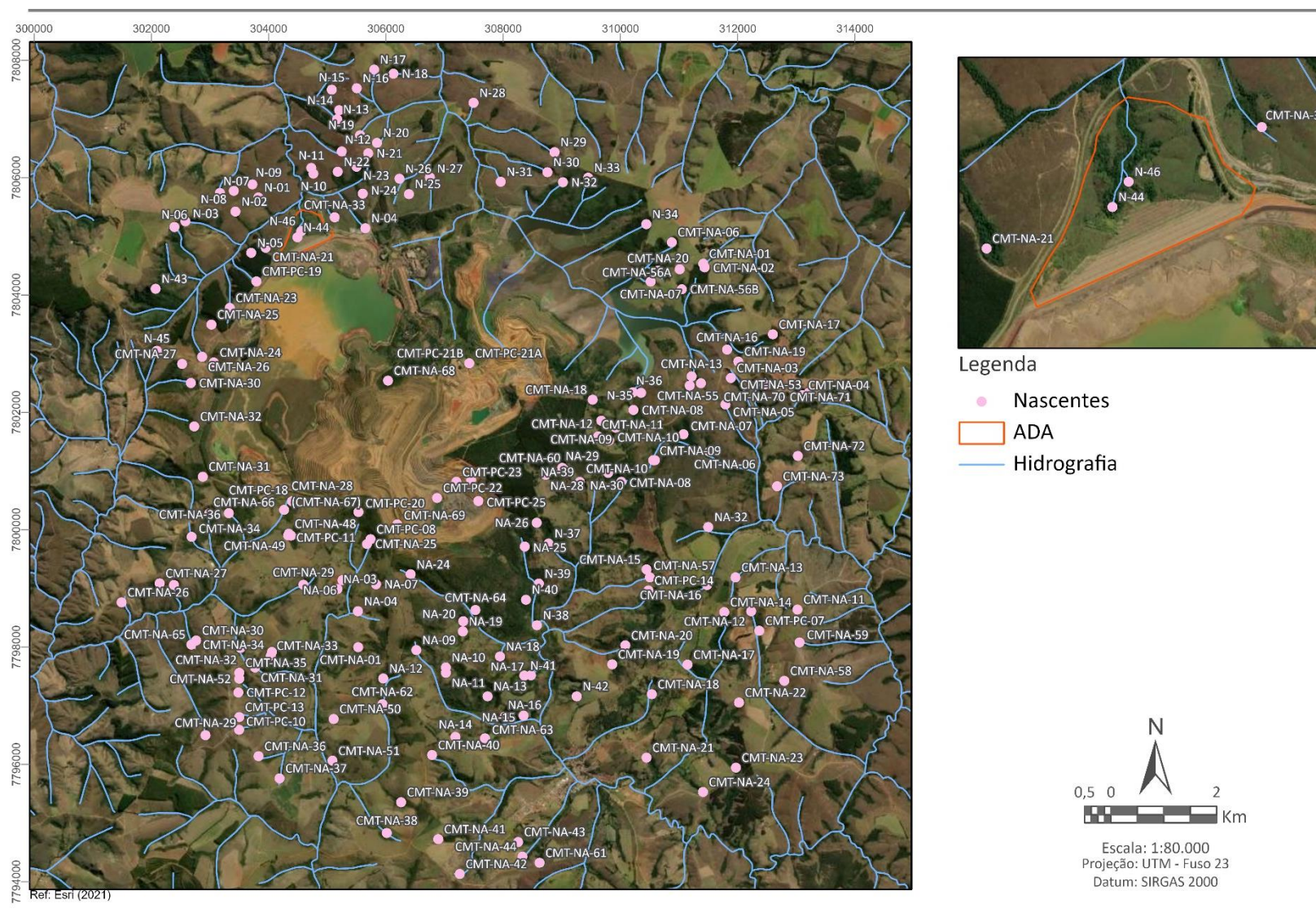


Figura 6.38 – Localização das nascentes registradas no entorno do CMT e ADA.

### 6.2.10 Qualidade das águas superficiais

Neste item é feita a caracterização dos corpos d'água superficiais situados no entorno do futuro depósito PDR-1. A caracterização está baseada nos resultados das análises de parâmetros físico-químicos, químicos e biológicos obtidos durante campanhas de monitoramentos realizadas no Complexo de Mineração Tapira – CMT.

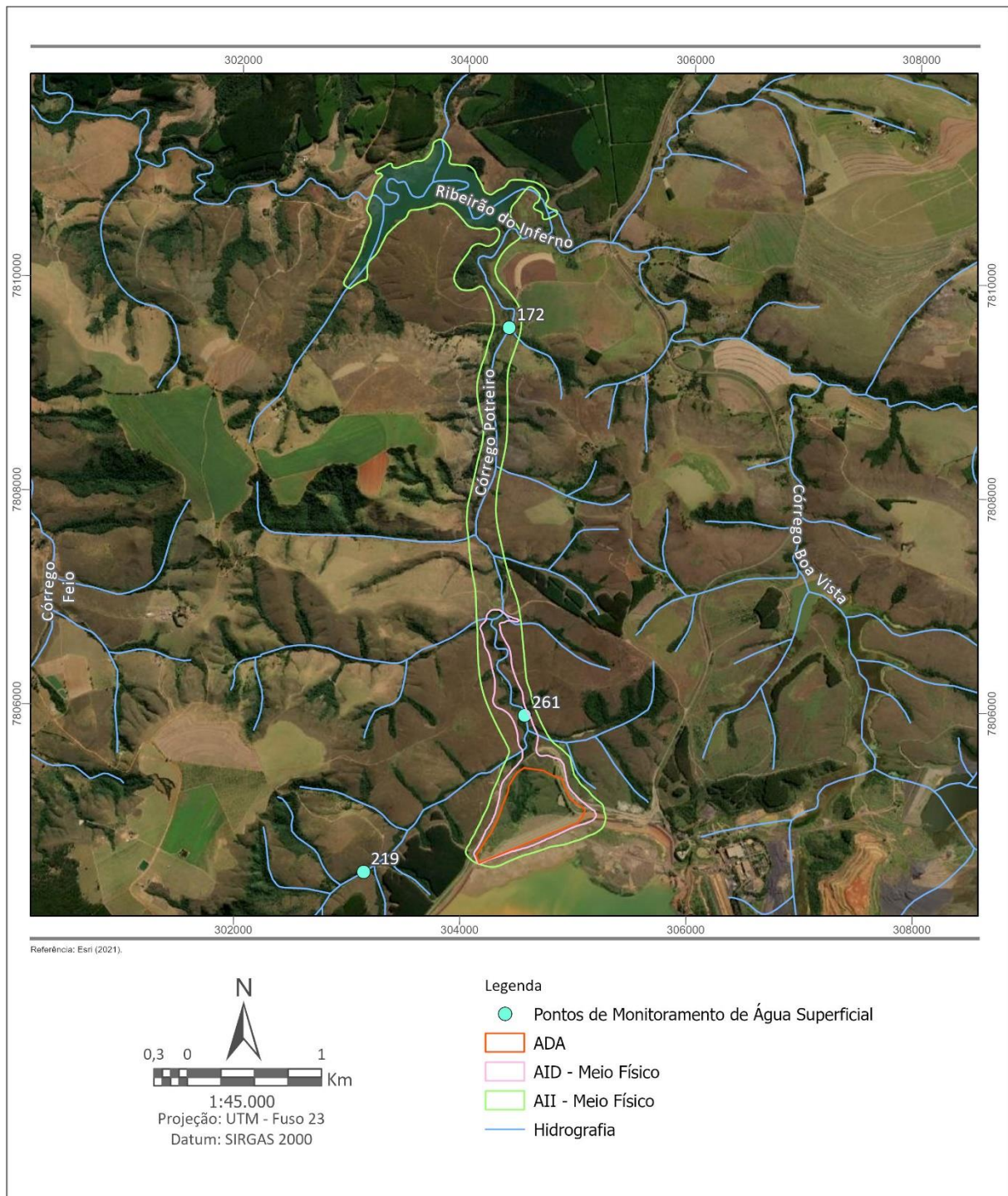
As análises físico-químicas periódicas das águas permitem a caracterização da água de forma pontual e a avaliação das alterações provocadas nos cursos d'água ao longo do tempo. Este gerenciamento é de extrema importância para a preservação dos recursos hídricos e, conseqüentemente, para tomada de decisões como ações preventivas, corretivas ou de manutenção.

A Mosaic Fertilizantes realiza campanhas de monitoramento de águas superficiais de alguns corpos hídricos dentro da unidade de Tapira. A periodicidade de monitoramento varia entre coletas mensais, trimestrais, semestrais e anuais dependendo do ponto a ser monitorado.

Os pontos adotados para este trabalho foram escolhidos de acordo com sua localização em relação à ADA e sub-bacias associadas. As coordenadas dos pontos amostrados são exibidas no **Quadro 6.11**. A localização dos pontos de amostragem de água superficial é apresentada na **Figura 6.39**.

**Quadro 6.11 – Localização dos pontos de monitoramento de água superficial.**

Ponto	Descrição	Coordenadas UTM (23 K)	
		X	Y
172	Córrego Potreiro (abaixo do ponto 7)	304.376	7.809.561
219	Córrego do Retiro - a montante do extravasor da BL-1	303.144	7.804.461
261	Córrego Potreiro (a montante da BA3)	304.554	7.805.939



**Figura 6.39 – Localização dos pontos de monitoramento de água superficial.**

A seleção dos parâmetros se baseou no programa de monitoramento da qualidade das águas já realizado pela Mosaic. O **Quadro 6.12** exhibe os parâmetros físico-químicos, químicos (metais e compostos inorgânicos e orgânicos) e biológicos analisados. No entanto, vale ressaltar que pode haver pequenas diferenças nos parâmetros dependendo do ponto de análise.

**Quadro 6.12 – Parâmetros analisados para água superficial.**

Grupos	Parâmetros
Físico-Químicos	Condutividade elétrica, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Oxigênio dissolvido, pH (de campo e de laboratório), Sólidos dissolvidos totais, Sólidos sedimentáveis, Sólidos suspensos, Temperatura e Turbidez
Químicos	Alumínio dissolvido, Bário, Berílio, Cálcio, Chumbo, Cloreto, Cromo, Fenóis, Ferro dissolvido, Fluoreto, Fósforo Total, Fósforo dissolvido, Manganês, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio amoniacal, Óleos e graxas, Sulfato, Sulfeto, Surfactantes e Vanádio
Biológicos	<i>Escherichia coli</i>

Os resultados apresentados neste item foram fornecidos pela Mosaic Fertilizantes. A coleta e a preservação das amostras foram realizadas pelo laboratório Bioética Ambiental, cujo certificado de acreditação se encontra no **Anexo E**.

As coletas de água superficial são efetuadas a partir da submersão superficial de um frasco de polietileno no corpo d'água, de modo que sejam selecionados pontos de amostragem representativos para o estudo, evitando áreas de proximidade das margens ou de água estagnada.

#### 6.2.10.1 Padrões Legais

Para o estado de Minas Gerais, o Conselho Estadual de Política Ambiental e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos definem a norma que estabelece diretrizes para a qualidade das águas superficiais:

- Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008, 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. Estabelece os Valores Máximos (VM) para qualidade das águas superficiais.

No âmbito nacional, o Conselho Nacional do Meio Ambiente dispõe das seguintes normas para definir os padrões para a qualidade das águas superficiais:

- Resolução Conama nº 357/2005, alterada pelas Resoluções Conama 393/2007, 397/2008, 410/2009 e 430/2011, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de águas superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Os corpos hídricos monitorados pela unidade de Tapira são enquadrados como águas doces de Classe 2.



#### 6.2.10.2 Apresentação e Discussão dos Resultados

Para melhor contextualização da área de estudo, são apresentados os resultados semestrais existentes para os pontos de coleta avaliados e parâmetros mensurados nos anos de 2020, 2021 e 2022 (apenas primeiro semestre).

Os resultados obtidos foram comparados aos limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/2005, para águas doces de Classe 2, e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH – MG nº 01/2008.

Os parâmetros físico-químicos condutividade elétrica, DQO, sólidos sedimentáveis e temperatura não possuem valores de referências contemplados pelas legislações supracitadas. No caso dos sólidos suspensos, apenas a DN COPAM/CERH apresenta valor máximo para comparação.

Em relação aos parâmetros cálcio e fósforo dissolvido não possuem valores de referência em nenhuma das legislações vigentes.

Vale ressaltar que para o fósforo total, foi utilizado como referência o valor de *background* obtido pelo estudo “Avaliações Complementares Acerca dos Teores de Fósforo nas Águas Superficiais do CMT”, realizado pela Fosfertil (2004).

O **Quadro 6.13** traz os resultados semestrais (março e setembro) das análises das águas superficiais, durante o período de 2020 a 2022. Em relação ao Ponto 261, não são apresentados resultados para o ano de 2020, visto que não eram realizadas análises semestrais, com o escopo completo de parâmetros, nesse ponto de monitoramento até aquele momento.

O **Anexo E** apresenta os laudos analíticos com os resultados integrais fornecidos pelo laboratório.

Quadro 6.13 – Resultados obtidos para os Pontos 172, 219 e 261 nas campanhas semestrais de 2020 a 2022.

Parâmetros	Unidade	Conama 357/2005	COPAM/CERH 01/2008	Ponto 172					Ponto 219					Ponto 261		
				mar/20	set/20	mar/21	set/21	mar/22	mar/20	set/20	mar/21	set/21	mar/22	mar/21	set/21	mar/22
<b>Físico-Químicos</b>																
Condutividade elétrica	µS/cm	-	-	134,60	123,90	335,00	226,10	84,00	10,35	8,72	13,92	13,58	8,22	434,00	385,80	158,00
DBO	mg/L	5,00	5,00	3,62	4,02	<2,0	3,54	<2,0	4,44	<2,0	<2,0	3,13	<2,0	<2,0	3,16	<2,0
DQO	mg/L	-	-	<20,0	29,57	<20,0	<20,0	<20,0	35,02	25,15	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
Oxigênio Dissolvido	mg/L	≥ 5	≥ 5	6,80	8,20	7,50	7,50	7,50	7,10	7,40	7,10	7,50	5,20	6,30	6,70	6,70
pH	-	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	7,91	7,80	8,06	8,16	7,63	6,79	7,07	7,35	7,21	7,24	8,15	8,21	7,66
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500,00	500,00	82,00	68,00	86,00	118,00	40,00	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	114,00	224,00	-
Sólidos Suspensos	mg/L	-	100,00	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	32,00	<10,0	<10,0
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	-	-	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,30	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,30	0,30	<0,10	-
Temperatura	°C	-	-	21,00	21,00	22,00	19,00	23,00	20,00	22,00	22,00	20,00	21,50	22,00	19,90	23,50
Turbidez	NTU	100,00	100,00	29,20	2,33	5,62	2,58	8,10	2,86	0,92	2,64	0,74	2,60	39,60	1,69	-
<b>Químicos</b>																
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,10	0,10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	0,07	<0,05	<0,05	<0,05
Bário	mg/L	0,70	0,70	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Berílio	mg/L	0,04	0,04	<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
Cálcio	mg/L	-	-	6,70	12,58	12,84	19,85	8,54	0,58	3,57	1,59	4,10	2,81	17,79	30,79	16,86
Chumbo	mg/L	0,01	0,01	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008
Cloreto	mg/L	250,00	250,00	1,30	1,11	1,63	1,26	0,97	3,29	<0,80	<0,80	0,84	<0,80	2,12	1,96	1,37
Cromo	mg/L	0,05	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
Fenóis Totais	mg/L	0,003	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Ferro Dissolvido	mg/L	0,30	0,30	<0,10	0,13	<0,10	<0,10	0,27	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,11	<0,10	<0,10	<0,10
Fluoreto	mg/L	1,40	1,40	0,34	0,19	0,25	0,18	0,17	0,11	0,06	<0,05	0,08	<0,05	0,39	0,19	0,14
Fósforo Dissolvido	mg/L	-	-	0,05	0,02	0,08	0,03	0,01	0,01	0,01	0,15	0,03	<0,01	0,36	0,06	<0,01
Fósforo Total	mg/L	0,344*	0,344*	0,13	0,18	0,25	0,08	0,03	0,02	0,19	0,23	<0,01	<0,01	<b>0,44</b>	0,10	0,04
Manganês	mg/L	0,10	0,10	0,07	0,04	0,04	0,04	0,09	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,09	0,07	0,10
Nitrato	mg/L	10,00	10,00	<0,20	0,25	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,39	<0,20	<0,20

Parâmetros	Unidade	Conama 357/2005	COPAM/CERH 01/2008	Ponto 172					Ponto 219					Ponto 261			
				mar/20	set/20	mar/21	set/21	mar/22	mar/20	set/20	mar/21	set/21	mar/22	mar/21	set/21	mar/22	
Nitrito	mg/L	1,00	1,00	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,50	0,50	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Óleos e graxas	mg/L	Ausentes	Ausentes	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Sulfato	mg/L	250,00	250,00	2,42	2,59	3,23	5,70	1,17	<0,80	2,38	<0,80	<0,80	<0,80	4,82	9,39	8,31	
Sulfeto H <sub>2</sub> S não dissociado	mg/L	0,002	0,002	<0,002	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	-	-	
Surfactantes	mg/L	0,50	0,50	<0,03	<0,03	<0,03	<0,05	<0,05	<0,03	0,06	<0,03	<0,05	<0,05	<0,03	<0,05	<0,05	
Vanádio	mg/L	0,100	0,100	<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	
<b>Biológicos</b>																	
<i>Escherichia Coli</i>	NMP/100mL	1.000,00	1.000,00	16,00	307,60	<1	461,10	71,00	152,20	<1	<1	135,40	3,00	<1	325,50	93,50	

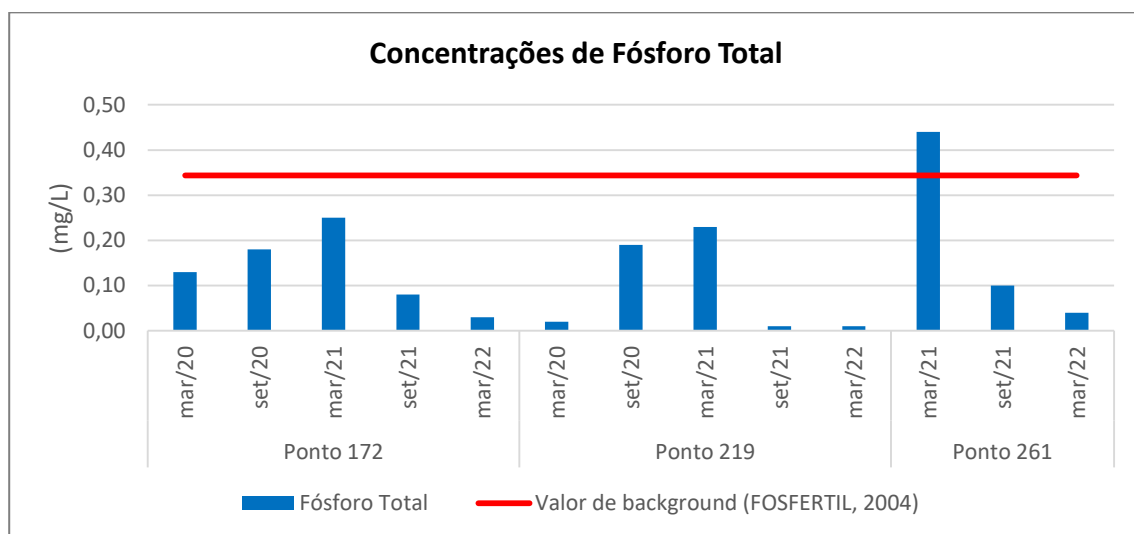
\* Valor de *background* (FOSFERTIL, 2004).

**Vermelho:** Concentração acima dos padrões de referência.

Os parâmetros físicos, químicos e biológicos monitorados são importantes, pois configuram um leque de diferentes possibilidades de interferências que o empreendimento pode ter sobre as águas superficiais.

Em todas as campanhas analisadas, os parâmetros físico-químicos se apresentaram de acordo com os padrões de qualidade.

A **Figura 6.40** traz o gráfico com valores de concentração para o fósforo total, que foi o único parâmetro químico, durante as campanhas semestrais de 2020 a 2022, a apresentar valores superiores ao padrão adotado, que, neste caso, corresponde ao valor de *background* calculado pela Fosfertil (2004).



**Figura 6.40 – Concentrações de fósforo total nas campanhas semestrais 2020 a 2022.**

As concentrações de fósforo total ultrapassaram o padrão estabelecido apenas no Ponto 261 e somente na campanha de março de 2021, caracterizando uma ocorrência pontual. Conforme estudo de *background*, o qual analisou dados do Complexo de Mineração de Tapira de 2005 a 2012, a presença fósforo nas águas relaciona-se com sua ocorrência natural nos solos, sendo as concentrações dessa substância influenciadas pela chaminé alcalina de Tapira. Durante o período chuvoso, é comum o arraste de partículas de solo para dentro dos corpos d'água, contribuindo, assim, para o aumento na concentração desse parâmetro, o que explica essas concentrações em março de 2021.

As demais substâncias químicas não ultrapassaram os valores de referência da Conama nº 357/2005 e da DN COPAM/CERH nº 01/2008 em nenhuma campanha. Vários parâmetros apresentaram resultados inferiores aos respectivos Limite de Quantificação do laboratório, tais como alumínio dissolvido, bário, berílio, chumbo, cromo, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, sulfeto, vanádio, entre outros.

De modo geral, os parâmetros se apresentaram dentro dos limites vigentes nas campanhas semestrais de 2020 a 2022. Entretanto, recomenda-se a manutenção de um programa de monitoramento periódico dos parâmetros químicos, físicos e biológicos nas águas superficiais em continuidade às operações.

### 6.2.11 Qualidade das águas subterrâneas

Neste item é feita a caracterização da qualidade da água subterrânea no entorno da área do futuro depósito PDR-1. A caracterização está baseada nos resultados das análises de parâmetros físico-químicos e químicos obtidos durante campanhas de monitoramentos realizadas no Complexo de Mineração Tapira – CMT.

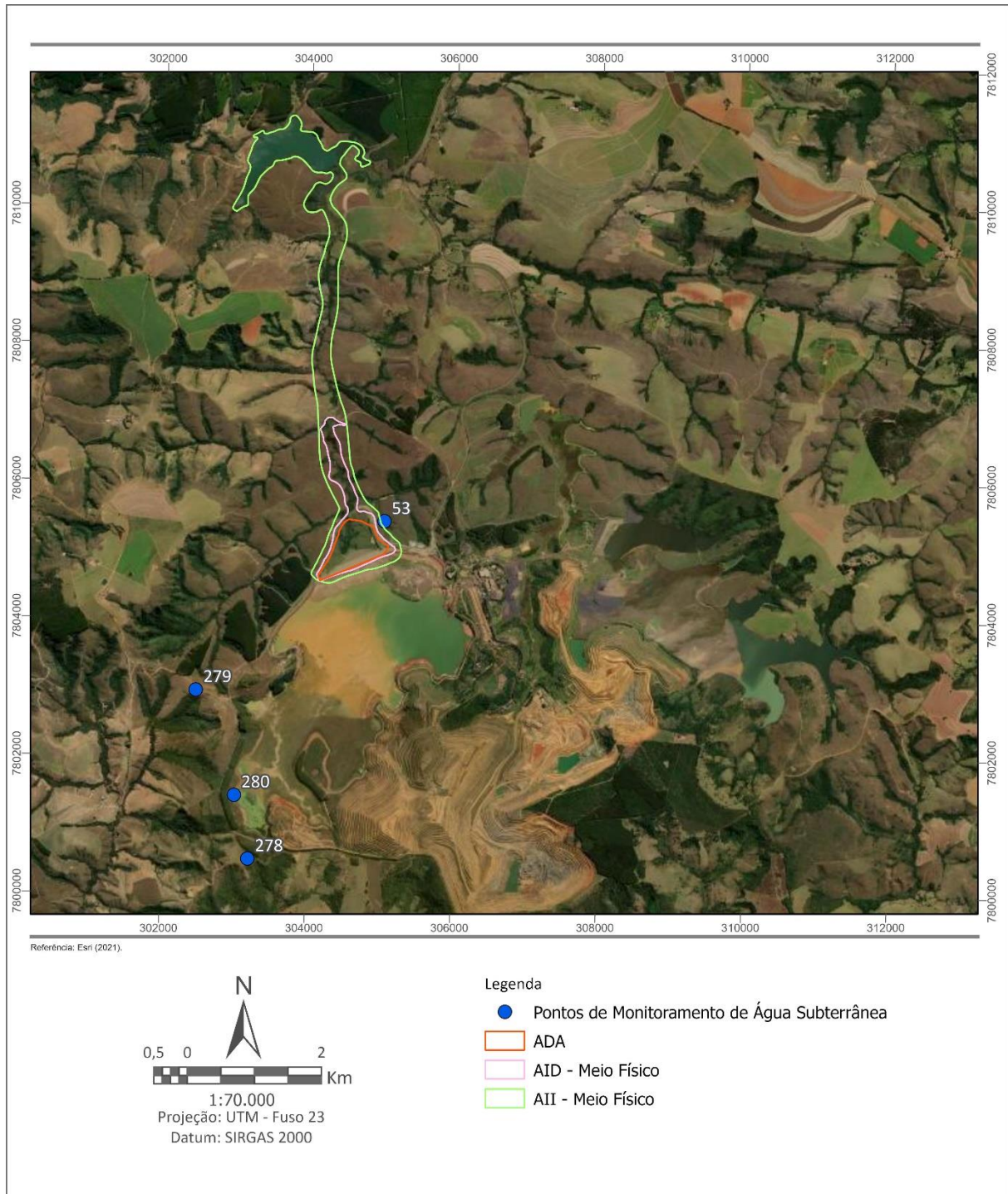
Vale lembrar que os resultados aqui apresentados servem para embasar o diagnóstico da área previamente à instalação das estruturas objetos de licenciamento.

As análises físico-químicas permitem a caracterização da água de forma pontual, indicando apenas o seu estado no momento da coleta, não registrando variações passadas. Análises periódicas, contudo, permitem avaliar as alterações provocadas nos cursos d'água ao longo de períodos determinados ou variações cíclicas, sendo capazes de informar sobre características gerais da água.

O monitoramento da qualidade da água subterrânea foi implantando pela Mosaic Fertilizantes para controle interno. Foram avaliados 4 pontos de coleta, escolhidos de acordo com sua localização em relação à ADA. As coordenadas dos pontos amostrados são exibidas no **Quadro 6.14** e a sua localização, na **Figura 6.41**.

**Quadro 6.14 – Coordenadas dos pontos de amostragem de água subterrânea.**

Ponto	Localização	Coordenadas UTM - Fuso 23 K Datum SIRGAS 2000	
		Longitude (m E)	Latitude (m S)
53	Piezômetro 1-L-1 - aterro próximo B-L-1	305.042	7.805.423
278	INA-630	303.213	7.800.501
279	INA-631	302.476	7.802.953
280	INA-632	303.018	7.801.426



**Figura 6.41 – Localização dos pontos de monitoramento de água subterrânea.**

Os resultados apresentados neste item foram fornecidos pela Mosaic Fertilizantes. A coleta e preservação das amostras foram realizadas pelo laboratório Bioética Ambiental, cujo certificado de acreditação se encontra no **Anexo E**. As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com o *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* em sua 22ª edição (Carranzo, 2012).

A coleta foi feita pelo método de purga baixa vazão, atendendo as especificações da norma ABNT NBR 15.847/2010. A baixa vazão consiste em um método de coleta baseado na estabilidade hidráulica da coluna d'água dentro do poço de monitoramento, de modo que sejam minimizadas perturbações no nível do lençol freático em decorrência da retirada de água ao longo do processo de bombeamento.

A primeira etapa dessa metodologia consiste no posicionamento da bomba no ponto médio da coluna d'água de cada poço, adotando-se uma vazão de bombeamento arbitrária, mas suficientemente baixa para que não cause o rebaixamento expressivo no nível d'água. A estabilidade hidráulica para permitir a coleta das amostras deve atender os seguintes padrões:

- Potencial Hidrogeniônico (pH) oscilando em  $\pm 0,2$ ;
- Temperatura da água oscilando em  $\pm 0,5$  °C;
- Oxigênio Dissolvido (OD) oscilando em  $\pm 0,2$  mg/L;
- Condutividade elétrica oscilando em  $\pm 5\%$ ;
- Potencial de redução (Eh) oscilando em  $\pm 5\%$ .

O monitoramento desses parâmetros físico-químicos foi realizado *in situ*, com auxílio de sondas multiparâmetros. O **Anexo E** apresenta o certificado de calibração desses equipamentos.

O **Quadro 6.15** exhibe o compilado de todos os parâmetros físico-químicos, químicos (metais e compostos inorgânicos e orgânicos) e biológicos avaliados para as águas subterrâneas.

**Quadro 6.15 – Parâmetros analisados para água subterrânea.**

Grupos	Parâmetros
Físico-Químicos	Alcalinidade, Condutividade Elétrica, Cor Verdadeira, pH, Sólidos Dissolvidos Totais, Sólidos Suspensos, Temperatura e Turbidez
Químicos	Alumínio Dissolvido, Alumínio Total, Antimônio, Arsênio, Bário, Berílio, Boro, Cádmio, Cálcio, Chumbo, Cianeto, Cloreto, Cloro Residual Livre, Cobalto, Cobre, Cromo, Ferro Dissolvido, Ferro Total, Fluoreto, Fósforo Dissolvido, Fósforo Total, Lítio, Magnésio Dissolvido, Manganês Dissolvido, Manganês Total, Mercúrio, Molibdênio, Níquel, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal, Potássio, Prata, Selênio, Sódio, Sulfato, Titânio, Urânio, Vanádio e Zinco
Biológicos	Coliformes Totais e <i>Escherichia coli</i>

#### 6.2.11.1 Padrões Legais

Para o estado de Minas Gerais, o Conselho Estadual de Política Ambiental e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos definem a norma que estabelece diretrizes para a qualidade das águas subterrâneas:

- Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 02/2010, que tem anexo I alterado pela DN COPAM nº 166/2011, estabelece os Valores Investigação (VI) para solos e águas subterrâneas, que são concentrações de determinadas substâncias acima das quais existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerando um cenário de exposição padronizado.

No âmbito nacional, o Conselho Nacional do Meio Ambiente dispõe das seguintes normas para definir os padrões para a qualidade das águas subterrâneas:

- Resolução Conama nº 396/2008, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

Dessa forma, para as análises de águas foram utilizados como referência os parâmetros estabelecidos pelas legislações nacionais e estaduais, considerando o valor mais restritivo.

#### 6.2.11.2 Apresentação e discussão dos dados

A periodicidade de monitoramento das águas subterrâneas no CMT varia para cada ponto. Para o Ponto 53, são realizadas amostragens mensais para análise com escopo reduzido (apenas alguns parâmetros físico-químicos) e também é feita uma coleta semestral para avaliação de um escopo mais completo (parâmetros físico-químicos, químicos e biológicos). Para os Pontos 278, 279 e 280, as coletas são de frequência semestral.

Da mesma forma como apresentado para as águas superficiais, para melhor contextualização da área de estudo, são apresentados os resultados semestrais existentes para os pontos de coleta avaliados e parâmetros mensurados nos anos de 2020, 2021 e 2022 (apenas primeiro semestre).

Para os parâmetros físico-químicos analisados, não há limites de qualidade estabelecidos pelas normas adotadas. Apesar disso, esses parâmetros são importantes para a estabilização do poço de monitoramento antes da coleta. Além disso, a alcalinidade e a condutividade elétrica são parâmetros de controle de água subterrânea que podem ser monitorados com o objetivo de se observar algum dado de distribuição anormal.

Em relação aos parâmetros químicos, alumínio dissolvido, cálcio, cloro residual livre, ferro dissolvido, fósforo total e dissolvido, lítio, magnésio dissolvido, manganês dissolvido, nitrogênio amoniacal, potássio e titânio não possuem valores de referência em nenhuma das legislações vigentes.

Os **Quadros 6.16** e **6.17** exibem os resultados obtidos nas amostras de água subterrânea para as campanhas de coleta realizadas em 2020, 2021 e 2022, com frequência semestral.

Os laudos analíticos com os resultados na íntegra são apresentados no **Anexo E**.



Quadro 6.16 – Resultados obtidos para os Pontos 53 e 278 nas campanhas semestrais de 2020 a 2022.

Parâmetros	Unidade	Conama 396/2008	COPAM/CERH 02/2010	Ponto 53					Ponto 278			
				mai/20	set/20	mar/21	set/21	mar/22	ago/20	mar/21	set/21	mar/22
<b>Físico-Químicos</b>												
Alcalinidade	mg/L	-	-	16,50	16,50	16,00	13,50	57,50	2,00	1,50	<2	2,00
Condutividade elétrica	µS/cm	-	-	65,55	54,44	80,30	61,17	142,50	11,75	9,01	8,64	6,65
Cor Verdadeira	UC	-	-	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
pH	-	-	-	6,01	6,94	6,23	6,33	6,72	6,75	7,02	6,58	6,45
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	1.000,00	-	34,00	32,00	32,00	40,00	86,00	<10,0	10,00	<10,0	54,00
Sólidos Suspensos	mg/L	-	-	<10,0	-	18,00	16,00	<10,0	76,00	102,00	382,00	108,00
Temperatura	°C	-	-	23,00	24,00	23,00	22,10	22,50	24,00	23,00	27,00	25,50
Turbidez	NTU	-	-	65,50	45,80	38,00	35,44	2,58	212,00	13,50	281,00	2,17
<b>Químicos</b>												
Alumínio Dissolvido	mg/L	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,08	<0,05	<0,05	<0,05
Alumínio Total	mg/L	0,20	3,50	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	0,14	0,54	0,07	1,09	<0,05
Antimônio	mg/L	0,005	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsênio	mg/L	0,01	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bário	mg/L	0,70	0,70	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Berílio	mg/L	0,004	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	<0,01	<0,01
Boro	mg/L	0,50	0,50	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Cádmio	mg/L	0,005	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cálcio	mg/L	-	-	4,79	5,02	3,87	5,40	20,67	2,94	0,90	6,07	2,69
Chumbo	mg/L	0,01	0,01	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008
Cianeto	mg/L	0,07	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Cloreto	mg/L	250,00	-	0,90	<0,80	0,92	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	1,79	1,14
Cloro residual livre	mg/L	-	-	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Cobalto	mg/L	-	0,005	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobre	mg/L	2,00	2,00	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	0,02	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008

Parâmetros	Unidade	Conama 396/2008	COPAM/CERH 02/2010	Ponto 53					Ponto 278				
				mai/20	set/20	mar/21	set/21	mar/22	ago/20	mar/21	set/21	mar/22	
Cromo	mg/L	0,05	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
Ferro Dissolvido	mg/L	-	-	<0,10	<0,10	<0,10	0,79	<0,10	0,19	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Ferro Total	mg/L	0,30	2,45	<b>3,81</b>	<b>2,61</b>	<b>2,18</b>	<b>2,62</b>	0,24	<b>0,48</b>	0,16	<b>2,12</b>	0,20	
Fluoreto	mg/L	1,50	-	0,13	0,12	0,11	0,16	0,13	0,06	0,22	<0,05	0,40	
Fósforo Dissolvido	mg/L	-	-	0,05	0,18	0,29	0,05	0,02	0,24	0,01	0,02	<0,01	
Fósforo Total	mg/L	-	-	0,83	0,55	0,92	0,09	0,17	0,22	0,24	0,03	0,02	
Lítio	mg/L	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Magnésio Dissolvido	mg/L	-	-	0,87	0,91	1,37	1,10	3,20	3,56	<0,25	0,51	0,30	
Manganês Dissolvido	mg/L	-	-	0,16	<0,03	0,13	0,21	<0,03	<0,03	<0,03	0,07	<0,03	
Manganês Total	mg/L	0,10	0,40	<b>0,19</b>	<b>0,18</b>	<b>0,16</b>	<b>0,25</b>	0,08	<0,03	0,07	<b>0,32</b>	<0,03	
Mercúrio	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
Molibdênio	mg/L	0,07	0,07	<0,10	<0,10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,0003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Níquel	mg/L	0,02	0,02	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008
Nitrato	mg/L	10,00	10,00	<0,20	0,31	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Nitrito	mg/L	1,00	-	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	-	-	<0,20	<0,20	0,22	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Potássio	mg/L	-	-	3,03	2,22	3,64	2,86	4,51	0,37	0,31	1,26	0,48	
Prata	mg/L	0,10	0,05	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Selênio	mg/L	0,01	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Sódio	mg/L	200,00	-	0,88	0,95	1,64	1,10	1,45	1,25	0,58	7,39	0,43	
Sulfato	mg/L	250,00	-	4,90	3,60	3,68	2,88	2,64	<0,80	<0,80	<0,80	2,50	
Titânio	mg/L	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Urânio	mg/L	0,015	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Vanádio	mg/L	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinco	mg/L	5,00	1,05	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,08	0,13	<0,06	
<b>Biológicos</b>													
Coliformes totais	NMP/100mL	-	-	240,00	-	<1	<1	5,00	<1	91,00	1.930,00	97,90	

Parâmetros	Unidade	Conama 396/2008	COPAM/CERH 02/2010	Ponto 53					Ponto 278			
				mai/20	set/20	mar/21	set/21	mar/22	ago/20	mar/21	set/21	mar/22
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	-	-	<1	-	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

**Laranja:** Concentração acima dos limites da Resolução Conama 396/2008, mas abaixo dos limites da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH 02/2010.

**Vermelho:** Concentração acima dos limites da Resolução Conama 396/2008 e da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH 02/2010.

Quadro 6.17 – Resultados obtidos para os Pontos 279 e 280 nas campanhas semestrais de 2020 a 2022.

Parâmetros	Unidade	Conama 396/2008	COPAM/CERH 02/2010	Ponto 279				Ponto 280			
				ago/20	mar/21	set/21	mar/22	set/20	jun/21	set/21	mar/22
<b>Físico-Químicos</b>											
Alcalinidade	mg/L	-	-	32,00	32,50	35,00	34,50	8,50	8,00	16,50	7,00
Condutividade elétrica	µS/cm	-	-	89,35	65,37	61,92	77,10	20,30	39,83	39,73	14,80
Cor Verdadeira	UC	-	-	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
pH	-	-	-	7,02	7,02	7,37	7,53	6,40	6,37	6,73	6,10
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	1.000,00	-	54,00	68,00	42,00	40,00	30,00	20,00	26,00	10,00
Sólidos Suspensos	mg/L	-	-	102,00	26,00	<10,0	74,00	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Temperatura	°C	-	-	23,00	23,00	28,10	26,00	22,00	23,50	28,50	27,00
Turbidez	NTU	-	-	26,30	23,20	2,10	1,93	36,00	1,31	4,85	2,41
<b>Químicos</b>											
Alumínio Dissolvido	mg/L	-	-	0,07	<0,05	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Alumínio Total	mg/L	0,20	3,50	<b>0,33</b>	<b>0,38</b>	0,09	0,16	<b>0,29</b>	0,07	0,11	0,20
Antimônio	mg/L	0,005	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsênio	mg/L	0,01	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bário	mg/L	0,70	0,70	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Berílio	mg/L	0,004	-	<0,005	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0003	<0,01	<0,01	<0,01
Boro	mg/L	0,50	0,50	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Cádmio	mg/L	0,005	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cálcio	mg/L	-	-	3,74	3,74	5,60	5,23	1,09	1,83	3,11	1,99
Chumbo	mg/L	0,01	0,01	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008
Cianeto	mg/L	0,07	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Cloreto	mg/L	250,00	-	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80
Cloro residual livre	mg/L	-	-	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Cobalto	mg/L	-	0,005	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobre	mg/L	2,00	2,00	0,01	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	0,01

Parâmetros	Unidade	Conama 396/2008	COPAM/CERH 02/2010	Ponto 279				Ponto 280			
				ago/20	mar/21	set/21	mar/22	set/20	jun/21	set/21	mar/22
Cromo	mg/L	0,05	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ferro Dissolvido	mg/L	-	-	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Ferro Total	mg/L	0,30	2,45	0,36	0,73	0,14	0,21	0,37	0,20	0,84	0,26
Fluoreto	mg/L	1,50	-	0,07	0,25	0,10	0,07	0,14	0,09	<0,05	<0,05
Fósforo Dissolvido	mg/L	-	-	<0,01	0,23	0,03	0,11	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
Fósforo Total	mg/L	-	-	0,05	0,45	0,06	0,13	0,03	0,18	0,03	<0,01
Lítio	mg/L	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Magnésio Dissolvido	mg/L	-	-	0,56	3,09	3,50	3,57	0,56	0,86	1,77	0,71
Manganês Dissolvido	mg/L	-	-	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,09	<0,03
Manganês Total	mg/L	0,10	0,40	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,17	0,07	0,80	<0,03
Mercurio	mg/L	0,001	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Molibdênio	mg/L	0,07	0,07	<0,0003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Níquel	mg/L	0,02	0,02	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008
Nitrato	mg/L	10,00	10,00	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Nitrito	mg/L	1,00	-	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	-	-	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Potássio	mg/L	-	-	0,43	2,08	2,09	2,40	1,22	0,84	1,65	0,88
Prata	mg/L	0,10	0,05	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Selênio	mg/L	0,01	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Sódio	mg/L	200,00	-	1,33	2,44	2,42	2,71	0,83	0,92	1,62	0,54
Sulfato	mg/L	250,00	-	<0,80	<0,80	0,92	<0,80	<0,80	0,85	1,72	1,51
Titânio	mg/L	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Urânio	mg/L	0,015	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Vanádio	mg/L	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinco	mg/L	5,00	1,05	0,09	0,09	<0,06	<0,06	<0,06	0,07	<0,06	<0,06
<b>Biológicos</b>											
Coliformes totais	NMP/100mL	-	-	<1	94,00	251,00	313,00	150,90	307,60	101,00	10,00

Parâmetros	Unidade	Conama 396/2008	COPAM/CERH 02/2010	Ponto 279				Ponto 280			
				ago/20	mar/21	set/21	mar/22	set/20	jun/21	set/21	mar/22
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	-	-	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

**Laranja:** Concentração acima dos limites da Resolução Conama 396/2008, mas abaixo dos limites da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH 02/2010.

**Vermelho:** Concentração acima dos limites da Resolução Conama 396/2008 e da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH 02/2010.

As substâncias que foram detectadas em desacordo com os padrões legais, em algum dos 3 pontos amostrados semestralmente, foram:

- Alumínio Dissolvido;
- Ferro Total;
- Manganês Total.

As Figuras 6.42 a 6.44, a seguir, apresentam os gráficos de concentrações dessas substâncias.

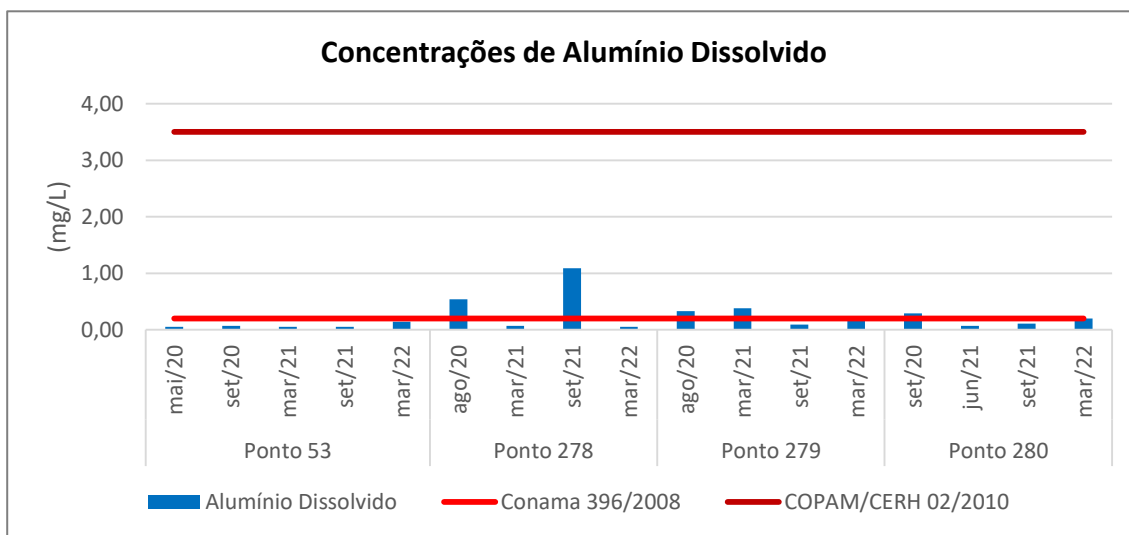


Figura 6.42 – Concentrações de alumínio dissolvido nas campanhas semestrais 2020 a 2022.

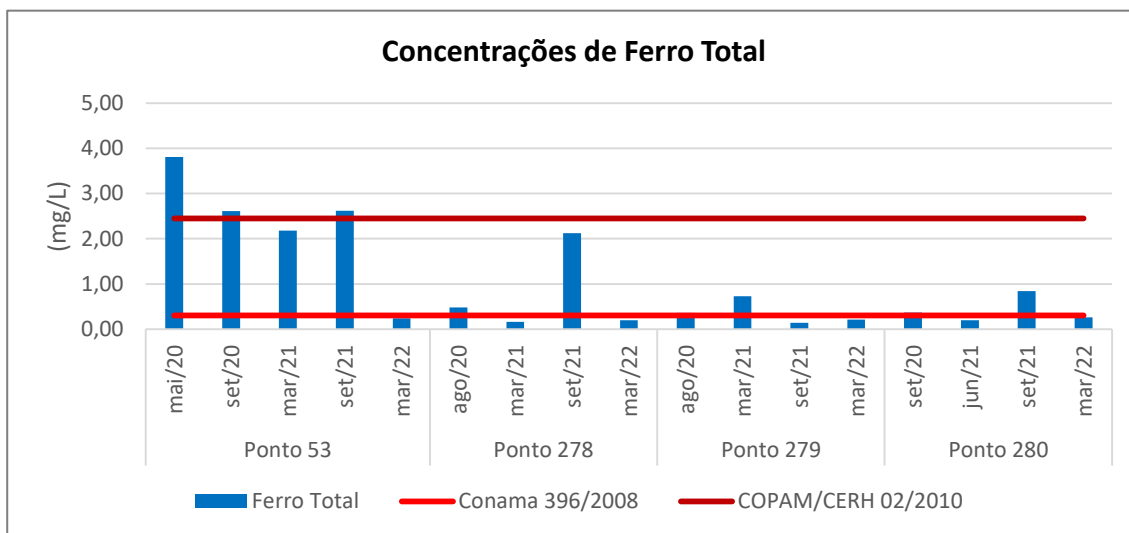


Figura 6.43 – Concentrações de ferro total nas campanhas semestrais 2020 a 2022.

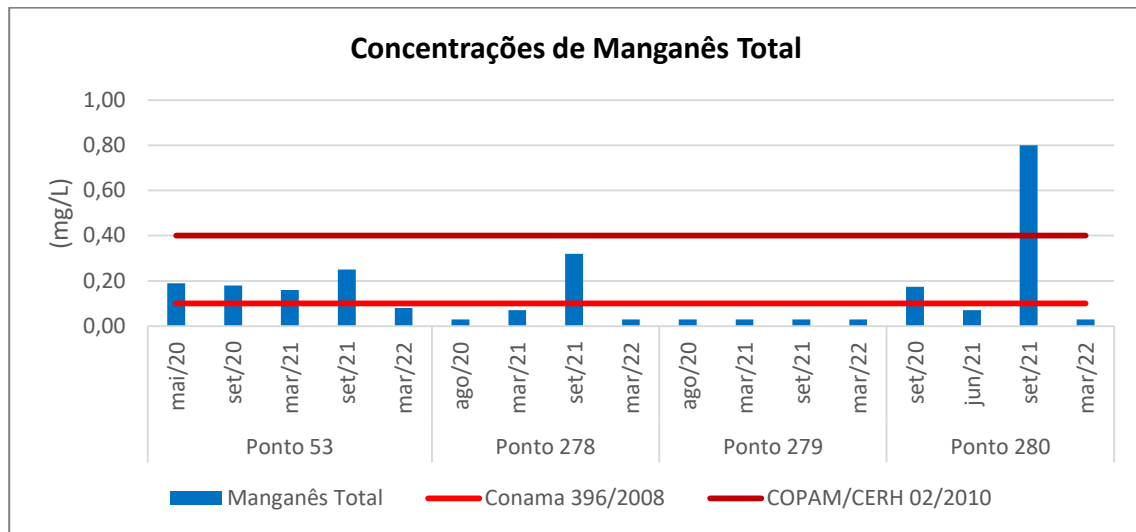


Figura 6.44 – Concentrações de manganês total nas campanhas semestrais 2020 a 2022.

Para o alumínio dissolvido, os resultados obtidos ultrapassaram os Valores Máximos Permitidos (VMP) da Resolução Conama 396/2008, mas ficaram abaixo dos limites estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH 02/2010, sendo estes últimos menos restritivos.

Ressalta-se que foram adotados os VMP da Conama 396/2008, cujo uso preponderante da água é para consumo humano. Entretanto, a água para consumo humano na unidade do CMT é obtida por meio de galões de água mineral, ou seja, não há pontos de captação de água subterrânea para esse fim.

Para o ferro total, alguns resultados se apresentaram acima dos VMP da Resolução Conama 396/2008, mas ficaram abaixo dos limites estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH 02/2010. Apenas para o Ponto 53, nas campanhas de maio e setembro de 2020 e setembro de 2021, foram detectadas concentrações de ferro acima da DN COPAM/CERH 02/2010, menos restritiva.

Em relação ao manganês, foram obtidas concentrações acima dos VMP da Resolução Conama 396/2008, mas abaixo dos limites da DN COPAM/CERH 02/2010, nos Pontos 53, 278 e 280. Contudo, apenas na campanha de setembro/2021 no Ponto 280 o teor ficou acima dos limites de ambas as normas.

Vale ressaltar que tanto para o alumínio dissolvido quanto para ferro total e manganês total, as concentrações obtidas na campanha mais recente (março/2022) estiveram de acordo com os padrões de qualidade adotados.

Conforme estudo de *background*, o qual analisou dados do Complexo de Mineração de Tapira de 2005 a 2012, a presença de alumínio, ferro e manganês nas águas relaciona-se com sua ocorrência natural nos solos. Durante o período chuvoso, é comum o arraste de partículas de solo para dentro dos corpos d'água, contribuindo, assim, para o aumento na concentração desse parâmetro.

Além disso, vale ressaltar que os metais ferro, alumínio e manganês são elementos essenciais a organismos vivos, possuem ampla e natural distribuição no solo e na água e possuem baixa toxicidade associada, não havendo a necessidade de implantação de medidas mitigadoras



para esses elementos. Esses elementos são muito abundantes na crosta terrestre e suas concentrações nas águas subterrâneas podem ser atribuídas às características geológicas da região, visto que há, no contexto da área, rochas e minerais ricos em alumínio, manganês e, principalmente, ferro.

Todos os demais parâmetros avaliados apresentaram concentrações de acordo com os limites máximos ditados pelas legislações vigentes.

É importante considerar que mesmo os parâmetros que não possuem valores de referência são úteis para a análise de desempenho do empreendimento e, portanto, recomenda-se a continuidade do programa de monitoramento das águas como forma de controlar possíveis desvios em suas concentrações na água subterrânea.

Dessa forma, pode-se considerar que até o momento não há evidências de que a qualidade das águas subterrâneas esteja comprometida pelas atividades desenvolvidas pelo empreendimento.

### 6.2.12 Qualidade do ar

O termo qualidade do ar é utilizado para descrever as condições do ar em determinado local, especificamente no que concerne à presença de poluentes. A determinação da qualidade do ar é realizada por meio de padrões baseados em estudos científicos que fixam os níveis de concentração de poluentes específicos.

Os poluentes podem ser classificados quanto ao seu tipo e quanto à sua origem. Podem ser primários, quando forem emitidos diretamente das fontes para a atmosfera, ou secundários, se resultantes de reações químicas que ocorrem na atmosfera, envolvendo poluentes primários. No que se refere a sua origem, os poluentes podem ser antropogênicos ou naturais. As fontes antropogênicas estão associadas a atividades humanas, como indústrias ou tráfego de veículos, ao passo que as fontes naturais englobam fenômenos da natureza, como emissões provenientes de erupções vulcânicas.

Os efeitos oriundos da presença de poluentes na atmosfera são variáveis em função do tempo de exposição e de suas concentrações. O estudo da poluição assume grande importância, pois os poluentes podem afetar diretamente a saúde humana (sobretudo em relação ao sistema respiratório), a fauna e a flora.

#### 6.2.12.1 Padrões Legais

No âmbito nacional, a Resolução Conama nº 491/2018 é a legislação que dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Consideram-se padrões de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos que, se ultrapassadas, poderão causar poluição ou degradação ambiental. Os poluentes considerados pela norma são: material particulado  $MP_{10}$ , material particulado  $MP_{2,5}$ , dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio, ozônio, fumaça, monóxido de carbono e Partículas Totais em Suspensão (PTS).

Por definição (Conama 491/2018), o  $PM_{10}$  é composto por partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 10  $\mu m$ . Já o  $PM_{2,5}$  apresenta diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 2,5  $\mu m$  e, por fim, o PTS apresenta partículas com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 50  $\mu m$ .

No monitoramento realizado no CMT, são avaliadas apenas as PTS.

A medição de qualidade do ar pode ser efetuada por dois métodos:

- a) Concentração média geométrica anual (MGA);
- b) Concentração média diária de 24 horas.

Para este trabalho, empregou-se o método da concentração média diária de 24 horas.

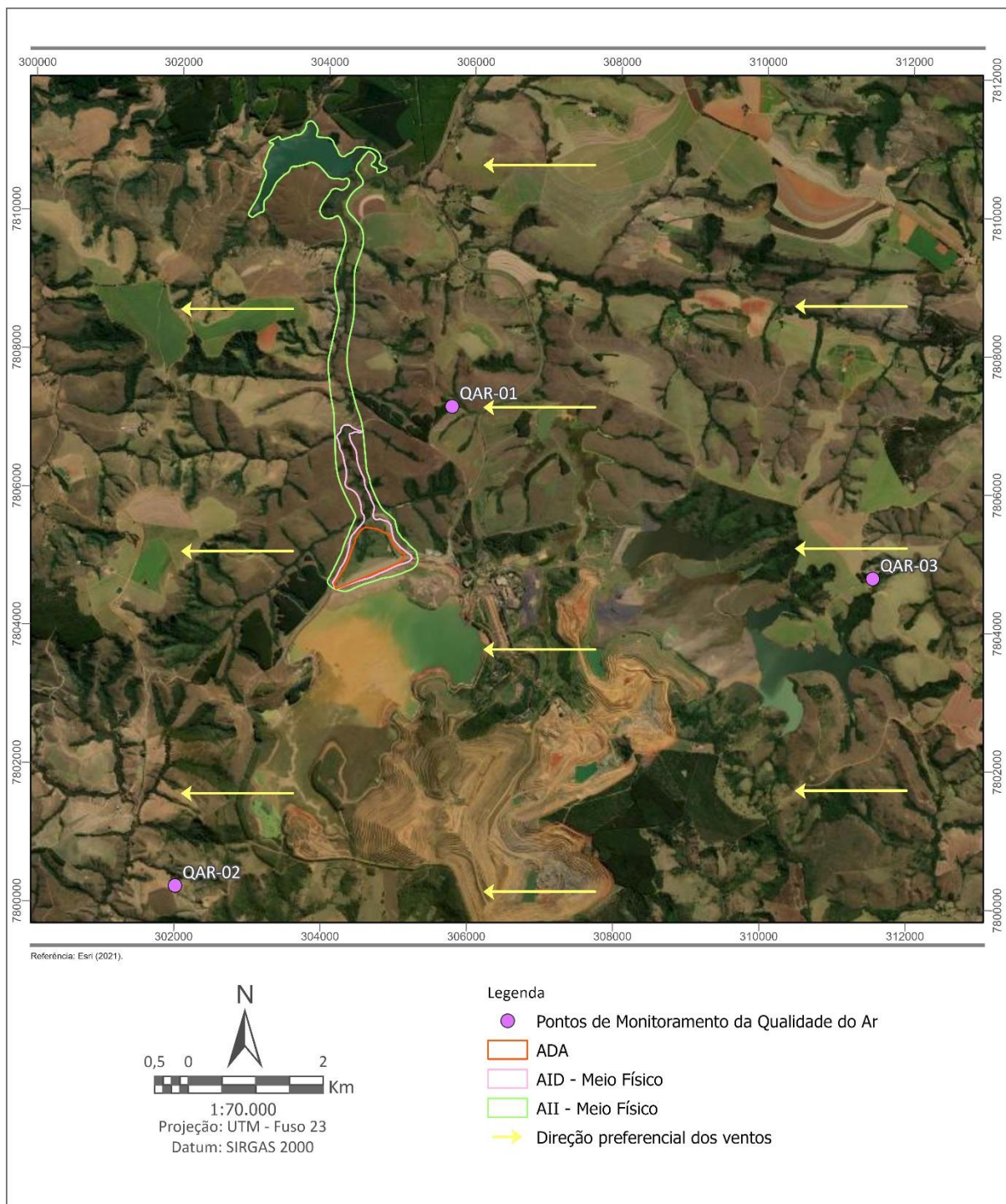
#### 6.2.12.2 Metodologia

Em maio de 2022, foi realizada uma campanha de amostragem da qualidade do ar, executada pela empresa Ecoar Monitoramento Ambiental Ltda. e acompanhada pela equipe técnica da MultiGeo. O relatório de monitoramento (Ecoar, 2022), na íntegra, consta no **Anexo F**.

Foram efetuadas medições da qualidade do ar em 3 pontos situados em propriedades rurais no entorno do CMT. As coordenadas dos pontos estão apresentadas no **Quadro 6.18** e a **Figura 6.45** traz o mapa de localização.

**Quadro 6.18 – Coordenadas dos pontos de monitoramento de qualidade do ar.**

Ponto	Localização	Coordenadas UTM - Fuso 23 K Datum SIRGAS 2000	
		Longitude (m E)	Latitude (m S)
QAR-01	Fazenda Boa Vista. Proprietários Sr. <sup>a</sup> Lindalva Borges Rodrigues e Sr. Enézio Aparecido Borges	305.725	7.807.207
QAR-02	Fazenda Bom Jardim. Proprietários Sr. <sup>a</sup> Eliana Santos e Sr. José Vicente Santos	302.011	7.800.240
QAR-03	Chapadão do Ipê. Proprietário André Carneiro	311.503	7.804.778



**Figura 6.45 – Localização dos pontos de monitoramento da qualidade do ar.**

As amostragens foram realizadas por meio de Hi-Vol ou amostrador de grande volume, que quantifica a concentração de poluentes que estão dispersos no ar. Consiste em um equipamento de amostragem contínua, realizada ao longo de toda uma operação e por um tempo pré-determinado. Nos pontos amostrais da unidade de Tapira, essa coleta é realizada durante 24 horas.

O Hi-Vol é constituído dos seguintes elementos:

- Casinhola de abrigo de alumínio, com tampa e porta;

- Porta-filtro/motor, moldura de aperto do filtro de fibra de vidro com telas em inox;
- Moto-aspirador com escovas (120 V);
- Registrador contínuo de vazão;
- Variador de tensão (Vari-Vol);
- Timer digital (110 V);
- Horímetro eletromecânico (110 V);
- Painel de comando; e
- Kit de calibração.

O Hi-Vol é basicamente um sistema que aspira certa quantidade de ar ambiente através de um filtro instalado dentro de uma casinhola de abrigo, durante um período de amostragem de 24 horas, com tolerância de uma hora a mais ou a menos para não invalidar a amostragem. Como meio filtrante são utilizados filtros de fibra de vidro (padrão E55) com eficiência mínima de 99% para coleta de partículas totais em suspensão.

Após a instalação em cada um dos pontos, os equipamentos foram aferidos e, em seguida, iniciadas as amostragens. Todos os procedimentos foram realizados de acordo as instruções do fabricante.

Para o cálculo da concentração das partículas totais em suspensão é realizado o seguinte procedimento:

- a) O filtro é pesado (após equilíbrio de umidade) antes e após a coleta para se determinar o ganho líquido em massa;
- b) O volume de ar amostrado, corrigido para as condições padrão (25° C e 760 mmHg), é determinado a partir da vazão medida e do tempo de amostragem;
- c) A concentração de PTS no ar ambiente é calculada dividindo-se a massa de partículas coletadas pelo volume de ar amostrado.

A faixa de concentração na qual o método é considerado preciso é entre 2 e 750  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . O limite superior é determinado pelo ponto no qual o amostrador não pode mais manter a vazão especificada devido à perda de carga provocada pelo filtro carregado. O limite inferior, por sua vez, é determinado pela sensibilidade da balança e pelas fontes inerentes de erro.

### 6.2.12.3 Resultados e Discussões

Para cada ponto, foram realizadas 2 coletas, de 24 horas cada, do parâmetro PTS. O **Quadro 6.19** exibe os resultados obtidos. Em seguida, a **Figura 6.46** representa graficamente os resultados dessas medições em comparação com o limite estabelecido pela Resolução Conama nº 491/2018 (240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

**Quadro 6.19 – Resultados obtidos no monitoramento da qualidade do ar.**

Pontos		Data	PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
QAR 01	Coleta 1	24/05/22	36
	Coleta 2	25/05/22	27
QAR 02	Coleta 1	24/05/22	71
	Coleta 2	25/05/22	13

Pontos		Data	PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
QAR 03	Coleta 1	24/05/22	31
	Coleta 2	25/05/22	25

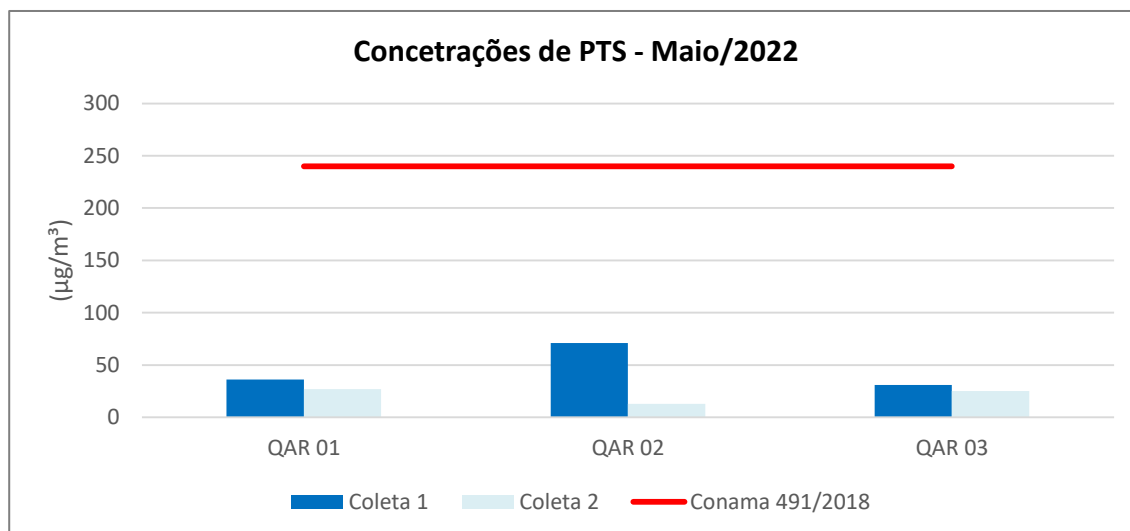


Figura 6.46 – Concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS).

Como observado no quadro e no gráfico, todos os resultados de concentração de Partículas Totais em Suspensão ficaram abaixo do limite permitido pela norma vigente e com qualidade do ar “boa”, que atende aos padrões da Conama 491/2018.

Dessa forma, pode-se considerar que até o momento não há evidências de que a qualidade do ar esteja comprometida pelas atividades desenvolvidas pelo empreendimento. Vale ressaltar também que os resultados aqui apresentados fornecem uma caracterização da área previamente ao depósito PDR-1 e, portanto, sem interferência desse projeto.

### 6.2.13 Ruídos

O som pode ser definido como qualquer variação de pressão do ar, água ou de outro meio que o ouvido humano possa detectar. Quando atinge níveis que causam desconforto, é chamado de ruído. O termo ruído é utilizado para descrever um som indesejável como o produzido por buzinas, explosões, barulhos de trânsito e máquinas.

Além de incômodo, o ruído pode causar irritabilidade, fadiga, distúrbio do sono, interferência na comunicação oral, queda do nível de atenção, entre outras consequências negativas. Ruídos em níveis elevados ou constantes podem causar danos à saúde e ao bem-estar do receptor, afetando aspectos físicos, psicológicos e sociais (MINISTÉRIO DA SAÚDE DO BRASIL, 2001).

Para um som ser percebido é necessário que ele esteja dentro da faixa de frequência captada pelo ouvido humano. Essa faixa, para um ouvido saudável, varia de 20 a 20.000 Hz (ou 20 kHz). Também é necessária certa variação de pressão para a percepção. Assim, a audição só ocorre quando as variações de pressão e a frequência de propagação estão dentro dos limites compatíveis com as características fisiológicas do ouvido humano.

Quando um objeto vibra, ou se movimenta, produz uma alteração no valor da pressão normal, provocando compressões e rarefações sucessivas. As ondas, ao penetrarem no ouvido, provocam vibrações que nos causam as sensações auditivas. Em suma, o som é uma onda longitudinal, com frequências compreendidas entre 20 Hz e 20 KHz, proveniente de uma fonte que coloca as partículas de um meio material (sólido, líquido ou gasoso) em movimento, acarretando uma variação de pressão, capaz de provocar sensações auditivas.

Dessa forma, o monitoramento de ruído visa o acompanhamento dos níveis de pressão sonora em pontos estratégicos localizados em áreas de influência das atividades operacionais do CMT, de forma a gerar dados para assegurar a adoção e a eficiência dos sistemas de controle ambiental associados e auxiliar na aplicação de medidas preventivas de geração de ruído.

#### 6.2.13.1 Padrões Legais

Os padrões legais, no que diz respeito à qualidade do nível do ruído na unidade de Tapira, são estabelecidos pelas seguintes normas:

- Resolução Conama nº 001/1990 – Dispõe sobre a poluição sonora a nível nacional.
- ABNT NBR 10.151/2019 – Acústica: Avaliação de ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade.
- Lei Estadual de Minas Gerais nº 10.100/1990 – 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.

No âmbito federal, a legislação aplicável é a Resolução Conama nº 001, de 08/03/90, que estabelece os limites e critérios para emissão de ruídos em decorrência de quaisquer atividades (industriais, comerciais, sociais, recreativas). Segundo esta resolução, os níveis de ruído deverão ser medidos de acordo com a norma ABNT NBR 10.151/2019 (Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade), que fixa as condições exigíveis para a avaliação da aceitabilidade do ruído ambiental.

A norma NBR 10.151/2019, em seu item 9.5.1, determina os limites de níveis de pressão sonora, de acordo com a finalidade de uso e ocupação do solo e o período, os quais estão reproduzidos no **Quadro 6.20**.

**Quadro 6.20 – Limites de níveis de pressão sonora.**

Tipos de área habitadas	Limites de níveis de pressão sonora (dB)	
	Período Diurno	Período Noturno
Área de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativas	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Adicionalmente, a referida Resolução também estabelece que os ruídos com níveis superiores aos considerados aceitáveis pela norma ABNT NBR 10.151/2019, supramencionada, são considerados prejudiciais à saúde e ao sossego público.

Essa norma especifica o método a ser adotado para medição e avaliação dos níveis de ruído e se baseia principalmente na aquisição de dados de Nível de Pressão Sonora Equivalente ( $L_{Aeq}$ ).

Os limites dos níveis de pressão sonora equivalente ( $RL_{Aeq}$ ) também são apresentados na lei estadual mineira nº 10.100/1990 como os valores de referência aos quais ruídos acima deste limite são considerados prejudiciais à saúde e ao sossego público. O **Quadro 6.21** traz a relação dos  $RL_{Aeq}$  de acordo com os tipos de habitações da área e ao período da medição.

**Quadro 6.21 – Limites de  $RL_{Aeq}$  em função do período**

$RL_{Aeq}$ (dB)	
Período diurno	Período noturno
70	60

Fonte: Lei Estadual de MG nº 10.100/1990.

#### 6.2.13.2 Metodologia

As amostragens dos níveis de ruídos no CMT foram realizadas pela empresa Ecoar Monitoramento Ambiental Ltda., conforme diretrizes estabelecidas pela norma ABNT NBR 10.151/2019, e acompanhadas pela equipe técnica da MultiGeo. O relatório de monitoramento (ECOAR, 2022), na íntegra, consta no **Anexo G**.

As medições foram efetuadas a 1,2 metros do solo e no mínimo a 2 metros de distância das paredes e outras superfícies refletoras, conforme disposto pela norma.

O equipamento utilizado foi um sonômetro da marca 01dB, modelo Solo Master 01, devidamente calibrado para uso. Para isso, utilizou-se o calibrador acústico modelo Cal31.

O medidor de pressão sonora foi ajustado para as avaliações dos níveis de ruído equivalente ( $L_{Aeq}$ ) em dB, com circuito de compensação (A) e, com leitura em resposta rápida, a cada 5 segundos, totalizando 120 medidas em um período de 10 minutos. As medidas foram efetuadas nos períodos diurno e noturno, durante o funcionamento do Complexo de Mineração de Tapira.

Em todas as avaliações foram utilizadas o protetor para o microfone (*wind-screen*), constituído de uma esfera de esponja de poliuretano poroso, com o intuito de evitar a interferência dos ventos.

Em cada ponto de medição foram feitas leituras no período diurno (7h às 17h) e noturno (entre às 22h e 7h), acompanhadas de uma ficha de registro com as especificidades encontradas no local a fim de caracterizar as possíveis fontes de ruído.

Os resultados das medições realizadas pelo sonômetro foram compilados no formato de um relatório de ruído gerado pelo *software* dBtrait 5.5.

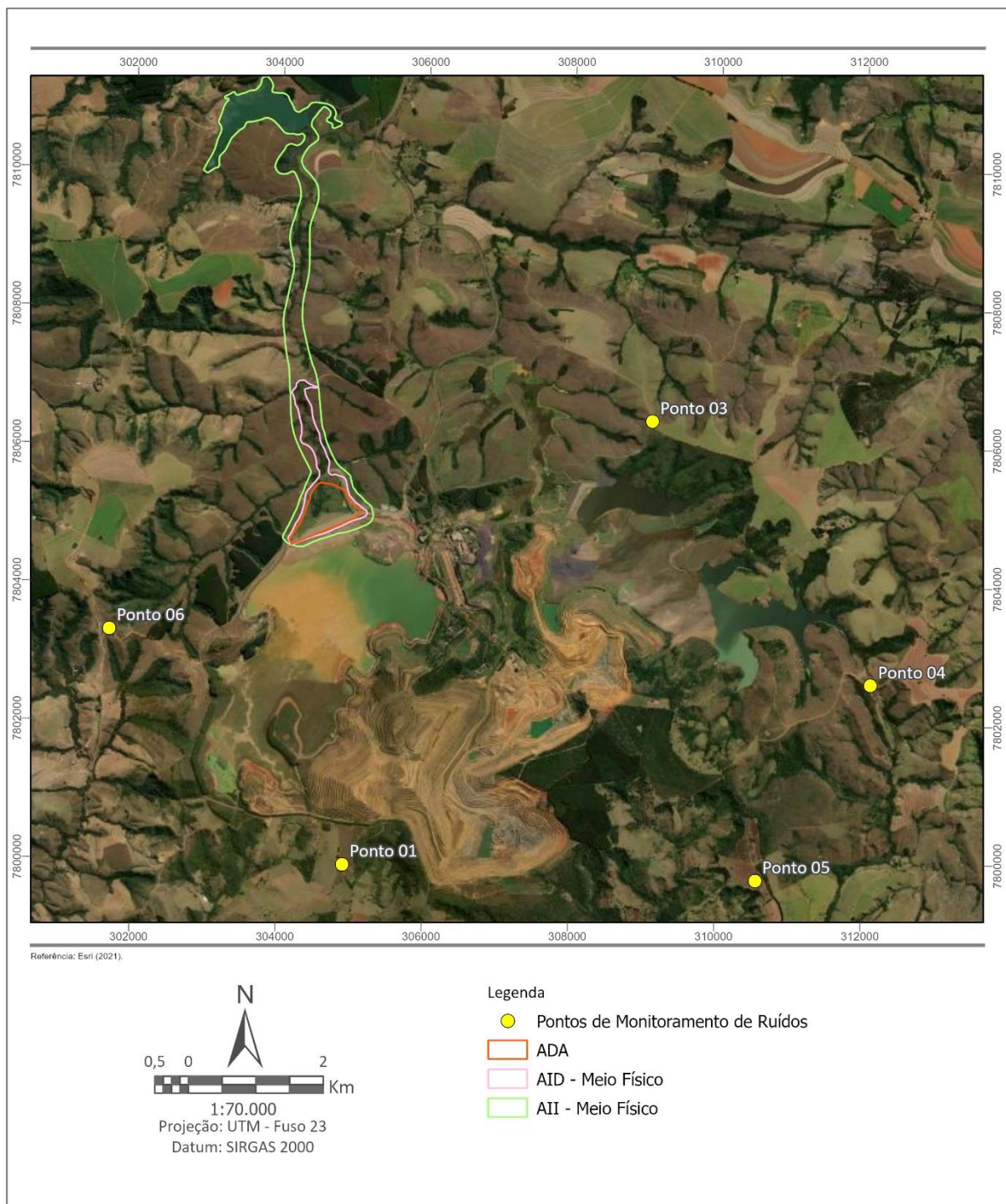
A última campanha de monitoramento foi realizada no mês de maio de 2022, na qual foram efetuadas medições dos níveis de ruído ambiente em 5 pontos na área de influência do CMT.

As coordenadas desses pontos estão dispostas no **Quadro 6.22** e sua localização é apresentada na **Figura 6.47**.

**Quadro 6.22 – Coordenadas dos pontos de monitoramento de ruídos.**

Ponto	Descrição	Coordenadas geográficas (UTM) SIRGAS 2000 - Fuso 23 K	
		Longitude (m E)	Latitude (m S)
Ponto 01	R01 Assentamento Bom Jardim	304.908	7.799.935
Ponto 03	R03 Mirante Ambiental	309.087	7.806.381
Ponto 04	R04 Sr. Juquinha	312.107	7.802.590
Ponto 05	R05 Geraldo Souza	310.556	7.799.755
Ponto 06	R06 Mineroduto	301.684	7.803.316





**Figura 6.47 – Localização dos pontos de monitoramento de ruídos.**

### 6.2.13.3 Resultados e Discussão

Os parâmetros de limite de ruído (dB) dos pontos amostrados, para análise e interpretação dos resultados, seguiram o estabelecido pela ABNT NBR 10.151/2019 para área rural, dada a localização dos pontos, cujo limite é de 40 dB(A) no período de dia e 35 dB(A) no período da noite. Adicionalmente, também foram considerados os limites previstos na Lei Estadual de Minas Gerais nº 10.100/1990, que estabelece um máximo de 70 decibéis dB(A) durante o dia e 60 decibéis dB(A) durante a noite.

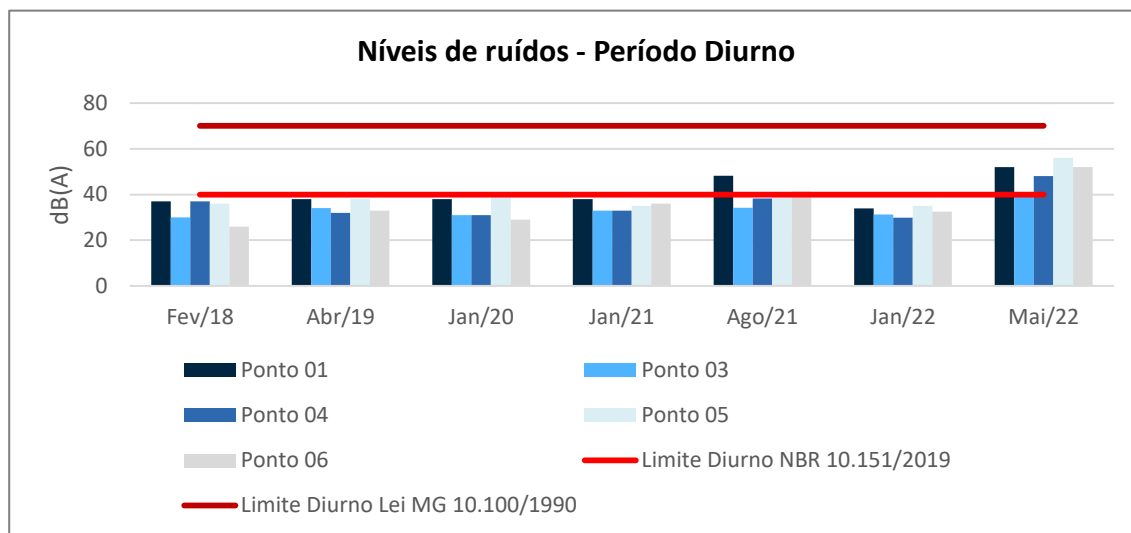
Para avaliação dos níveis de ruídos na área do CMT, foi considerado um histórico de 7 campanhas de monitoramento, incluindo a campanha atual, a saber: fevereiro/2018, abril/2019, janeiro/2020, janeiro/2021, agosto/2021, janeiro/2022 e maio/2022.

Os valores obtidos nos pontos monitorados, nas 7 campanhas consideradas, estão apresentados no **Quadro 6.23**. Em seguida, as **Figuras 6.48** e **6.49** exibem os gráficos com os resultados obtidos nas 7 campanhas de monitoramento dos níveis de ruídos no CMT consideradas no histórico.

**Quadro 6.23 – Resultados obtidos de níveis de ruídos – Diurno e Noturno.**

Pontos	ABNT NBR 10.151/2019		Lei Estadual MG nº 10.100/1990		Campanhas de monitoramento													
	Diurno	Noturno	Diurno	Noturno	fev/18		abr/19		jan/20		jan/21		ago/21		jan/22		mai/22	
					Diurno	Noturno	Diurno	Noturno	Diurno	Noturno	Diurno	Noturno	Diurno	Noturno	Diurno	Noturno	Diurno	Noturno
Ponto 01					37,0	30,0	38,0	34,0	38,0	33,0	38,0	33,0	48,2	44,0	33,9	33,9	52,0	37,0
Ponto 03					30,0	33,0	34,0	33,0	31,0	32,0	33,0	27,0	34,2	49,8	31,2	30,3	39,0	30,0
Ponto 04	40	35	70	60	37,0	28,0	32,0	30,0	31,0	32,0	33,0	26,0	38,3	32,4	29,8	26,3	48,0	26,0
Ponto 05					36,0	30,0	38,0	34,0	40,0	34,0	35,0	33,0	38,8	36,1	35,0	31,4	56,0	41,0
Ponto 06					26,0	33,0	33,0	33,0	29,0	32,0	36,0	32,0	41,4	32,4	32,5	33,0	52,0	33,0

**Laranja:** Valores, em dB(A), superiores aos limites da norma ABNT NBR 10.151/2019, mas inferiores aos da Lei Estadual MG nº 10.100/1990.



**Figura 6.48 – Valores dos níveis de ruídos no período diurno.**

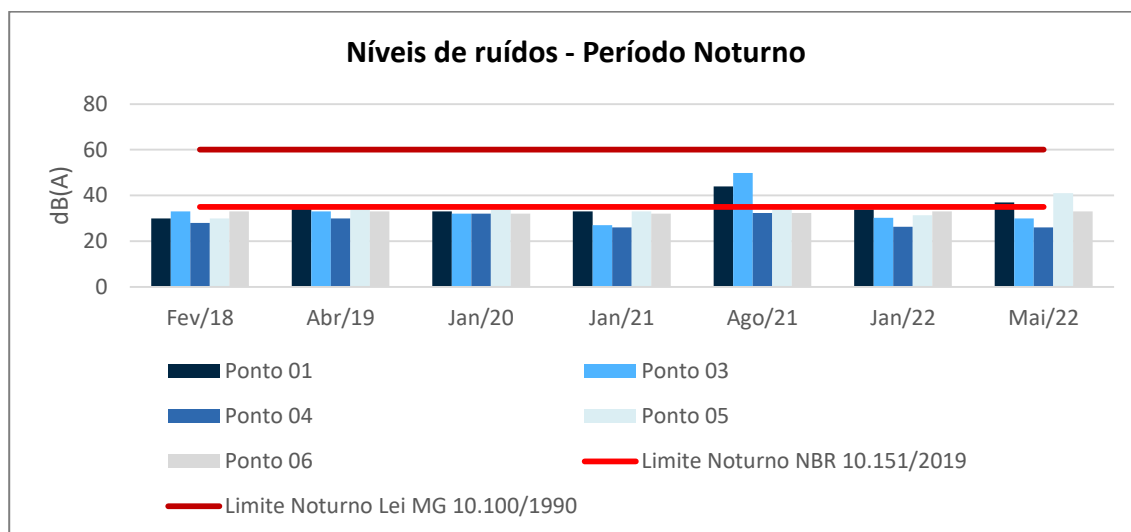


Figura 6.49 – Valores dos níveis de ruídos no período noturno.

Nota-se que, no histórico apresentado, há valores de níveis de ruídos acima da norma NBR 10.151/2019, porém todos são inferiores aos limites estabelecidos pela legislação estadual.

A partir do conhecimento dos níveis de ruído no entorno, considerando as fontes geradoras e as circunstâncias dos locais no momento das medições, pode-se concluir que, apesar de alguns resultados obtidos para o monitoramento de ruídos estarem acima do limite definido pela NBR 10.151/2019, não foi captado pelo medidor de pressão sonora nenhum tipo de ruído proveniente das atividades operacionais de mineração do CMT, e, portanto, os valores de som residual ( $L_{res}$ ) são iguais aos valores de  $L_{Aeq}$ .

Vale evidenciar que os maiores picos captados pelo medidor são provenientes de fontes externas, sobretudo da fauna local, tais como: grilos, cigarras, cães, animais selvagens e pássaros, como aponta o **Quadro 6.24**. Destaca-se também a existência de uma via, próximo aos pontos de medições, interligando a cidade de Tapira a outros empreendimentos próximos do CMT. Por intervenção do que foi exposto, constata-se que o ruído ambiente já ultrapassa o limite definido pela referida legislação.

Quadro 6.24 – Caracterização das fontes sonoras.

Eventos percebidos durante as medições				
Ponto	Período diurno		Período noturno	
	Eventos da fonte monitorada	Som residual	Eventos da fonte monitorada	Som residual
P-01	Nenhum evento percebido	Motos e veículos particulares, ventos balançando as folhas	Nenhum evento percebido	Ventos balançando as folhas
P-03	Nenhum evento percebido	Ventos balançando as folhas	Nenhum evento percebido	Grilos/cigarras
P-04	Nenhum evento percebido	Veículos, Ventos balançando as folhas	Nenhum evento percebido	Grilos/cigarras
P-05	Nenhum evento percebido	Motos e veículos particulares, ventos balançando as folhas	Nenhum evento percebido	Ventos balançando as folhas

Eventos percebidos durante as medições				
Ponto	Período diurno		Período noturno	
	Eventos da fonte monitorada	Som residual	Eventos da fonte monitorada	Som residual
P-06	Nenhum evento percebido	Motos e veículos particulares, ventos balançando as folhas	Nenhum evento percebido	Veículos (ao fundo)

Dessa forma, pode-se considerar que até o momento não há evidências de que as atividades desenvolvidas pelo empreendimento causem alterações nos níveis de ruídos. Vale ressaltar também que os resultados aqui apresentados fornecem uma caracterização da área previamente ao depósito PDR-1 e, portanto, sem interferência desse projeto.

### 6.2.14 Vibrações

Durante os monitoramentos de ruídos realizados em agosto/2021 e em maio/2022, foram também realizadas, nos mesmos pontos, medições para o monitoramento de vibrações no CMT.

As vibrações ocorrem no terreno quando são executados os desmontes de rochas nas frentes de lavra para exploração do minério. No caso do CMT, os desmontes por explosivo são pouco frequentes. Ocorrem apenas esporadicamente, quando surgem rochas mais consolidadas na frente de lavra. Segundo Dinis da Gama (1998), apenas cerca de 5 a 15% da energia termoquímica liberada no processo de desmonte é efetivamente aproveitada para fragmentar a rocha e, portanto, a maior parte da energia contida nos explosivos é transferida ao ambiente circundante, podendo resultar em efeitos colaterais (como vibrações no terreno e pressão acústica) que podem conduzir a conflitos socioambientais com as comunidades vizinhas.

Os parâmetros de avaliação dos riscos inerentes ao desmonte de rochas com uso de explosivos são: vibração no terreno, pressão acústica ou ruído e ultralanchamento. A seguir serão apresentados os resultados obtidos para vibrações.

#### 6.2.14.1 Padrões Legais

A vibração no terreno deve ser avaliada pela magnitude e frequência de vibração de partícula. O parâmetro utilizado para a avaliação é a velocidade de vibração de partícula de pico (PPV), sendo considerada a maior velocidade de suas três componentes ortogonais (vertical, transversal e longitudinal).

Os limites de velocidade da PPV associada à sua respectiva frequência são os valores acima dos quais podem ocorrer danos estruturais.

No âmbito nacional, a norma que define esses valores é a ABNT NBR 9.653/2018, que consiste em um guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em área urbana.

O **Quadro 6.25** exibe os limites de velocidade da PPV segundo a norma supracitada. Vale lembrar que 1 Hz corresponde a uma oscilação por segundo.

**Quadro 6.25 – 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

\* Para valores de frequência abaixo de 4 Hz, deve ser utilizado como limite o critério de deslocamento de partícula de pico de no máximo 0,6 mm (de zero a pico).

#### 6.2.14.2 Metodologia

Em maio/2022, o monitoramento de vibrações no CMT foi realizado pela empresa Ecoar Monitoramento Ambiental Ltda. e acompanhado pela equipe técnica da MultiGeo. O relatório de monitoramento (ECOAR, 2022), na íntegra, consta no **Anexo H**.

Para registrar os níveis de vibração pelo terreno e de pressão acústica foi utilizado um sismógrafo, que é composto por um geofone (sensor que capta as vibrações no terreno) e por um microfone (sensor que capta os níveis de ruído).

O geofone foi fixado ao meio de propagação, no caso, no solo. Em seguida, o equipamento foi nivelado e direcionado para as operações do CMT.

As medições foram realizadas em dois períodos, diurno e noturno.

Os métodos de referência utilizados nos ensaios realizados consistem nas normas:

- ABNT NBR 9.653/2018 – Determinação da velocidade de vibração de partícula (vibrações do terreno) e a determinação da pressão acústica (ondas de ar) de um ponto especificado em relação a uma determinada fonte de vibração.
- ABNT NBR 15.928/2011 – Ensaio não destrutivo – Análise de vibrações – Terminologia.

Os pontos nos quais foram realizadas as medições de vibrações coincidem com os 5 pontos de monitoramento de ruídos na campanha de maio/2022, cujas coordenadas constam no **Quadro 6.22**, apresentado no item anterior deste documento. A **Figura 6.50** ilustra a localização desses pontos.

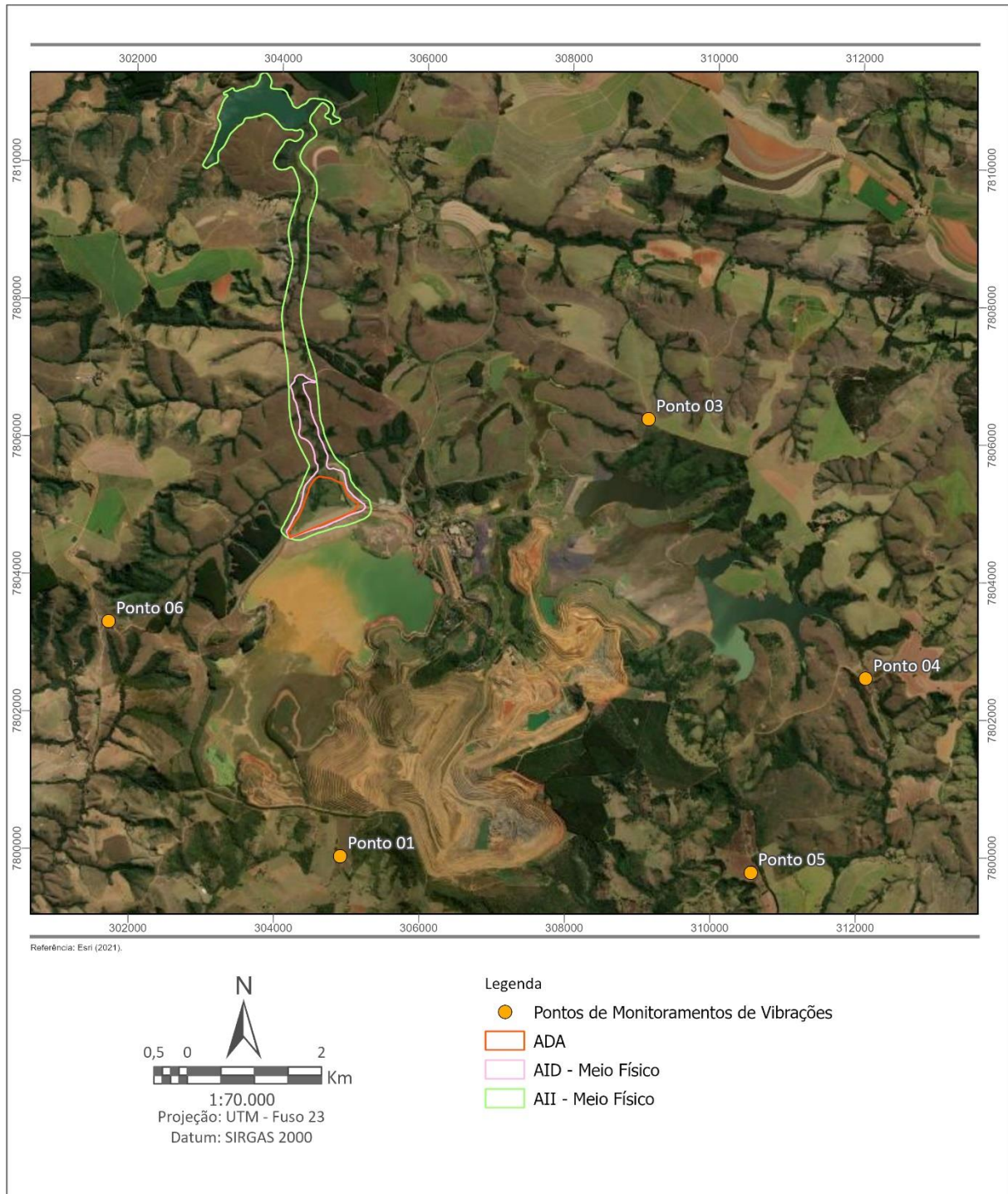


Figura 6.50 – Localização dos pontos de monitoramento de vibrações.

### 6.2.14.3 Resultados e Discussão

Para compor o panorama sobre os resultados de vibrações, são apresentados os resultados obtidos na campanha atual (maio/2022) juntamente com o histórico de resultados obtidos na campanha de agosto/2021, também acompanhada pela equipe técnica da MultiGeo.

O **Quadro 6.26** traz os valores de velocidade de vibração de partícula de pico e de pressão acústica, referentes aos monitoramentos diurno e noturno, realizados em agosto/2021 e

maio/2022. Em ambos os monitoramentos, os resultados ficaram abaixo do limite de quantificação do método, sendo <0,5 mm/s em 2021 e <0,127 mm/s em 2022.

**Quadro 6.26 – Resultados obtidos no monitoramento de vibrações.**

Pontos		Agosto/2021				Maio/2022				Pressão acústica dB(L)
		PPV (mm/s)								
		Eixo Transversal	Eixo Vertical	Eixo Horizontal	Resultante	Eixo Transversal	Eixo Vertical	Eixo Horizontal	Resultante	
Ponto 01	Diurno	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<0,127	<0,127	<0,127	<b>&lt;0,127</b>	<100
	Noturno	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<0,127	<0,127	<0,127	<b>&lt;0,127</b>	<100
Ponto 03	Diurno	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<0,127	<0,127	<0,127	<b>&lt;0,127</b>	<100
	Noturno	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<0,127	<0,127	<0,127	<b>&lt;0,127</b>	<100
Ponto 04	Diurno	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<0,127	<0,127	<0,127	<b>&lt;0,127</b>	<100
	Noturno	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<0,127	<0,127	<0,127	<b>&lt;0,127</b>	<100
Ponto 05	Diurno	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<0,127	<0,127	<0,127	<b>&lt;0,127</b>	<100
	Noturno	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<0,127	<0,127	<0,127	<b>&lt;0,127</b>	<100
Ponto 06	Diurno	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<0,127	<0,127	<0,127	<b>&lt;0,127</b>	<100
	Noturno	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<0,127	<0,127	<0,127	<b>&lt;0,127</b>	<100

Vale ressaltar que não houve a geração de sismogramas dos pontos de monitoramento, pois o sismógrafo foi programado para disparar com vibrações de velocidade a partir de 0,127 mm/s e 100 dB(L), o que não foi possível visto que os valores de velocidade de partícula de pico, em todas as três componentes (transversal, vertical e longitudinal), ficaram abaixo do limite de quantificação do método. Por esse motivo, não foi possível realizar a medição de frequência durante o monitoramento de maio/2022, conforme apresentado no relatório do **Anexo H**.

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que os valores de PPV se encontram de acordo com a norma brasileira ABNT NBR 9.653/2018. Dessa forma, pode-se concluir que as atividades desenvolvidas no CMT seguem os procedimentos necessários para garantir a manutenção de níveis adequados de vibrações no terreno.

### 6.2.15 Áreas Contaminadas

Nesse item são apresentadas as informações sobre as etapas de gerenciamento de áreas contaminadas, conforme diretrizes da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 02/2010.

Segundo a Feam (2021), no processo de gerenciamento de áreas contaminadas, são consideradas áreas com potencial de contaminação aquelas onde foram ou estão sendo desenvolvidas atividades com potencial de poluição do solo e águas subterrâneas, como atividades minerárias, industriais, de infraestrutura e de serviços e comércio atacadista listadas na Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017.

A partir de 2007, a Feam passou a manter um banco de dados com informações sobre as áreas contaminadas e reabilitadas cadastradas no Estado de Minas Gerais. A classificação das áreas sob suspeita de contaminação ou contaminadas subdivide-se em:

- Área com Potencial de Contaminação (AP);
- Área Suspeita de Contaminação (AS);
- Área Contaminada sob Investigação (AI);
- Área Contaminada sob Intervenção (ACI);
- Área em Monitoramento para Reabilitação (AMR); e
- Área Reabilitada para Uso Declarado (AR).

De acordo com os dados do inventário de áreas contaminadas, realizado pela Feam, em 2021, foram registradas 687 áreas contaminadas e reabilitadas em Minas Gerais, das quais aproximadamente 29% estão em gerenciamento pela Prefeitura de Belo Horizonte (FEAM, 2021).

No inventário de 2021 (FEAM, 2021), não há nenhuma área contaminada ou sob suspeita de contaminação cadastrada no município de Tapira.

O maior número de empreendimentos com áreas contaminadas cadastradas em Minas Gerais corresponde a postos de combustíveis, com cerca de 74% do total, enquanto atividades minerárias e indústrias químicas correspondem a cerca de 4%.

Conforme descrito no item 2 deste documento, as operações no CMT tiveram início há mais de 40 anos, em 1979. As atividades do empreendimento são voltadas à extração de minério fosfatado e titânio, e ao beneficiamento e expedição de concentrado fosfático.

Apesar da ausência de áreas contaminadas cadastradas em Tapira, devido às atividades desenvolvidas no CMT, deve-se atentar para o potencial de contaminação em certas áreas do empreendimento.

Em agosto de 2021, a equipe da Multigeo realizou uma visita técnica para identificação de áreas com potencial para contaminação na unidade do CMT.

Destacam-se os postos de combustíveis existentes na unidade, sendo dois antigos desativados e dois atuais em operação, visto que os principais grupos de contaminantes identificados nas áreas levantadas pela Feam (2021) são os dos compostos orgânicos, destacando-se os hidrocarbonetos aromáticos (BTEX) e os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), que são encontrados principalmente em combustíveis e derivados de petróleo, incluídos solventes, óleos e graxas.

Os postos de combustível investigados que estão em operação do CMT consistem no Posto do Escritório Central (gasolina) e no Posto do Escritório da Mina (diesel). As **Fotos 6.17 a 6.20** ilustram algumas das estruturas dos postos ativos do CMT.





Foto 6.17 – Tanques aéreos de armazenamento de combustível do escritório da Mina.



Foto 6.18 – Detalhe de tubulações de abastecimento de tanques do Posto do escritório da Mina.

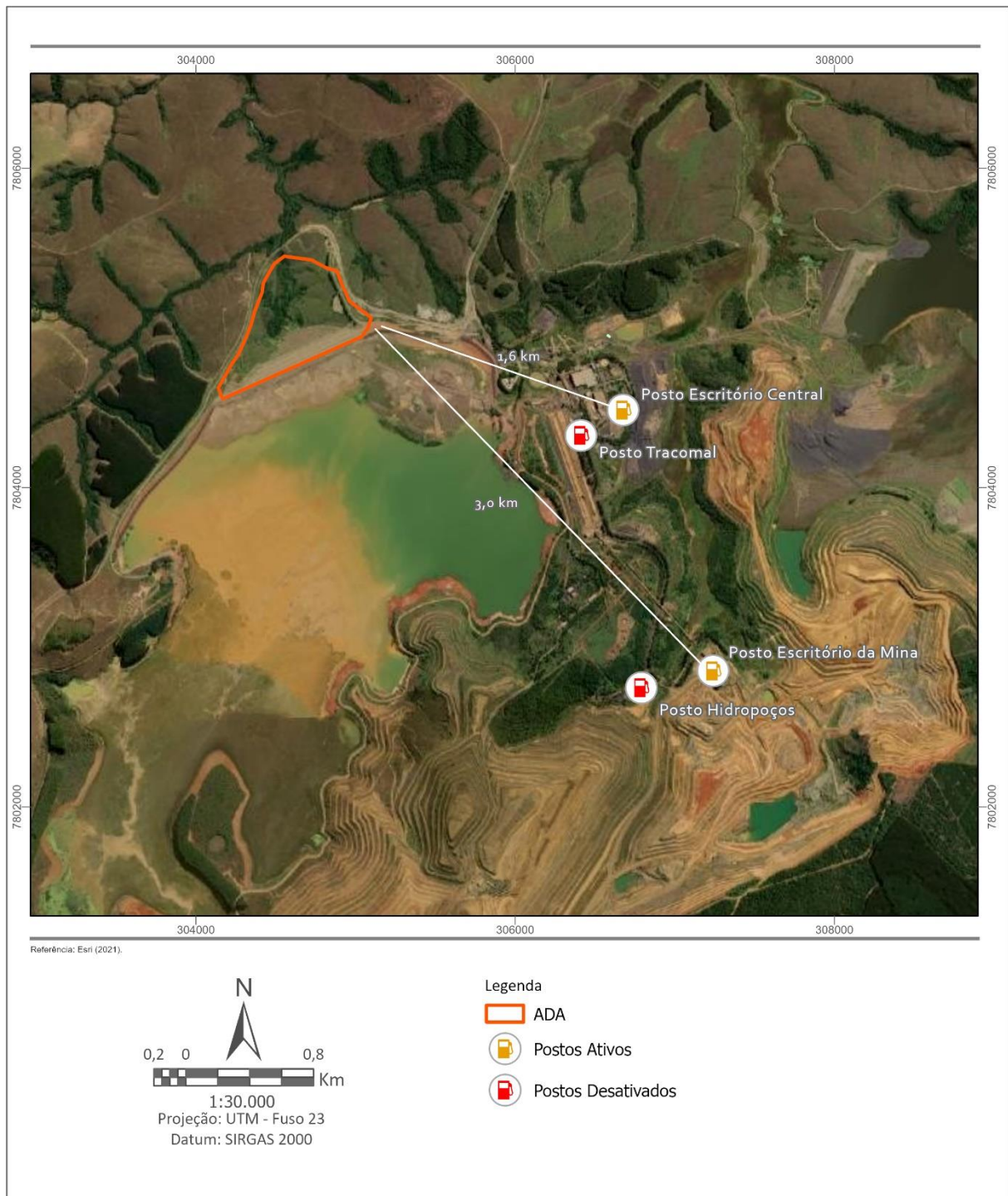


Foto 6.19 – Vista geral do posto do escritório central.



Foto 6.20 – Detalhe de tampas dos tanques aterrados.

A **Figura 6.51** mostra a localização dos postos de combustível no CMT e indica a distância dos postos ativos até a ADA do depósito PDR-1. Nota-se que as estruturas investigadas se encontram relativamente distantes da ADA, sendo a menor distância avaliada em 1,6 km, aproximadamente.



**Figura 6.51 – Localização dos postos de combustível ativos e inativos do CMT.**

Além dos postos de combustível, outros locais da área industrial da unidade podem ser considerados fontes potenciais, tais como:

- Área de tancagem de reagentes;
- Área do piso inferior da usina de moagem;
- Oficina Central;
- Pátio de sucatas;
- Pátio de Resíduos Industriais;

- Área de Tancagem IBQ (Ireco Britante Química);
- Área da antiga Oficina Fagundes;
- ETE Central e *Ponds*; e
- Pátios de armazenamento e manutenção.

A seguir, são descritas as operações e estruturas presentes nessas áreas. Cabe destacar que não existem pontos de captação de água subterrânea em nenhum desses locais. Na unidade, a água para consumo humano é obtida por meio de galões de água mineral e a água para uso secundário provém da rede do complexo.

Na área de tancagem de reagentes se encontram tanques aéreos de armazenamento dos reagentes, contendo soda cáustica 50% e 10%, amido (fubá), sulfato de alumínio, óleo mineral, óleo sintético diluído e óleo vegetal.

Vale ressaltar que o solo é todo impermeabilizado e a área toda é dotada de canaletas e bacias de contenção para coleta de possíveis vazamentos, cujos efluentes são direcionados para uma caixa Separadora Água e Óleo (Caixa SAO) e, esporadicamente, encaminhado para sistema de tratamento de efluentes da Mosaic. Os resíduos são todos de classe II, sendo segregados em recipientes identificados e coletados periodicamente por empresa especializada.

As **Fotos 6.21 a 6.24** apresentam detalhes da unidade de tancagem de reagentes.



**Foto 6.21 – Detalhe de tancagem com caixas de contenção de vazamentos.**



**Foto 6.22 – Detalhe de Caixa SAO para contenção de vazamentos.**



**Foto 6.23 – Detalhe do maquinário com caixa de contenção de vazamentos.**



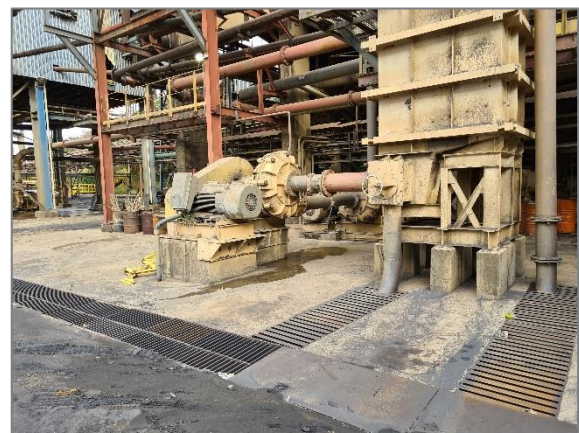
**Foto 6.24 – Detalhe de canaletas de coleta e destinação de efluentes de vazamentos.**

A área do piso inferior da usina de moagem é onde o óleo lubrificante utilizado para o correto funcionamento dos moinhos é escoado. Esporadicamente, também são utilizados solventes para limpeza do maquinário da usina. No dia da visita técnica, algumas das bombonas contendo óleo estavam armazenadas sem a presença de caixas de contenção de vazamentos, porém o piso é todo impermeabilizado e apresenta canaletas para coleta em caso de vazamentos. Essas calhas, conforme informado por funcionário da usina, são direcionadas para ETE de resíduos industriais.

São encontrados resíduos sólidos espalhados pelo pátio, provenientes de avarias no processo de moagem, porém todos de classe IIB. Há, ainda, resíduos perigosos (como estopas contaminadas por óleo), que são armazenados em bombonas e destinados por empresa especializada. As **Fotos 6.25 a 6.28** ilustram a área do piso inferior da usina de moagem.



**Foto 6.25 – Vista geral das tubulações e maquinário no piso da Usina de moagem.**



**Foto 6.26 – Detalhe das canaletas para coleta de vazamentos.**



**Foto 6.27 – Bombonas contendo óleo armazenadas sem caixa de contenção.**



**Foto 6.28 – Outras bombonas de armazenamento.**

A Oficina Central é utilizada desde 1979 como oficina de equipamentos e máquinas pesadas, com setores de borracharia, lavagem, troca de óleo, lubrificação e desengraxantes. Toda a área possui piso impermeabilizado, com canaletas de contenção de efluentes direcionadas para a ETE de efluentes industriais, localizada nas proximidades da oficina. Parte do galpão é utilizado como almoxarifado, onde são armazenados diversos produtos, alguns químicos,

outros de menor periculosidade. A oficina apresenta também uma caixa SAO. O esgotamento é encaminhado para o sistema de coleta do CMT e posteriormente tratado em ETE.

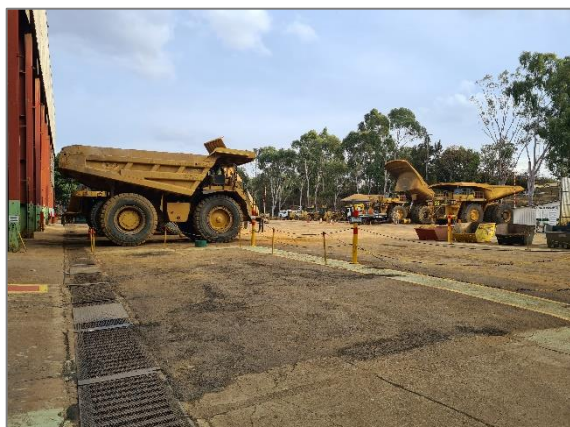
As **Fotos 6.29 a 6.32** ilustram em detalhes algumas instalações da Oficina Central.



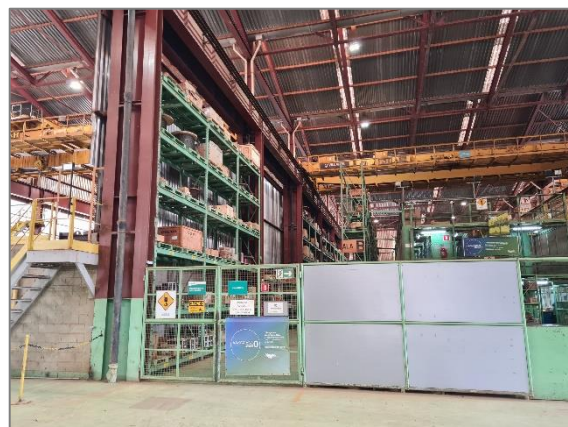
**Foto 6.29 – Área de lavagem de peças, com canaletas de coleta de efluentes.**



**Foto 6.30 – Pátio da oficina e seus diversos departamentos.**



**Foto 6.31 – Pátio de manutenção de veículos pesados, com canaletas de contenção de efluentes.**



**Foto 6.32 – Almoxarifado com diversos produtos armazenados.**

O pátio de sucatas é o local no qual é feito o armazenamento temporário de diversos tipos de resíduos, como sucata de metal, madeira, borracha. Os resíduos são coletados por empresa especializada e destinados a aterros de classe II ou à reciclagem, dependendo do tipo de material.

O pátio não é pavimentado e, portanto, o solo se encontra exposto, sem qualquer tipo de proteção contra intempéries. O pátio é provido de um banheiro químico, higienizado periodicamente por empresa especializada.

As **Fotos 6.33 a 6.35** ilustram em detalhes o pátio de sucatas.



**Foto 6.33 – Sucatas armazenadas em solo não pavimentado.**



**Foto 6.34 – Resíduos não perigosos armazenados em solo não pavimentado.**



**Foto 6.35 – Detalhe de solo não pavimentado no pátio de sucatas.**

No Pátio de Resíduos Industriais, são armazenados temporariamente resíduos classe I em baias cobertas, com pisos impermeabilizados, que possuem sistema de drenagem e canaletas, em caso de acidentes. Também são armazenados resíduos de classe II em caçambas expostas ao tempo e em solo exposto, sem sistemas de contenção de vazamentos. O pátio é provido de banheiro, água potável, fossa séptica e demais itens de infraestrutura necessários. Todos os resíduos são coletados por empresas especializadas, e destinados conforme seletividade para aterros licenciados e ou para reprocessamento, reciclagem ou venda. Toda saída de resíduos é previamente emitido o MTR – Manifesto de Transporte de Resíduos.

Por fim, vale ressaltar a presença de três caixas de contenção no Pátio de Resíduos Industriais.

As **Fotos 6.36 a 6.39** ilustram em detalhes as características deste pátio.



Foto 6.36 – Resíduos perigosos armazenados em bombonas.



Foto 6.37 – Resíduos não perigosos acondicionados em caçambas.



Foto 6.38 – Sistema de tratamento de efluentes por biodigestor.



Foto 6.39 – Caixas de contenção.

Na Área de Tancagem IBQ (Ireco Britante Química) ocorre fabricação e armazenamento de emulsões bombeáveis para detonação na mineração. Em suas dependências, há tanques aéreos para armazenamento da emulsão (nitrito de amônio e óleo marítimo), do nitrito de sódio e do ácido acético. Há uma caixa separadora de água e óleo instalada no local com o objetivo de reter os óleos provenientes da manutenção de equipamentos no local. Por se tratar de uma área restrita, devido à natureza dos produtos ali armazenados, não foi possível fotografar o local durante a visita técnica.

Na área da antiga Oficina Fagundes era realizada manutenção de caminhões e máquinas utilizados na lavra e decapeamento. No local, encontra-se um tanque de óleo lubrificante. Esta oficina, conforme informado por funcionários da Mosaic, foi demolida há alguns anos.

A ETE Central e os *Ponds* são estruturas construídas para o tratamento dos efluentes sanitários gerados no CMT, que são destinados por gravidade ao sistema de tratamento por lodo ativado, que fica retido em tanques aterrados até que se complete o tratamento. A operação da ETE é feita por profissionais capacitados.

As **Fotos 6.40 e 6.41** ilustram as estruturas da ETE Central e dos *Ponds*.



Foto 6.40 – Visão geral da ETE Central.



Foto 6.41 – Detalhe dos tanques de tratamento e tubulações do sistema.

Os pátios de armazenamento e manutenção, ilustrados nas **Fotos 6.42 a 6.45**, são pátios a céu aberto, com piso impermeabilizado, sem sistemas de contenção de vazamento de efluentes. Os materiais são armazenados sobre *pallets* e consistem em produtos químicos diversos e maquinário utilizado no complexo.



Foto 6.42 – Bombonas sobre pallets para armazenamento de produtos químicos.



Foto 6.43 – Materiais diversos armazenados no pátio.



Foto 6.44 – Detalhe de materiais dispostos no pátio de manutenção.



Foto 6.45 – Diversos materiais dispostos no pátio de manutenção.



A **Figura 6.52** apresenta a localização das fontes potenciais em relação aos limites da área do depósito PDR-1 (ADA). Nota-se que a ADA se encontra a aproximadamente 2,6 km da área de tancagem do IBQ e cerca de 1,3 km da oficina central, indicando pouca ou nenhuma influência de possíveis contaminantes dos locais investigados na área do PDR-1.

Vale ressaltar que, quanto ao uso e ocupação do solo no entorno do CMT, nota-se uma baixa densidade de ocupação, com uso predominante rural, sem atividades com potencial de contaminação nas regiões vizinhas.

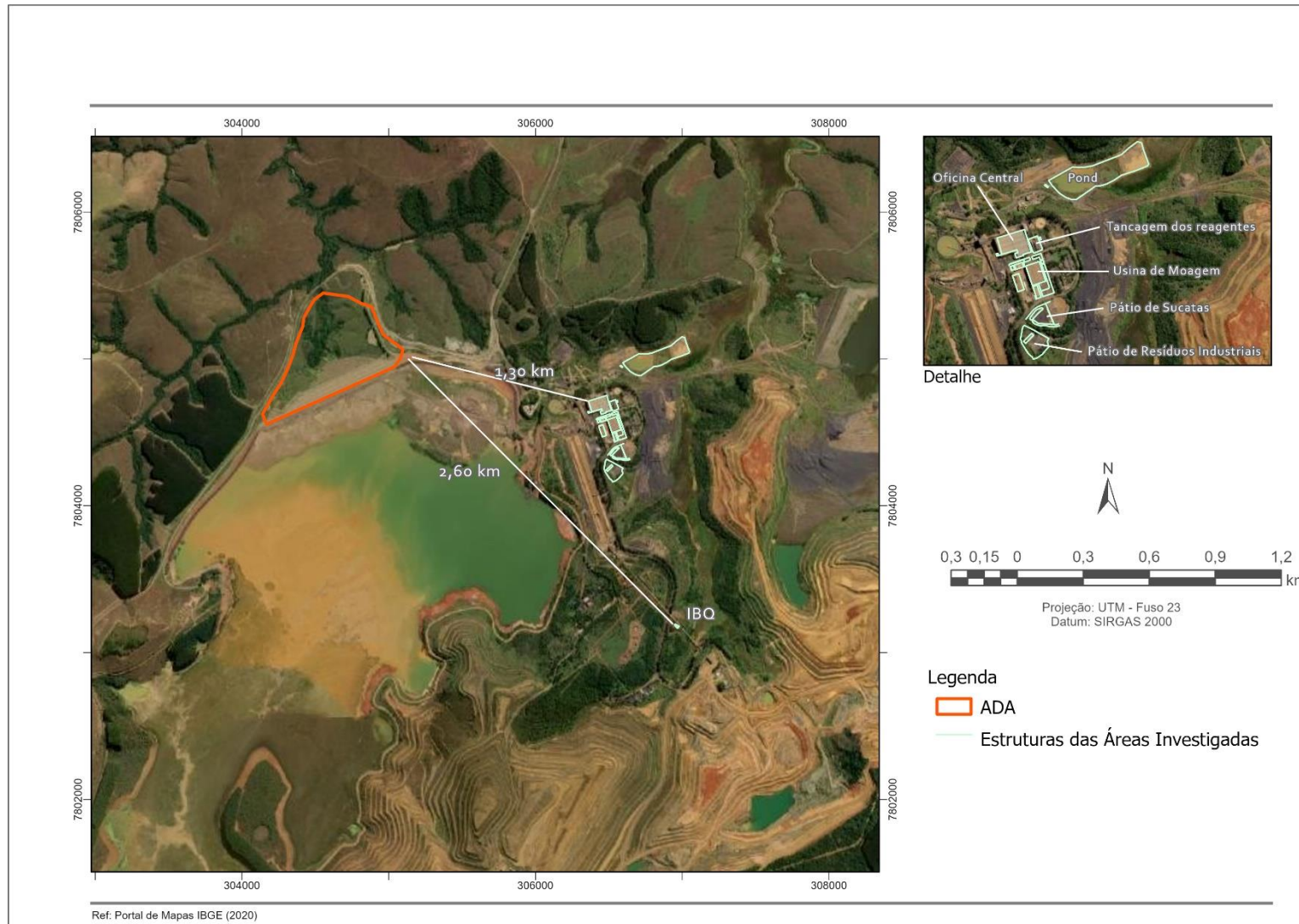


Figura 6.52 – Localização das fontes potenciais.

## 6.3 MEIO BIÓTICO

O objetivo deste item é caracterizar os principais componentes da biota e sua interação com os ecossistemas predominantes na área de estudo, partindo-se da contextualização regional para a apresentação e análise das informações sobre as áreas de influência direta e indiretamente afetadas.

### 6.3.1 Delimitação das áreas de influência

A Área de Influência Direta – AID do meio biótico foi traçada considerando os impactos diretos à biota terrestre e aquática. Abrange uma área que circunda a ADA, fragmentos florestais e também áreas próximas com reflorestamento de eucalipto que podem funcionar como abrigo temporário e corredor de fauna. Com relação às bacias de drenagem (hidrografia), engloba, na porção sul, as cabeceiras do córrego da Mata. Na porção oeste, engloba a cabeceira do córrego Bom Jardim. Na porção norte, engloba as cabeceiras do córrego Potreiro e na porção leste, as cabeceiras do córrego Boa Vista.

A Área de Influência Indireta – All é uma faixa envoltória externa à AID abrangendo ainda algumas áreas com fragmentos florestais (ciliares ou não) que eventualmente possam sofrer impactos indiretos à biota, principalmente no que se refere aos deslocamentos de fauna. O limite sul está localizado no córrego da Mata a aproximadamente 7.300 m do limite da AID e já próximo à área urbana de Tapira, a cerca de 2.300 m de distância. A porção leste engloba alguns fragmentos florestais ciliares localizados em nascente afluentes do córrego Boa Vista. Esta área foi englobada na All em função dos fragmentos florestais, não apenas por conta da biota aquática que possa estar presente nas cabeceiras do córrego Boa Vista.

A porção oeste engloba alguns fragmentos de mata ciliar das nascentes afluentes do córrego Bom Jardim, além de algumas pastagens com árvores isoladas e fragmentos florestais expressivos nas encostas circundantes à AID.

Já na porção norte/nordeste, a All extrapola ligeiramente a AID englobando alguns pequenos fragmentos florestais localizados nas nascentes afluentes do córrego Potreiro e córrego Boa Vista.

A **Figura 6.53** ilustra as áreas de influência do meio biótico.

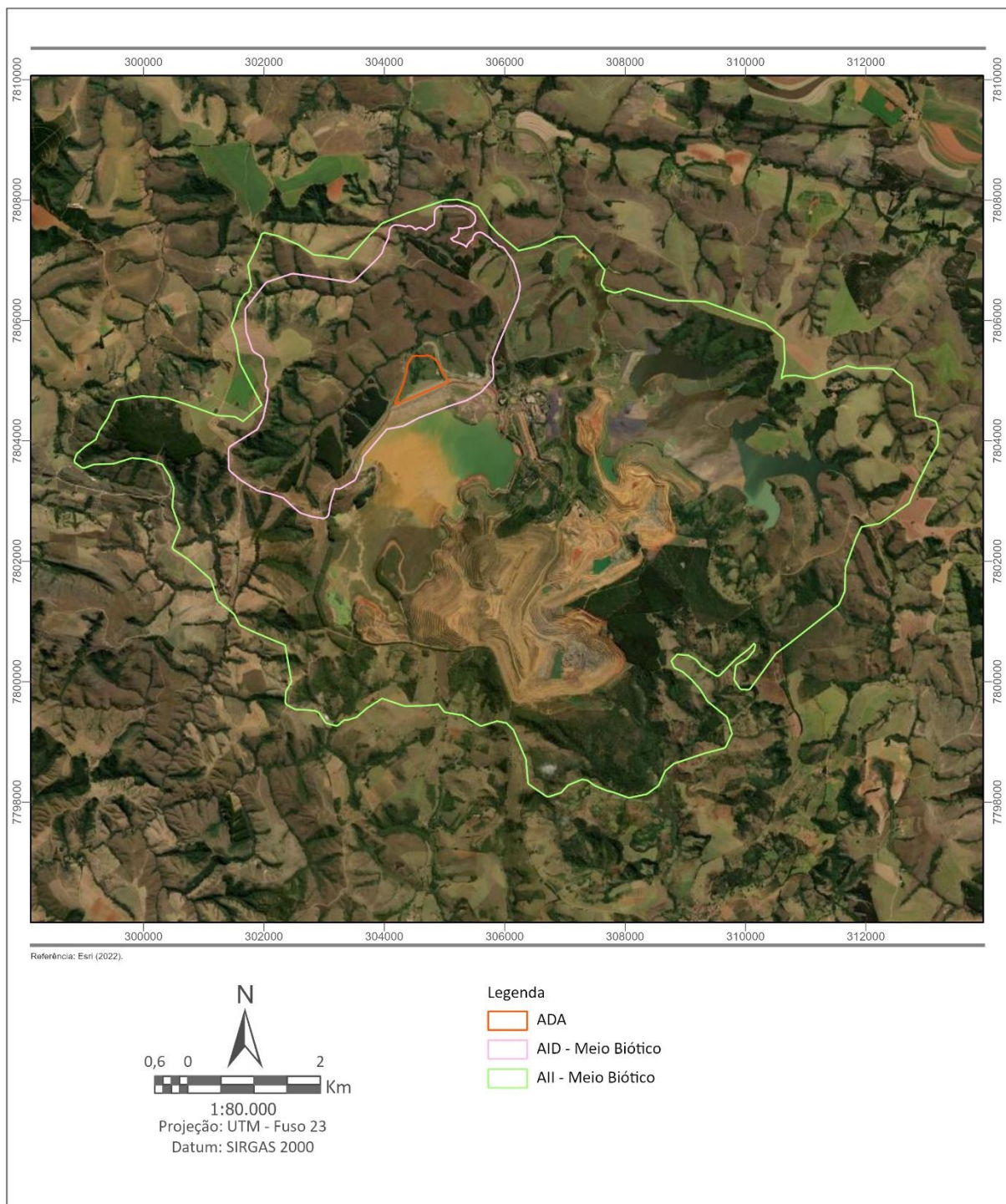


Figura 6.53 – Áreas de influência do meio biótico.

## 6.3.2 Flora

### 6.3.2.1 Metodologia

#### 6.3.2.1.1 Levantamento de dados

O levantamento de dados de flora na área de estudo foi realizado a partir de uma campanha de campo, executada entre os dias 17 e 20 de maio de 2022, para obtenção de dados

primários, caracterização da vegetação, levantamento de dados florísticos, fitossociológicos, execução de inventário florestal e mapeamento do uso e ocupação do solo.

Na ADA (Área Diretamente Afetada), foram realizadas amostragens florísticas, fitossociológicas (inventário florestal) e mapeamento da cobertura vegetal, enquanto na AID foi realizada apenas a caracterização da vegetação, com levantamento de espécies vegetais e mapeamento da cobertura vegetal.

A amostragem da composição florística foi realizada através do Método de Caminhamento (FILGUEIRAS et al., 1994), que consiste em levantamentos florísticos qualitativos expeditos, por fisionomia reconhecida e que propicia, além da caracterização da vegetação, a elaboração de uma lista de espécies. A amostragem florística incluiu espécies arbóreas, arbustivas, herbáceas e lianas.

As espécies encontradas no estudo foram identificadas por técnicos com conhecimento em botânica, com base no sistema de classificação *Angiosperm Phylogeny Group IV* (APG IV, 2016). Para as espécies não identificadas em campo foi realizada uma descrição morfológica dos principais caracteres vegetativos e reprodutivos (quando presente), e fotografadas para posterior identificação. Para confirmação taxonômica foram utilizadas chaves dicotômicas, bibliografias específicas e consultado herbários virtuais, como *Neotropical Herbarium Specimens*, *Royal Botanic Gardens*, REFLORA.

Na ADA, foram demarcadas unidades amostrais (parcelas) para obtenção de dados fitossociológicos e estimativa do volume de madeira. Também foi realizado o censo florestal (inventário 100%) de árvores isoladas inseridas em áreas antrópicas.

A amostragem fitossociológica (inventário florestal) na ADA foi realizada através da demarcação de parcelas (unidades amostrais) de área fixa, pelo método de Amostragem Casual Estratificada (ACE). Este método de amostragem é indicado para áreas não homogêneas, haja vista a presença de povoamentos com diferentes idades, espécies e topografias, entre outras fontes de variação. A amostragem casual estratificada consiste na divisão da população em subpopulações mais homogêneas em termos de distribuição da característica de interesse, denominadas estrato, dentro dos quais se realiza a distribuição de unidades de amostra de forma casual (aleatória). Este é o método básico de seleção probabilística em que, na seleção de uma amostra composta de  $n$  unidades de amostra, todas as possíveis combinações das  $n$  unidades teriam as mesmas chances de serem selecionadas (SOARES et al., 2006). Em um inventário florestal, a amostragem casual produz uma estimativa não tendenciosa da média da população e fornece informações necessárias para avaliar o erro de amostragem.

A área diretamente afetada, alvo do inventário florestal, foi estratificada de acordo com as formações vegetais existentes, para avaliar a estrutura horizontal e o rendimento lenhoso específico de cada estrato. As amostragens fitossociológicas foram realizadas nos seguintes estratos/formações vegetais: Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração e área antrópica com regeneração inicial.

Ressalta-se que na tipologia área antrópica, diante da baixa densidade de indivíduos arbóreos existentes, foi realizado o Censo Florestal ou Inventário 100%, que consiste na amostragem de todos os indivíduos componentes de um estrato, sendo a mais apropriada para pequenas áreas ou áreas com pequeno número de indivíduos.

O inventário florestal quali-quantitativo foi realizado por medição direta de indivíduos arbóreos com CAP (circunferência à altura do peito - 1,30 m acima do solo) igual ou superior a 15,7 cm. O CAP foi mensurado com o auxílio de fita métrica e a altura total com o auxílio de uma trena a *laser* (Fotos 6.46 e 6.47).



**Foto 6.46 – Medição de CAP (circunferência à altura do peito) em unidade amostral do inventário florestal.**



**Foto 6.47 – Medição de altura em unidade amostral do inventário florestal, com auxílio de trena a *laser*.**

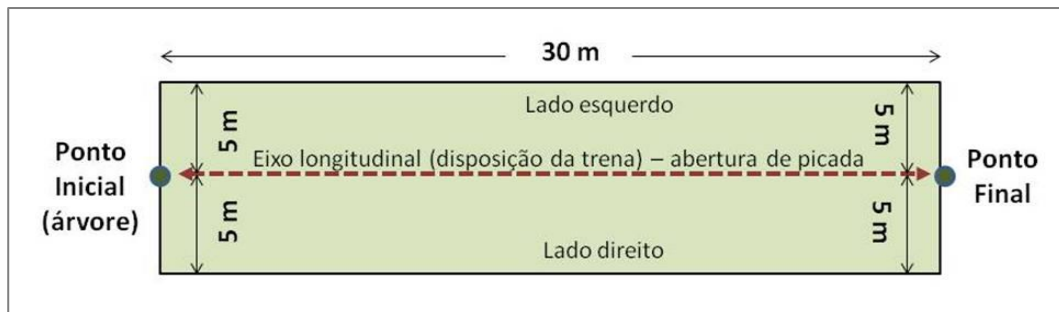
As unidades amostrais (parcelas) do inventário florestal foram demarcadas em formato retangular com dimensões de 300 m<sup>2</sup> (10 x 30 m) cada uma.

As parcelas foram demarcadas em campo, com auxílio de trena, fita de demarcação e plaquetas metálicas com a informação “Inventário Florestal”. As parcelas foram estabelecidas a partir da abertura de uma picada ao longo da linha central da mesma (eixo longitudinal), com início sempre em um indivíduo arbóreo, o qual serviu de marco para identificação da parcela. No indivíduo arbóreo inicial foi fixada uma fita de demarcação colante e fixada uma plaqueta de metal vermelha com a informação “inventário florestal” (Foto 6.48).



**Foto 6.48 – Marcação de indivíduo arbóreo no início da unidade amostral (ponto central inicial).**

O último indivíduo arbóreo no final da picada também foi marcado com fita de demarcação colante. Os vértices das parcelas foram demarcados através da fixação de fita de demarcação amarela em indivíduos arbóreos ou estacas. A partir da linha central da parcela, foram considerados 5 metros para cada lado (esquerdo e direito). A **Figura 6.54** ilustra o tamanho e forma das unidades amostrais utilizadas na amostragem dos indivíduos arbóreos.



**Figura 6.54 – Croqui com representação da dimensão da unidade amostral utilizada no inventário florestal.**

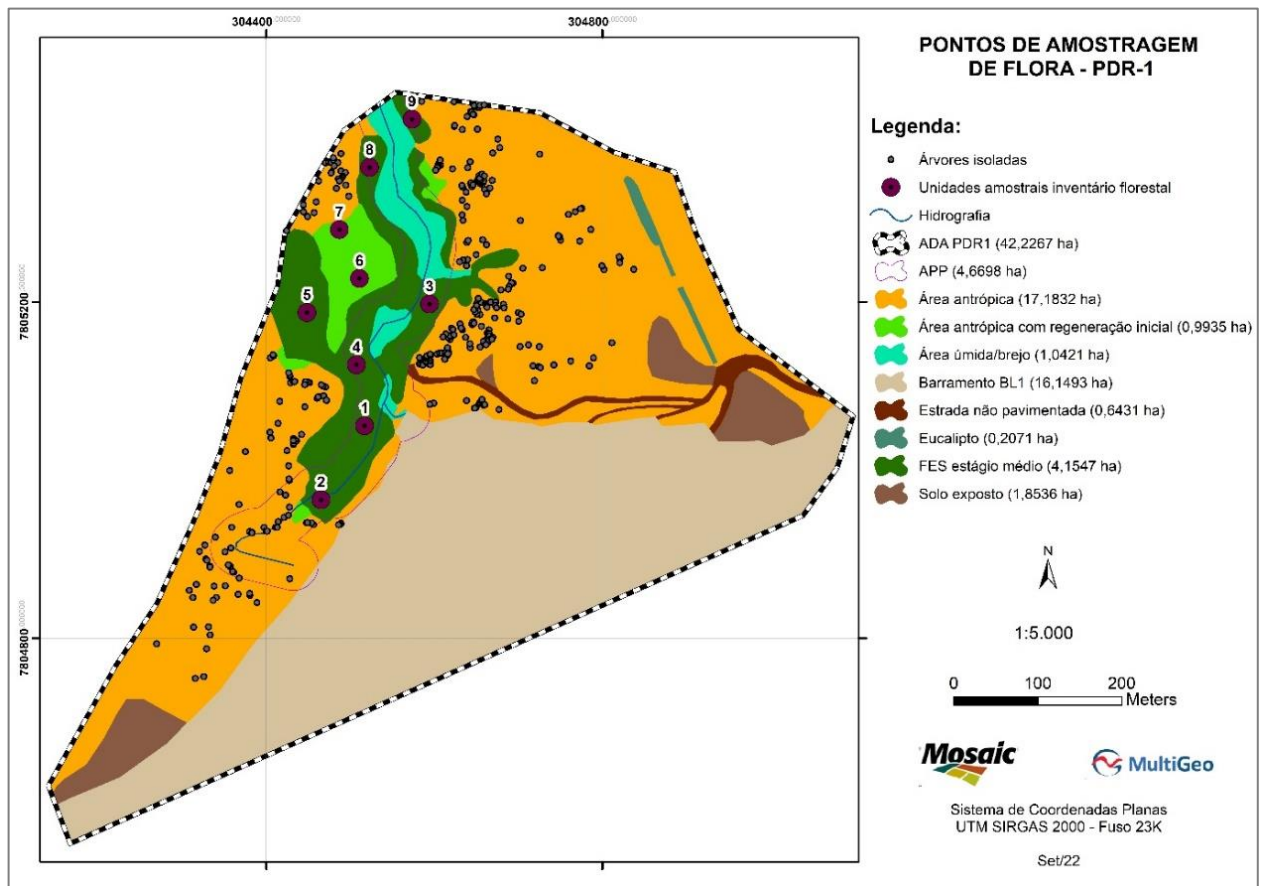
Durante o inventário florestal todos os indivíduos arbóreos amostrados foram identificados com plaquetas de plástico, com numeração sequencial (**Foto 6.49**). No caso de árvores isoladas, além do plaqueteamento, todos os indivíduos foram georreferenciadas com auxílio de GPS de navegação (Garmin Etrex 30x).



**Foto 6.49 – Indivíduo arbóreo plaqueteado durante o inventário.**

Durante o inventário florestal, foram demarcadas 9 (nove) unidades amostrais (parcelas), sendo 7 (sete) unidades inseridas nas áreas de Floresta Estacional Semidecidual – FES em estágio médio e 2 (duas) em área antrópica com regeneração inicial. Ressalta-se que também foi realizado o censo florestal (inventário 100%) de árvores isoladas em áreas antrópicas.

Os pontos de amostragem do inventário florestal são representados na **Figura 6.55**.



**Figura 6.55 – Croqui de uso do solo e localização dos pontos de amostragem do inventário florestal na ADA.**

A planta topográfica planimétrica com o uso e ocupação do solo da área de intervenção e pontos de localização das unidades amostrais do inventário florestal é apresentada no **Anexo I** deste relatório.

As unidades amostrais (parcelas) foram georreferenciadas com auxílio de GPS de navegação – Garmin Etrex 30, com marcação do ponto central inicial e final de cada parcela. As coordenadas geográficas e a fisionomia amostrada em cada uma das unidades amostrais do inventário florestal são indicadas no **Quadro 6.27**.

**Quadro 6.27 – Coordenadas geográficas das parcelas amostradas no inventário florestal.**

Coordenadas Geográficas Parcelas Inventário Florestal - UTM SIRGAS 2000					
Parcela	Ponto Inicial		Ponto Final		Fisionomia
	X	Y	X	Y	
1	304.517,06	7.805.052,56	304.498,87	7.805.058,45	FES estágio médio
2	304.474,21	7.804.948,68	304.465,34	7.804.964,52	FES estágio médio
3	304.594,45	7.805.197,35	304.595,44	7.805.174,44	FES estágio médio
4	304.507,46	7.805.125,09	304.497,61	7.805.144,24	FES estágio médio
5	304.442,01	7.805.216,92	304.448,52	7.805.187,21	FES estágio médio
6	304.502,81	7.805.241,95	304.518,28	7.805.216,77	Área antrópica c/ regeneração inicial
7	304.487,13	7.805.285,95	304.513,67	7.805.283,04	Área antrópica c/ regeneração inicial
8	304.528,40	7.805.391,04	304.523,09	7.805.359,76	FES estágio médio



Coordenadas Geográficas Parcelas Inventário Florestal - UTM SIRGAS 2000					
Parcela	Ponto Inicial		Ponto Final		Fisionomia
	X	Y	X	Y	
9	304.587,04	7.805.394,34	304.573,69	7.805.417,12	FES estágio médio

### 6.3.2.1.2 Análise dos Dados

Com os dados coletados nas unidades amostrais foram processadas as estimativas dos parâmetros florísticos e fitossociológicos da estrutura da vegetação. Para tanto foram utilizados os softwares Excel 2007 e Mata Nativa 2.

#### - Diversidade

Para avaliar a diversidade das espécies florestais amostradas foram utilizados alguns índices de diversidade, sendo eles: Shannon Weaver ( $H'$ ), Simpson (C), Pielou (J) e Jentsch (QM).

##### ▪ Shannon Weaver ( $H'$ )

O índice de diversidade de Shannon Weaver ( $H'$ ) foi calculado para avaliar a riqueza de espécies amostradas, calculado com base no número de indivíduos de cada espécie e no total de indivíduos amostrados. Quanto maior for o valor de  $H'$ , maior será a diversidade florística da vegetação.

O Índice de Diversidade de Espécies ( $H'$ ) é calculado pelo emprego da expressão:

$$H' = \frac{\left[ N \times \ln(N) - \sum_{i=1}^S n_i \times \ln(n_i) \right]}{N}$$

em que:

$H'$  = índice de diversidade;

$N$  = número total de indivíduos amostrados;

$n_i$  = número de indivíduos amostrados da  $i$ -ésima espécie;

$S$  = número de espécies amostradas; e

$\ln$  = logaritmo neperiano;

##### ▪ Índice de diversidade de Simpson (C)

O índice de Diversidade de Simpson (C) é calculado pelo emprego da expressão:

$$C = \frac{\left[ \sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1) \right]}{[N(N - 1)]}$$

em que:

$n_i$  = número de indivíduos amostrados da  $i$ -ésima espécie;

$N$  = número total de indivíduos amostrados;

S = número total de espécies amostradas.

Esse índice varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que os valores próximos de zero refletem uma maior diversidade. Por outro lado, os valores próximos de 1 (um), reflete uma menor diversidade.

#### ▪ Índice de Equabilidade de Pielou (J)

O Índice de Equabilidade de Pielou (J) é calculado pelo emprego da expressão:

$$J = \frac{H'}{H'_{\text{máx}}};$$
$$H'_{\text{máx}} = \ln(S)$$

em que:

H' = índice de diversidade de Shannon-Weaver;

S = número total de espécies amostradas;

#### ▪ Coeficiente de Mistura de Jentsch (QM)

O “Coeficiente de Mistura de Jentsch” (HOSOKAWA, 1988) dá uma ideia geral da composição florística da floresta e mede a intensidade de mistura das espécies. É calculado pelo emprego da expressão:

$$QM = \frac{\text{nº de espécies (S)}}{\text{nº total de indivíduos (N)}}$$

#### - Estrutura Horizontal

Para análise da estrutura horizontal foram calculados dados relativos à frequência (F), densidade (D), dominância (Do), índice do valor de importância (IVI) e índice do valor de cobertura (IVC).

A frequência (F) mede a distribuição de cada espécie em termos percentuais sobre a área e informa com que frequência a espécie ocorre nas unidades amostrais. Assim, maiores valores indicam que a espécie está bem distribuída horizontalmente ao longo do povoamento amostrado. Este parâmetro foi calculado pelas seguintes fórmulas:

$$FA_i = \left( \frac{u_i}{u_t} \right) \times 100 \quad \text{e} \quad FR_i = \left( \frac{FA_i}{\sum_{i=1}^p FA_i} \right) \times 100$$

em que:

FA<sub>i</sub> = frequência absoluta da i-ésima espécie na comunidade vegetal;

- $FR_i$  = frequência relativa da i-ésima espécie na comunidade vegetal;  
 $u_i$  = número de unidades amostrais em que a i-ésima espécie ocorre;  
 $u_t$  = número total de unidades amostrais;  
 $P$  = número de espécies amostradas.

A densidade (D) é o número de indivíduos de cada espécie na composição florística do povoamento e informa sobre a intensidade com que a espécie ocorre, em relação ao número de indivíduos por unidade de área. Maiores valores de densidade indicam a existência de um número maior de indivíduos por hectare da espécie no povoamento amostrado e pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$DA_i = \frac{n_i}{A} \quad e \quad DR_i = \frac{DA_i}{DT} \times 100$$
$$DT = \frac{N}{A}$$

em que:

- $DA_i$  = densidade absoluta da i-ésima espécie, em número de indivíduos por hectare;  
 $n_i$  = número de indivíduos da i-ésima espécie na amostragem;  
 $N$  = número total de indivíduos amostrados;  
 $A$  = área total amostrada, em hectare;  
 $DR_i$  = densidade relativa (%) da i-ésima espécie;  
 $DT$  = densidade total, em número de indivíduos por hectare (soma das densidades de todas as espécies amostradas).

A dominância (Do) é a soma das áreas seccionais dos indivíduos pertencentes a uma mesma espécie, por unidade de área e pode ser entendida como a medida da projeção do corpo da planta no solo. Assim, maiores valores de dominância indicam que a espécie exerce dominância no povoamento amostrado em termos de área basal por hectare e pode ser calculada pelas seguintes fórmulas:

$$DoA_i = \frac{AB_i}{A} \quad e \quad DoR = \frac{DoA_i}{DoT} \times 100$$
$$DoT = \frac{ABT}{A} \quad e \quad ABT = \sum_{i=1}^s AB_i$$

em que:

- $DoA_i$  = dominância absoluta da i-ésima espécie, em m<sup>2</sup>/ha;  
 $AB_i$  = área basal da i-ésima espécie, em m<sup>2</sup>, na área amostrada;  
 $AB = \pi * DAP^2 / 4$ ;  
 $DAP = CAP / \pi$ ;  
 $A$  = área amostrada, em hectare;

$DoR_i$  = dominância relativa (%) da i-ésima espécie;

$DoT$  = dominância total, em m<sup>2</sup>/ha (soma das dominâncias de todas as espécies).

O Índice de Valor de Importância (IVI) é o somatório dos parâmetros relativos à frequência, densidade e dominância das espécies amostradas e revela a importância ecológica da espécie em termos de distribuição horizontal. Geralmente as espécies com maior densidade e/ou elevados diâmetros ocupam posições de maior destaque na composição do povoamento florestal. Este parâmetro é calculado pela seguinte fórmula:

$$IVI_i = DR_i + DoR_i + FR_i$$

$$IVI_i(\%) = \frac{IVI_i}{3}$$

O parâmetro do Índice de Valor de Cobertura (IVC) é a soma do valor de densidade e dominância da i-ésima espécie, informando sobre a cobertura relativa e área basal de cada espécie na área amostrada. Portanto, espécies com elevados diâmetros geralmente possuem alto valor de cobertura. Este parâmetro é calculado pela seguinte fórmula:

$$IVC_i = DR_i + DoR_i$$

#### - Análise volumétrica

Para realização dos cálculos volumétricos da vegetação nativa existente na ADA, foram utilizadas as fórmulas do **Quadro 6.28** abaixo (CETEC, 1995), adequadas para as tipologias amostradas.

**Quadro 6.28 – Fórmulas volumétricas utilizadas no processamento do inventário.**

Fitofisionomia/tipologia vegetal	Fórmula Volumétrica Utilizada
FES estágio médio/área antrópica	$V = 0,000074230 * (DAP^{1,707348}) * (HT^{1,16873})$

Onde:

DAP - Diâmetro a altura do peito (cm)

HT – Altura total (m)

#### - Análise estatística

Apresenta-se no **Quadro 6.29** as fórmulas utilizadas no processamento dos dados do estudo (SOARES et al., 2006).

**Quadro 6.29 – Fórmulas utilizadas no processamento dos dados estatísticos.**

Parâmetro	Fórmula
Média estimada em cada estrato	$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$
Média estratificada	$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \bar{y}_i}{N}$

Parâmetro	Fórmula
Variância estimada em cada i-ésimo estrato	$s_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n Y^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n Y)^2}{n}}{n - 1}$
Variância estimada da média estratificada	$S_{\bar{y}}^2 = \frac{(\sum_{i=1}^n \frac{N_i}{N} S_i)^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^n \frac{N_i}{N} S_i^2}{N}$
Desvio Padrão	$s_y = \pm \sqrt{s_y^2}$
Coefficiente de Variação	$CV\% = \frac{\sum_{i=1}^n P_i S_i}{\bar{y}} * 100$
Erro Padrão da Média Estimada	$s_{\bar{y}} = \pm \sqrt{S_{\bar{y}}^2}$
Erro de Amostragem	$E = \pm s_{\bar{y}} * t$
Erro de Amostragem em porcentagem %	$E\% = \pm \frac{s_{\bar{y}} * t}{\bar{Y}} * 100$
Intervalo de Confiança para população	$IC = N * \bar{Y} \pm N * S_{\bar{y}} * t$
Estimativa do volume total da população	$\hat{Y} = N * \hat{y}$

**Legenda:** n = número de parcelas, t = estatística “t” de Student, N = número total de unidades de amostra,  $\bar{y}_i$  = média da variável amostrada,  $y_i$  = variável amostrada,  $s_y^2$  = variância,  $s_y$  = Desvio padrão, CV% = coeficiente de variação,  $s_{\bar{y}}^2$  = variância da média,  $s_{\bar{y}}$  = erro padrão da média, IC = Intervalo de Confiança,  $\hat{Y}$  = Estimativa do total da população.

### 6.3.2.1.3 Classificação e mapeamento da cobertura vegetal

A nomenclatura dos tipos fitofisionômicos encontrados no local de estudo foi definida com base no Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012), com enquadramento das formações em classes de acordo com aspectos fisionômico-ecológico e composição florística.

Inicialmente foi definida a estrutura fisionômica, determinada pelas formas de vida dominantes, até a formação propriamente dita, para conceituar a fisionomia estrutural da formação. A amostragem estrutural da vegetação através do levantamento fitossociológico (inventário florestal) permitiu identificar as espécies de maior importância na comunidade vegetal, indicando o domínio florístico.

Para definição dos estágios de regeneração da vegetação foram considerados os parâmetros da Resolução CONAMA nº 392 de 2007, que define vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais.

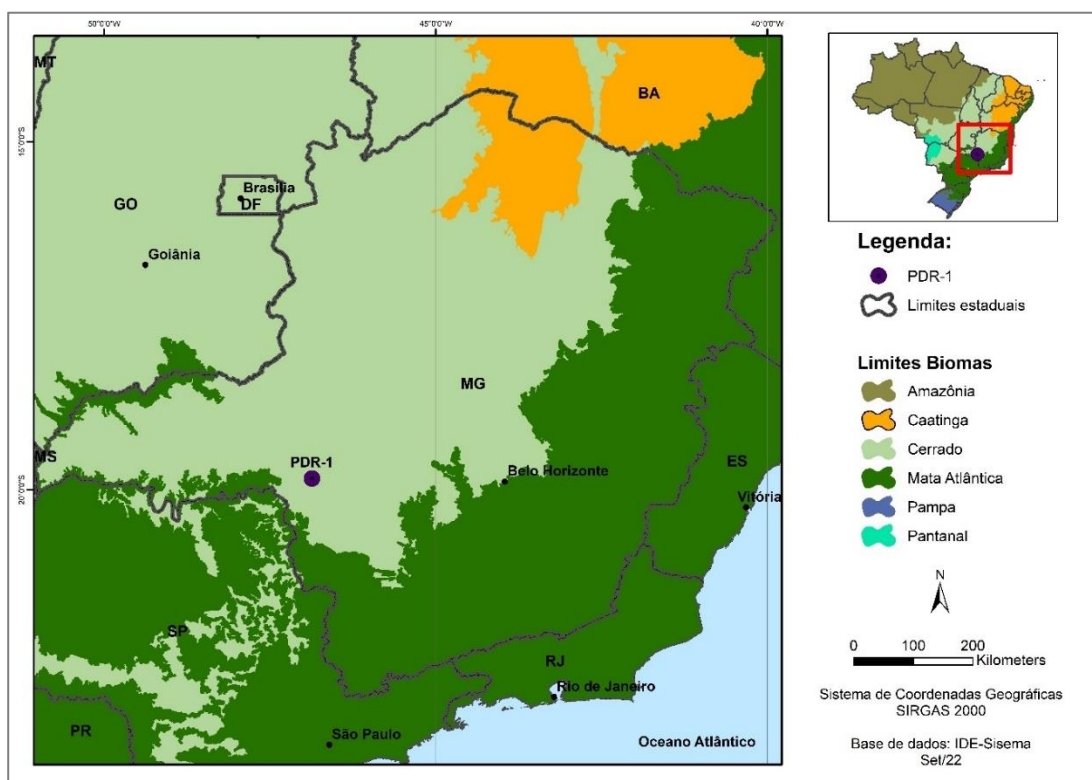
O mapeamento da cobertura vegetal foi realizado com auxílio de imagens de satélite disponíveis para o local e verificado em campo durante a coleta de dados, com apoio de pontos obtidos com GPS de navegação (Garmin Etrex 30) e imagens aéreas obtidas com drone (DJI Mini 2).

### 6.3.2.2 Resultados

#### 6.3.2.2.1 Caracterização regional

A região de Tapira possui remanescentes nativos de formações campestres, florestais e savânicas, intercaladas com áreas antrópicas, formando um mosaico vegetacional com diferentes composições florísticas e fitossociológicas.

De acordo com a base de dados do IDE-Sisema (Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos), a área de intervenção está inserida no Bioma Cerrado (**Figura 6.56**).



**Figura 6.56 – Localização do empreendimento em relação aos biomas.**

O Cerrado é o segundo maior bioma do país em área, apenas superado pela Floresta Amazônica, ocupando mais de 2.000.000 km<sup>2</sup>, o que representa cerca de 23% do território brasileiro (RIBEIRO e WALTER, 1998). Fisionomicamente, quando não é perturbado pelo fogo, corte e pastoreio, ocorre em todas as alturas e densidades da camada lenhosa, de floresta fechada, em todas as formas intermediárias, até campo limpo gramíneo (EINTEN *apud* BALDUINO, 2005).

A vegetação do Cerrado, dentro de sua extensa área de domínio, está sujeita às condições ambientais muito diversas. Os principais fatores apontados como determinantes para a predominância das formações com fitofisionomias savânicas que caracterizam este bioma são o clima, os solos e o fogo. As temperaturas médias anuais variam entre 22 °C e 27 °C, e seu clima dominante é o tropical chuvoso (Aw de Köppen), notadamente sazonal e marcado pela grande quantidade de chuvas anuais (entre 1100 mm e 1600 mm) concentradas principalmente em seis ou sete meses, entre outubro e abril, permanecendo o restante do

ano em uma pronunciada estação seca, época em que são comuns os incêndios (ADÁMOLI et al., 1987).

Segundo Ratter e Ribeiro (1996), a ocupação da maior parte das paisagens naturais do Cerrado, bem como sua devastação, está ligada desde a década de 60 principalmente à expansão das atividades agropecuárias, além do aumento da demanda por carvão vegetal e da expansão imobiliária em consequência da ocupação populacional. Atualmente a pressão agrícola exercida principalmente pela cultura da soja, torna essa atividade econômica a principal responsável pelo desmatamento do Cerrado brasileiro. Estima-se que pelo menos 80% de toda extensão do Cerrado tenha sido alterada de alguma forma, principalmente para o estabelecimento de pastagens e de agricultura intensiva, particularmente de culturais anuais, como soja e milho, restando apenas 20% de vegetação em estágio primário (MYERS et al., 2000).

Ainda assim, o Cerrado apresenta-se como a mais diversificada savana tropical do mundo, sendo que aproximadamente 44% da flora são endêmicas. Desta forma, por abrigar concentrações excepcionais de plantas endêmicas e por ter perdido mais da metade de sua cobertura vegetal natural, este bioma é considerado um dos 34 *hotspots* mundiais de biodiversidade segundo a organização ambiental Conservation International (MYERS et al., 2000).

Segundo Ribeiro e Walter (1998), o bioma Cerrado é um complexo vegetacional composto por três formações vegetais: **campestre**, que engloba áreas com predomínio de espécies herbáceas e algumas arbustivas, mas sem a presença de árvores na paisagem; **savânicas**, incluindo áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato gramíneo, sem a formação de dossel contínuo; e **florestais**, com formação de dossel contínuo ou descontínuo e predomínio de espécies arbóreas.

A flora do Cerrado é característica e diferenciada dos biomas adjacentes, embora muitas fisionomias compartilhem espécies com outros biomas. Além do clima, das características químicas e físicas do solo, da disponibilidade de água e nutrientes e da geomorfologia e altitude, a distribuição da flora está condicionada à latitude, frequência de queimadas, profundidade do lençol freático, pastejo e inúmeros fatores antrópicos, como aberturas de áreas para atividade agropecuária, retirada seletiva de madeira, queimadas, manejo de pastagens etc. (RIBEIRO e WALTER, 1998).

#### 6.3.2.2.2 Unidades de Conservação

De acordo com a Lei 9.985 de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, a unidade de conservação é definida como *“o espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”*.

O SNUC divide as unidades em dois grupos: as de Proteção Integral e as de Uso Sustentável. No caso das unidades de Proteção Integral, é permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais e engloba as seguintes categorias: Parque, Estação Ecológica, Reserva Biológica, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre.

Nas unidades de Uso Sustentável, é permitida a exploração do ambiente de maneira a garantir a sustentabilidade dos recursos naturais e dos processos ecológicos. Neste grupo estão incluídos a Área de Proteção Ambiental - APA, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional - FLONA, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN.

O art. 25 da Lei do SNUC define que as unidades de conservação, exceto Área de Proteção Ambiental e Reserva Particular do Patrimônio Natural, devem possuir zona de amortecimento e, quando conveniente, corredores ecológicos.

Entende-se por zona de amortecimento o entorno de uma Unidade de Conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a Unidade.

Ainda, de acordo com § 3º do art. 36 da lei do SNUC, “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”.

Segundo dados de unidades de conservação disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema), a instalação do empreendimento não causará interferência em Unidades de Conservação (UCs) existentes na região (**Figura 6.57**).

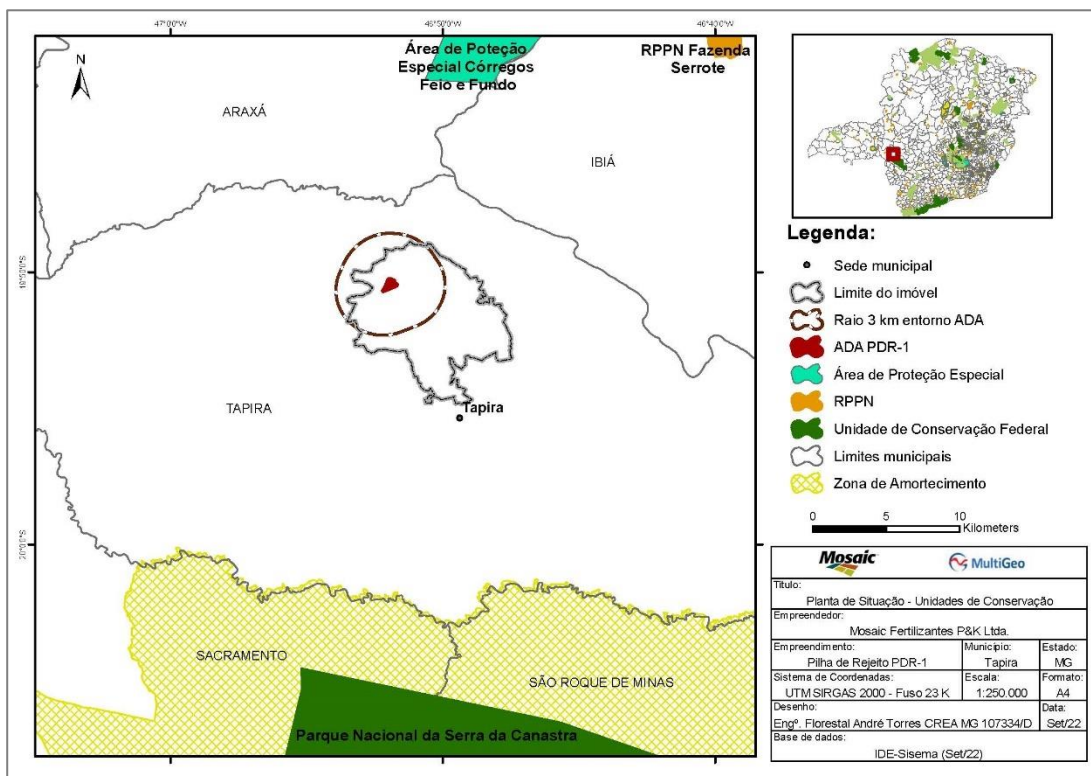


Figura 6.57 – Localização do empreendimento em relação às unidades de conservação.

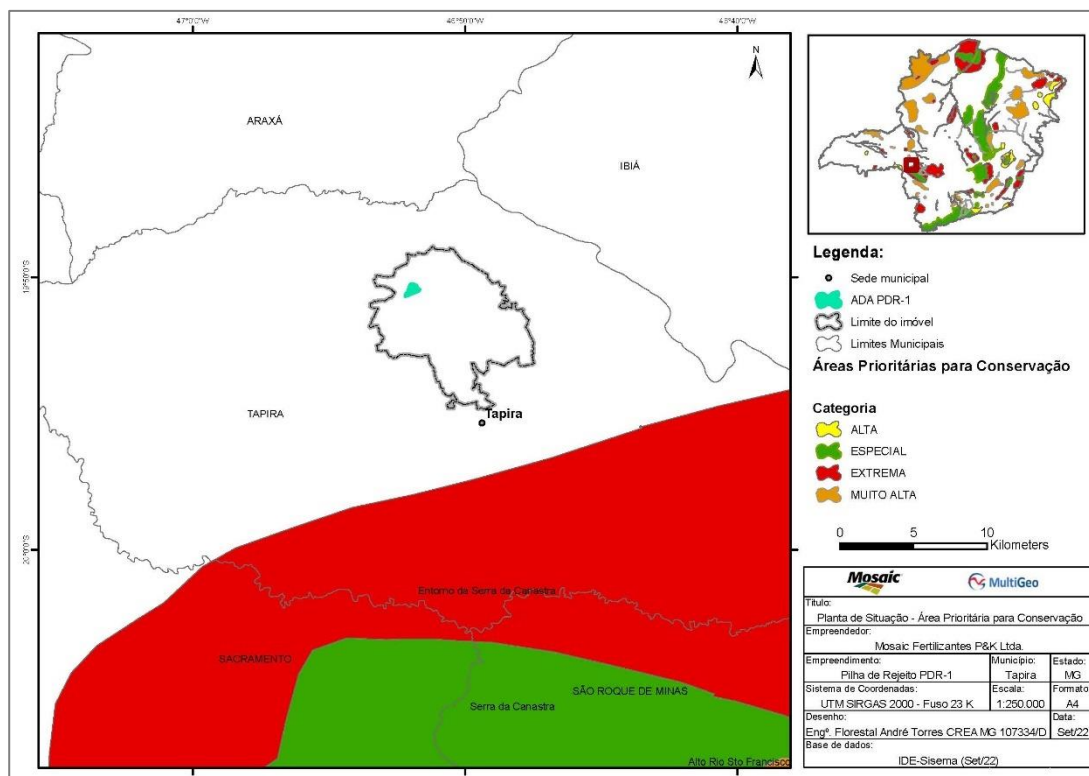


A unidade de conservação mais próxima ao empreendimento é a Área de Proteção Especial Córregos Feio e Fundo, distante a cerca de 13 km do limite da área diretamente afetada. O Parque Nacional da Serra da Canastra está distante a cerca de 26 km da área de intervenção.

### 6.3.2.2.3 Áreas de Restrição Ambiental

Segundo dados do IDE-Sisema (Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos), na aba “Áreas prioritárias para conservação (Biodiversitas)”, o local de implantação do empreendimento não está inserido em áreas consideradas prioritárias para conservação da biodiversidade (**Figura 6.58**).

A área prioritária para conservação mais próxima ao empreendimento está distante a cerca de 13 km, denominada “Entorno da Serra da Canastra”, listada na categoria “Extrema”.



**Figura 6.58 – Localização do empreendimento em relação às áreas prioritárias para conservação.**

O empreendimento também não se encontra dentro de corredores ecológicos instituídos legamente pelo IEF – Instituto Estadual de Florestas (**Figura 6.59**), comunidades quilombolas ou terras indígenas (**Figura 6.60**), segundo dados do IDE-Sisema (Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos).

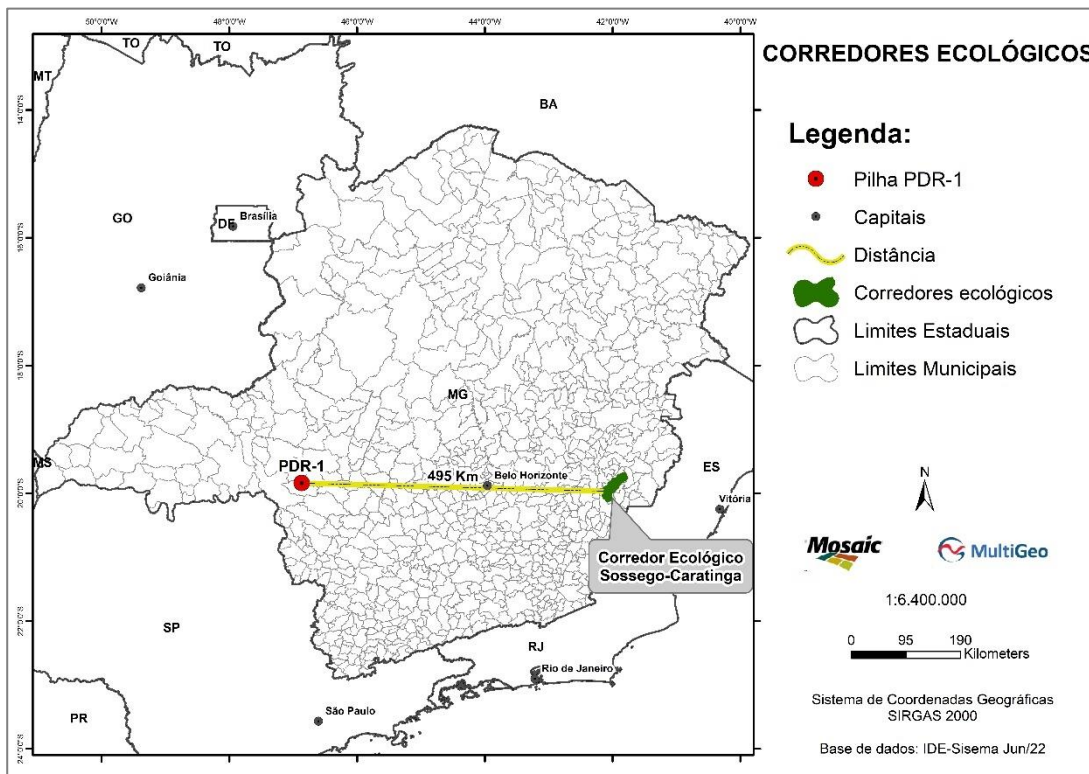


Figura 6.59 – Localização do empreendimento em relação a corredores ecológicos.

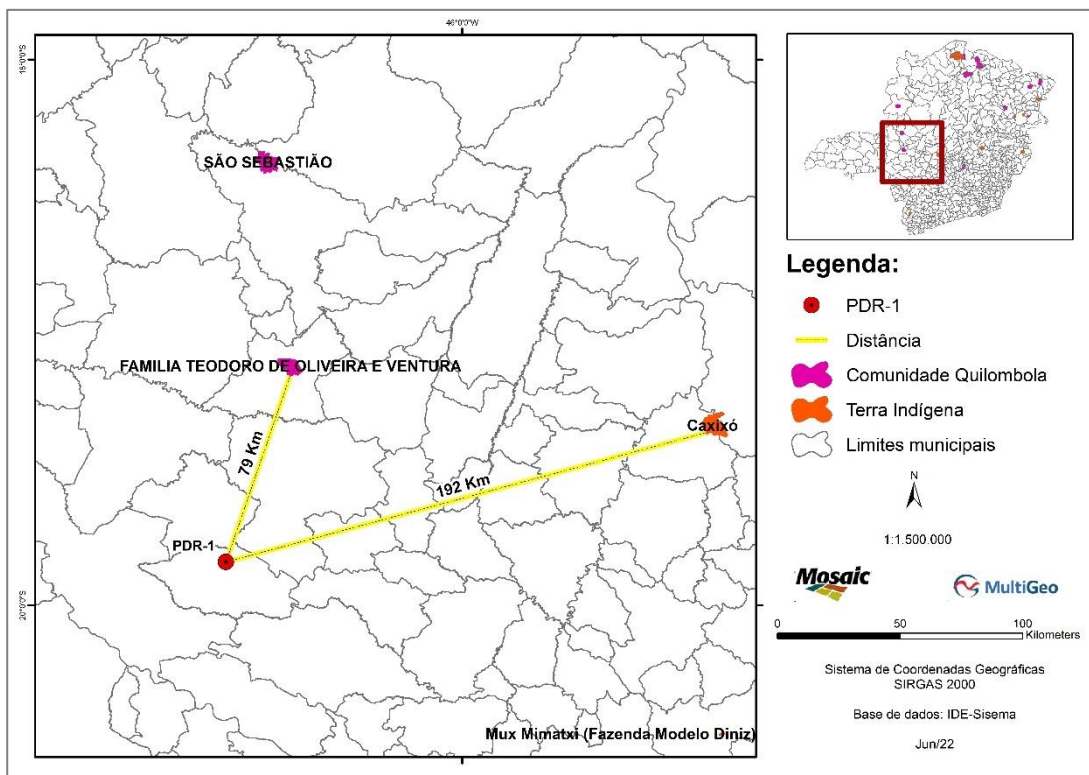


Figura 6.60 – Localização do empreendimento em relação às terras quilombolas/índigenas.

#### 6.3.2.2.4 Cobertura vegetal - ADA E AID

A cobertura vegetal existente na área de estudo já sofreu significativas intervenções provocadas por ações antrópicas, especialmente alteração do uso do solo para implantação de atividades agropecuárias, infraestrutura e mineração (**Foto 6.50**).

Na região de estudo ocorrem formações campestres (Campo Limpo/Campo Sujo), formações florestais (FES - Floresta Estacional Semidecidual, Transição FES/Cerradão), formações savânicas (Cerrado) e áreas antrópicas (campo antrópico, estradas, silvicultura de eucalipto, pastagem, rodovia, mineração, corpos d'água artificiais).



**Foto 6.50 – Aspecto geral do uso do solo na área de estudo.**

De acordo com dados do IDE-Sisema (Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos), as tipologias de uso do solo inseridas na ADA e AID do empreendimento são classificadas como Campo e Floresta Estacional Semidecidual Montana.

Na área de intervenção do depósito PDR-1 predominam áreas antrópicas, além de formações florestais nativas caracterizadas como Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração.

##### 6.3.2.2.4.1 AID – Área de Influência Direta

O mapeamento das classes de uso do solo na Área de Influência Direta – AID do meio biótico indica o predomínio de formações campestres (campo limpo/campo sujo), fisionomia comum na região do empreendimento.

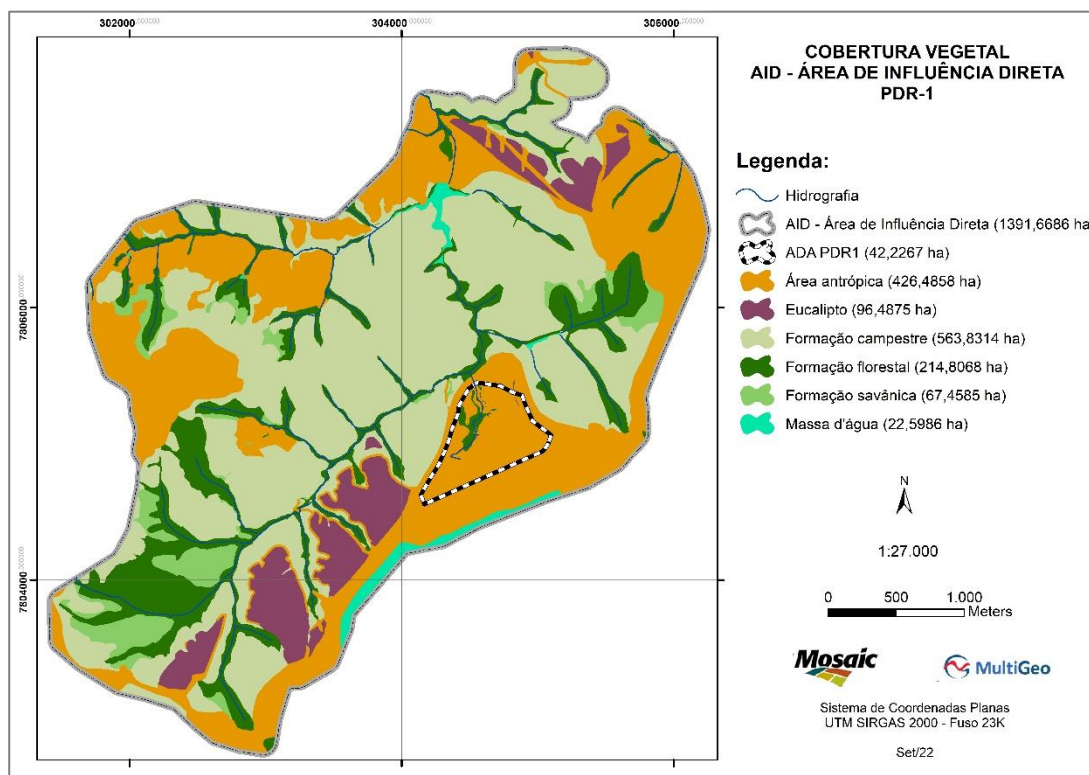
Na AID, a cobertura vegetal foi classificada nas seguintes tipologias: área antrópica, eucalipto, formação campestre, formação florestal, formação savânica e massa d'água.

Os remanescentes de vegetação nativa (formações campestres, florestais e savânicas) representam 60,8 % da cobertura vegetal na AID.

O **Quadro 6.30** apresenta a quantificação da cobertura vegetal inserida na AID e a **Figura 6.61** apresenta o croqui com a vegetação mapeada na AID.

**Quadro 6.30 – Cobertura vegetal na AID do empreendimento.**

Tipologia/Classe de uso do solo	Área (ha)	%
Área antrópica	426,4858	30,6%
Eucalipto	96,4875	6,9%
Formação campestre	563,8314	40,5%
Formação florestal	214,8068	15,4%
Formação savânica	67,4585	4,8%
Massa d'água	22,5986	1,6%
<b>Total</b>	<b>1391,6686</b>	<b>100%</b>



**Figura 6.61 – Cobertura vegetal na AID do empreendimento.**

#### 6.3.2.2.4.2 ADA – Área Diretamente Afetada

A ADA do PDR-1 possui extensão total de 42,2267 ha e a cobertura vegetal no local foi classificada nas seguintes tipologias/classes de uso do solo: área antrópica, área antrópica com regeneração inicial, área úmida/brejo, barramento (BL-1), estrada não pavimentada, eucalipto, Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração e solo exposto.

A quantificação do uso do solo na ADA revela que a tipologia área antrópica predomina no local e recobre 40,7% da área, seguida pelo barramento da barragem de rejeitos BL1 com 38,2% e FES estágio médio com 9,8%.

A **Foto 6.51** ilustra o aspecto geral da vegetação em parte da ADA do depósito PDR-1.



Foto 6.51 – Aspecto geral de parte da área de intervenção no depósito PDR-1.

A área de intervenção do PDR-1 possui 42,2267 ha, sendo 4,6698 ha em APP e 37,5569 ha fora de APP (Quadro 6.31).

Quadro 6.31 – Uso e ocupação do solo na ADA do depósito PDR-1.

Tipologia/Classe de uso do solo	Área de Intervenção PDR-1			
	Em APP (ha)	Fora de APP (ha)	Área total (ha)	%
Área antrópica	1,3860	15,7972	17,1832	40,7%
Área antrópica c/ regeneração inicial	0,0520	0,9415	0,9935	2,4%
Área úmida/brejo	1,0250	0,0170	1,0421	2,5%
Barramento (barragem BL1)	0,1120	16,0373	16,1493	38,2%
Estrada não pavimentada	0,0026	0,6406	0,6431	1,5%
Eucalipto	0,0000	0,2071	0,2071	0,5%
FES estágio médio	2,0922	2,0625	4,1547	9,8%
Solo exposto	0,0000	1,8536	1,8536	4,4%
<b>Total</b>	<b>4,6698</b>	<b>37,5569</b>	<b>42,2267</b>	<b>100%</b>

A Figura 6.62 apresenta um croqui com localização da área de intervenção do estudo e representação da cobertura vegetal e uso e ocupação do solo.

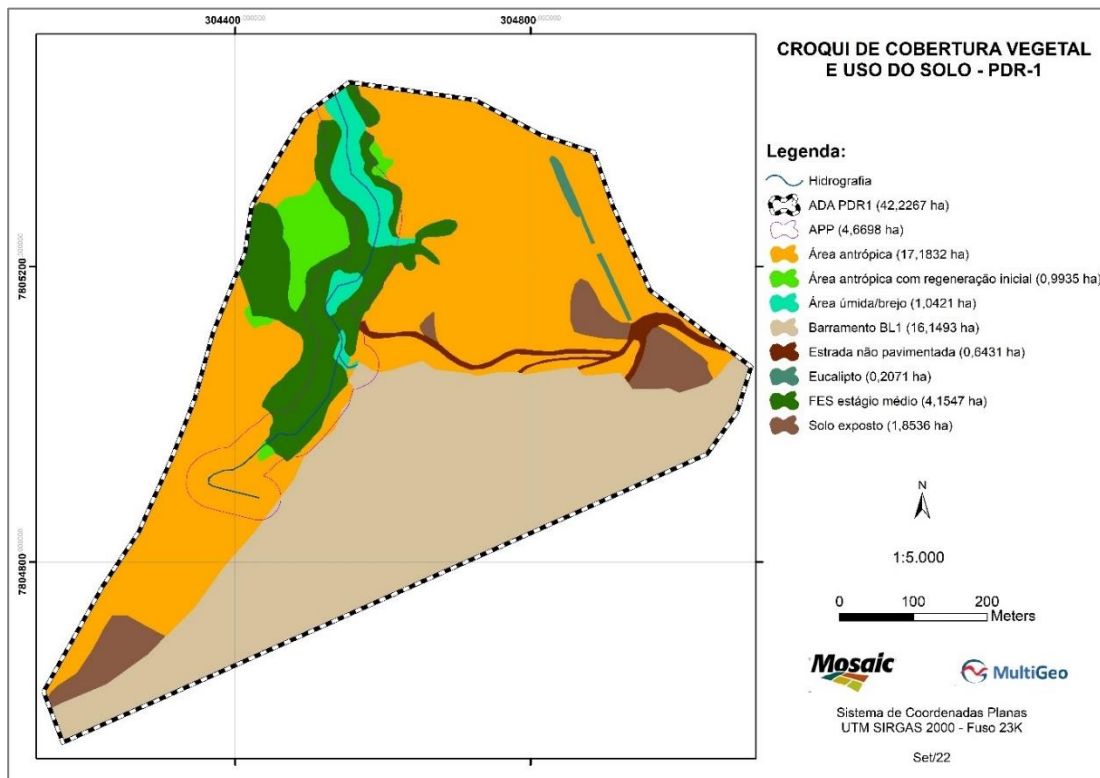


Figura 6.62 – Croqui de localização e uso do solo da área de intervenção – PDR-1.

A planta planimétrica de cobertura vegetal e uso e ocupação do solo da ADA encontra-se no **Anexo I** deste relatório.

A seguir é apresentada uma caracterização das tipologias vegetais e classes de uso do solo encontradas na área diretamente afetada.

#### 6.3.2.2.4.2.1 Área antrópica

A tipologia área antrópica (**Foto 6.52**) são ambientes totalmente alterados em relação à cobertura vegetal original, recobertos por gramíneas, especialmente pela espécie exótica *Melinis minutiflora* (capim-gordura).

Nessa tipologia ocorre a presença de indivíduos arbóreos isolados.



Foto 6.52 – Área antrópica no local de intervenção.

#### 6.3.2.2.4.2.2 Área antrópica com regeneração inicial

A tipologia denominada área antrópica com regeneração inicial (**Fotos 6.53 e 6.54**) são ambientes descaracterizados em relação à vegetação original, em geral abertos, com predomínio de gramínea exótica (*Melinis minutiflora* – capim-gordura) e ocorrência significativa de espécies arbóreas em regeneração, pouco desenvolvidas em diâmetro e altura.

As espécies arbóreas regenerantes nessa tipologia se estabeleceram pela regeneração natural e são representativas tanto de Mata Atlântica, como *Machaerium villosum* (jacarandá-paulista), *Leucochloron incuriale* (cortiça), *Platypodium elegans* (jacarandazinho), quanto de cerrado, como *Aegiphila verticillata* (tamanqueira), *Byrsonima verbascifolia* (muricizão), *Dalbergia miscolobium* (caviúna-do-cerrado), *Kielmeyera coriacea* (pau-santo).

A presença de espécies arbustivas também é significativa, como *Jacaranda caroba* (carobinha), *Miconia pepericarpa* (língua-de-tamanduá), *Vernonia polyanthes* (assa-peixe).

As áreas antrópicas com regeneração inicial não formam ambientes florestais, uma vez que não apresentam fechamento de copas e predominam ambientes abertos dominados por gramíneas. A incidência de trepadeiras é baixa, com ausência de epífitas e sem formação de serrapilheira.



Foto 6.53 – Área antrópica com regeneração inicial na área de intervenção.



Foto 6.54 – Área antrópica com regeneração inicial na área de intervenção.

#### 6.3.2.2.4.2.3 Área úmida/brejo

A tipologia área úmida/brejo (**Foto 6.55**) corresponde aos ambientes com solo hidromórfico, dominados por espécies adaptadas a ambientes úmidos, especialmente herbáceas, como *Typha angustifolia* (taboa), *Hedychium coronarium* (lírio-do-brejo), *Equisetum* sp. (cavalinha). Apesar da ocorrência de algumas espécies herbáceas nativas nas áreas de brejo, tais ambientes já sofreram descaracterização da cobertura vegetal original e são ambientes antropizados.





Foto 6.55 – Área úmida/brejo na área de intervenção.

#### 6.3.2.2.4.2.4 Barramento

A classe de uso barramento corresponde à estrutura do maciço de material inerte da barragem BL-1 (Foto 6.56).



Foto 6.56 – Barramento da BL-1 na área de intervenção.

#### 6.3.2.2.4.2.5 Estrada não pavimentada

As estradas são as vias de acesso vicinais não pavimentadas, compondo a infraestrutura viária interna da Mosaic Fertilizantes, com restrição de acesso a pessoas não autorizadas.

#### 6.3.2.2.4.2.6 *Eucalipto*

A tipologia eucalipto (**Foto 6.57**) corresponde aos locais com presença da espécie arbórea exótica *Eucalyptus* sp..

No local de intervenção os reflorestamentos de eucalipto encontram-se isolados, com pequenos plantios em linha e são pouco representativos na área de intervenção.



**Foto 6.57 – Eucalipto na área de intervenção.**

#### 6.3.2.2.4.2.7 *Floresta Estacional Semidecidual – FES estágio médio*

A Floresta Estacional Semidecidual (**Foto 6.58**) é uma tipologia florestal associada ao Bioma Mata Atlântica, porém ocorre em quase todos os domínios brasileiros, com 54.876 Km<sup>2</sup> na Mata Atlântica, 30.835 Km<sup>2</sup> na Amazônia e 6.223 Km<sup>2</sup> no Pantanal.

Apresenta dossel irregular, entre 15 e 20 metros, com presença de árvores emergentes de até 30 metros, dotadas de copas amplas, ralas e esgalhadas. Os troncos normalmente são perfilhados e com casca grossa, com ramos mais ou menos retorcidos (IVANAUSKAS & ASSIS, 2012).

Este tipo florestal é estabelecido em função da ocorrência de clima estacional que determina semideciduidade da folhagem da cobertura florestal, que na zona tropical associa-se com sazonalidade do período seco e chuvoso. Na Floresta Estacional Semidecidual a porcentagem das árvores caducifólias no conjunto florestal, e não das espécies que perdem as folhas individualmente, é de 20 a 50%. Próximo aos cursos d'água as espécies arbóreas apresentam um comportamento menos caducifólio e o estrato herbáceo apresenta maior riqueza de espécies de pteridófitas e briófitas (VELOSO et al., 1991; IBGE, 2012).



**Foto 6.58 – FES médio presente na ADA.**

Os fragmentos de FES em estágio médio de regeneração inseridos na área de intervenção apresentam estratificação da vegetação, com presença de dossel e sub-bosque.

O dossel florestal apresenta-se no geral com altura em torno de 11 metros, com algumas árvores emergentes atingindo até 17 metros de altura. Entre as espécies de destaque no dossel florestal estão: *Cabralea canjerana* (canjerana), *Copaifera langsdorffii* (copaíba), *Machaerium villosum* (jacarandá-paulista), *Persea willdenovii* (maçaranduba), *Platypodium elegans* (jacarandazinho), *Tapirira obtusa* (pombeiro), *Syagrus romazoffiana* (jerivá). Algumas espécies arbóreas de menor porte também são comuns na comunidade florestal, entre elas: *Amaioua guianensis* (marmelada), *Casearia sylvestris* (erva-lagarto), *Cupania vernalis* (camboatá-vermelho), *Myrcia splendens* (folha-miúda).

Também ocorre a formação de sub-bosque (**Foto 6.59**), com presença de indivíduos arbóreos regenerantes, além de muitas espécies arbustivas como *Piper aduncum*, *Piper umbellatum*, *Geonoma schottiana*, *Psychotria* sp., além de espécies herbáceas, como *Adiantum raddianum*, *Lasiacis ligulata*, *Fimbristylis* sp..



**Foto 6.59 – Interior de fragmento de FES médio na ADA com presença de sub-bosque.**

A presença de epífitas não é significativa, com presença de algumas espécies, entre elas: *Aechmea* sp., *Philodendron* sp., *Peperomia* sp., *Tillandsia* sp..

Ocorre moderada presença de trepadeiras ao longo dos fragmentos de FES médio, entre espécies herbáceas e lenhosas, como *Ipomoea* sp., *Pyrostegia venusta* (**Foto 6.60**), *Serjania* sp., *Smilax brasiliensis*.



**Foto 6.60 – Trepadeira *Pyrostegia venusta* em fragmento de FES médio.**

A serapilheira é evidente, em geral contínua e de espessura média (**Foto 6.61**).



**Foto 6.61 – Serapilheira em FES estágio médio na área de intervenção.**

O diâmetro médio das árvores amostradas nessa fisionomia durante o inventário florestal foi de 11,4 cm e a altura média foi de 8,2 metros.

#### *6.3.2.2.4.2.8 Solo exposto*

A classe de uso solo exposto representa os locais com exposição do solo, o qual não apresenta nenhum tipo de cobertura vegetal.

#### *6.3.2.2.5 Levantamento Florístico ADA/AID*

Durante o levantamento florístico realizado na área diretamente afetada (ADA) e área de influência direta (AID), foram levantadas 182 espécies vegetais, distribuídas entre 65 famílias botânicas.

O **Quadro 6.32** abaixo indica a família, o nome científico, nome comum, fisionomia, hábito da espécie e local de ocorrência.

Quadro 6.32 – Lista florística das espécies identificadas na ADA e AID do empreendimento.

Família	Nome científico	Nome comum	Fisionomia	Hábito	Local
Anacardiaceae	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Aroeirinha	AA/F	ARB	ADA/AID
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Pau-pombo	AA/F	ARB	ADA/AID
	<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D. Mitch	Pombeiro	AA/F	ARB	ADA/AID
Annonaceae	<i>Annona</i> sp.	Araticum-mirim	F	ARB	ADA
	<i>Guatteria sellowiana</i>	Embira-preta	F	ARB	ADA
	<i>Xylopia</i> sp.	Pindaíba	F	ARB	ADA
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> sp.	Guatambu	F	ARB	ADA
	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	Peroba-do-cerrado	AA	ARB	ADA
Araceae	<i>Philodendron</i> sp.	Imbé	F	HRB	ADA
Araliaceae	<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch	Maria-mole	AA	ARB	ADA/AID
Arecaceae	<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	Aricanga	F	ABT	ADA/AID
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá	F	ARB	ADA/AID
Asteraceae	<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	Macela	AA/C	HRB	ADA/AID
	<i>Aspilia reflexa</i> (Sch.Bip. Ex Baker) Baker	Margarida	C	HRB	AID
	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Alecrim	AA	ABT	ADA/AID
	<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	Carqueja	AA/C/F	HRB	ADA/AID
	<i>Bidens pilosa</i> L.	Picão-preto	AA	HRB	ADA/AID
	<i>Chaptalia</i> sp.	Língua-de-vaca	AA	HRB	ADA
	<i>Eremanthus glomeratus</i> Less.	Coração-de-negro	AA	ARB	ADA
	<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G.Sancho	Cambará	AA/F	ARB	ADA/AID
	<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	Vassourão-preto	AA/F	ARB	ADA/AID
	<i>Raulinoreitzia</i> sp.	Vassourão-chorão	F	ARB	ADA
	<i>Vernonia glabrata</i> Less.	Assa-peixe-roxo	AA	ABT	ADA
	<i>Vernonia polyanthes</i> Less.	Assa-peixe-branco	AA	ABT	ADA/AID
	Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	Ipê-do-cerrado	AA/C	ARB
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O Grose		Ipê-amarelo	AA/F	ARB	ADA/AID

Família	Nome científico	Nome comum	Fisionomia	Hábito	Local
	<i>Jacaranda caroba</i>	Carobinha	AA/C	ABT	ADA/AID
	<i>Jacaranda macrantha</i> Cham.	Caroba	F	ARB	ADA
	<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker Gawl.) Miers	Cipó-de-são-joão	F	TRP	ADA/AID
	<i>Zeyheria montana</i>	Bolsa-de-pastor	AA/C	ABT	ADA/AID
Boraginaceae	<i>Cordia suberba</i> Cham.	Babosa-branca	F	ARB	AID
	<i>Aechmea</i> sp.	Bromélia	F	HRB	ADA/AID
Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i> sp.	Tilandsia	F	HRB	ADA
	<i>Tillandsia tricholepsis</i> Baker.	Tilandsia	F	HRB	ADA
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Amescla	F	ARB	ADA/AID
Cactaceae	<i>Rhipsalis</i> sp.	Ripsalis	F	HRB	ADA
	<i>Celtis pubescens</i> Spreng.	Grão-de-galo	F	ARB	ADA/AID
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Crindiúva	AA/F	ARB	ADA
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Pequi	AA/CR	ARB	ADA/AID
	<i>Maytenus</i> sp.	Cafezinho	F	ARB	ADA/AID
Celastraceae	<i>Plenckia populnea</i> Reissek	Marmelo-do-cerrado	AA/C	ARB	ADA/AID
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum brasiliense</i> Miq.	Erva-de-soldado	F	ABT	AID
Chrysobalanaceae	<i>Licania</i> sp.	Oiti	F	ARB	ADA
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i> Pers.	Guaperê	AA/F	ARB	ADA/AID
Clusiaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	Pau-santo	AA/C	ARB	ADA/AID
	<i>Ipomoea</i> sp.	Curriola	AA/F	TRP	ADA
Convolvulaceae	<i>Merremia</i> sp.	Jitirana	AA	TRP	ADA
Cunoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Cangalheiro	AA/F	ARB	ADA
	<i>Cyperus</i> sp.	-	F	HRB	ADA
Cyperaceae	<i>Rhynchospora consanguinea</i> (Kunth) Boeck.	Capim-estrela	C	HRB	AID
Ebenaceae	<i>Diospyrus brasiliensis</i> Mart. Ex Miq.	Caqui-do-mato	F	ARB	ADA
Equisetaceae	<i>Equisetum</i> sp.	Cavalinha	AA	HRB	ADA
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i>	Fruta-de-pomba	AA/F	ARB	ADA

Família	Nome científico	Nome comum	Fisionomia	Hábito	Local
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Tapiá	F	ARB	ADA
	<i>Croton urucurana</i> Baill.	Sangra-d'água	AA/F	ARB	ADA/AID
	<i>Ricinus communis</i> L.	Mamona	AA	ABT	ADA
	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong.	Leiteiro	AA/F	ARB	ADA/AID
	<i>Sapium haemospermum</i> Müll. Arg.	Leiteiro-chorão	AA	ABT	ADA
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) Schrad. Ex. DC.	Chuva-de-ouro	F	ARB	AID
	<i>Chamaecrista</i> sp.	Mata-pasto	AA	HRB	ADA
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Copaíba	F	ARB	ADA/AID
	<i>Senna macranthera</i> (DC. Ex Collad.)	Aleluia	F	ARB	ADA
	<i>Senna</i> sp.	Pau-cigarra	AA/F	ARB	ADA
Fabaceae-Cercideae	<i>Tachigali rugosa</i> (Mart. Ex benth.)	Carvoeiro	F	ARB	AID
	<i>Bauhinia rufa</i>	Pata-de-vaca	F	ARB	ADA
Fabaceae-Faboideae	<i>Acosmium subelegans</i> (Mohlenbr.) Yakovlev	Chapadinha	AA/C	ARB	ADA/AID
	<i>Andira vermifuga</i>	Angelim	F	ARB	ADA
	<i>Crotolaria</i> sp.	Crotalária	AA	HRB	ADA
	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	Rabo-de-bugiu	F	ARB	ADA
	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Caviúna-do-cerrado	AA/C	ARB	ADA/AID
	<i>Desmodium incanum</i> DC.	Carrapicho	AA	HRB	ADA/AID
	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	Mulungu	AA/F	ARB	ADA/AID
	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	Bico-de-pato	F	ARB	ADA/AID
	<i>Machaerium villosum</i> Vogel	Jacarandá-paulista	AA/F	ARB	ADA/AID
	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Jacarandazinho	AA/F	ARB	ADA
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speng.	Angico-vermelho	F	ARB	AID
	<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F. Macbr.	Angico-do-cerrado	C	ARB	AID
	<i>Inga edulis</i> Mart.	Ingá	F	ARB	ADA
	<i>Leucochloron incuriale</i> (Vell.)	Cortiça	AA/F	ARB	ADA
	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	Espinheiro	AA/F	ARB	ADA



Família	Nome científico	Nome comum	Fisionomia	Hábito	Local
	<i>Mimosa</i> sp.	Arranha-gato	AA	ABT	ADA/AID
	<i>Stryphonodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	Barbatimão	AA/C	ARB	ADA/AID
Gleicheniaceae	<i>Dicranopteris flexuosa</i> (Schrad.) Underw.	Samambaia	AA	HRB	ADA/AID
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	Lacre	AA/F	ARB	ADA
Icacinaceae	<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	Sobre	AA	ARB	ADA
Lamiaceae	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	Pau-tamanco	AA/F	ARB	ADA
	<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	Tamanqueira	AA/C	ARB	ADA/AID
	<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.	Mentinha	AA	HRB	ADA/AID
	<i>Vitex polygama</i> Cham.	Tarumã	AA/F	ARB	ADA
Lauraceae	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	Canela-ferrugem	F	ARB	ADA/AID
	<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	Canelinha	F	ARB	ADA/AID
	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	Canela-amarela	F	ARB	ADA/AID
	<i>Ocotea pulchella</i> (Ness) Mez	Canelinha-do-brejo	AA/F	ARB	ADA
	<i>Ocotea spixiana</i> (Ness.) Mez	Canela-preta	F	ARB	ADA
	<i>Persea willdenovii</i> Kosterm.	Maçaranduba	AA/F	ARB	ADA
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	Pacari	AA	ARB	ADA
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i> sp.	Cipó-prata	AA	TRP	ADA
	<i>Byrsonima laxiflora</i>	Murici	AA/F	ARB	ADA
	<i>Byrsonima</i> sp.	Murici-rasteiro	AA	ABT	ADA
	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) Rich	Muricizão	AA/C	ARB	ADA/AID
Malvaceae	<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.	Açoita-cavalo	AA/F	ARB	ADA
	<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A.Robyns	Embiruçu	F	ARB	AID
	<i>Sida glaziovii</i> K. Schum.	Guaxuma-branca	AA	HRB	ADA
Melastomataceae	<i>Miconia ferruginata</i>	Quaresma-ferrugem	F	ABT	ADA
	<i>Miconia pepericarpa</i> DC.	Lingua-de-tamanduá	AA/F	ABT	ADA/AID
	<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	Pixirica	AA/F	ARB	ADA/AID
	<i>Miconia</i> sp.	Quaresma-branca	AA	ARB	ADA

Família	Nome científico	Nome comum	Fisionomia	Hábito	Local
	<i>Tibouchina candolleana</i> (DC.) Cogn.	Quaresmeira-roxa	AA/F	ARB	ADA
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Canjerana	F	ARB	ADA/AID
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	AA/F	ARB	ADA/AID
Monimiaceae	<i>Mollinedia widgrenii</i> A.DC.	Capixim	F	ARB	AID
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	Figueira	F	ARB	ADA
	<i>Sorocea bonplandii</i> (Bail.)	Folha-de-serra	F	ARB	ADA/AID
Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	Ucuúba	F	ARB	ADA
	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O Berg.	Sete-capotes	AA/F	ARB	ADA/AID
	<i>Campomanesia sessiliflora</i> (O.Berg) Mattos	Gabiropa-verde	AA/F	ARB	ADA
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg.	Gabiropa	F	ARB	ADA
	<i>Eugenia florida</i> DC.	Guamirim	F	ARB	ADA
	<i>Eugenia</i> sp.	Cambuí	F	ABT	ADA
Myrtaceae	<i>Gomidesia lindeniana</i> O. Berg.	Pimenteira	F	ARB	AID
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Folha-miúda	AA/C/F	ARB	ADA/AID
	<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	Goiabeira-brava	AA/C/F	ARB	ADA/AID
	<i>Myrcia variabilis</i> DC.	Mercúrio	AA/C	ARB	ADA/AID
	<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes) Landrum	Craveiro	F	ARB	ADA
	<i>Pisidium guajava</i> L.	Goiabeira	AA	ARB	ADA
	<i>Siphoneugena densiflora</i> O. Berg.	Murta	C	ARB	AID
Não identificada	Não identificada 1	Ni 1	F	ARB	ADA
	Não identificada 2	Ni 2	F	ARB	ADA
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea ampla</i> (Salisb.) DC.	Aguapé-da-flor-branca	AA	HRB	ADA
Orquidaceae	Orquidaceaea sp.1	Orquídea	F	HRB	ADA
	Orquidaceaea sp.2	Orquídea	F	HRB	ADA
Phyllanthaceae	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	Licurana	F	ARB	AID
Piperaceae	<i>Peperomia</i> sp.	Peperomia	F	HRB	ADA
	<i>Piper aduncum</i> L.	Jaborandi	F	ABT	ADA/AID

Família	Nome científico	Nome comum	Fisionomia	Hábito	Local
	<i>Piper umbellatum</i> L.	Jaborandi	F	ABT	ADA/AID
Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i> L.	Capim-rabo-de-burro	AA	HRB	ADA
	<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	Capim-vassourinha	C	HRB	AID
	<i>Brachiaria</i> sp.	Braquiária	AA	HRB	ADA
	<i>Chusquea</i> sp.	Bambuzinho	F	HRB	ADA
	<i>Echinolaena inflexa</i> (Poir.) Chase	Capim-flechinha	C	HRB	AID
	<i>Fimbristylis</i> sp.	Capim-navalha	F	HRB	ADA/AID
	<i>Lasiacis ligulata</i> Hitchc. & Chase	Taquari	F	HRB	ADA/AID
	<i>Loudetiopsis chrysothrix</i> (Nees) Conert	Capim-brinco-de-princesa	AA/C	HRB	ADA/AID
	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.	Capim-gordura	AA	HRB	ADA/AID
	<i>Pennisetum purpureum</i>	Capim-napier	AA	HRB	ADA/AID
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Mart.) Mez	Capororoca-vermelha	AA/C/F	ARB	ADA/AID
	<i>Myrsine</i> sp.	Capororoca	F	ARB	ADA
	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororoca	F/C	ARB	ADA/AID
Proteaceae	<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	Carne-de-vaca	AA/F	ARB	ADA
Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum</i> C. Presl	Avenca	F	HRB	ADA
	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kunth.	Samambaia	AA	HRB	ADA/AID
Rosaceae	<i>Prunus sellowii</i> Koehne	Pessegueiro-bravo	F	ARB	AID
	<i>Rubus sellowii</i> Cham. & Schldtl.	Amora-do-mato	AA	HRB	ADA/AID
Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	Marmelada	F	ARB	ADA/AID
	<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schldtl	Veludo	F	ARB	ADA
	<i>Psychotria</i> sp.	Erva-de-rato	F	ABT	ADA/AID
	<i>Rudgea</i> sp.	Cafezinho	F	ARB	ADA
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Maminha	AA/F	ARB	ADA/AID
	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Mamica-de-porca	F	ARB	ADA
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Espeto	AA/F	ARB	ADA
	<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	Cambroé	F	ARB	ADA

Família	Nome científico	Nome comum	Fisionomia	Hábito	Local
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Erva-lagarto	AA/F	ARB	ADA/AID
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Camboatá-vermelho	AA/F	ARB	ADA/AID
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá-branco	AA/F	ARB	ADA/AID
	<i>Serjania</i> sp.	Timbó	AA/F	TRP	ADA/AID
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Aguaí	F	ARB	ADA
Simaroubaceae	<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil	Mata-cachorro	F	ARB	AID
Siparunaceae	<i>Siparuna cujabana</i> (Mart.) A.DC.	Siparuna	F	ABT	ADA
Smilacaceae	<i>Smilax brasiliensis</i> Spreng.	Japicanga	AA/F	TRP	ADA
Solanaceae	<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.	Coerana	AA	ARB	ADA
	<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	Lobeira	AA	ARB	ADA/AID
	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Fumo-bravo	AA	ARB	ADA
	<i>Solanum viarum</i> Dunal	Joá	AA	HRB	ADA/AID
Styracaceae	<i>Styrax camporum</i> Pohl	Benjoeiro	AA/F	ARB	ADA
Typhaceae	<i>Typha angustifolia</i> L.	Taboa	AA	HRB	ADA
Urticaceae	<i>Cecropia glaziovii</i> Sneathl.	Embaúba-vermelha	AA/F	ARB	ADA
	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba	F	ARB	AID
Verbenaceae	<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Pers	Lixinha	AA/F	ARB	ADA
Vochysiaceae	<i>Callisthene major</i> Mart.	Carvoeira	AA/F	ARB	ADA
	<i>Qualea jundiahy</i> Warm.	Pau-terra-da-mata	F	ARB	ADA
	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	Pau-tucano	AA/F	ARB	ADA/AID
Zingiberaceae	<i>Hedychium coronarium</i>	Lírio-do-brejo	AA	HRB	ADA

**Legenda:** AA: área antrópica; F: Floresta Estacional Semidecidual; C: Campo/Cerrado; ARB: arbóreo; ABT: arbustiva; HRB: herbácea; TRP: trepadeira; ADA: área diretamente afetada; AID: área de influência direta.

As Fotos 6.62 a 6.69 Ilustram as espécies encontradas em campo.



Foto 6.62 – Espécie arbórea *Platypodium elegans* (jacarandazinho) na ADA.



Foto 6.63 – Espécie arbórea *Tapirira obtusa* (pombeiro) no local de estudo.

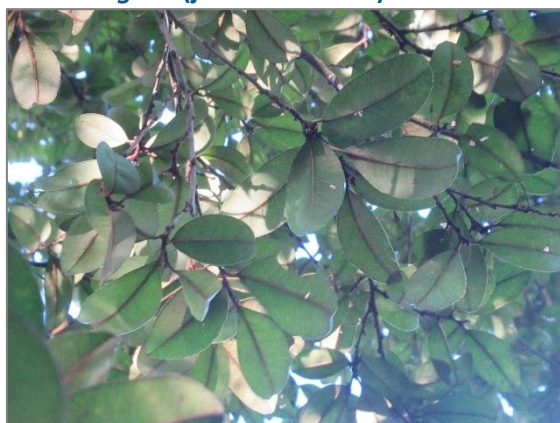


Foto 6.64 – Espécie arbórea *Chrysophyllum marginatum* (aguai).



Foto 6.65 – *Kielmeyera coriacea* (pau-santo) inserida na ADA.



Foto 6.66 – Gramínea *Loudetiopsis chrysotrix* (capim-brinco-de-princesa) na ADA.



Foto 6.67 – Espécie herbácea *Hedychium coronarium* (lírio-do-brejo) na ADA.



Foto 6.68 – Esécie arbustiva *Piper umbellatum* (jaborandi) no local de intervenção.



Foto 6.69 – Trepadeira *Pyrostegia venusta* (cipó-de-são-jão) na ADA.

#### ➤ **Espécies Ameaçadas de Extinção, Imunes de Corte e de Interesse Econômico – ADA e AID**

Para verificação de espécies ameaçadas de extinção, foi consultada a Portaria do MMA nº 148 de 7 de junho de 2022, que apresenta a Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção.

Também foi considerada Lei Estadual nº 20.308, de 27 de julho de 2012, que declara espécies imunes de corte no Estado de Minas Gerais.

De acordo com a Portaria MMA nº 148/22, a espécie *Cedrela fissilis* (cedro) encontra-se na lista de flora ameaçada de extinção, na classe “Vulnerável”.

As espécies *Caryocar brasiliense* (pequi), *Handroanthus serratifolius* (ipê-amarelo) e *Handroanthus ochraceus* (ipê-do-cerrado) são declaradas de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte no Estado de Minas Gerais.

A seguir são apresentados os dados obtidos no inventário florestal realizado na ADA.

##### 6.3.2.2.6 Inventário florestal – ADA

Durante o inventário florestal (parcelas + censo) realizado na área diretamente afetada – ADA da pilha PDR-1 foram mensurados um total de 696 indivíduos arbóreos, distribuídos entre 102 espécies e 43 famílias botânicas.

Na amostragem estratificada realizada através de 9 (nove) unidades amostrais (parcelas) nas tipologias FES estágio médio e área antrópica com regeneração inicial foram mensurados 331 indivíduos arbóreos, distribuídos entre 90 espécies e 37 famílias botânicas.

Durante o censo florestal foram mensuradas outras 365 árvores, distribuídas entre 59 espécies e 33 famílias botânicas.

O **Quadro 6.33** apresenta a lista florística das espécies arbóreas amostradas no inventário florestal (parcelas e censo) realizado na ADA.

Quadro 6.33 – Lista florística das espécies arbóreas amostradas no inventário florestal na ADA.

Família	Nome científico	Nome comum
Anacardiaceae	<i>Lithraea molleoides</i>	aroeirinha
	<i>Tapirira guianensis</i>	pau-pombo
	<i>Tapirira obtusa</i>	pombeiro
Annonaceae	<i>Annona</i> sp.	araticum-mirim
	<i>Guatteria sellowiana</i>	embira-preta
	<i>Xylopia</i> sp.	pindaíba
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> sp.	guatambu
Araliaceae	<i>Dendropanax cuneatus</i>	maria-mole
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	jerivá
Asteraceae	<i>Moquiniastrum polymorphum</i>	cambará
	<i>Piptocarpha macropoda</i>	vassourão-preto
	<i>Raulinoreitzia</i> sp.	vassourão-chorão
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i> **	ipê-do-cerrado
	<i>Handroanthus serratifolius</i> **	ipê-amarelo
	<i>Jacaranda macrantha</i>	caroba
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	amescla
Cannabaceae	<i>Celtis pubescens</i>	grão-de-galo
	<i>Trema micrantha</i>	crindiúva
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> **	pequi
Celastraceae	<i>Maytenus</i> sp.	cafezinho
	<i>Plenckia populnea</i>	marmelo-do-cerrado
Chrysobalanaceae	<i>Licania</i> sp.	oiti
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i>	guaperê
Clusiaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i>	pau-santo
Cunoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i>	cangalheiro
Ebenaceae	<i>Diospyrus brasiliensis</i>	caqui-do-mato
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i>	fruta-de-pomba
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i>	tapiá
	<i>Croton urucurana</i>	sangra-d'água
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	copaíba
	<i>Senna macranthera</i>	aleluia
	<i>Senna</i> sp.	pau-cigarra
Fabaceae-Cercideae	<i>Bauhinia rufa</i>	pata-de-vaca
Fabaceae-Faboideae	<i>Acosmium subelegans</i>	chapadinha
	<i>Andira vermifuga</i>	angelim
	<i>Dalbergia frutescens</i>	rabo-de-bugiu
	<i>Dalbergia miscolobium</i>	caviúna-do-cerrado
	<i>Erythrina falcata</i>	mulungu
	<i>Machaerium hirtum</i>	bico-de-pato
	<i>Machaerium villosum</i>	jacarandá-paulista
<i>Platypodium elegans</i>	jacarandazinho	

Família	Nome científico	Nome comum
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga edulis</i>	ingá
	<i>Leucochloron incuriale</i>	cortiça
	<i>Mimosa bimucronata</i>	espinheiro
	<i>Stryphonodendron adstringens</i>	barbatimão
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i>	lacre
Icacinaceae	<i>Emmotum nitens</i>	sobre
Lamiaceae	<i>Aegiphila sellowiana</i>	pau-tamanco
	<i>Aegiphila verticillata</i>	tamanqueira
	<i>Vitex polygama</i>	tarumã
Lauraceae	<i>Nectandra oppositifolia</i>	canela-ferrugem
	<i>Ocotea corymbosa</i>	canelinha
	<i>Ocotea diospyrifolia</i>	canela-amarela
	<i>Ocotea pulchella</i>	canelinha-do-brejo
	<i>Ocotea spixiana</i>	canela-preta
	<i>Persea willdenovii</i>	maçaranduba
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i>	pacari
Malpighiaceae	<i>Byrsonima laxiflora</i>	murici
	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	muricizão
Malvaceae	<i>Luehea grandiflora</i>	açoita-cavalo
Melastomataceae	<i>Miconia sellowiana</i>	pixirica
	<i>Tibouchina candolleana</i>	quaresmeira-roxa
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i>	canjerana
	<i>Cedrela fissilis</i> *	cedro
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	figueira
	<i>Sorocea bonplandii</i>	folha-de-serra
Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	ucuúba
Myrtaceae	<i>Campomanesia guazumifolia</i>	sete-capotes
	<i>Campomanesia sessiflora</i>	gabirola-verde
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	gabirola
	<i>Eugenia florida</i>	guamirim
	<i>Myrcia splendens</i>	folha-miúda
	<i>Myrcia tomentosa</i>	goiabeira-brava
	<i>Myrcia variabilis</i>	mercúrio
	<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i>	craveiro
	<i>Pisidium guajava</i>	goiabeira
Não identificada	Não identificada 1	NI 1
	Não identificada 2	NI 2
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	capororoca-vermelha
	<i>Myrsine</i> sp.	capororoca
	<i>Myrsine umbellata</i>	capororoca
Proteaceae	<i>Roupala brasiliensis</i>	carne-de-vaca
Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i>	marmelada
	<i>Guettarda viburnoides</i>	veludo



Família	Nome científico	Nome comum
	<i>Rudgea jasminoides</i>	cafezinho
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	maminha
	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	mamica-de-porca
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i>	espeto
	<i>Casearia lasiophylla</i>	cambróé
	<i>Casearia sylvestris</i>	erva-lagarto
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i>	camboatá-vermelho
	<i>Matayba elaeagnoides</i>	camboatá-branco
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i>	aguáí
Solanaceae	<i>Cestrum intermedium</i>	coerana
	<i>Solanum lycocarpum</i>	lobeira
	<i>Solanum mauritanum</i>	fumo-bravo
Styracaceae	<i>Styrax camporum</i>	benjoeiro
Urticaceae	<i>Cecropia glaziovii</i>	embaúba-vermelha
Verbenaceae	<i>Aloysia virgata</i>	lixinha
Vochysiaceae	<i>Callisthene major</i>	carvoeira
	<i>Qualea jundiahy</i>	pau-terra-da-mata
	<i>Vochysia tucanorum</i>	pau-tucano

\* Espécie ameaçada – Portaria MMA 148/22

\*\* Espécie imune de corte em MG – Lei 20.308/12

De acordo com a florística de famílias, a Fabaceae (subfamílias Caesalpinioideae, Faboideae, Mimosoideae e Cercidoideae) obteve maior destaque no número de indivíduos amostrados no estudo, com 216 representantes (30,1% da população), seguida por Primulaceae com 46 indivíduos (6,4 %) e Anacardiaceae com 39 (5,4%).

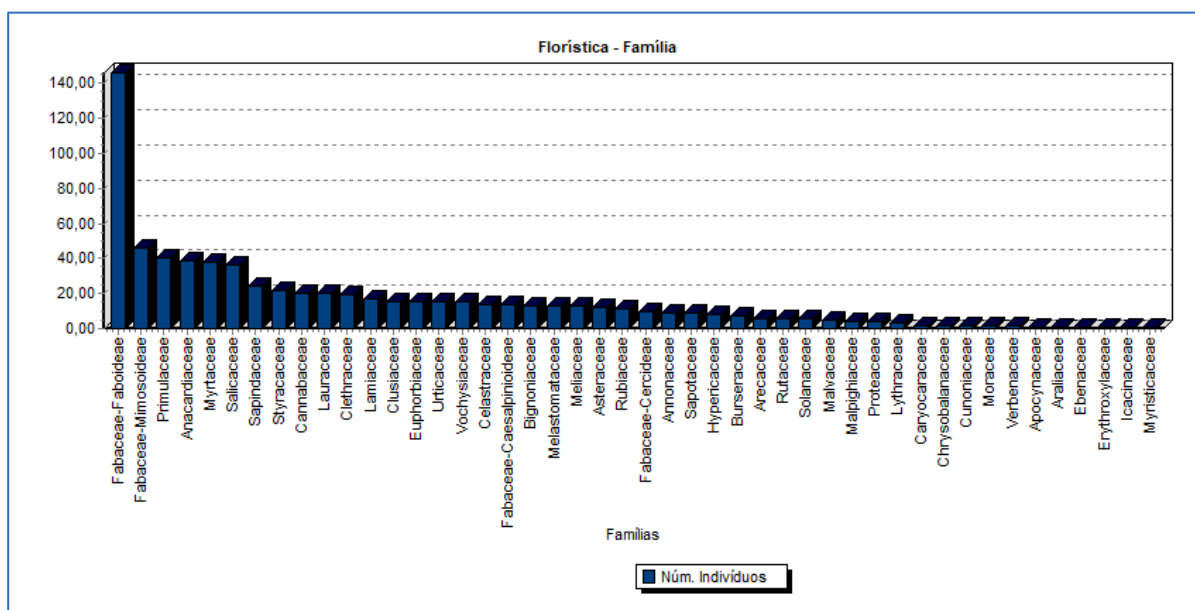


Figura 6.63 – Gráfico de número de indivíduos amostrados no inventário florestal na ADA de acordo com a família.

A amostragem realizada nas unidades amostrais (parcelas) apresentou boa diversidade de espécies de acordo com o Índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ), igual a 4,11 (**Quadro 6.34**). As parcelas 9 e 2 apresentaram os maiores valores de diversidade.

**Quadro 6.34 – Índices de diversidade da população amostrada nas unidades amostrais do inventário florestal na ADA.**

Parcela	N	S	ln(S)	H'	C	J	QM
1	33	20	3,0	2,89	0,97	0,96	1 : 1,65
2	44	29	3,4	3,17	0,97	0,94	1 : 1,52
3	43	25	3,2	2,99	0,96	0,93	1 : 1,72
4	38	21	3,0	2,82	0,95	0,93	1 : 1,81
5	22	14	2,6	2,50	0,95	0,95	1 : 1,57
6	14	11	2,4	2,30	0,96	0,96	1 : 1,27
7	13	11	2,4	2,35	0,97	0,98	1 : 1,18
8	64	23	3,1	2,67	0,91	0,85	1 : 2,78
9	60	32	3,5	3,23	0,97	0,93	1 : 1,88
Geral	331	90	4,5	4,11	0,98	0,91	1 : 3,68

As planilhas de campo do inventário florestal (parcelas e censo) encontram-se no **Anexo J** deste relatório.

Os dados fitossociológicos obtidos durante a execução do inventário florestal serão apresentados de acordo com a estratificação das fisionomias amostradas (estratos – FES estágio médio e área antrópica com regeneração inicial), para melhor detalhamento e caracterização das formações vegetais inseridas no local de intervenção.

Também são apresentados dados da estrutura fitossociológica da população arbórea amostrada no censo florestal (área antrópica).

#### ➤ Floresta Estacional Semidecidual estágio médio

A amostragem da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração foi realizada ao longo de 7 (sete) parcelas, com amostragem de 304 árvores distribuídas entre 85 espécies.

Os dados fitossociológicos obtidos na amostragem da fisionomia FES médio revelam que as espécies com maior valor de IVI (Índice de Valor de Importância) foram: *Machaerium villosum*, *Casearia sylvestris*, *Tapirira obtusa*, *Erythrina falcata* e *Copaifera langsdorffii*, respectivamente.

A estrutura horizontal da fisionomia FES médio amostrada na ADA pode ser visualizada no **Quadro 6.35** e na **Figura 6.64**.

**Quadro 6.35 – Estrutura horizontal da fisionomia FES médio amostrada na ADA.**

Nome Científico	N	P	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVI	VI (%)
<i>Machaerium villosum</i>	21	5	0,642	100,0	6,91	71,43	3,05	3,06	13,2	20,1	23,1	7,71
<i>Casearia sylvestris</i>	22	6	0,152	104,8	7,24	85,71	3,66	0,73	3,13	10,4	14,0	4,67

Nome Científico	N	P	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVI	VI (%)
<i>Tapirira obtusa</i>	7	5	0,294	33,33	2,30	71,43	3,05	1,40	6,04	8,34	11,4	3,80
<i>Erythrina falcata</i>	1	1	0,428	4,76	0,33	14,29	0,61	2,04	8,79	9,12	9,73	3,24
<i>Copaifera langsdorffii</i>	6	2	0,283	28,57	1,97	28,57	1,22	1,35	5,80	7,77	8,99	3,00
<i>Cupania vernalis</i>	12	5	0,064	57,14	3,95	71,43	3,05	0,31	1,31	5,26	8,31	2,77
<i>Amaioua guianensis</i>	9	6	0,062	42,86	2,96	85,71	3,66	0,30	1,28	4,24	7,90	2,63
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	6	2	0,229	28,57	1,97	28,57	1,22	1,09	4,69	6,67	7,89	2,63
<i>Leucochloron incuriale</i>	6	5	0,115	28,57	1,97	71,43	3,05	0,55	2,36	4,33	7,38	2,46
<i>Casearia decandra</i>	10	4	0,055	47,62	3,29	57,14	2,44	0,26	1,13	4,42	6,86	2,29
<i>Bauhinia rufa</i>	10	2	0,088	47,62	3,29	28,57	1,22	0,42	1,81	5,10	6,31	2,10
<i>Cabrlea canjerana</i>	7	5	0,037	33,33	2,30	71,43	3,05	0,17	0,75	3,05	6,10	2,03
<i>Matayba elaeagnoides</i>	7	3	0,092	33,33	2,30	42,86	1,83	0,44	1,88	4,18	6,01	2,00
<i>Myrcia tomentosa</i>	7	5	0,028	33,33	2,30	71,43	3,05	0,13	0,57	2,88	5,93	1,97
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	9	2	0,061	42,86	2,96	28,57	1,22	0,29	1,24	4,20	5,42	1,81
<i>Luehea grandiflora</i>	4	3	0,102	19,05	1,32	42,86	1,83	0,49	2,10	3,42	5,25	1,75
<i>Lithraea molleoides</i>	3	2	0,145	14,29	0,99	28,57	1,22	0,69	2,97	3,96	5,18	1,73
<i>Clethra scabra</i>	6	2	0,092	28,57	1,97	28,57	1,22	0,44	1,89	3,87	5,09	1,70
<i>Protium heptaphyllum</i>	7	2	0,075	33,33	2,30	28,57	1,22	0,36	1,53	3,83	5,05	1,68
<i>Platypodium elegans</i>	3	3	0,104	14,29	0,99	42,86	1,83	0,50	2,14	3,13	4,96	1,65
<i>Myrcia splendens</i>	6	3	0,032	28,57	1,97	42,86	1,83	0,15	0,66	2,64	4,47	1,49
<i>Cedrela fissilis</i>	2	2	0,123	9,52	0,66	28,57	1,22	0,59	2,52	3,18	4,40	1,47
<i>Persea willdenovii</i>	2	2	0,123	9,52	0,66	28,57	1,22	0,58	2,52	3,17	4,39	1,46
Não identificada 1	6	1	0,080	28,57	1,97	14,29	0,61	0,38	1,64	3,61	4,22	1,41
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	5	2	0,064	23,81	1,64	28,57	1,22	0,30	1,31	2,95	4,17	1,39
<i>Xylopia sp.</i>	4	2	0,070	19,05	1,32	28,57	1,22	0,33	1,43	2,74	3,96	1,32
<i>Senna sp.</i>	3	3	0,055	14,29	0,99	42,86	1,83	0,26	1,12	2,11	3,94	1,31
<i>Tapirira guianensis</i>	4	2	0,053	19,05	1,32	28,57	1,22	0,25	1,09	2,40	3,62	1,21
<i>Annona sp.</i>	4	3	0,014	19,05	1,32	42,86	1,83	0,07	0,29	1,60	3,43	1,14
<i>Handroanthus serratifolius</i>	3	2	0,058	14,29	0,99	28,57	1,22	0,28	1,20	2,19	3,41	1,14
<i>Styrax camporum</i>	4	2	0,038	19,05	1,32	28,57	1,22	0,18	0,77	2,09	3,31	1,10
<i>Cecropia glaziovii</i>	3	2	0,052	14,29	0,99	28,57	1,22	0,25	1,07	2,06	3,28	1,09
<i>Vismia guianensis</i>	6	1	0,029	28,57	1,97	14,29	0,61	0,14	0,59	2,57	3,18	1,06
<i>Callisthene major</i>	2	2	0,055	9,52	0,66	28,57	1,22	0,26	1,14	1,80	3,02	1,01
<i>Senna macranthera</i>	3	3	0,008	14,29	0,99	42,86	1,83	0,04	0,16	1,15	2,98	0,99
<i>Maytenus sp.</i>	4	2	0,016	19,05	1,32	28,57	1,22	0,08	0,33	1,64	2,86	0,95
<i>Ocotea spixiana</i>	2	1	0,076	9,52	0,66	14,29	0,61	0,36	1,56	2,22	2,83	0,94
<i>Qualea jundiahy</i>	3	2	0,030	14,29	0,99	28,57	1,22	0,14	0,62	1,60	2,82	0,94
<i>Piptocarpha macropoda</i>	3	2	0,023	14,29	0,99	28,57	1,22	0,11	0,47	1,46	2,68	0,89
<i>Tibouchina candolleana</i>	3	1	0,052	14,29	0,99	14,29	0,61	0,25	1,06	2,05	2,66	0,89
<i>Moquiniastrium polymorphum</i>	1	1	0,083	4,76	0,33	14,29	0,61	0,39	1,70	2,03	2,64	0,88
<i>Celtis pubescens</i>	3	1	0,050	14,29	0,99	14,29	0,61	0,24	1,02	2,01	2,62	0,87
<i>Machaerium hirtum</i>	3	2	0,016	14,29	0,99	28,57	1,22	0,08	0,34	1,32	2,54	0,85
<i>Andira vermifuga</i>	3	2	0,015	14,29	0,99	28,57	1,22	0,07	0,30	1,29	2,51	0,84
<i>Ocotea pulchella</i>	3	2	0,012	14,29	0,99	28,57	1,22	0,06	0,25	1,24	2,46	0,82
<i>Croton urucurana</i>	2	2	0,021	9,52	0,66	28,57	1,22	0,10	0,43	1,09	2,31	0,77

Nome Científico	N	P	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVI	VI (%)
<i>Mimosa bimucronata</i>	4	1	0,018	19,05	1,32	14,29	0,61	0,09	0,37	1,68	2,29	0,76
<i>Nectandra oppositifolia</i>	2	2	0,020	9,52	0,66	28,57	1,22	0,09	0,41	1,06	2,28	0,76
<i>Campomanesia sessiliflora</i>	2	1	0,046	9,52	0,66	14,29	0,61	0,22	0,95	1,61	2,22	0,74
<i>Vitex polygama</i>	2	2	0,016	9,52	0,66	28,57	1,22	0,08	0,33	0,99	2,21	0,74
<i>Ocotea corymbosa</i>	2	2	0,009	9,52	0,66	28,57	1,22	0,04	0,18	0,83	2,05	0,68
<i>Miconia sellowiana</i>	2	2	0,008	9,52	0,66	28,57	1,22	0,04	0,16	0,82	2,04	0,68
<i>Vochysia tucanorum</i>	2	2	0,006	9,52	0,66	28,57	1,22	0,03	0,12	0,78	2,00	0,67
<i>Lamanonia ternata</i>	1	1	0,039	4,76	0,33	14,29	0,61	0,19	0,80	1,13	1,74	0,58
<i>Dalbergia frutescens</i>	1	1	0,036	4,76	0,33	14,29	0,61	0,17	0,73	1,06	1,67	0,56
<i>Inga edulis</i>	1	1	0,033	4,76	0,33	14,29	0,61	0,16	0,67	1,00	1,61	0,54
<i>Licania</i> sp.	2	1	0,015	9,52	0,66	14,29	0,61	0,07	0,31	0,97	1,58	0,53
<i>Myrsine coriacea</i>	2	1	0,014	9,52	0,66	14,29	0,61	0,07	0,30	0,95	1,56	0,52
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	2	1	0,014	9,52	0,66	14,29	0,61	0,07	0,29	0,95	1,56	0,52
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	1	1	0,029	4,76	0,33	14,29	0,61	0,14	0,59	0,92	1,53	0,51
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1	1	0,025	4,76	0,33	14,29	0,61	0,12	0,51	0,84	1,45	0,48
<i>Casearia lasiophylla</i>	2	1	0,007	9,52	0,66	14,29	0,61	0,04	0,15	0,81	1,42	0,47
<i>Jacaranda macrantha</i>	1	1	0,023	4,76	0,33	14,29	0,61	0,11	0,48	0,81	1,42	0,47
<i>Myrsine umbellata</i>	2	1	0,006	9,52	0,66	14,29	0,61	0,03	0,12	0,78	1,39	0,46
<i>Trema micrantha</i>	2	1	0,005	9,52	0,66	14,29	0,61	0,02	0,10	0,76	1,37	0,46
<i>Aegiphila sellowiana</i>	1	1	0,013	4,76	0,33	14,29	0,61	0,06	0,27	0,60	1,21	0,40
<i>Raulinoreitzia</i> sp.	1	1	0,010	4,76	0,33	14,29	0,61	0,05	0,21	0,54	1,15	0,38
<i>Byrsonima laxiflora</i>	1	1	0,010	4,76	0,33	14,29	0,61	0,05	0,20	0,53	1,14	0,38
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	1	1	0,009	4,76	0,33	14,29	0,61	0,04	0,19	0,52	1,13	0,38
<i>Alchornea glandulosa</i>	1	1	0,007	4,76	0,33	14,29	0,61	0,03	0,15	0,48	1,09	0,36
<i>Guettarda viburnoides</i>	1	1	0,006	4,76	0,33	14,29	0,61	0,03	0,13	0,46	1,07	0,36
<i>Roupala brasiliensis</i>	1	1	0,006	4,76	0,33	14,29	0,61	0,03	0,13	0,46	1,07	0,36
<i>Myrsine</i> sp.	1	1	0,006	4,76	0,33	14,29	0,61	0,03	0,12	0,45	1,06	0,35
<i>Aspidosperma</i> sp.	1	1	0,006	4,76	0,33	14,29	0,61	0,03	0,12	0,45	1,06	0,35
<i>Sapium glandulosum</i>	1	1	0,005	4,76	0,33	14,29	0,61	0,03	0,11	0,44	1,05	0,35
<i>Eugenia florida</i>	1	1	0,004	4,76	0,33	14,29	0,61	0,02	0,09	0,42	1,03	0,34
<i>Diospyrus brasiliensis</i>	1	1	0,004	4,76	0,33	14,29	0,61	0,02	0,08	0,41	1,02	0,34
<i>Lafoensia pacari</i>	1	1	0,004	4,76	0,33	14,29	0,61	0,02	0,08	0,41	1,02	0,34
<i>Rudgea jasminoides</i>	1	1	0,004	4,76	0,33	14,29	0,61	0,02	0,08	0,41	1,02	0,34
Não identificada 2	1	1	0,004	4,76	0,33	14,29	0,61	0,02	0,07	0,40	1,01	0,34
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i>	1	1	0,003	4,76	0,33	14,29	0,61	0,01	0,06	0,39	1,00	0,33
<i>Sorocea bonplandii</i>	1	1	0,003	4,76	0,33	14,29	0,61	0,01	0,05	0,38	0,99	0,33
<i>Guatteria sellowiana</i>	1	1	0,002	4,76	0,33	14,29	0,61	0,01	0,05	0,38	0,99	0,33
<i>Ficus</i> sp.	1	1	0,002	4,76	0,33	14,29	0,61	0,01	0,05	0,38	0,99	0,33
<i>Virola sebifera</i>	1	1	0,002	4,76	0,33	14,29	0,61	0,01	0,04	0,37	0,98	0,33
Total	304	7	4,875	1448	100	2343	100	23,2	100	200	300	100

**Legenda:** N (nº indivíduos); P (unidade amostral); G (área basal – m<sup>2</sup>); DA (densidade absoluta); DR (densidade relativa); FA (frequência absoluta); FR (frequência relativa); DoA (dominância absoluta); DoR (dominância relativa); IVC (índice de valor de cobertura); VI (valor de importância).

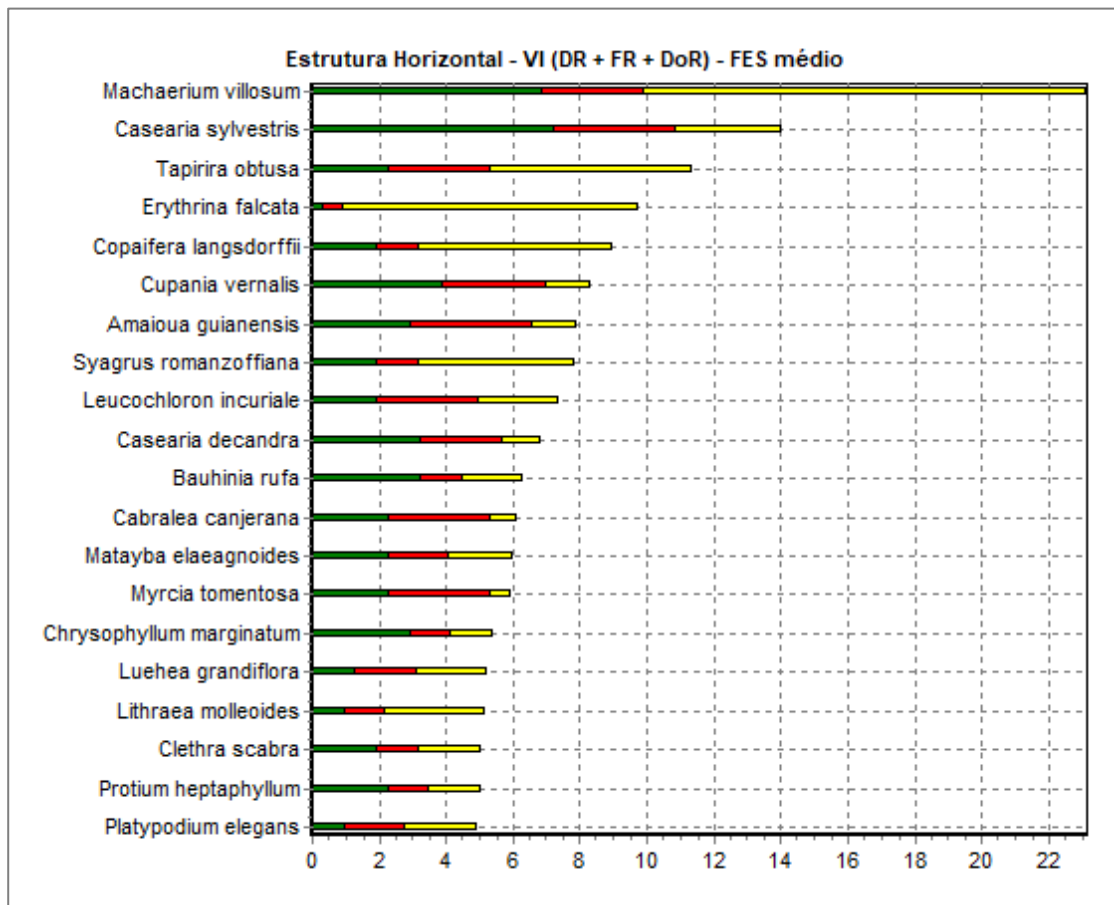


Figura 6.64 – Representação gráfica do IVI das 20 espécies de maior destaque na fisionomia FES médio amostrada na ADA.

A densidade (D), também chamada abundância, é o número de indivíduos de cada espécie na composição do povoamento. O maior valor de densidade encontrado foi para a espécie *Casearia sylvestris*, seguida por *Machaerium villosum*, *Cupania vernalis*, *Casearia decandra* e *Bauhinia rufa*, respectivamente.

As espécies com maior frequência (F), ou seja, aquelas que estão bem distribuídas horizontalmente ao longo do povoamento amostrado foram: *Casearia sylvestris*, *Amaioua guianensis*, *Machaerium villosum*, *Cupania vernalis* e *Tapirira obtusa*, respectivamente.

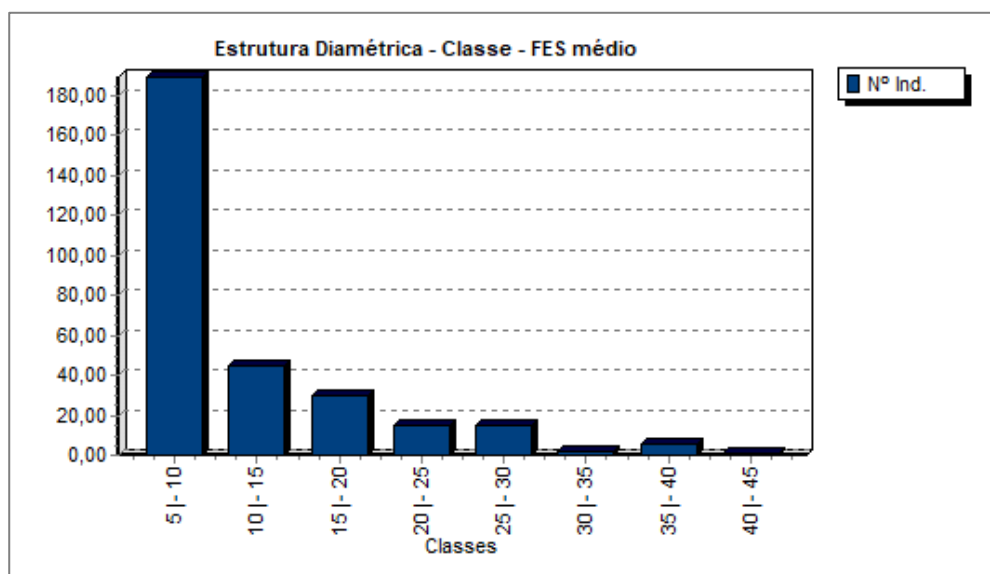
O parâmetro dominância (Do) revela que a espécie *Machaerium villosum* obteve o maior valor de área basal por hectare nos fragmentos amostrados, seguida por *Erythrina falcata*, *Tapirira obtusa*, *Copaifera langsdorffii* e *Syagrus romanzoffiana*, respectivamente.

#### - Estrutura diamétrica

A estrutura diamétrica de uma população é a distribuição do número de árvores por classes de diâmetro e pode ser utilizada para caracterizar tipologias vegetais, estágios sucessionais, estados de conservação, regimes de manejo, processos de dinâmica de crescimento e verificar a sustentabilidade ambiental de manejo.

A estrutura diamétrica da população inventariada revela um padrão de distribuição de florestas inequidêneas do tipo “J” invertido decrescente, típico de florestas nativas, onde a

maioria dos indivíduos encontra-se nas menores classes de diâmetro, com redução gradativa do número de indivíduos nas maiores classes, conforme demonstra a **Figura 6.65**.



**Figura 6.65 – Representação da estrutura diamétrica do estrato FES médio.**

De acordo com o **Quadro 6.36**, a classe diamétrica de maior representatividade na amostragem foi de 5,0 - 10,0 cm de DAP, com 190 indivíduos, seguida pelas classes de 10,0 - 15,0 cm com 45 indivíduos e 15,0 - 20,0 cm com 30 indivíduos da população total amostrada.

**Quadro 6.36 – Número de indivíduos (Nº), área basal (AB) e volume total (VT) por classe diamétrica no estrato FES médio.**

Classe	Nº ind	Nº Ind/ha	AB (m <sup>2</sup> )	AB/ha (m <sup>2</sup> )	VT (m <sup>3</sup> )	VT/ha (m <sup>3</sup> )
5   - 10	190	905	0,8280	3,9420	4,1584	19,8021
10   - 15	45	214	0,5600	2,6660	3,3555	15,9788
15   - 20	30	143	0,7460	3,5530	4,7146	22,4503
20   - 25	15	71	0,5690	2,7090	3,9887	18,9937
25   - 30	15	71	0,9280	4,4180	7,1621	34,1053
30   - 35	2	10	0,1610	0,7670	1,1139	5,3042
35   - 40	6	29	0,6530	3,1090	4,3332	20,6343
40   - 45	1	5	0,4280	2,0400	2,6990	12,8525
Total	304	1448	4,8750	23,2130	31,5254	150,1212

A média diamétrica (DAP) dos indivíduos amostrados na fisionomia FES médio foi de 11,4 cm. O volume estimado por hectare na fisionomia FES médio foi de 150,1212 m<sup>3</sup>/ha e a área basal estimada foi de 23,2130 m<sup>2</sup>/ha.

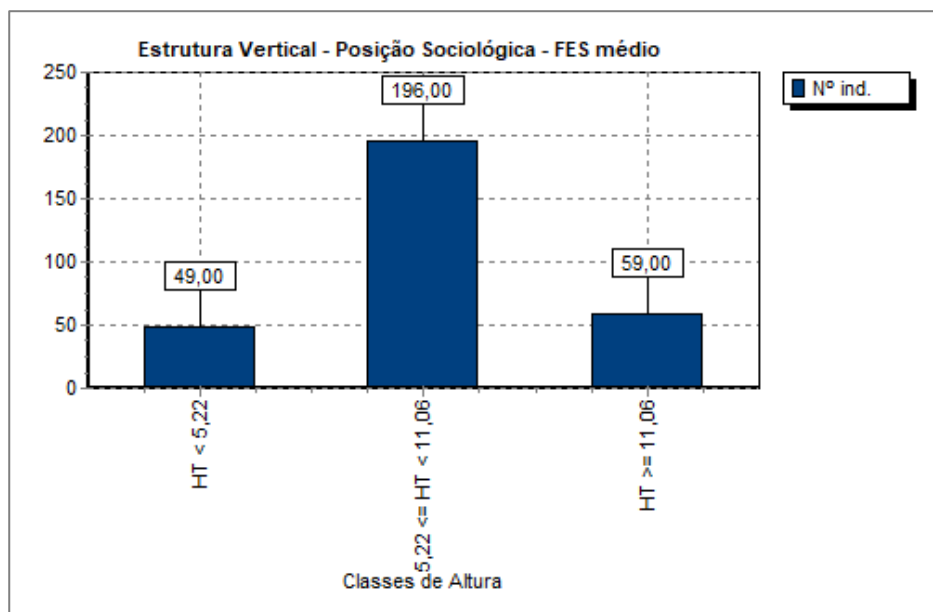
#### - Estrutura vertical

A estrutura vertical engloba a estimativa do parâmetro de posição sociológica, a partir da definição dos estratos de altura total dos indivíduos arbóreos, cálculo dos valores

fitossociológicos para cada estrato e estimativa da posição sociológica das espécies. Para tanto foram considerados três estratos: superior, médio e inferior.

Os dados da estrutura vertical da fisionomia FES médio revelam que o estrato inferior ficou no patamar abaixo de 5,22 metros de altura, o médio entre 5,22 e 11,06 metros e o superior acima de 11,06 m (**Figura 6.66**). As espécies com maior número de indivíduos no estrato superior foram *Machaerium villosum*, *Tapirira obtusa* e *Syagrus romazoffiana*.

A altura média da população amostrada no estrato FES médio foi de 8,2 metros.



**Figura 6.66 – Representação gráfica da estrutura vertical do estrato FES estágio médio, de acordo com o número de indivíduos (Nº ind.).**

### ➤ Área antrópica com regeneração inicial

A amostragem da tipologia área antrópica com regeneração inicial foi realizada através de 2 (duas) parcelas, com amostragem de 27 árvores distribuídas entre 17 espécies.

Os dados fitossociológicos obtidos na amostragem da tipologia área antrópica com regeneração inicial revelam que as espécies com maior valor de IVI (Índice de Valor de Importância) foram: *Machaerium villosum*, *Myrsine coriacea*, *Kielmeyera coriacea*, *Vochysia tucanorum* e *Dalbergia miscolobium*, respectivamente.

A estrutura horizontal da tipologia área antrópica com regeneração inicial amostrada na ADA pode ser visualizada no **Quadro 6.37** e na **Figura 6.67**.

**Quadro 6.37 – Estrutura horizontal da tipologia área antrópica com regeneração inicial.**

Nome Científico	N	P	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVI	VI (%)
<i>Machaerium villosum</i>	4	2	0,029	66,67	14,8	100	9,09	0,49	17,7	32,52	41,61	13,87
<i>Myrsine coriacea</i>	4	2	0,013	66,67	14,8	100	9,09	0,22	7,85	22,66	31,75	10,58
<i>Kielmeyera coriacea</i>	2	2	0,023	33,33	7,41	100	9,09	0,39	14,0	21,43	30,52	10,17
<i>Vochysia tucanorum</i>	2	2	0,009	33,33	7,41	100	9,09	0,15	5,32	12,73	21,82	7,27

Nome Científico	N	P	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVI	VI (%)
<i>Dalbergia miscolobium</i>	2	1	0,016	33,33	7,41	50,0	4,55	0,26	9,53	16,93	21,48	7,16
<i>Handroanthus ochraceus</i>	2	2	0,006	33,33	7,41	100,0	9,09	0,11	3,86	11,27	20,36	6,79
<i>Callisthene major</i>	1	1	0,014	16,67	3,70	50,0	4,55	0,23	8,17	11,88	16,42	5,47
<i>Platypodium elegans</i>	1	1	0,012	16,67	3,70	50,0	4,55	0,21	7,54	11,24	15,79	5,26
<i>Myrcia tomentosa</i>	1	1	0,012	16,67	3,70	50,0	4,55	0,20	7,17	10,88	15,42	5,14
<i>Aegiphila verticillata</i>	1	1	0,010	16,67	3,70	50,0	4,55	0,16	5,79	9,49	14,04	4,68
<i>Leucochloron incuriale</i>	1	1	0,005	16,67	3,70	50,0	4,55	0,08	2,77	6,48	11,02	3,67
<i>Croton urucurana</i>	1	1	0,004	16,67	3,70	50,0	4,55	0,06	2,12	5,83	10,37	3,46
<i>Myrcia splendens</i>	1	1	0,003	16,67	3,70	50,0	4,55	0,05	1,74	5,44	9,99	3,33
<i>Erythrina falcata</i>	1	1	0,003	16,67	3,70	50,0	4,55	0,05	1,74	5,44	9,99	3,33
<i>Ocotea pulchella</i>	1	1	0,003	16,67	3,70	50,0	4,55	0,04	1,56	5,26	9,81	3,27
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	1	1	0,003	16,67	3,70	50,0	4,55	0,04	1,56	5,26	9,81	3,27
<i>Styrax camporum</i>	1	1	0,003	16,67	3,70	50,0	4,55	0,04	1,56	5,26	9,81	3,27
Total	27	2	0,165	450	100	1100	100	2,755	100	200	300	100

**Legenda:** N (nº indivíduos); P (unidade amostral); G (área basal – m²); DA (densidade absoluta); DR (densidade relativa); FA (frequência absoluta); FR (frequência relativa); DoA (dominância absoluta); DoR (dominância relativa); VC (valor de cobertura); VI (valor de importância).

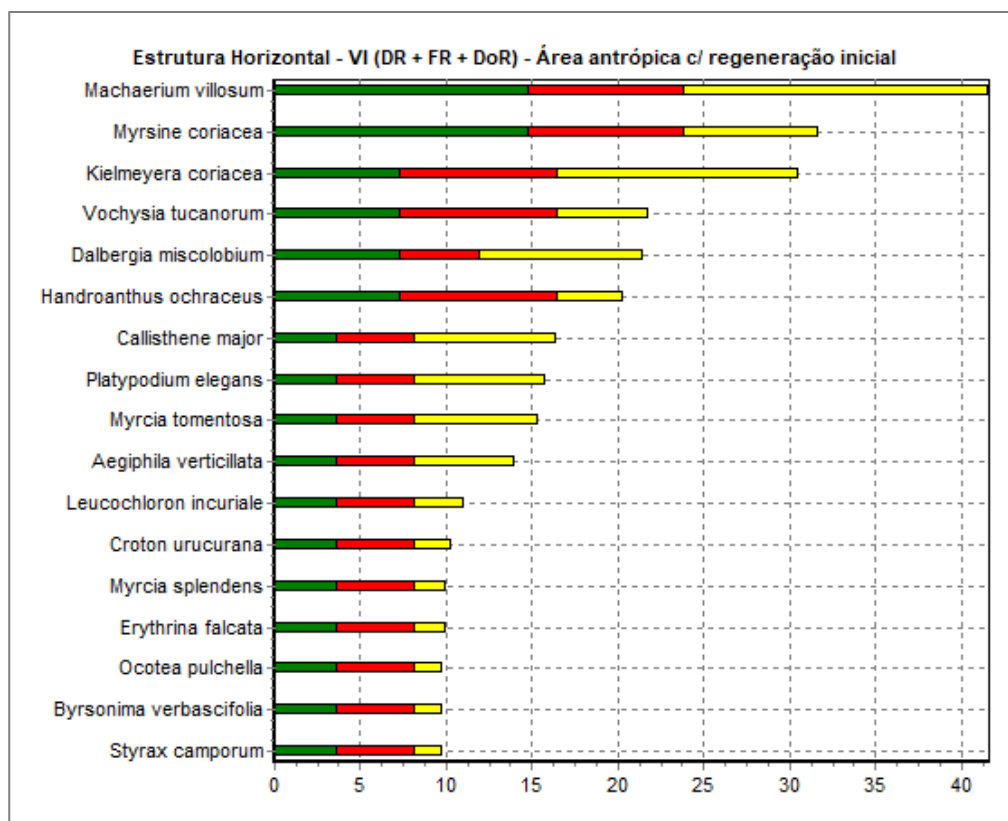


Figura 6.67 – Representação gráfica do IVI das espécies amostradas na área antrópica com regeneração inicial.



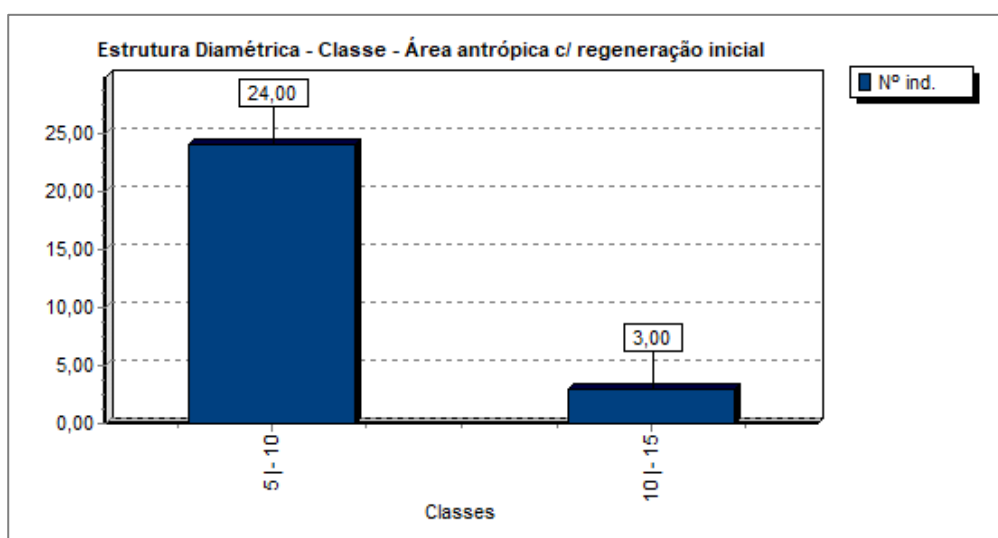
O maior valor de densidade encontrado foi para as espécies *Machaerium villosum* e *Myrsine coriacea*, seguidas por *Kielmeyera coriacea*, *Vochysia tucanorum*, *Dalbergia miscolobium* e *Handroanthus ochraceus*.

As espécies com maior frequência (F) e que ocorreram nas 2 (duas) unidades amostrais desse estrato foram: *Machaerium villosum*, *Myrsine coriacea*, *Kielmeyera coriacea*, *Vochysia tucanorum* e *Handroanthus ochraceus*.

O parâmetro dominância (Do) revela que a espécie *Machaerium villosum* obteve o maior valor de área basal por hectare nesse estrato, seguida por *Kielmeyera coriacea*, *Dalbergia miscolobium*, *Callisthene major* e *Mysine coriacea*, respectivamente.

### - Estrutura diamétrica

A estrutura diamétrica da população inventariada na tipologia área antrópica com regeneração inicial revela uma distribuição de indivíduos em apenas duas classes de diâmetro, com predomínio de indivíduos de pequeno porte na classe de 5 a 10 cm de diâmetro, conforme demonstra a **Figura 6.68**.



**Figura 6.68** – Representação da estrutura diamétrica do estrato área antrópica com regeneração inicial.

De acordo com o **Quadro 6.38** abaixo, a classe diamétrica de maior representatividade na amostragem foi de 5,0 - 10,0 cm de DAP, com 24 indivíduos.

**Quadro 6.38** – Número de indivíduos (Nº), área basal (AB) e volume total (VT) por classe diamétrica na área antrópica com regeneração inicial.

Classe	Nº ind	Nº Ind/ha	AB (m <sup>2</sup> )	AB/ha (m <sup>2</sup> )	VT (m <sup>3</sup> )	VT/ha (m <sup>3</sup> )
5   - 10	24	400	0,1280	2,1350	0,3723	6,2047
10   - 15	3	50	0,0370	0,6200	0,1131	1,8852
Total	27	450	0,1650	2,7550	0,4854	8,0899

A média diamétrica (DAP) dos indivíduos amostrados na tipologia área antrópica com regeneração inicial foi de 7,3 cm.

O volume estimado por hectare foi de 8,0899 m<sup>3</sup>/ha e a área basal estimada foi de 2,7550 m<sup>2</sup>/ha.

#### - Estrutura vertical

Os dados da estrutura vertical da tipologia área antrópica com regeneração inicial revelam que o estrato inferior ficou no patamar abaixo de 2,87 metros de altura, o médio entre 2,87 e 5,20 metros e o superior acima de 5,20 m (**Figura 6.69**). As espécies com maior número de indivíduos no estrato superior foram *Machaerium villosum* e *Myrsine coriacea*.

A altura média da população arbórea amostrada nessa tipologia foi de 4,2 metros.

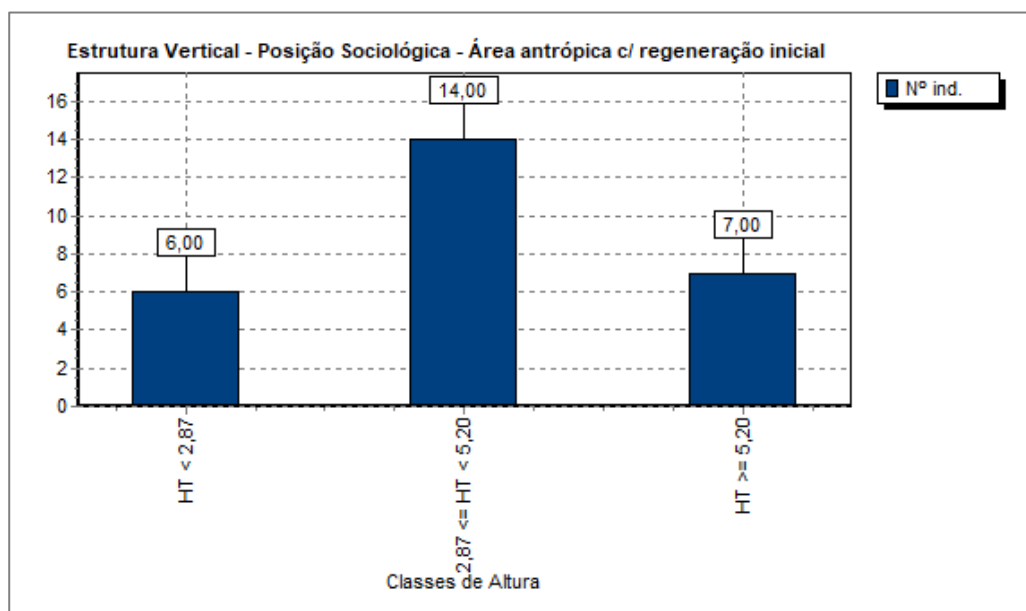


Figura 6.69 – Representação gráfica da estrutura vertical na área antrópica com regeneração inicial, de acordo com o número de indivíduos (Nº ind.).

#### ➤ Censo Florestal (área antrópica)

Durante o censo florestal realizado nas áreas antrópicas com indivíduos arbóreos isolados no local de intervenção da pilha PDR-1 foram mensuradas 365 árvores, distribuídas entre 59 espécies e 33 famílias botânicas.

Os dados fitossociológicos obtidos no censo florestal revelam que as espécies com maior IVI (Índice de Valor de Importância) foram: *Machaerium villosum*, *Myrsine coriacea*, *Dalbergia miscolobium*, *Platypodium elegans* e *Erythrina falcata*, respectivamente.

A estrutura horizontal da vegetação amostrada no censo pode ser visualizada no **Quadro 6.39** e na **Figura 6.70**.

Quadro 6.39 – Estrutura horizontal da vegetação amostrada no censo florestal.

Nome Científico	N	P	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVI	VI (%)
<i>Machaerium villosum</i>	39	1	0,7023	2,27	10,7	100	1,69	0,04	16,3	26,99	28,69	9,56
<i>Myrsine coriacea</i>	30	1	0,2128	1,75	8,22	100	1,69	0,01	4,94	13,16	14,86	4,95
<i>Dalbergia miscolobium</i>	28	1	0,2297	1,63	7,67	100	1,69	0,01	5,33	13,00	14,70	4,90
<i>Platypodium elegans</i>	24	1	0,1948	1,40	6,58	100	1,69	0,01	4,52	11,10	12,79	4,26
<i>Erythrina falcata</i>	7	1	0,3533	0,41	1,92	100	1,69	0,02	8,20	10,12	11,82	3,94
<i>Stryphonodendron adstringens</i>	22	1	0,1335	1,28	6,03	100	1,69	0,01	3,10	9,13	10,82	3,61
<i>Styrax camporum</i>	17	1	0,1835	0,99	4,66	100	1,69	0,01	4,26	8,92	10,61	3,54
<i>Cecropia glaziovii</i>	12	1	0,2358	0,70	3,29	100	1,69	0,01	5,47	8,76	10,46	3,49
<i>Lithraea molleoides</i>	12	1	0,1581	0,70	3,29	100	1,69	0,01	3,67	6,96	8,65	2,88
<i>Leucochloron incuriale</i>	10	1	0,1799	0,58	2,74	100	1,69	0,01	4,18	6,92	8,61	2,87
<i>Clethra scabra</i>	13	1	0,1351	0,76	3,56	100	1,69	0,01	3,14	6,70	8,39	2,80
<i>Trema micrantha</i>	15	1	0,1003	0,87	4,11	100	1,69	0,01	2,33	6,44	8,13	2,71
<i>Tibouchina candolleana</i>	6	1	0,2026	0,35	1,64	100	1,69	0,01	4,70	6,35	8,04	2,68
<i>Kielmeyera coriacea</i>	12	1	0,1215	0,70	3,29	100	1,69	0,01	2,82	6,11	7,80	2,60
<i>Tapirira obtusa</i>	7	1	0,1689	0,41	1,92	100	1,69	0,01	3,92	5,84	7,53	2,51
<i>Plenckia populnea</i>	9	1	0,0661	0,52	2,47	100	1,69	0,00	1,53	4,00	5,70	1,90
<i>Croton urucurana</i>	8	1	0,0707	0,47	2,19	100	1,69	0,00	1,64	3,83	5,53	1,84
<i>Tapirira guianensis</i>	5	1	0,0924	0,29	1,37	100	1,69	0,01	2,15	3,52	5,21	1,74
<i>Myrcia tomentosa</i>	7	1	0,0411	0,41	1,92	100	1,69	0,00	0,95	2,87	4,57	1,52
<i>Acosmium subelegans</i>	7	1	0,0232	0,41	1,92	100	1,69	0,00	0,54	2,46	4,15	1,38
<i>Caryocar brasiliense</i>	2	1	0,0820	0,12	0,55	100	1,69	0,01	1,90	2,45	4,15	1,38
<i>Cedrela fissilis</i>	4	1	0,0522	0,23	1,10	100	1,69	0,00	1,21	2,31	4,00	1,33
<i>Solanum lycocarpum</i>	4	1	0,0450	0,23	1,10	100	1,69	0,00	1,04	2,14	3,84	1,28
<i>Aegiphila sellowiana</i>	4	1	0,0351	0,23	1,10	100	1,69	0,00	0,81	1,91	3,61	1,20
<i>Piptocarpha macropoda</i>	2	1	0,0548	0,12	0,55	100	1,69	0,00	1,27	1,82	3,52	1,17
<i>Campomanesia sessiliflora</i>	3	1	0,0426	0,18	0,82	100	1,69	0,00	0,99	1,81	3,51	1,17
<i>Matayba elaeagnoides</i>	4	1	0,0283	0,23	1,10	100	1,69	0,00	0,66	1,75	3,45	1,15
<i>Handroanthus ochraceus</i>	4	1	0,0241	0,23	1,10	100	1,69	0,00	0,56	1,66	3,35	1,12
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	3	1	0,0348	0,18	0,82	100	1,69	0,00	0,81	1,63	3,32	1,11
<i>Aegiphila verticillata</i>	4	1	0,0211	0,23	1,10	100	1,69	0,00	0,49	1,59	3,28	1,09
<i>Persea willdenovii</i>	3	1	0,0199	0,18	0,82	100	1,69	0,00	0,46	1,29	2,98	0,99
<i>Callisthene major</i>	2	1	0,0261	0,12	0,55	100	1,69	0,00	0,61	1,15	2,85	0,95
<i>Senna</i> sp.	2	1	0,0253	0,12	0,55	100	1,69	0,00	0,59	1,14	2,83	0,94
<i>Aloysia virgata</i>	2	1	0,0219	0,12	0,55	100	1,69	0,00	0,51	1,06	2,75	0,92
<i>Roupala brasiliensis</i>	3	1	0,0081	0,18	0,82	100	1,69	0,00	0,19	1,01	2,71	0,90
<i>Vochysia tucanorum</i>	2	1	0,0175	0,12	0,55	100	1,69	0,00	0,41	0,95	2,65	0,88
<i>Vismia guianensis</i>	2	1	0,0111	0,12	0,55	100	1,69	0,00	0,26	0,81	2,50	0,83
<i>Moquiniastrum polymorphum</i>	2	1	0,0097	0,12	0,55	100	1,69	0,00	0,23	0,77	2,47	0,82
<i>Myrcia splendens</i>	2	1	0,0070	0,12	0,55	100	1,69	0,00	0,16	0,71	2,41	0,80
<i>Cupania vernalis</i>	1	1	0,0185	0,06	0,27	100	1,69	0,00	0,43	0,70	2,40	0,80
<i>Mimosa bimucronata</i>	2	1	0,0055	0,12	0,55	100	1,69	0,00	0,13	0,67	2,37	0,79

Nome Científico	N	P	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVI	VI (%)
<i>Handroanthus serratifolius</i>	1	1	0,0161	0,06	0,27	100	1,69	0,00	0,37	0,65	2,34	0,78
<i>Lamanonia ternata</i>	1	1	0,0160	0,06	0,27	100	1,69	0,00	0,37	0,65	2,34	0,78
<i>Dendropanax cuneatus</i>	1	1	0,0161	0,06	0,27	100	1,69	0,00	0,37	0,65	2,34	0,78
<i>Cestrum intermedium</i>	1	1	0,0101	0,06	0,27	100	1,69	0,00	0,24	0,51	2,20	0,73
<i>Emmotum nitens</i>	1	1	0,0064	0,06	0,27	100	1,69	0,00	0,15	0,42	2,12	0,71
<i>Pisidium guajava</i>	1	1	0,0055	0,06	0,27	100	1,69	0,00	0,13	0,40	2,10	0,70
<i>Byrsonima laxiflora</i>	1	1	0,0046	0,06	0,27	100	1,69	0,00	0,11	0,38	2,08	0,69
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	1	1	0,0043	0,06	0,27	100	1,69	0,00	0,10	0,38	2,07	0,69
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	1	1	0,0050	0,06	0,27	100	1,69	0,00	0,12	0,39	2,08	0,69
<i>Casearia sylvestris</i>	1	1	0,0050	0,06	0,27	100	1,69	0,00	0,12	0,39	2,08	0,69
<i>Erythroxylum deciduum</i>	1	1	0,0035	0,06	0,27	100	1,69	0,00	0,08	0,36	2,05	0,68
<i>Lafoensia pacari</i>	1	1	0,0026	0,06	0,27	100	1,69	0,00	0,06	0,33	2,03	0,68
<i>Solanum mauritianum</i>	1	1	0,0035	0,06	0,27	100	1,69	0,00	0,08	0,36	2,05	0,68
<i>Vitex polygama</i>	1	1	0,0035	0,06	0,27	100	1,69	0,00	0,08	0,36	2,05	0,68
<i>Luehea grandiflora</i>	1	1	0,0020	0,06	0,27	100	1,69	0,00	0,05	0,32	2,02	0,67
<i>Miconia sellowiana</i>	1	1	0,0023	0,06	0,27	100	1,69	0,00	0,05	0,33	2,02	0,67
<i>Casearia decandra</i>	1	1	0,0023	0,06	0,27	100	1,69	0,00	0,05	0,33	2,02	0,67
<i>Myrcia variabilis</i>	1	1	0,0023	0,06	0,27	100	1,69	0,00	0,05	0,33	2,02	0,67
<b>Total</b>	<b>365</b>	<b>1</b>	<b>4,3073</b>	<b>21,2</b>	<b>100</b>	<b>5900</b>	<b>100</b>	<b>0,25</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

**Legenda:** N (nº indivíduos); P (unidade amostral); G (área basal – m²); DA (densidade absoluta); DR (densidade relativa); FA (frequência absoluta); FR (frequência relativa); DoA (dominância absoluta); DoR (dominância relativa); VC (valor de cobertura); VI (valor de importância).

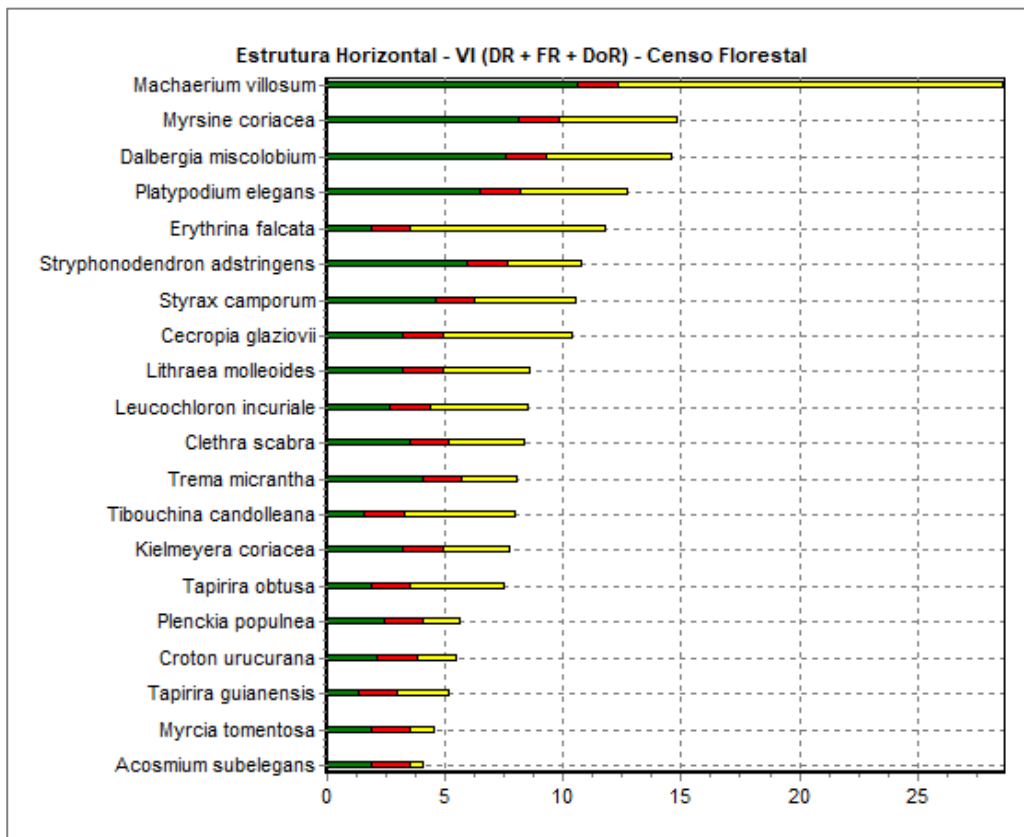


Figura 6.70 – Representação gráfica do IVI das 20 espécies de maior destaque no censo florestal.

**- Estrutura diamétrica**

A estrutura diamétrica das árvores amostradas no censo revela uma concentração de indivíduos nas menores classes, conforme demonstra a **Figura 6.71** a seguir.

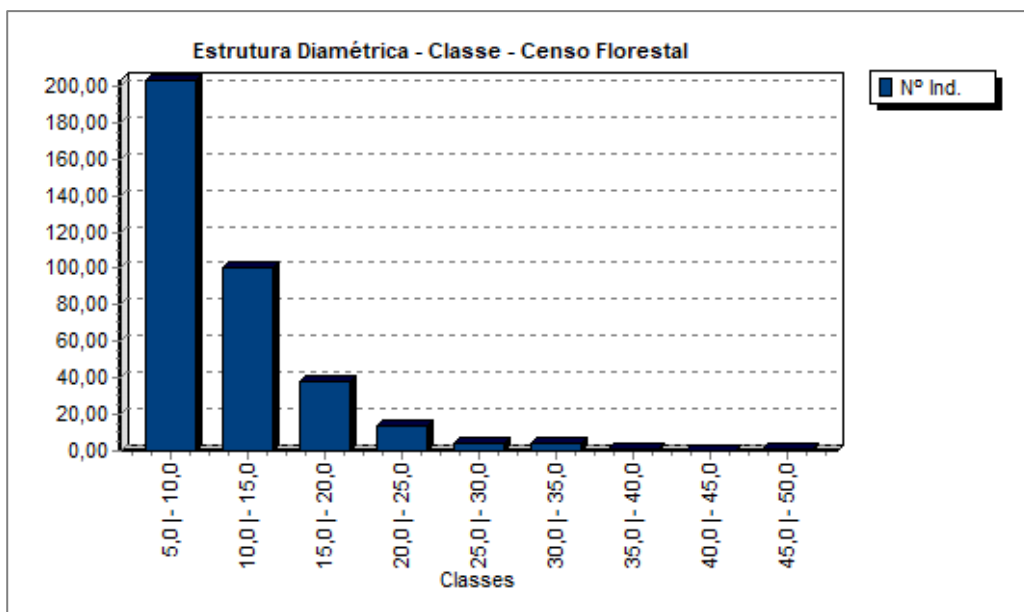


Figura 6.71 – Representação da estrutura diamétrica da vegetação amostrada no censo.

De acordo com o **Quadro 6.40**, a classe diamétrica de maior representatividade na amostragem do censo florestal foi de 5,0 - 10,0 cm de DAP, com 203 indivíduos, seguida pelas classes de 10,0 - 15,0 cm com 100 indivíduos e 15,0 - 20,0 cm com 38 indivíduos da população amostrada.

**Quadro 6.40 – Estrutura diamétrica da vegetação amostrada no censo.**

Classe	Nº ind	Nº Ind/ha	AB (m <sup>2</sup> )	AB/ha (m <sup>2</sup> )	VT (m <sup>3</sup> )	VT/ha (m <sup>3</sup> )
5,0   - 10,0	203	12	0,8995	0,0520	2,6546	0,1545
10,0   - 15,0	100	6	1,1561	0,0670	3,9837	0,2318
15,0   - 20,0	38	2	0,8741	0,0510	3,9208	0,2282
20,0   - 25,0	14	1	0,5581	0,0320	2,9463	0,1715
25,0   - 30,0	4	0	0,2227	0,0130	1,3329	0,0776
30,0   - 35,0	4	0	0,3092	0,0180	1,4682	0,0854
35,0   - 40,0	1	0	0,1184	0,0070	0,7688	0,0447
40,0   - 45,0	0	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
45,0   - 50,0	1	0	0,1691	0,0100	0,8962	0,0522
<b>Total</b>	<b>365</b>	<b>21</b>	<b>4,3073</b>	<b>0,2510</b>	<b>17,9714</b>	<b>1,0459</b>

#### 6.3.2.2.6.1 Dados gerais

O **Quadro 6.41** a seguir apresenta dados gerais do inventário por estrato, com diâmetro médio (DAP), altura média (H), número de indivíduos (n), área basal (G) e volume (Vol).

**Quadro 6.41 – Dados gerais por estrato.**

Estrato	Parcelas	DAP médio (cm)	H média (m)	n	G (m <sup>2</sup> )	Vol (m <sup>3</sup> )	n/ha	G/ha (m <sup>2</sup> )	Vol/ha (m <sup>3</sup> )
FES estágio médio	1/2/3/4/5/8/9	11,4	8,2	304	4,8750	31,5254	1443	23,2130	150,1212
Área antrópica com regeneração inicial	6/7	7,3	4,2	27	0,1650	0,4854	450	2,7550	8,0899

#### 6.3.2.2.6.2 Análise Volumétrica

O volume por hectare estimado para a tipologia FES estágio médio foi de 150,1212 m<sup>3</sup>/ha e para a tipologia área antrópica com regeneração inicial foi de 8,0899 m<sup>3</sup>/ha.

Durante o censo florestal de áreas antrópicas o volume total amostrado foi de 17,9714 m<sup>3</sup>.

De acordo com o quantitativo das áreas de intervenção para implantação da pilha PDR-1, considerando 4,1547 ha de intervenção em FES médio e 0,9935 ha de intervenção em área antrópica com regeneração inicial, além de 10 m<sup>3</sup> de raízes por hectare nas áreas de FES médio e 17,9714 m<sup>3</sup> de madeira para a área do censo florestal, estima-se um volume total de madeira nativa equivalente a 691,2643 m<sup>3</sup> ao longo de toda área de intervenção.

Durante a execução do inventário florestal foi obtida a altura comercial de indivíduos arbóreos com potencial para utilização em serraria ou marcenaria, para aproveitamento na forma de

madeira em tora na fase de extração. Conforme definido no Art. 30 da Resolução Conjunta SEMAD/IEF 3.102/21, entende-se por tora as seções do tronco de uma árvore com diâmetro superior a 20 cm e comprimento igual ou superior a 2,2 metros.

De acordo com o inventário florestal estima-se um rendimento de 76,0364 m<sup>3</sup> de madeira em tora ao longo da área de intervenção da pilha PDR-1.

O **Quadro 6.42** apresenta a estimativa de produtos florestais na área de intervenção.

**Quadro 6.42 – Estimativa de produtos florestais.**

Destinação e Quantificação do Material Lenhoso (m <sup>3</sup> )					
	Nativa	Exótica		Nativa	Exótica
Lenha para carvão	-	-	Madeira para serraria	-	-
Lenha de uso doméstico	-	-	Madeira para celulose	-	-
Lenha para outros fins	615,2279	-	Madeira para outros fins	76,0364	-

#### 6.3.2.2.6.3 Análise Estatística do Inventário

Os resultados estatísticos do inventário florestal da vegetação amostrada (**Quadro 6.43**) indicam que o erro de amostragem do inventário, considerando um nível de probabilidade de 90%, foi de **7,53%**.

**Quadro 6.43 – Dados estatísticos do inventário florestal.**

Parâmetro	Resultado
Média volumétrica estratificada (Y <sub>m</sub> ) – m <sup>3</sup>	3,6814
Variância da média estratificada (S <sup>2</sup> <sub>y</sub> )	0,0222
Coefficiente de variação (CV%)	12,5290
Erro-padrão da média estratificada (S <sub>y</sub> )	0,1490
t tabelado (10%; 8 g.l.)	1,86
Erro de amostragem (E) (m <sup>3</sup> )	0,2771
<b>Erro de amostragem (E%)</b>	<b>7,53</b>

### 6.3.3 Fauna

A primeira campanha de inventário qualitativo e quantitativo da fauna terrestre para o depósito PDR-1 foi realizada no entorno Complexo de Mineração de Tapira, no período seco, entre os dias 06 e 09 de junho de 2022. Para a fauna aquática, o inventariamento em período seco foi realizado entre os dias 08 e 11 de junho de 2022.

Para obtenção da lista de espécies com potencial de ocorrência na região de estudo, foram utilizados como fonte de dados secundários os estudos ambientais realizados na área de atuação do empreendimento, sendo eles:

- Estudo de Impacto Ambiental para Avanço de Lavra e Depósito T6 do Complexo de Mineração de Tapira (CMT) (MULTIGEO, 2021);
- Relatórios Técnicos de Monitoramento de Fauna de 2021, de frequência trimestral,

realizados para atendimento de condicionantes de Licença de Operação do CMT (NATURÁLIA, 2021a, 2021b, 2021c e 2021d).

As listas das espécies do levantamento secundário, para os grupos da avifauna, mastofauna, herpetofauna e ictiofauna, encontram-se no **Anexo K**.

O inventário de fauna terrestre (dados primários) foi feito em áreas de vegetação nativa (florestas estacionais e matas ciliares), além de pontos de observação/amostragem em áreas antropizadas próximas à barragem BL-1.

Os pontos de amostragem para cada grupo são apresentados nos próximos itens.

As metodologias de amostragem variam para cada grupo faunístico avaliado, descritas nos próximos itens. Após os levantamentos, foram realizadas as análises estatísticas.

A análise estatística foi processada com auxílio dos *softwares* BioEstat 5.3 e Past. Utilizaram-se os índices de diversidade de Simpson e de Shannon para se calcular índices de biodiversidade entre fisionomias e entre estações, além do índice de equitabilidade de Pielou. A diferença entre a biodiversidade e entre fisionomias foi comparada por meio de análise de variância ANOVA. A análise de variância tem como propósito verificar os efeitos de vários tratamentos, complementando-se pelo exame das diferenças entre as médias por meio de estatística Tukey.

Equação da estatística Tukey:

$$\bar{y}_i - \bar{y}_j \pm \frac{Q(1 - \alpha; r, nT - r)}{\sqrt{2}} s \sqrt{(1/n_i) + (1/n_j)}$$

Onde:

- $\bar{y}_i$  = média de amostras para o i, nível de fator;
- $\bar{y}_j$  = média de amostras para o j, nível de fator;
- Q = percentil  $\alpha$  superior da distribuição da variedade studentizada com r e nT - r graus de liberdade;
- $\alpha$  = probabilidade simultânea de cometer um erro de Tipo I;
- r = número de níveis;
- nT = número de observações no nível T;
- s = desvio padrão da amostra;
- $n_i$  = número de observações no nível i;
- $n_j$  = número de observações no nível j.

Para complementar os resultados da ANOVA, as médias das biodiversidades por fisionomia foram comparadas, média a média, por meio de Teste de Tukey. A estratégia de Tukey consiste em definir a menor diferença significativa. Tal procedimento utiliza a amplitude da distribuição studentizada.

Todas as estatísticas pertinentes utilizaram um valor significativo para p de 0,05. O valor-p é definido como a probabilidade de se observar um valor da estatística de teste maior ou igual ao encontrado. Tradicionalmente, o valor de corte para rejeitar a hipótese nula é de 0,05, o que significa que, quando não há nenhuma diferença, um valor tão extremo para a estatística de teste é esperado em menos de 5% das vezes.



A curva do coletor foi elaborada utilizando o número de dias amostrados versus o número de espécies, uma vez que se torna difícil determinar a área observada, principalmente para avifauna, onde uma ave pode ser facilmente observada a centenas de metros. Para auxiliar na observação de ajuste da curva, uma linha logarítmica foi adicionada. Os valores máximos e mínimos para biodiversidade foram calculados por meio de Bootstrep, todavia o *software* não gera linhas para estes valores, gera apenas barras.

Para a similaridade na composição das comunidades animais, foi utilizado o índice de Jaccard e, com a utilização do programa Past, elaborado um cladograma com os resultados obtidos. Conforme proposto por Drumond et al. (1982), os critérios de avaliação das associações entre as espécies (%) foram considerados de acordo com as classes abaixo:

- Muito alto: 80-100;
- Alto: 60-79;
- Médio: 40-59;
- Baixo: 20-39;
- Muito baixo: menor ou igual a 19.

Para avaliação do status de ameaça das espécies, foram utilizadas:

- Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais (COPAM, 2010) a nível estadual;
- Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção (MMA, 2022);
- *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2022) a nível global.

As espécies listadas, em dados primários ou secundários, podem ser classificadas quanto ao status de conservação, sendo:

- Pouco Preocupante (LC);
- Quase Ameaçada (NT);
- Vulnerável (VU);
- Em Perigo (EN);
- Criticamente em Perigo (CR).

Ressalta-se que apenas as categorias VU, EN e CR configuram espécies em risco.

Ainda, o status de conservação pode ser definido a partir da base de dados do Comércio Internacional das Espécies da Fauna e Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção (CITES, 2022). O Apêndice I contém a lista de espécies mais ameaçadas entre as listadas na CITES exceto quando a finalidade da importação é para finalidades científicas; o Apêndice II contém a lista das espécies que não são necessariamente ameaçadas de extinção, mas cujo comércio deve ser controlado a fim de evitar usos incompatíveis com sua sobrevivência; e o Apêndice III é uma lista de espécies incluídas a pedido de uma entidade que já regula o comércio da espécie e que precisa da cooperação de outros países para impedir a exploração insustentável ou ilegal.

#### 6.3.3.1 Avifauna

As aves desempenham papel fundamental na formulação e compreensão de modelos ecológicos viáveis a longo prazo para a conservação de habitats. Assim, são habitualmente utilizadas como organismos bioindicadores de qualidade ambiental para identificação de

áreas de endemismo e áreas prioritárias para conservação (EKEN, 2004), já que conseguem viabilizar informações sobre o grau de conservação ou de degradação ambiental de um determinado ecossistema (REGALADO & SILVA, 1997). Os dados obtidos em estudos de avifauna contribuem para a caracterização de determinado ambiente e para o conhecimento da distribuição geográfica das espécies, bem como subsidiam trabalhos de monitoramento e manejo (REGALADO et al., 2000).

O bioma Cerrado apresenta uma biodiversidade diferenciada (KLINK & MACHADO, 2005). Inúmeros trabalhos apontam que, a depender do grupo taxonômico considerado, o bioma pode abrigar entre 20 e 50% das espécies que ocorrem no Brasil (MACHADO et al., 2004), podendo ser a savana tropical mais rica do mundo em termos de biodiversidade (SILVA & BATES, 2002). No entanto, o Cerrado é um dos *hotspots* com um alto grau de ameaça. Depois da Mata Atlântica, o Cerrado é o bioma que mais sofreu alterações com ocupações antrópicas, e esse quadro tem se agravado ainda mais nas últimas três décadas, devido a expansão da fronteira agrícola brasileira (KLINK & MACHADO, 2005; MACHADO et al., 2004).

A alteração e a degradação de ambientes naturais, estão listadas como as principais ameaças para a conservação da avifauna (MARINI & GARCIA, 2005), o que ocasiona o declínio das populações e extinção local e regional de espécies. Contudo, a fragmentação ambiental é a principal ameaça, sendo que este grupo responde claramente à heterogeneidade espacial (ALMEIDA, 2003).

Observa-se que em áreas que tiveram sua cobertura vegetal original reduzida para o estabelecimento de atividades agropastoris e de empreendimentos diversos, os remanescentes de áreas nativas se tornam os únicos habitats disponíveis para as espécies de aves florestais (MARINI & GARCIA, 2005).

O fator área possui grande importância na persistência das espécies de aves em ambientes fragmentados (UEZU et al., 2005; UEZU, 2006), que são cada vez mais frequentes devido ao avanço econômico. Qualquer espécie que tenha baixa tolerância a habitats fragmentados, provavelmente, é mais suscetível aos efeitos da fragmentação se a mesma realiza movimentos sazonais (STOTZ et al., 1996).

Cerca de 70% das aves que se reproduzem no Cerrado são, total ou parcialmente, dependentes de habitats florestais, o que provavelmente está relacionado com a baixa flutuação na disponibilidade de recursos alimentares e à maior complexidade estrutural destas formações em relação a ambientes mais secos (SILVA, 1995). Porém, apesar da riqueza e abundância de aves em ambientes de mata fechada ser maior, a maioria das espécies endêmicas do Cerrado são restritas às fitofisionomias abertas (SILVA, 1997; MACEDO, 2002).

As aves possuem grande importância ambiental, participando de vários processos ecológicos essenciais, tais como: a dispersão e a quebra de dormência de sementes, sendo esse um fator que contribui para o aumento do fluxo gênico e promove a recolonização e a restauração de ambientes perturbados; a polinização, que permite a reprodução de muitas espécies de plantas; e a predação de roedores e insetos, que favorece o controle populacional dessas espécies (SEKERCIOGLU et al., 2004).

#### 6.3.3.1.1 Dados Secundários

As aves constituem um grupo taxonomicamente bem estudado, devido a algumas peculiaridades que facilitam sua observação e identificação, como, por exemplo, o fato de a

maioria das espécies do grupo apresentar hábitos diurnos, cores e formas variadas. Além disso, as espécies de hábito noturno emitem com frequência vocalizações (GUZZI, 2004; DEVELEY, 2006). As peculiaridades e exigências do grupo fazem deste uma ferramenta eficaz na avaliação do status de conservação local (FAVRETTO et al., 2008). O grupo é afetado diretamente pela fragmentação de habitats, sofrendo alterações em sua distribuição, abundância, alimentação e sucesso reprodutivo, dentre outros aspectos.

O Brasil é um dos países mais ricos em aves do planeta, abrigando 1.971 espécies (PACHECO et al., 2021) conhecidas. A avifauna é o segundo grupo de vertebrados mais diverso do país, ficando atrás somente do grupo de peixes. A elevada heterogeneidade de ambientes encontrados no Brasil, somado a fatores como o tamanho e isolamento geográfico observado no passado, explicam essa grande diversidade biológica (MACHADO et al., 2004). Do total de espécies brasileiras, 1.742 são residentes (que se reproduzem no país), 126 são visitantes não reprodutivos e 103 são espécies vagantes. Dentre as espécies, 293 são endêmicas do país.

Dentre as 1.971 espécies de aves que ocorrem no Brasil (CBRO, 2021), 788, aproximadamente, estão catalogadas em Minas Gerais (MATTOS et al. 1993, PARRINI & PACHECO 1997, VASCONCELOS & LINS 1998, LOPES et al. 2010, WHITNEY et al. 2010, FREITAS et al. 2012, LOPES & FARIA 2014, REZENDE & VASCONCELOS 2018), o que corresponde a 39,9% da avifauna nacional.

Além disso, cerca de 840 espécies estão presentes no bioma do Cerrado (SILVA, 1995; MARINI & GARCIA, 2005), distribuídas em 64 famílias. Destas, 759 (90,3%) se reproduzem dentro do bioma, 26 (3,1%) são migrantes setentrionais, 12 (1,4%) são migrantes meridionais, 8 (0,9%) são possivelmente migrantes altitudinais das montanhas do sudeste brasileiro e 32 (3,8%) possuem o status desconhecido. Apesar da expressiva riqueza, o número de endemismos é baixo quando comparado com outros grupos taxonômicos, apresentando apenas 32 espécies endêmicas do bioma (SILVA, 1995; SILVA, 1997; SILVA & BATES, 2002).

De acordo com dados secundários, foram catalogadas 354 espécies de avifauna de provável ocorrência na área do CMT, conforme elencado do **Anexo K**. Destas, 19 se encontram classificadas sob algum grau de ameaça, sendo elas:

- *Alectrurus tricolor* (Galito): EN (COPAM, 2010) e VU (MMA, 2022; IUCN, 2022);
- *Amazona vinacea* (Papagaio-de-peito-roxo): VU (COPAM, 2010; MMA, 2022) e EN (IUCN, 2022);
- *Anthus nattereri* (Caminheiro-grande): EN (COPAM, 2010) e VU (MMA, 2022; IUCN, 2022);
- *Coryphas piza melanotis* (Tico-tico-de-máscara-negra): EN (COPAM, 2010) e VU (MMA, 2022; IUCN, 2022);
- *Crax fasciolata* (Mutum-de-penacho): EN (COPAM, 2010) e VU (IUCN, 2022);
- *Culicivora caudacuta* (Papa-moscas-do-campo): VU (COPAM, 2010; IUCN, 2022);
- *Geositta poeciloptera* (Andarilho): VU (MMA, 2022; IUCN, 2022);
- *Harpia harpyja* (Gavião-real): CR (COPAM, 2010) e VU (MMA, 2022);
- *Jabiru Mycteria* (Tuiuiú): EN (COPAM, 2010);
- *Micropygia schomburgkii* (Maxalalagá): EN (COPAM, 2010);
- *Mycteria americana* (Cabeça-seca): VU (COPAM, 2010);
- *Nothura minor* (Codorna-mineira): EN (COPAM, 2010; MMA, 2022) e VU (IUCN, 2022);
- *Platalea ajaja* (Colhereiro): VU (COPAM, 2010);

- *Scytalopus novacapitalis* (Tapaculo-de-brasília): EN (MMA, 2022; IUCN, 2022);
- *Sporophila hypoxantha* (Caboclinho-de-barriga-vermelha): VU (MMA, 2022);
- *Sporophila melanogaster* (Caboclinho-de-barriga-preta): EN (COPAM, 2010) e VU (MMA, 2022);
- *Syndactyla dimidiata* (Limpa-folha-do-brejo): EN (COPAM, 2010);
- *Taoniscus nanus* (Inhambu-carapé): EN (COPAM, 2010; MMA, 2022; IUCN, 2022);
- *Urubitinga coronata* (Águia-cinzenta): EN (MMA, 2022; IUCN, 2022).

Dentre as espécies endêmicas do Cerrado estão: o tapaculo-de-colarinho (*Melanopareia torquata*), o soldadinho (*Antilophia galeata*), a gralha-do-campo (*Cyanocorax cristatellus*) e o bico-de-pimenta (*Saltatricula atricollis*).

Destaca-se ainda a existência de espécies com valor cinegético (apreciadas por caçadores), como: *Crypturellus parvirostris* (inhambu-chororó); *Rhynchotus rufescens* (perdiz); *Nothura maculosa* (codorna-amarela); *Crypturellus tataupa* (inhambu-chintã) e *Penelope superciliaris* (jacupemba). Todos os indivíduos da família Columbidae, encontradas no levantamento de dados secundários, também são considerados como espécies cinegéticas. Alguns exemplos são: *Columbina talpacoti* (rolinha-roxa); *Patagioenas picazuro* (pombão); *Columbina squammata* (fogo-apagou), dentre outras. Houve ocorrência de muitas espécies consideradas como xerimbabos, tais como, os representantes da família Psittacidae: *Amazona aestiva* (papagaio verdadeiro); *Alipiopsitta xanthops* (papagaio galego); *Psittacara leucophthalmus* (periquito maracanã), dentre outras. Os pássaros canoros da família Turdidae também são muito visados como espécies xerimbabos, dentre elas se encontram os sabiás, trinca-ferro, curiós e tico-ticos.

#### 6.3.3.1.2 Amostragem

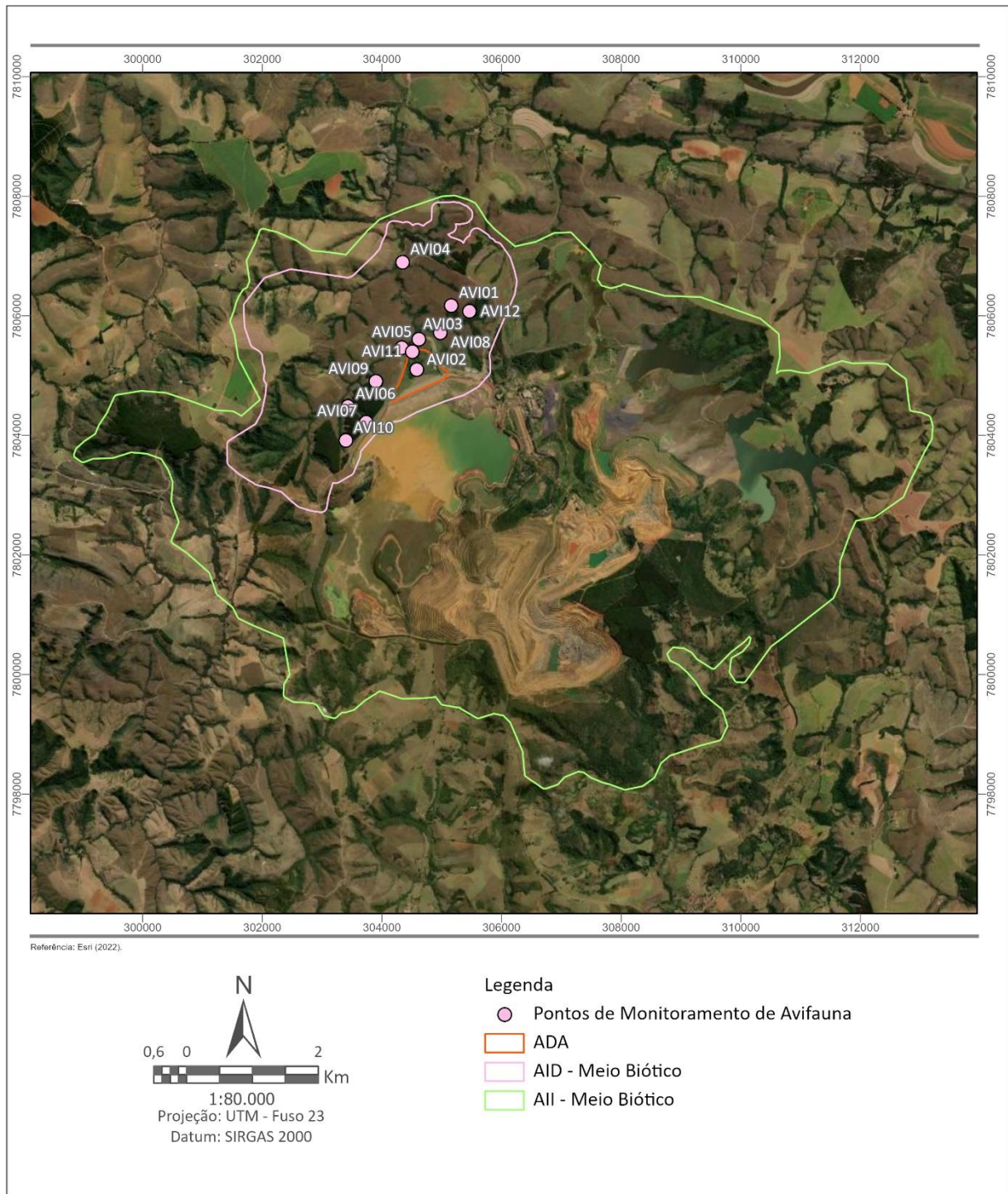
Para o levantamento de avifauna, foram definidos 12 pontos amostrais na área diretamente afetada (ADA) e na área de influência direta do depósito PDR-1. Os pontos abrangem as diferentes fitofisionomias da região de estudo.

O **Quadro 6.44** apresenta as coordenadas dos pontos de inventariamento de avifauna e a **Figura 6.72**, em seguida, sua localização.

**Quadro 6.44 – Pontos de inventariamento de avifauna.**

Ponto	Descrição	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 - Fuso 23K	
		Longitude (m E)	Latitude (m S)
AVI01	Cerrado campestre próximo a arbóreo próximo	305.159	7.806.174
AVI02	Mata ciliar	304.586	7.805.104
AVI03	Mata ciliar próximo a área campestre	304.616	7.805.607
AVI04	Área aberta próximo a um represamento	304.344	7.806.897
AVI05	Mata ciliar	304.333	7.805.466
AVI06	Mata ciliar próximo a silvicultura	303.432	7.804.482
AVI07	Mata ciliar próximo a silvicultura	303.734	7.804.223
AVI08	Área brejosa próximo a Mata ciliar	304.979	7.805.718
AVI09	Mata ciliar próximo a silvicultura	303.901	7.804.902
AVI10	Mata ciliar próximo a silvicultura	303.396	7.803.914

Ponto	Descrição	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 - Fuso 23K	
		Longitude (m E)	Latitude (m S)
AVI11	Área brejosa	304.512	7.805.399
AVI12	Área de Mata	305.465	7.806.078



**Figura 6.72 – Localização dos pontos de inventariamento de avifauna.**

As fitofisionomias dos pontos amostrais para a avifauna são apresentadas nas **Fotos 6.70 a 6.81**.



**Foto 6.70 – Ponto AVI01.**



**Foto 6.71 – Ponto AVI02.**



**Foto 6.72 – Ponto AVI03.**



**Foto 6.73 – Ponto AVI04.**



**Foto 6.74 – Ponto AVI05.**



**Foto 6.75 – Ponto AVI06.**



**Foto 6.76 – Ponto AVI07.**



**Foto 6.77 – Ponto AVI08.**



Foto 6.78 – Ponto AVI09.



Foto 6.79 – Ponto AVI10.



Foto 6.80 – Ponto AVI11.



Foto 6.81 – Ponto AVI12.

Para coleta de dados primários, foram utilizadas as metodologias de pontos de escuta (WHITAKER, 2017; VIELLIARD, 2010 e RALPH, 1993) e lista de Mackinnon (RIBON, 2010).

A metodologia de pontos de escuta consiste em permanecer em um ponto pré-definido, durante 10 minutos, e anotar todas as espécies de aves registradas através de visualização e/ou vocalização. Foi adotada uma distância mínima entre cada ponto de 200 metros, a fim de evitar a sobreposição dos mesmos quanto a indivíduos repetidos.

A metodologia de listas de Mackinnon é caracterizada pela elaboração de listagens numeradas contendo dez espécies de aves em cada lista. Em cada lista, cada espécie de ave detectada por contato auditivo ou por visualização foi anotada uma única vez, possibilitando, assim, o cálculo da abundância relativa da espécie através da proporção de número de listas em que esta foi registrada.

A utilização das duas metodologias em paralelo permite a obtenção de dados robustos em curtos espaços de tempo, incluindo um levantamento acurado da riqueza de espécies, bem como dados de composição e abundância relativa, que podem ser relacionados com variáveis ambientais (O'DEA et al., 2004).

As amostragens ocorreram nas primeiras horas da manhã e/ou ao final da tarde, uma vez que esses são os períodos de maior atividade das aves. Sempre que possível, realiza-se o registro das espécies por meio de registro fotográfico.

Para a identificação e registro das espécies em campo recorreu-se, também, ao apoio de um binóculo Bushnell e de uma câmera digital (**Foto 6.82**).



**Foto 6.82 – Registro de aves em ponto de escuta.**

#### 6.3.3.1.3 Dados primários

Durante a primeira campanha (período seco) de inventariamento de avifauna, registrou-se um total de 82 espécies, distribuídas em 34 famílias distintas, e 17 ordens, conforme apresentado no **Quadro 6.45**.

Em seguida, as **Fotos 6.83 a 6.94** mostram algumas das espécies de aves registradas durante a primeira campanha.



Quadro 6.45 – Avifauna registrada na primeira campanha (período seco).

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Guilda	Endemismo	Status de conservação			
						COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
Anseriformes	Anatidae	<i>Cairina moschata</i>	Pato-do-mato	ON	-	-	-	LC. Pop Dec	-
Galliformes	Cracidae	<i>Penelope obscura</i>	Jacuguaçu	FR	-	-	-	LC. Pop Dec	-
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garça-vaqueira	IN	-	-	-	LC. Pop Inc	-
	Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>	Tapicuru	ON	-	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Theristicus caudatus</i>	Curicaca	ON	-	-	-	LC. Pop Sta	-
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-de-cabeça-preta	SA	-	-	-	LC. Pop Inc	-
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águia-pescadora	PC	-	-	-	LC. Pop Inc	-
	Accipitridae	<i>Heterospizias meridionalis</i>	Gavião-caboclo	CA	-	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavião-carijó	CA	-	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Gavião-de-rabo-branco	CA	-	-	-	LC. Pop Unk	-
Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	Saracura-três-potes	ON	-	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Laterallus melanophaius</i>	Sanã-parda	ON	-	-	-	LC. Pop Unk	-
		<i>Mustelirallus albicollis</i>	Sanã-carijó	ON	-	-	-	-	-
		<i>Pardirallus nigricans</i>	Saracura-sanã	ON	-	-	-	LC. Pop Unk	-
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero	ON	-	-	-	LC. Pop Inc	-
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina squammata</i>	Fogo-apagou	ON	-	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Patagioenas picazuro</i>	Asa-branca	FR	-	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Patagioenas cayennensis</i>	Pomba-galega	FR	-	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Leptotila verreauxi</i>	Juriti-pupu	ON	-	-	-	LC. Pop Sta	-
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Jacurutu	CA	-	-	-	LC. Pop Sta	-
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Bacurau	IN	-	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Hydropsalis torquata</i>	Bacurau-tesoura	IN	-	-	-	LC. Pop Sta	-
Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri serrirostris</i>	Beija-flor-de-orelha-violeta	NC	-	-	-	LC. Pop Unk	-

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Guilda	Endemismo	Status de conservação			
						COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
		<i>Chionomesa lactea</i>	Beija-flor-de-peito-azul	NC	-	-	-	-	-
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	Martim-pescador-grande	PC	-	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Chloroceryle americana</i>	Martim-pescador-pequeno	PC	-	-	-	LC. Pop Dec	-
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos toco</i>	Tucanuçu	ON	-	-	-	LC. Pop Dec	Apêndice II
	Picidae	<i>Picumnus cirratus</i>	Picapauzinho-barrado	IN	-	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Colaptes campestris</i>	Pica-pau-do-campo	IN	-	-	-	LC. Pop Inc	-
Cariamiformes	Cariamidae	<i>Cariama cristata</i>	Seriema	ON	-	-	-	LC. Pop Sta	-
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Carcará	CA	-	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Milvago chimachima</i>	Carrapateiro	CA	-	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Acauã	CA	-	-	-	LC. Pop Dec	-
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga auricapillus</i>	Jandaia-de-testa-vermelha	FR	-	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Eupsittula aurea</i>	Periquito-rei	FR	-	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Alipiopsitta xanthops</i>	Papagaio-galego	FR	-	-	-	NT. Pop Dec	-
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus caerulescens</i>	Choca-da-mata	IN	-	-	-	LC. Pop Dec	-
	Dendrocolaptidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Arapaçu-verde	IN	-	-	-	LC. Pop Dec	-
	Furnariidae	<i>Lochmias nematura</i>	João-porca	IN	-	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Dendroma rufa</i>	Limpa-folha-de-testa-baia	IN	-	-	-	-	-
		<i>Synallaxis spixi</i>	João-teneném	IN	MA	-	-	LC. Pop Inc	-
	Pipridae	<i>Manacus manacus</i>	Rendeira	FR	-	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Antilophia galeata</i>	Soldadinho	FR	CE	-	-	LC. Pop Dec	-

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Guilda	Endemismo	Status de conservação				
						COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)	
	<b>Platyrrinchidae</b>	<i>Platyrrinchus mystaceus</i>	Patinho	IN	-	-	-	LC. Pop Dec	-	
	<b>Rhynchocyclidae</b>	<i>Corythopsis delalandi</i>	Estalador	IN	-	-	-	LC. Pop Sta	-	
		<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Bico-chato-de-orelha-preta	IN	-	-	-	LC. Pop Dec	-	
		<i>Todirostrum poliocephalum</i>	Teque-teque	IN	MA	-	-	LC. Pop Sta	-	
		<i>Todirostrum cinereum</i>	Ferreirinho-relógio	IN	-	-	-	LC. Pop Sta	-	
		<i>Camptostoma obsoletum</i>	Risadinha	IN	-	-	-	LC. Pop Sta	-	
	<b>Tyrannidae</b>	<i>Elaenia flavogaster</i>	Guaracava-de-barriga-amarela	ON	-	-	-	LC. Pop Sta	-	
		<i>Myiopagis caniceps</i>	Guaracava-cinzenta	ON	-	-	-	LC. Pop Dec	-	
		<i>Myiopagis viridicata</i>	Guaracava-de-crista-alaranjada	IN	-	-	-	LC. Pop Sta	-	
		<i>Phaeomyias murina</i>	Bagageiro	ON	-	-	-	LC. Pop Inc	-	
		<i>Serpophaga nigricans</i>	João-pobre	IN	-	-	-	LC. Pop Sta	-	
		<i>Myiarchus ferox</i>	Maria-cavaleira	IN	-	-	-	LC. Pop Sta	-	
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi	ON	-	-	-	LC. Pop Inc	-	
		<i>Megarynchus pitangua</i>	Neinei	ON	-	-	-	LC. Pop Sta	-	
		<i>Myiozetetes similis</i>	Bentevizinho-de-topete-vermelho	ON	-	-	-	LC. Pop Sta	-	
		<i>Colonia colonus</i>	Viuvinha	IN	-	-	-	LC. Pop Sta	-	
		<i>Myiophobus fasciatus</i>	Filipe	IN	-	-	-	LC. Pop Inc	-	
		<i>Fluvicola nengeta</i>	Lavadeira-mascarada	IN	-	-	-	LC. Pop Inc	-	
		<i>Knipolegus lophotes</i>	Maria-preta-de-penacho	IN	-	-	-	LC. Pop Sta	-	
		<b>Hirundinidae</b>	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Andorinha-pequena-de-casa	IN	-	-	-	LC. Pop Dec	-
			<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Andorinha-serradora	IN	-	-	-	LC. Pop Sta	-

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Guilda	Endemismo	Status de conservação			
						COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
	<b>Troglodytidae</b>	<i>Cantorchilus leucotis</i>	Garrinchão-de-barriga-vermelha	IN	-	-	-	LC. Pop Dec	-
	<b>Turdidae</b>	<i>Turdus leucomelas</i>	Sabiá-barranco	ON	-	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Turdus rufiventris</i>	Sabiá-laranjeira	ON	-	-	-	LC. Pop Sta	-
	<b>Passerellidae</b>	<i>Zonotrichia capensis</i>	Tico-tico	GR	-	-	-	LC. Pop Inc	-
	<b>Parulidae</b>	<i>Basileuterus culicivorus</i>	Pula-pula	IN	-	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Myiothlypis flaveola</i>	Canário-do-mato	IN	-	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Myiothlypis leucoblephara</i>	Pula-pula-assobiador	IN	MA	-	-	LC. Pop Dec	-
	<b>Icteridae</b>	<i>Chrysomus ruficapillus</i>	Garibaldi	ON	-	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Pseudoleistes guirahuro</i>	Chopim-do-brejo	GR	-	-	-	LC. Pop Sta	-
	<b>Thraupidae</b>	<i>Stilpnia cayana</i>	Saíra-amarela	ON	-	-	-	-	-
		<i>Conirostrum speciosum</i>	Figuinha-de-rabo-castanho	ON	-	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Sicalis flaveola</i>	Canário-da-terra	GR	-	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Hemithraupis guira</i>	Saíra-de-papo-preto	FR	-	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Volatinia jacarina</i>	Tiziu	GR	-	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Coryphospingus pileatus</i>	Tico-tico-rei-cinza	GR	-	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Tachyphonus rufus</i>	Pipira-preta	ON	-	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Coereba flaveola</i>	Cambacica	NC	-	-	-	LC. Pop Dec	-
	<b>Fringillidae</b>	<i>Euphonia chlorotica</i>	Fim-fim	FR	-	-	-	LC. Pop Sta	-

**Legenda:** Guilda: CA = carnívoro; FR = frugívoro; GR = granívoro; IN = insetívoro; NC = nectarívoro; ON = onívoro; PC = piscívoro; SA = saprófago ou detritívoro. Endemismo: MA = Mata Atlântica; CE = Cerrado. Status de conservação: COPAM (2010) = Deliberação Normativa COPAM nº 147/2010; MMA (2022) = Portaria MMA nº 148/2022; IUCN (2022) = *International Union for Conservation of Nature* (2022); LC = pouco preocupante; Pop Dec = população decrescendo; Pop Sta = população estável; Pop Inc = população aumentando; Pop Ukn = população desconhecida; NT = Quase Ameaçada; CITES (2022) = Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies Silvestres Ameaçadas de Extinção (2022).



Foto 6.83 – Pula-pula (*Basileuterus culicivorus*).



Foto 6.84 – Soldadinho (*Antilophia galeata*).



Foto 6.85 – Periquito-rei (*Eupsittula aurea*).



Foto 6.86 – Pato-do-mato (*Cairina moschata*).

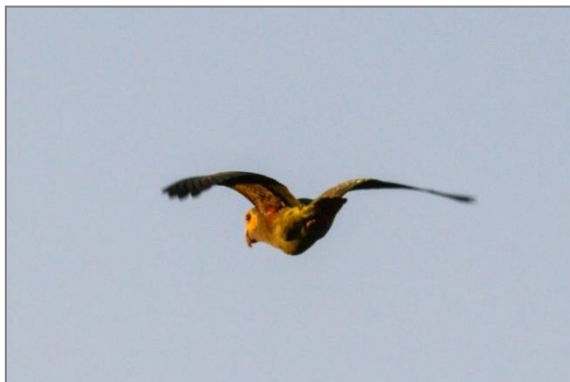


Foto 6.87 – Papagaio-galego (*Alipiopsitta xanthops*).



Foto 6.88 – Jandaia-de-testa-vermelha (*Aratinga auricapillus*).



Foto 6.89 – Bentevizinho-de-topete-vermelho (*Myiozetetes similis*).



Foto 6.90 – João-pobre (*Serpophaga nigricans*).



Foto 6.91 – Saracura-três-potes (*Aramides cajaneus*).



Foto 6.92 – Teque-teque (*Todiostrostrum poliocephalum*).



Foto 6.93 – Maria-preta-de-penacho (*Knipolegus lophotes*).



Foto 6.94 – Chopim-do-brejo (*Pseudoleistes guirahuro*).

No **Quadro 6.46** estão listadas as aves observadas por pontos de amostragem durante a primeira campanha.

**Quadro 6.46 – Espécies registradas por ponto amostral.**

Espécie	Pontos de Amostragem											
	AV01	AV02	AV03	AV04	AV05	AV06	AV07	AV08	AV09	AV10	AV11	AV12
<i>Cairina moschata</i>				X								
<i>Penelope obscura</i>											X	
<i>Bubulcus ibis</i>									X			
<i>Phimosus infuscatus</i>												
<i>Theristicus caudatus</i>	X		X								X	
<i>Coragyps atratus</i>		X										
<i>Pandion haliaetus</i>												
<i>Heterospizias meridionalis</i>										X		
<i>Rupornis magnirostris</i>								X				
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>												

Espécie	Pontos de Amostragem											
	AV01	AV02	AV03	AV04	AV05	AV06	AV07	AV08	AV09	AV10	AV11	AV12
<i>Aramides cajaneus</i>								X				
<i>Laterallus melanophaius</i>											X	
<i>Mustelirallus albicollis</i>								X				
<i>Pardirallus nigricans</i>											X	
<i>Vanellus chilensis</i>			X		X							
<i>Columbina squammata</i>				X	X					X		
<i>Patagioenas picazuro</i>	X		X	X			X	X	X		X	
<i>Patagioenas cayennensis</i>		X										
<i>Leptotila verreauxi</i>								X				X
<i>Bubo virginianus</i>		X										
<i>Nyctidromus albicollis</i>												
<i>Hydropsalis torquata</i>												
<i>Colibri serrirostris</i>					X			X				
<i>Chionomesa lactea</i>					X							
<i>Megaceryle torquata</i>			X					X				
<i>Chloroceryle americana</i>		X										
<i>Ramphastos toco</i>									X			
<i>Picumnus cirratus</i>							X					
<i>Colaptes campestris</i>	X				X			X				
<i>Cariama cristata</i>				X					X			
<i>Caracara plancus</i>		X	X						X	X	X	
<i>Milvago chimachima</i>				X	X			X				
<i>Herpetotheres cachinnans</i>												
<i>Aratinga auricapillus</i>			X									
<i>Eupsittula aurea</i>				X				X				
<i>Alipiopsitta xanthops</i>												
<i>Thamnophilus caerulescens</i>			X									
<i>Sittasomus griseicapillus</i>						X						
<i>Lochmias nematura</i>		X						X				
<i>Dendroma rufa</i>									X			
<i>Synallaxis spixi</i>			X		X				X		X	

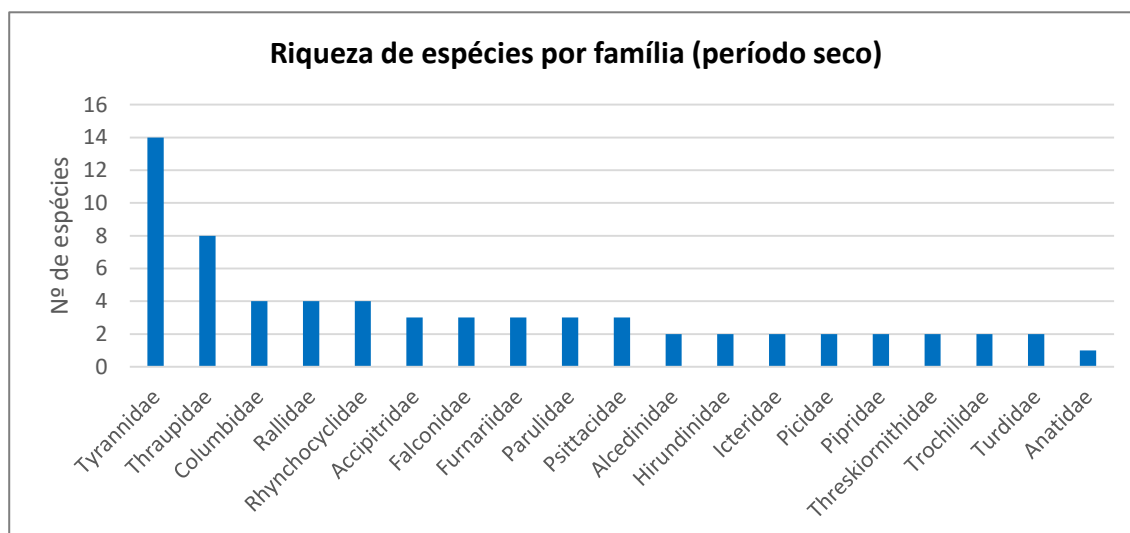
Espécie	Pontos de Amostragem											
	AV01	AV02	AV03	AV04	AV05	AV06	AV07	AV08	AV09	AV10	AV11	AV12
<i>Manacus manacus</i>			X									
<i>Antilophia galeata</i>												X
<i>Platyrinchus mystaceus</i>		X	X		X				X		X	X
<i>Corythopsis delalandi</i>												X
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>		X	X		X	X			X	X		X
<i>Todirostrum poliocephalum</i>									X		X	
<i>Todirostrum cinereum</i>			X									
<i>Camptostoma obsoletum</i>	X		X				X		X			
<i>Elaenia flavogaster</i>			X						X		X	
<i>Myiopagis caniceps</i>	X							X	X			
<i>Myiopagis viridicata</i>						X						
<i>Phaeomyias murina</i>						X						
<i>Serpophaga nigricans</i>								X				
<i>Myiarchus ferox</i>								X	X			
<i>Pitangus sulphuratus</i>								X			X	
<i>Megarynchus pitangua</i>									X			
<i>Myiozetetes similis</i>				X				X		X		
<i>Colonia colonus</i>				X					X			
<i>Myiophobus fasciatus</i>		X										
<i>Fluvicola nengeta</i>								X		X		
<i>Knipolegus lophotes</i>	X											
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>		X										
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>				X				X				
<i>Cantorchilus leucotis</i>			X									
<i>Turdus leucomelas</i>			X					X				
<i>Turdus rufiventris</i>		X									X	
<i>Zonotrichia capensis</i>									X	X		
<i>Basileuterus culicivorus</i>		X	X		X	X	X	X	X		X	X
<i>Myiothlypis flaveola</i>			X					X				
<i>Myiothlypis leucoblephara</i>									X	X		
<i>Chrysomus ruficapillus</i>				X								



Espécie	Pontos de Amostragem											
	AV01	AV02	AV03	AV04	AV05	AV06	AV07	AV08	AV09	AV10	AV11	AV12
<i>Pseudoleistes guirahuro</i>				X								
<i>Stilpnia cayana</i>							X	X	X			
<i>Conirostrum speciosum</i>						X	X		X			
<i>Sicalis flaveola</i>				X								
<i>Hemithraupis guira</i>						X			X			
<i>Volatinia jacarina</i>	X					X					X	
<i>Coryphospingus pileatus</i>									X			
<i>Tachyphonus rufus</i>									X			
<i>Coereba flaveola</i>			X									
<i>Euphonia chlorotica</i>									X			

As famílias que apresentaram maior riqueza de espécies (**Figura 6.73**) para a áreas foram a Tyrannidae, com 14 espécies, e Thraupidae, com 8 espécies. Este resultado pode ser justificado, inicialmente, por se tratarem de famílias típicas de ambientes abertos e por apresentarem espécies com hábitos generalistas.

Ambas as famílias pertencem à ordem dos Passeriformes, que compreende a maior ordem de aves em todo mundo, com aproximadamente 938 espécies no Brasil (SICK, 1997). Por ser a ordem que mais apresenta diversidade biológica, é fácil compreender tamanha dispersão e adaptação e em levantamentos, normalmente, abrange o maior número de espécies encontradas (RIDGELY & TUDOR, 1994).



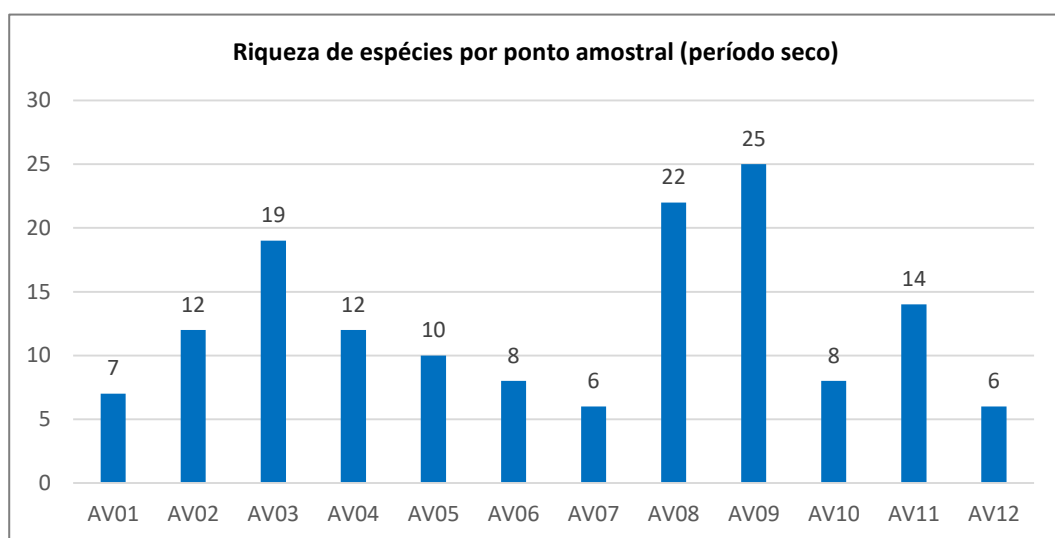
**Figura 6.73 – Riqueza de espécies de avifauna por família (período seco).**

O número elevado de representantes dessas famílias é comumente observado nos mais diversos ambientes na maioria dos levantamentos de aves em outros municípios de Minas Gerais. A riqueza de Tiranídeos foi por muito tempo atribuída ao fato de ter sido a maior

família de aves do hemisfério ocidental, porém, várias espécies foram reagrupadas em outras famílias, diminuindo consideravelmente o número de membros da Tyrannidae.

Apesar desse reagrupamento, a família Tyrannidae (bem-te-vi, suiriris e afins) ainda é bastante expressiva em inventários da avifauna, pois possui espécies de baixa sensibilidade a alterações, sendo seus integrantes adaptados aos mais diversos habitats. Por sua vez, muitos representantes da família Traupidae (sanhaços, saíras e tiês) atuam no processo de dispersão de sementes, ajudando na manutenção dos ambientes onde se encontram.

Como observado na **Figura 6.74**, o ponto que apresentou uma maior riqueza de fauna durante a primeira campanha foi o ponto 09, com 25 espécies. É possível observar que neste ponto existe um fragmento florestal conectado a outros fragmentos na área de estudo, além da presença de área campestre, permitindo que espécies de diferentes nichos convivam em comunidade.



**Figura 6.74 – Riqueza de espécies de avifauna por ponto amostral (período seco).**

As espécies de aves registradas também foram categorizadas quanto à guilda trófica. Mesmo algumas espécies de baixa sensibilidade possuem papel importante no funcionamento do ecossistema do bioma e possui alta relevância conservacionista. Por exemplo, as aves granívoras e das famílias Columbidae e Icteridae são as principais responsáveis pela renovação e dispersão de grãos do campo, cerrado aberto e semiaberto.

A análise da guilda alimentar das aves possibilita avaliar a qualidade do habitat conforme a oferta de alimentos. Observa-se na **Figura 6.75** o predomínio das espécies insetívoras (29), seguidas de onívoras (24), frugívoras (10), carnívoras (7), granívoras (5), nectarívoras (3), piscívoras (3) e detritívora (1). A predominância de espécies insetívoras é frequente nas matas tropicais. As espécies onívoras possuem uma grande amplitude alimentar, podendo se alimentar de diversas fontes e, por isso, são consideradas generalistas nesse quesito, tendo maior facilidade adaptativa.

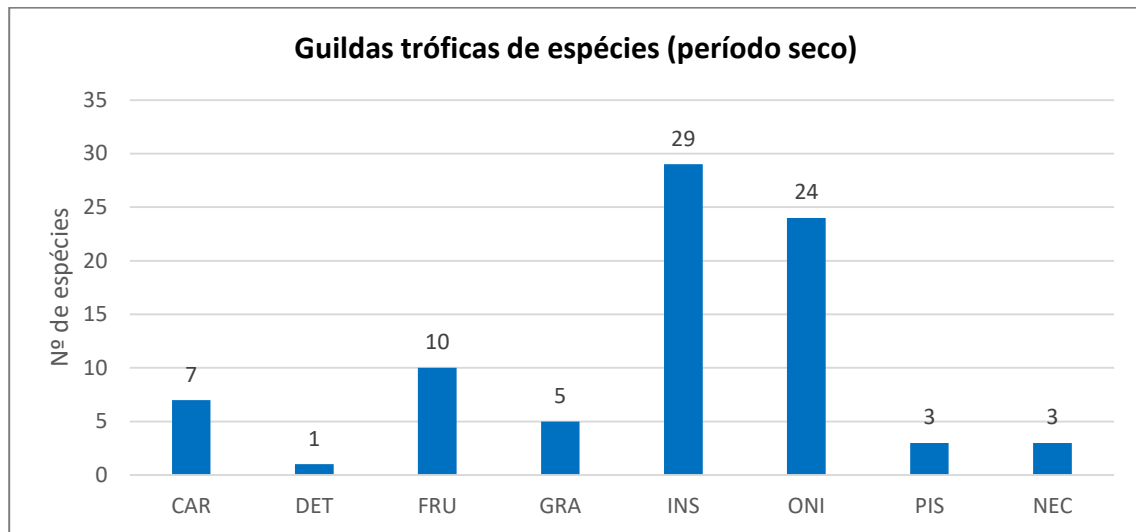


Figura 6.75 – Guildas tróficas da avifauna (período seco).

Não houve registro de espécies presentes nas categorias de risco das listas estadual (COPAM, 2010), nacional (MMA, 2022) ou global (IUCN, 2022).

Vale destacar a espécie *Alipiopsitta xanthops* (papagaio-galego), que além de ser endêmica do país, está enquadrada na categoria NT - Quase Ameaçada, de acordo com a IUCN (2022). Trata-se de uma espécie encontrada em áreas do cerrado, da caatinga e em matas de galeria. Voa em bandos de até 10 aves e pode ser facilmente visualizado nas áreas onde vive. Durante a primeira campanha, foram registrados dois indivíduos sobrevoando próximo ao ponto AV01.

Em relação aos endemismos, foi registrada apenas uma espécie endêmica do bioma Cerrado: *Antilophia galeata* (soldadinho). Além disso, foram registradas três espécies endêmicas da Mata Atlântica: *Synallaxis spixi* (joão-teneném), *Todirostrum poliocephalum* (teque-teque) e *Myiothlypis leucoblephara* (pula-pula-assobiador).

Foram registradas duas espécies consideradas cinegéticas durante a primeira campanha: o jacaguaçu (*Penelope obscura*) e a pomba-galega (*Patagioenas cayennensis*). Ambas são alvos de intensa caça para consumo humano.

Vale ressaltar também a espécie *Ramphastos toco* (Tucanuçu), que consta no Apêndice II do CITES (2022), o qual lista as espécies não necessariamente ameaçadas de extinção, mas cujo comércio deve ser controlado a fim de evitar usos incompatíveis com sua sobrevivência. Os tucanos são aves muito visadas pelo tráfico de animais devido ao seu colorido exuberante e seus robustos bicos.

Outras cinco espécies registradas podem ser classificadas como xerimbabos, isso é, espécies comumente utilizadas como animais de estimação, por consequência do tráfico ilegal de animais silvestres. São elas: jandaia-de-testa-vermelha (*Aratinga auricapillus*), periquito-rei (*Eupsittula aurea*), sabiá-branco (*Turdus leucomelas*), sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*) e canário-da-terra (*Sicalis flaveola*). Essas espécies são constantemente capturadas, filhotes ou adultas, para serem vendidas no mercado clandestino de fauna.

Por fim, foram registradas cinco espécies classificadas como migratórias austrais: a águia-pescadora (*Pandion haliaetus*), a guaracava-de-crista-alaranjada (*Myiopagis viridicata*), o bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), o filipe (*Myiophobus fasciatus*) e a andorinha-serradora (*Stelgidopteryx ruficollis*).

#### 6.3.3.1.4 Análises estatísticas

Os índices de diversidade e equitabilidade dos pontos de observação da avifauna podem ser observados no **Quadro 6.47**.

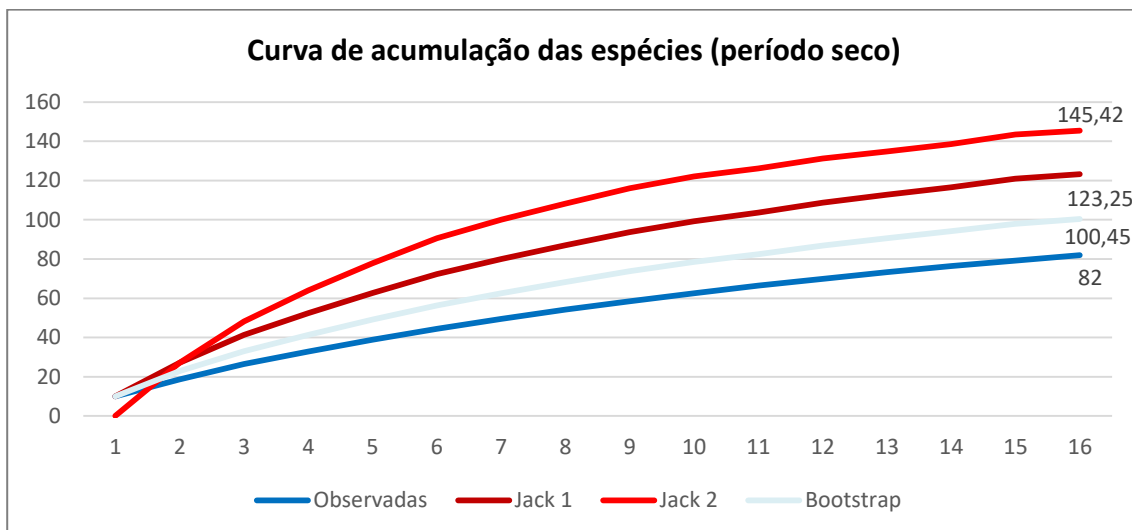
Em relação à diversidade, o ponto que apresentou o maior índice de Shannon ( $H'$ ), durante a primeira campanha, foi o AV08. Esse ponto está localizado em uma área com a presença de ambiente aquático, além de pequenos fragmentos florestais e área de campo, o que permite um maior leque para nichos diferenciados, resultando em maior valor no índice.

Os maiores índices de equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) foram obtidos nos pontos AV06, AV07 e AV10. Este índice trabalha juntamente com o de Shannon e riqueza amostral, servindo para avaliar o quanto as espécies são dominantes em uma amostra. Os valores obtidos pela equitabilidade de Pielou, podem variar de 0 a 1, sendo 1 representando a máxima diversidade, com todas as espécies igualmente abundantes sem a presença de dominância.

**Quadro 6.47 – Índices de Diversidade ( $H'$ ) e Equitabilidade ( $J'$ ) para a avifauna (período seco).**

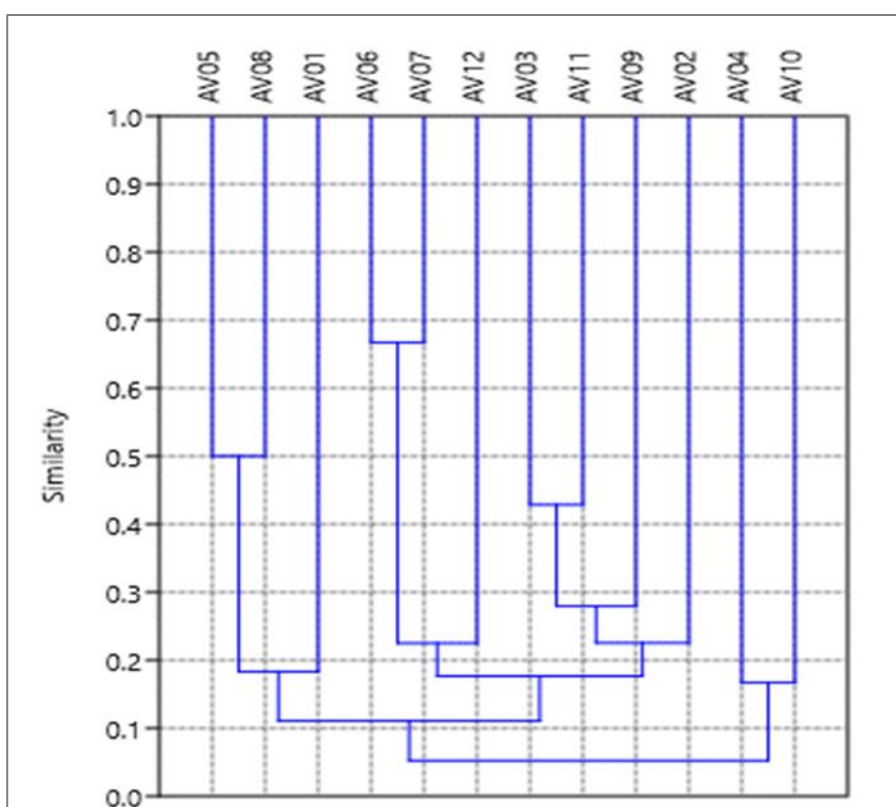
Pontos Amostrais	Riqueza	$H'$	$J'$
AV01	7	1,889	0,9708
AV02	12	1,782	0,7173
AV03	19	2,878	0,9775
AV04	12	1,62	0,6518
AV05	10	2,272	0,9867
AV06	8	2,079	1,0000
AV07	6	1,792	1,0000
AV08	22	3,075	0,9949
AV09	25	1,94	0,6028
AV10	8	2,079	1,0000
AV11	14	2,589	0,9809
AV12	6	1,67	0,9300

A **Figura 6.76** apresenta a curva de acumulação (ou curva do coletor) das espécies. Observa-se que a curva apresenta ascendência em número de registros. Em relação à riqueza esperada (Jack 1), é previsto um total de 123 espécies para a área. Comparando com o total de 82 espécies registradas na primeira campanha do levantamento (período seco), existe um potencial para registro de mais 41 espécies na região de estudo. Diante do exposto, será possível observar se a curva continuará em ascendência com a realização das próximas campanhas de levantamento.



**Figura 6.76 – Curva de acumulação das espécies de avifauna (período seco).**

A partir da análise do dendrograma, apresentado na **Figura 6.77**, é possível perceber que os pontos mais similares entre si foram AV06 e AV07. Observa-se que ambos são compostos pelo mesmo tipo de ambiente (mata ciliar rodeada por eucaliptos), tornando-os similares. Os pontos AV04 e AV10 apresentaram as espécies mais distintas em relação às demais.

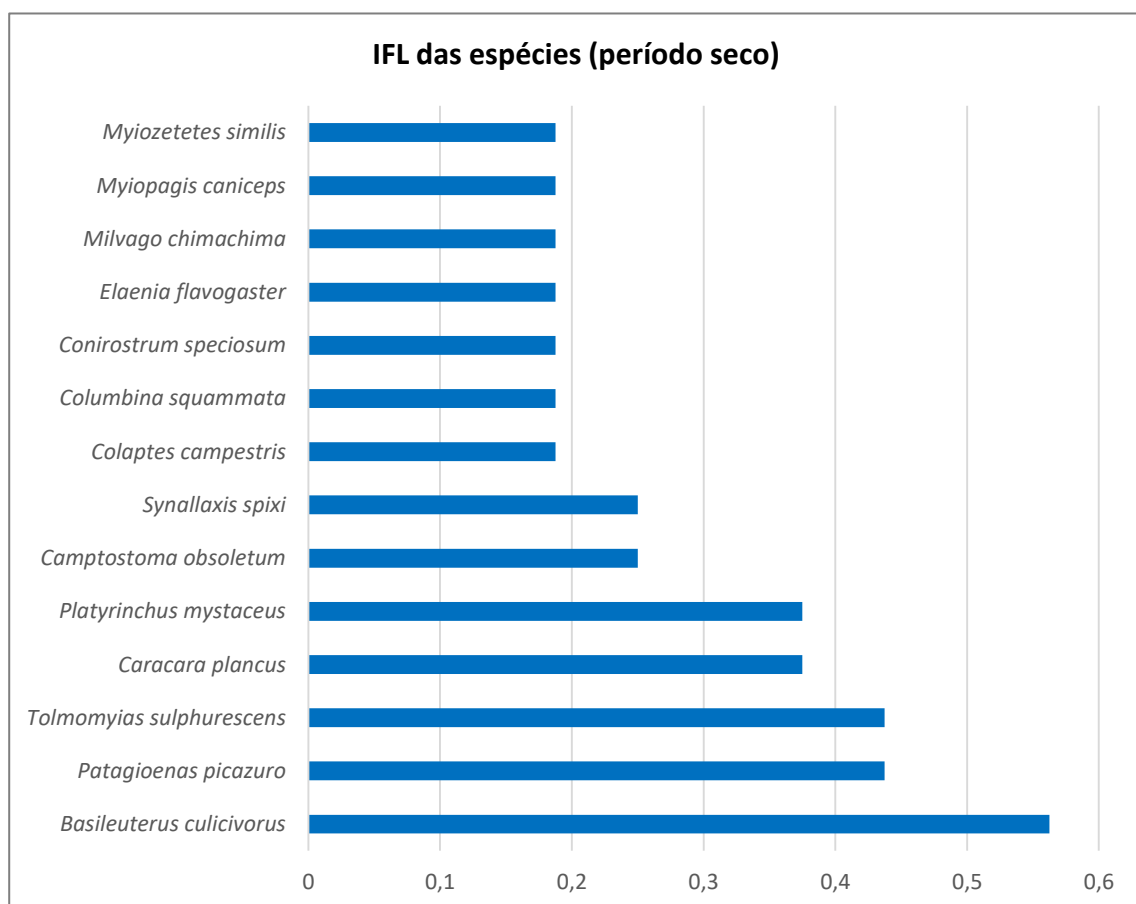


**Figura 6.77 – Dendrograma de similaridade para avifauna (período seco).**

Foram também calculados o Índice Pontual de Abundância (IPA) e o Índice de Frequência nas Listas (IFL). Para efeito de cálculo do IPA das espécies, em cada área foi realizada a divisão do número de pontos em que cada espécie foi registrada, pelo número de pontos amostrados na área. Para o cálculo do IPA das espécies em toda a campanha, realizou-se a divisão do número

de pontos em que cada espécie foi registrada pelo número total de pontos amostrados. Para o cálculo do IFL das espécies, foi somado o número de vezes que a uma determinada espécie foi registrada e dividido pelo número total de Listas de Mackinnon.

De acordo com o IFL calculado para a primeira campanha, as espécies que demonstraram os maiores valores foram *Basileuterus culicivorus* (pula-pula), com índice de 0,56, acompanhado pela *Patagioenas picazuro* (pomba-asa-branca), com índice de 0,43 (**Figura 6.78**). O pula-pula é considerado uma espécie com ampla distribuição, sendo possível observá-la no interior de florestas. Já a pomba-asa-branca pode ser encontrada em diversos ambientes distintos, como campos com árvores, áreas urbanas, cerrados, caatingas e florestas de galeria. Sendo assim, os ambientes encontrados na área de estudo são altamente favoráveis para uma maior frequência dessas espécies.



**Figura 6.78 – IFL das espécies de avifauna (período seco).**

Para o índice IPA calculado na primeira campanha, as espécies que demonstraram os maiores valores foram *Bubulcus ibis* (garça-vaqueira), com índice de 3,33, seguido pela *Pseudoleistes guirahuro* (chopim-do-brejo), com índice de 2,08 (**Figura 6.79**). Ambas são espécies com hábitos de se reunirem em bando numérico, o que influencia diretamente no cálculo do IPA. A maior quantidade de indivíduos dessas espécies pode estar relacionada às características dos ambientes existentes na área de estudo, como áreas brejosas e campestres.

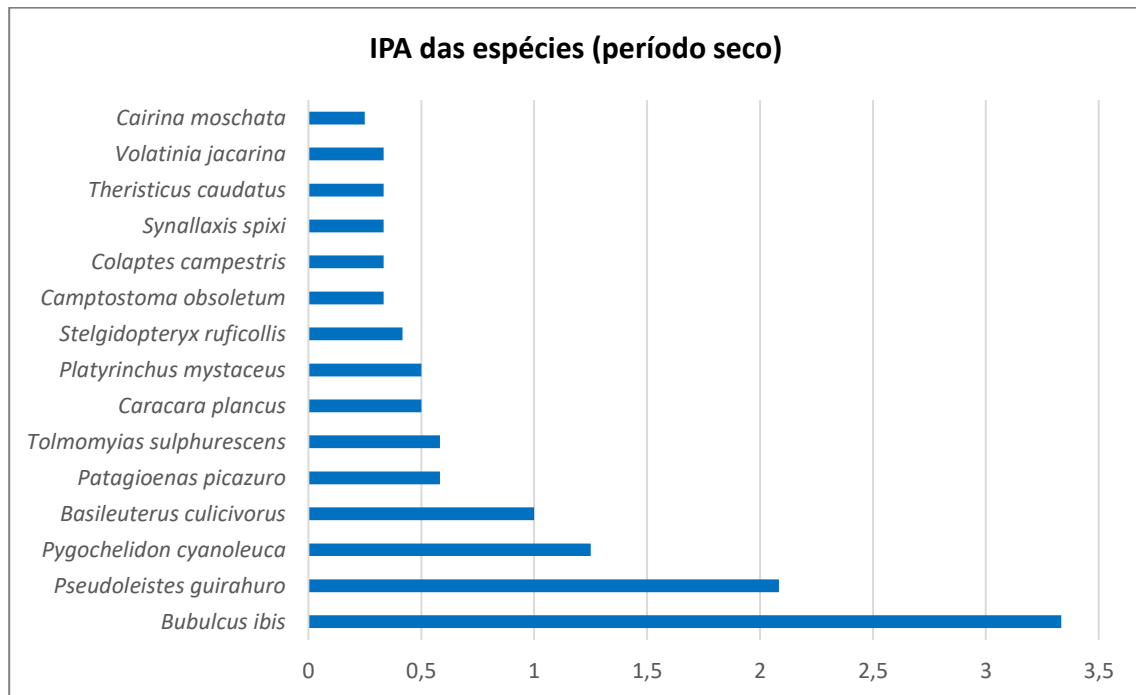


Figura 6.79 – IPA das espécies de avifauna (período seco).

#### 6.3.3.1.5 Conclusões

Os impactos decorrentes da supressão da vegetação e intervenção em curso d'água poderão afetar a avifauna local. Contudo, os resultados da campanha do período seco mostraram que o entorno do empreendimento possui fragmentos de vegetação relevantes. Os pontos que apresentaram maior riqueza e maior valor do índice Shannon, foram AV09 e AV08, respectivamente, ambos encontram-se fora da ADA. Estes fragmentos são de vital importância para a comunidade de aves da área de estudo, servindo, provavelmente como a principal área suporte do grupo.

Além disso, ressalta-se que não foram registradas espécies ameaçadas de acordo com as listas estadual (COPAM, 2010), nacional (MMA, 2022) ou global (IUCN, 2022).

Por fim, as espécies que apresentaram os maiores índices de IFL e IPA foram o pula-pula (*Basileuterus culicivorus*), a pomba-asa-branca (*Patagioenas picazuro*), a garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*) e o chupim-do-brejo (*Pseudoleistes guirahuro*). Estas espécies são consideradas de ampla distribuição.

#### 6.3.3.2 Mastofauna

Os mamíferos, como os demais grupos das espécies silvestres, executam papéis e funções ecológicas imprescindíveis para a manutenção e equilíbrio dos processos naturais, ciclos hidrológicos, fluxos de biomassa e energia entre todos os níveis tróficos.

Estudos com comunidades de mamíferos de médio e grande porte realizados em áreas de Cerrado ainda são escassos (FONSECA & REDFORD, 1984; REDFORD & FONSECA, 1986; MARINHO-FILHO et al., 2002; SANTOS-FILHO & SILVA, 2002). Estes animais desempenham papel fundamental na manutenção da diversidade de uma área, sendo, consumidores de plântulas, dispersores de sementes e reguladores de níveis tróficos inferiores através da

predação (PALOMARES et al., 1995; BECK-KING & HELVERSEN, 1999). O conhecimento da biologia dessas espécies tem colocado em evidência a importância do grupo de mamíferos em uma série de processos nos ecossistemas florestais.

O Bioma Cerrado apresenta significativa diversidade, complexidade e heterogeneidade de habitats. A paisagem natural do Bioma apresenta uma grande variação nas estruturas de vegetação, tanto de complexidade quanto de heterogeneidade. A complexidade varia de forma extrema no gradiente de fitofisionomias, que vai desde Campos, sem presença de árvore ou arbusto do Campo Limpo, até às florestas relativamente densas da Mata de Galeria, passando por vários tipos de fitofisionomias, com predomínio das formações savânicas do Cerrado strictu sensu (OLIVEIRA & RATHER, 2002).

Contudo o Cerrado é reconhecido como um dos biomas brasileiros mais modificados pelo homem, tendo perdido nas últimas décadas aproximadamente 60,5% de sua cobertura original devido à implantação de atividades antrópicas diversas como: agropecuárias, extrativismo mineral, aumento populacional, construção de estradas e de barragens para hidrelétricas (SANO et al., 2010; LESSA et al, 2008).

Considerando que o Cerrado é um dos ecossistemas mais ricos e mais ameaçados em todo o mundo (MITERMEYER et al., 1999) e, tendo em vista as interações ecológicas fauna e flora serem de extrema importância para o equilíbrio do ecossistema, tornam-se imprescindíveis os estudos correlacionados à mastofauna em inventários e levantamentos faunísticos, dada a mobilidade, capacidade de dispersão e interações dos mamíferos com outras espécies.

#### 6.3.3.2.1 Dados secundários

Segundo o Comitê de Taxonomia da Sociedade Brasileira de Mastozoologia (CT-SBMz, 2021), atualmente são reconhecidas 770 espécies de mamíferos no âmbito nacional. Tais espécies estão distribuídas em 11 ordens, 51 famílias e 247 gêneros.

No âmbito estadual, Minas Gerais possui grande riqueza de espécies, com uma fauna de mamíferos bastante diversa com 251 espécies reconhecidas, o que corresponde a cerca de 33% das espécies brasileiras. Não obstante, 32 espécies são consideradas endêmicas no Estado (PAGLIA, et al., 2012).

Segundo o livro vermelho das Espécies Ameaçadas, a mastofauna de Minas Gerais é muito diversificada, chegando a apresentar mais de 240 espécies conhecidas. Tal diversidade está relacionada com a grande variedade de habitats, que são associados às diferentes fitofisionomias encontradas no estado, pertencentes aos biomas Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga. No entanto, 40 destas espécies encontram-se ameaçadas de extinção (BIODIVERSITAS, 2005).

Para a área do CMT, no total, foram catalogadas 131 espécies de mamíferos por meio de dados secundários, dentre as quais 60 são morcegos. Para a área do presente estudo foram encontradas 19 espécies em categorias de risco nas listas de espécies ameaçadas. São elas:

- *Chironectes minimus* (Cuíca-d'água): VU (COPAM, 2010);
- *Chrysocyon brachyurus* (Lobo-Guará): VU (COPAM, 2010; MMA, 2022);
- *Furipterus horrens* (Morcego): VU (MMA, 2022);
- *Herpailurus yagouaroundi* (Gato-Mourisco, jaguarundi): VU (MMA, 2022);
- *Leopardus guttulus* (Gato-do-mato): VU (COPAM, 2010; MMA, 2022; IUCN, 2022);



- *Leopardus pardalis* (Jaguatirica): VU (COPAM, 2010);
- *Lionycteris spurrelli* (Morcego): EN (COPAM, 2010);
- *Lonchophylla bokermanni* (Morcego): EN (COPAM, 2010; IUCN, 2022) e VU (MMA, 2022);
- *Lonchophylla dekeyseri* (Morceguinho-do-Cerrado): EN (COPAM, 2010; MMA, 2022; IUCN, 2022);
- *Lontra longicaudis* (Lontra): VU (COPAM, 2010);
- *Lycalopex vetulus* (Raposa-do-campo): VU (MMA, 2022);
- *Myrmecophaga tridactyla* (Tamanduá-bandeira): VU (COPAM, 2010; MMA, 2022; IUCN, 2022);
- *Natalus macrourus* (Morcego): VU (MMA, 2022);
- *Ozotoceros bezoarticus* (Veado-campeiro): EN (COPAM, 2010);
- *Pecari tajacu* (Caititu): VU (COPAM, 2010);
- *Phylloderma stenops* (Morcego): EN (COPAM, 2010);
- *Puma concolor* (Onça-parda): VU (COPAM, 2010)
- *Sylvilagus brasiliensis* (Tapeti): EN pela IUCN (2022);
- *Thalpomys lasiotis* (Rato-do-chão): EN (MMA, 2022).

A lista completa das espécies de mastofauna do levantamento secundário consta no **Anexo K**.

A mastofauna regional é pouco conhecida. Os trabalhos já realizados na região são restritos tanto em número de espécies, como em termos de acesso à consulta, já que a maioria se trata de estudos realizados para compor análises de Impacto Ambiental.

#### 6.3.3.2.2 Amostragem

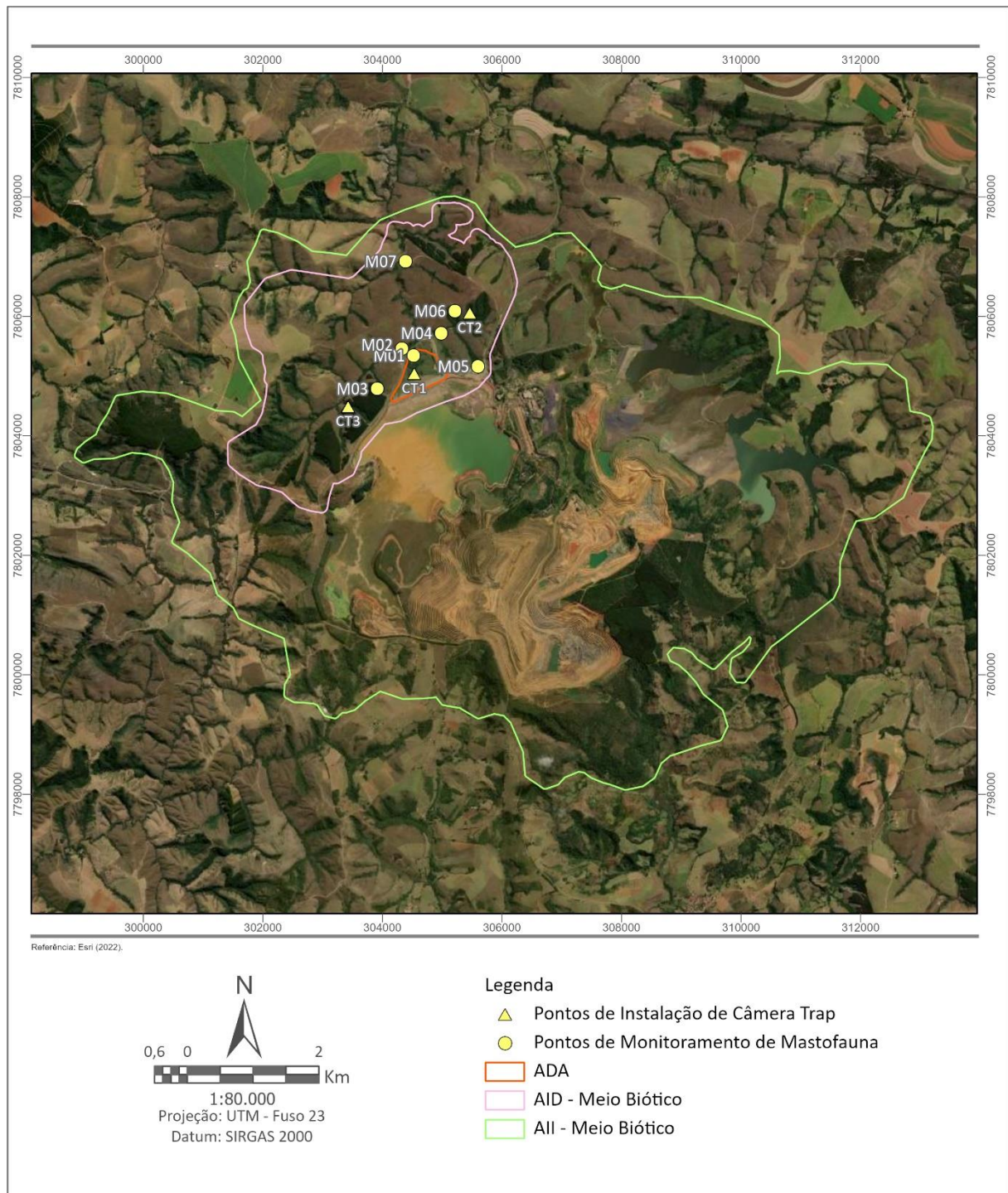
Para a caracterização qualitativa, foram vistoriadas as áreas com maior potencial para o registro de dados, tais como bordas de fragmentos, bem como remanescentes de Cerrado e respectivas matas ciliares. Foram realizados caminhamentos para a busca de registros diretos e indireto, bem como selecionados transectos para avaliação sistemática e padronizada durante a campanha de campo.

Nesse sentido, foram selecionados sete transectos, localizados tanto na ADA, quanto na AID. Tais transectos foram percorridos de forma alternada durante os períodos matutino e vespertino, empregando assim 40 horas de esforço amostral durante os quatro dias de campo. Ainda, foram realizadas vistorias *in loco* para escolha de três pontos para amostragem com utilização de armadilhas fotográficas, totalizando 96 horas de esforço amostral. As coordenadas e as descrições dos pontos de inventariamento constam no **Quadro 6.48**. Em seguida, a **Figura 6.80** exibe sua localização.

**Quadro 6.48 – Áreas de inventariamento da mastofauna.**

Áreas Amostrais	Descrição	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 - Fuso 23K	
		Longitude (m E)	Latitude (m S)
<b>Transectos</b>			
M01	Mata Ciliar em estágio inicial de regeneração	304.525	7.805.344
M02	Mata Ciliar em estágios inicial e médio de regeneração	304.324	7.805.463

Áreas Amostrais	Descrição	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 - Fuso 23K	
		Longitude (m E)	Latitude (m S)
M03	Transição à silvicultura e Mata Ciliar em estágio inicial e médio de regeneração	303.910	7.804.790
M04	Transição à área de pastagem e Mata Ciliar em estágio inicial de regeneração. Presença de barramento artificial	304.982	7.805.719
M05	Mata Ciliar em estágios inicial e médio de regeneração	305.600	7.805.165
M06	Transição de floresta estacional e Mata Ciliar em estágios inicial e médio de regeneração	305.210	7.806.089
M07	Mata Ciliar em estágio inicial de regeneração. Presença de barramento artificial.	304.385	7.806.920
<b>Pontos</b>			
CT1	Mata Ciliar em estágio inicial e médio de regeneração	304.531	7.805.055
CT2	Mata Ciliar em estágio inicial e médio de regeneração	305.461	7.806.072
CT3	Mata Ciliar em estágio inicial e médio de regeneração	303.425	7.804.503



**Figura 6.80 – Localização dos pontos de inventariamento de mastofauna.**

As **Fotos 6.95 a 6.104** apresentam os transectos e pontos de inventariamento de mastofauna.



Foto 6.95 – Transecto Masto 01.



Foto 6.96 – Transecto Masto 02.



Foto 6.97 – Transecto Masto 03.



Foto 6.98 – Transecto Masto 04.

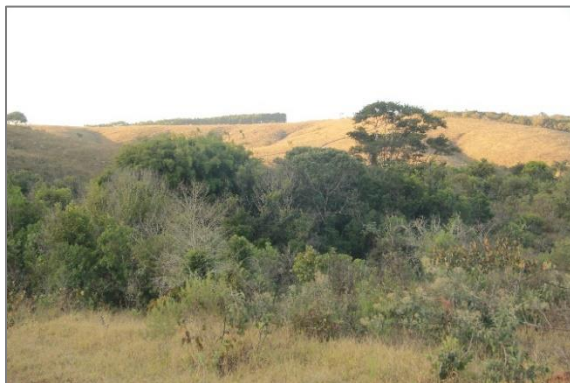


Foto 6.99 – Transecto Masto 05.



Foto 6.100 – Transecto Masto 06.



Foto 6.101 – Transecto Masto 07.



Foto 6.102 – Ponto Amostral CT1.



Foto 6.103 – Ponto Amostral CT2.



Foto 6.104 – Ponto Amostral CT3.

Para a caracterização de mamíferos de médio e grande porte, foram aplicados na presente campanha de campo, métodos de observação direta e indireta das espécies. A observação direta é a visão em tempo real do animal, o que pode ocorrer em qualquer momento e nas mais diversas ocasiões. A observação indireta se baseia na localização e identificação de evidências ou vestígios deixados por animais (pegadas, rastros, fezes, odores), sendo possível confirmar a presença de algumas espécies, sem a observação direta do animal.

Para auxílio na identificação das espécies e vestígios registrados na campanha, foi utilizado um Guia de campo (BECKER & DALPONTE, 1991; EMMONS & FEER, 1997; PITMAN et al., 2002), além de realização de entrevistas com moradores e trabalhadores locais, consideradas como registro preliminar (MOREIRA et al., 2008). As coordenadas geográficas relativas ao local de coleta dos dados diretos e indiretos foram obtidas através do uso de um GPS (Garmim® E-Trex 30x) e todos os vestígios foram, sempre que possível, devidamente fotografados.

Os mamíferos de médio e grande porte apresentam em quase sua totalidade, hábitos predominantemente noturnos, áreas de vidas relativamente extensas e baixa densidade populacional, fatores estes que dificultam seus estudos. Para isso, a equipe técnica optou por utilizar armadilhas fotográficas.

Basicamente, as armadilhas consistem em um sistema fotográfico automático, que é composto de uma câmera acoplada a um sensor de raios infravermelhos capazes de detectar calor e um sensor de radar sensível a movimentos. Quando um animal atravessa o campo de ação do equipamento, ele dispara, capturando a imagem e possibilitando sua identificação. Esse método é muito utilizado para amostrar espécies de hábitos noturnos e também para espécies que apresentam manchas na pelagem ou mesmo sinais naturais. Assim pode-se identificar diferentes indivíduos da mesma espécie, através do reconhecimento do padrão das manchas ou marcas naturais.

Para garantir melhores resultados na amostragem, as armadilhas fotográficas (**Fotos 6.105 e 6.106**) foram instaladas em diferentes fitofisionomias, tais como áreas de preservação permanente de rios ou córregos de importância regional, margem de barramentos, fragmento isolado de cerrado, bem como áreas de drenagem.



Foto 6.105 – Armadilha fotográfica.



Foto 6.106 – Instalação de armadilhas fotográficas.

#### 6.3.3.2.3 Dados primários

Durante a primeira campanha (período seco) de inventariamento da mastofauna, foram registradas 10 espécies de mamíferos, distribuídas em 6 ordens e 7 famílias, conforme apresentado no **Quadro 6.49**.

Em seguida, as **Fotos 6.107 a 6.114** apresentam alguns dos vestígios encontrados durante o levantamento da mastofauna.

**Quadro 6.49 – Mastofauna registrada na primeira campanha (período seco).**

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Pontos amostrais	Tipo de registro	Interesse Ecológico	Status de conservação			
							COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
Cingulata	Dasypodidae	<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-peba	CT1, M5, M7	VE	CIN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Dasypus novemcinctus</i>	Tatu-galinha	M2, M3	VE	CIN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Cabassous unicinctus</i>	Tatu-de-rabo-mole	CT2, CT3	VE	CIN	-	-	LC. Pop Unk	-
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Tamanduá-bandeira	M3, CT1, CT3	VE	-	VU	VU	VU. Pop Dec	Apêndice II
Primates	Callitrichidae	<i>Callithrix penicillata</i>	Sagui-de-tufo-preto, mico-estrela	CT1	VOC	-	-	-	LC. Pop Dec	-
Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato	CT1	VE	-	-	-	LC. Pop Sta	Apêndice II
		<i>Chrysocyon brachyurus</i>	Lobo-guará	M3	VE	-	VU	VU	NT. Pop Unk	Apêndice II
	Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão-pelada	CT1	VE	-	-	-	LC. Pop Dec	-
Rodentia	Caviidae	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Capivara	M4, M7	VE	IC	-	-	LC. Pop Sta	-
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Tapeti	CT2	VI	-	-	-	EN. Pop Dec	-

**Legenda:** Tipo de registro: VE = Vestígio; VI = Visual; VOC = Vocalização. Interesse Ecológico: CIN = Cinegética; IC = Interesse científico. Status de conservação: COPAM (2010) = Deliberação Normativa COPAM nº 147/2010; MMA (2022) = Portaria MMA nº 148/2022; IUCN (2022) = *International Union for Conservation of Nature* (2022); LC = pouco preocupante; Pop Dec = população decrescendo; Pop Sta = população estável; Pop Inc = população aumentando; Pop Unk = população desconhecida; NT = Quase Ameaçada; VU = Vulnerável; EN = Em perigo; CITES (2022) = Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies Silvestres Ameaçadas de Extinção (2022).



Foto 6.107 – Pegada de cachorro do mato (*Cerdocyon thous*).



Foto 6.108 – Toca de tatu galinha (*Dasyus novemcinctus*).



Foto 6.109 – Toca de tatu peba (*Euphractus sexcinctus*).



Foto 6.110 – Pegada de mão pelada (*Procyon cancrivorus*).



Foto 6.111 – Pegada de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*).



Foto 6.112 – Toca de tatu de rabo mole (*Cabassous unicinctus*).



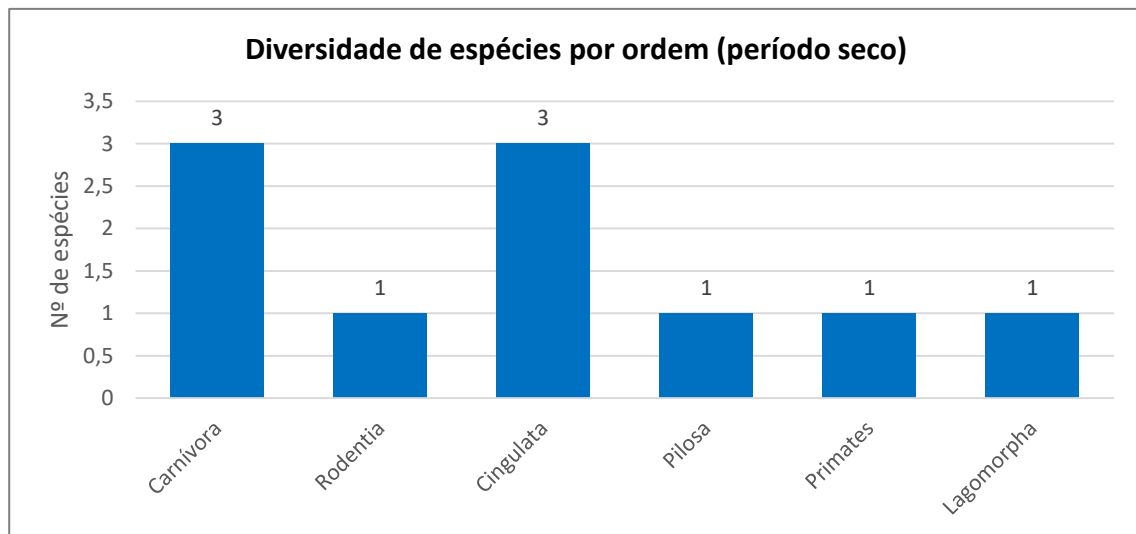
Foto 6.113 – Fezes de lobo guará (*Chrysocyon brachyurus*).



Foto 6.114 – Pegada de tamanduá bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*).



Para o Bioma amostrado, a maior diversidade de espécies é representada pela ordem Carnívora (PAGLIA et al., 2012), fato esse que pode estar relacionado ao registro de três espécies na área de estudo, conforme **Figura 6.81**.



**Figura 6.81 – Ordem de mamíferos registrados na primeira campanha (período seco).**

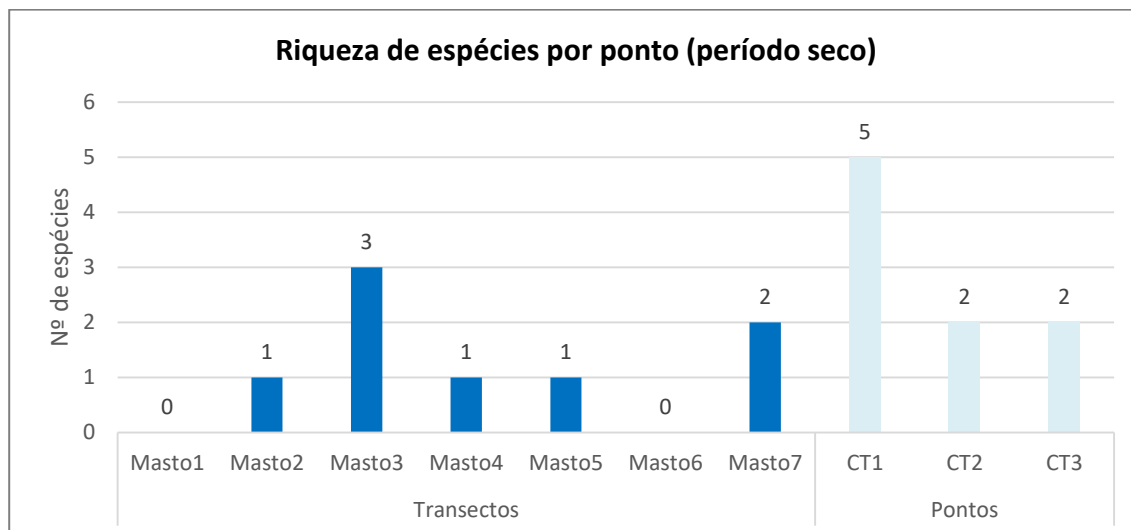
Não obstante, a ordem Cingulata se destaca também no que tange ao número de espécies registradas. Os representantes dessa ordem possuem tamanhos diversos, são versáteis e contam com adaptações que favorecem variados modo de vida, como terrestre e fossorial. Essa variedade de adaptações permite que os roedores sejam encontrados em diferentes climas e tipos de vegetação (EMMONS & FEER, 1997).

Além disso, o sucesso adaptativo do grupo é atribuído a algumas características como: elevada taxa reprodutiva, comportamento ágil e hábito alimentar diversificado, fatores estes determinantes para o registro de espécies em áreas antropizadas.

Espécies de menor porte, representantes da ordem Cingulata, são importantes nos processos ecológicos pois, além de serem dispersores de sementes, se reproduzem rapidamente, servindo de alimento para predadores da ordem Carnívora, também registrada na área de estudo.

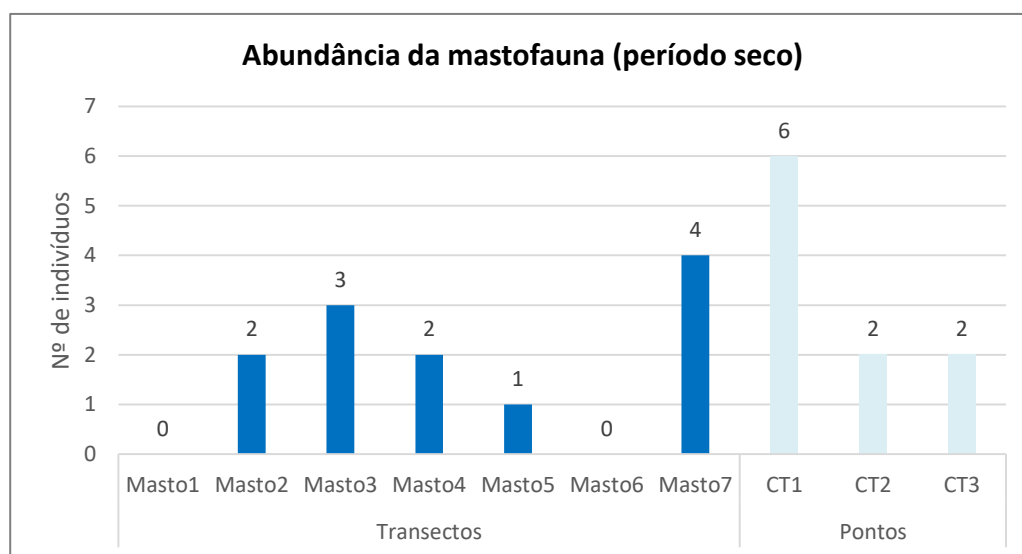
Ao final da primeira campanha de campo, é possível aferir que a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e o tatu galinha (*Dasyus novemcinctus*) apresentam maior frequência na área de estudo, com cinco e três registros respectivamente. Por outro lado, as espécies de mamíferos com menor frequência foram o lobo guará (*Chrysocyon brachyurus*), o tamanduá bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), o mão pelada (*Procyon cancrivorus*), o cachorro do mato (*Cerdocyon thous*), o tatu peba (*Euphractus sexcinctus*) e o tapeti (*Sylvilagus brasiliensis*), com um registro cada.

Em relação à riqueza de espécies por ponto amostral, de acordo com a **Figura 6.82**, observa-se que os transectos Masto3 e Masto7 apresentam maior índice acumulado, com três e duas espécies respectivamente. Já para a metodologia do armadilhamento fotográfico, o ponto amostral CT1 apresenta maior índice acumulado, com cinco espécies.



**Figura 6.82 – Riqueza de espécies da mastofauna (período seco).**

Em relação aos indivíduos registrados por ponto amostral, observa-se que o ponto Masto7 apresenta maior abundância relativa (4) seguido pelo Masto3, enquanto os pontos Masto1 e Masto6 apresentam a menor abundância relativa (0), conforme **Figura 6.83**. Ainda, observa-se que o ponto amostral CT1 apresenta maior abundância relativa (6), enquanto os pontos CT1 e CT2 apresentam a menor abundância relativa (2).



**Figura 6.83 – Abundância de espécies da mastofauna (período seco).**

Os índices quantitativos ora apresentados, obtidos tanto com a utilização de busca ativa em transectos, quanto no armadilhamento fotográfico, demonstram uma composição distinta de espécies entre os pontos amostrados, com relevante riqueza e abundância distribuídas em toda na área de estudo.

Todavia, a área do depósito PDR-1 foi bastante descaracterizada por processos históricos de antropização. De fato, é possível aferir que a atividade industrial exercida pelo empreendimento, bem como atividades agrossilvipastoris exercidas em toda a área de influência, como a bovinocultura extensiva, são consolidadas na região.

As históricas atividades econômicas desenvolvidas na área de estudo, contribuiram para a fragmentação de formações florestais, tais como formações florestais de Cerrado e Matas Ciliares. Nesse sentido, a alteração das paisagens naturais ocasionada pela antropização da área pode contribuir de uma maneira negativa na manutenção, em longo prazo, da diversidade biológica local. Nessas áreas, o sucesso individual de deslocamento dos animais entre os fragmentos é reduzido, aumentando o isolamento dos fragmentos (VIEIRA et al., 2009).

Não obstante, os registros obtidos durante a primeira campanha de campo corroboram a hipótese de que parte das espécies de mamíferos é capaz de persistir em áreas antropizadas. Com características generalistas, essas espécies possuem maior facilidade na adaptação em ambientes modificados. A gradativa redução das áreas de vegetação nativa tende a favorecer o aumento populacional de espécies generalistas, que podem dominar paisagens com elevado grau de perturbação (UMETSU & PARDINI, 2007; CADEMARTORI et al., 2009).

Apenas duas espécies registradas são ecologicamente mais exigentes, ou seja, dependentes diretas de ambientes mais preservados, sendo estes ainda remanescentes na área de estudo. Diversos estudos apontam as matas ciliares como a fitofisionomia que abriga a maior riqueza e diversidade de espécies, possivelmente em função de seu maior grau de complexidade e heterogeneidade (REDFORD & FONSECA, 1986; RIBEIRO & MARINHO-FILHO, 2005; LESSA, 2005), suportando maior quantidade de nichos e conseqüentemente maior riqueza de espécies (AUGUST, 1983). Obviamente, algumas espécies buscam as matas ciliares apenas para abrigo, como é o caso do lobo guará (*Chrysocyon brachyurus*), enquanto outras dependem diretamente de sua conservação para manutenção de populações viáveis, como no caso do tamanduá bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*).

Dentre as espécies registradas, três se encontram em categorias de risco nas listas de espécies ameaçadas, sendo:

- Tamanduá bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*): VU (COPAM, 2010; MMA, 2022; ICUN, 2022);
- Lobo guará (*Chrysocyon brachyurus*): VU (COPAM, 2010; MMA, 2022);
- Tapeti (*Sylvilagus brasiliensis*): EN (IUCN, 2022).

Além disso, o tamanduá bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), o lobo guará (*Chrysocyon brachyurus*) e o cachorro do mato (*Cerdocyon thous*) estão listados no Apêndice II do CITES (2022). Esse Apêndice elenca as espécies não necessariamente ameaçadas de extinção, mas cujo comércio deve ser controlado a fim de evitar usos incompatíveis com sua sobrevivência.

O lobo guará é o maior canídeo sul-americano com o peso de um animal adulto variando entre 20 e 23 kg (MACHADO et al, 1998). Apresenta ampla distribuição pelas áreas de cerrado e tem na destruição de habitats nativos e na caça os principais responsáveis pela redução das populações no Estado.

O tamanduá bandeira é a maior espécie de tamanduá. O peso do animal adulto pode variar entre 22 e 39 Kg (EMMONS, 1997). A espécie ocorre em todo o território brasileiro ocupando uma grande variedade de habitats. Como todas as espécies que ocupam áreas abertas do Cerrado suas populações naturais sofreram bastante com a antropização do bioma nas últimas décadas, sendo a caça ilegal, os atropelamentos e as queimadas as principais ameaças a sua conservação (MACHADO et al., 1998).

O tapeti é o único Lagomorfo nativo do Brasil. Esta espécie é menor que o coelho doméstico, pesa, no máximo, 1 kg. Sua dieta é rica em frutos, talos e brotos vegetais, sendo considerado importante dispersor de sementes.

O cachorro do mato possui ampla distribuição geográfica, sendo aparentemente tolerante a perturbações antrópicas. Ocorre em todos os biomas brasileiros e em uma ampla variedade de habitats. Sendo onívoro e oportunista, alimentam-se de frutos, insetos, crustáceos, pequenos mamíferos, aves, répteis, anfíbios e ovos de diversas espécies. Podem atuar como dispersores de sementes e alimentar-se de carcaças de animais domésticos e silvestres.

O mão pelada (*Procyon cancrivorus*) tem ampla distribuição no Brasil, sendo encontrado em todos os biomas brasileiros. É frequentemente registrado, inclusive em áreas degradadas, embora sua dinâmica populacional e distribuição geográfica sejam pouco compreendidas. É uma espécie principalmente solitária, noturna e terrestre. Podem utilizar paisagens modificadas, como mosaicos de eucaliptos e vegetação natural (OLIVEIRA, 2002), canaviais, pastos e fragmentos de mata (DOTTA & VERDADE, 2007), vivem de preferência perto de fontes de água.

O tatu peba (*Euphractus sexcinctus*) é encontrado em áreas abertas, savanas, florestas secas, florestas semi-decíduas, bordas de florestas (EISENBERG & REDFORD, 1999; ABBA & SUPERINA, 2010) e florestas ombrófilas densas. É comumente registrado em extensas áreas de cultivo e pastagens. A espécie tem hábito alimentar generalista que inclui invertebrados, material vegetal, pequenos mamíferos e animais mortos.

O tatu galinha (*Dasytus novemcinctus*) ocorre em todos os biomas brasileiros (PAGLIA et al. 2012). A espécie não é restrita a habitats primários, podendo ser encontrada em ambientes degradados de floresta tropical e subtropical, terra arável, pastagens, jardins rurais, áreas urbanas e plantações (ABBA & SUPERINA, 2010). Alimenta-se principalmente de invertebrados (BREECE & DUSI, 1985; ANACLETO, 2007; CUÉLLAR, 2008), mas pode consumir material vegetal, pequenos vertebrados, ovos e carniça.

A capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) tem ampla distribuição geográfica no Brasil. É considerada o maior roedor do mundo, chegando a pesar 75 kg. É uma espécie cinegética por conta da sua carne e pele. Possui alta densidade populacional, sendo que um bando pode conter até 20 indivíduos, e está diretamente ligada aos ambientes com presença de recursos hídricos.

O mico estrela (*Callithrix penicillata*) é comum e amplamente distribuído no Cerrado, ocupando também áreas de Mata Atlântica e Caatinga, apesar da perda e fragmentação de seu habitat. Habita florestas ripárias, floresta decidual, floresta semidecidual, cerrado e cerradões (RYLANDS & MENDES, 2008). Não é restrito a habitats primários, tem preferência por florestas secundárias e florestas alteradas (FONSECA & LACHER JÚNIOR, 1984; LACHER Júnior et al., 1984; SEABRA et al., 1991; RYLANDS & FARIA, 1993).

O tatu de rabo mole (*Cabassous unicinctus*) é comum e possui ampla distribuição, sendo relativamente tolerante a alterações ambientais, ou seja, as ameaças antrópicas pouco comprometem sua população como um todo. Não é restrito a habitats primários e situações de uso de paisagens bastante diversificadas podem estar refletindo a flexibilidade da espécie.

Além da capivara, outras espécies encontradas na área de estudo são consideradas cinegéticas, alvo de caças, tais como: tatu peba, tatu galinha e lobo guará.

Além das espécies supracitadas, foi possível identificar, através de pegadas, a presença e ampla distribuição da espécie exótica javaporco (*Sus scrofa*), advinda do cruzamento do porco doméstico (*Sus scrofa domesticus*) e do javali (*Sus scrofa scrofa*).

A espécie *Sus scrofa*, conhecida como javaporco ou javali europeu, é exótica no Brasil, onde foi intencionalmente introduzido para caça, comercialização, domesticação e criação comercial (LONG, 2003; CLOUT & RUSELL, 2008).

Os impactos dos porcos selvagens nos ecossistemas estão diretamente ligados à sua biologia e à sua ecologia. O javaporco é um ungulado com alta capacidade reprodutiva, podendo reproduzir ao longo de todo o ano, tendo até duas ninhadas por ano, com uma média de quatro filhotes por ninhada (FERNÁNDEZ-LLARIO & MATEOS-QUESADA, 1998). Possui uma dieta muito plástica, consumindo principalmente matéria vegetal (>90%), embora possam consumir fungos, invertebrados e vertebrados.

A espécie, de forma direta ou indireta, regula a disponibilidade de recursos e alteram características físicas e químicas do ambiente, resultando na criação, modificação ou manutenção de habitats para si e outras espécies (JONES et al., 1994). Os impactos sobre a fauna nativa estão relacionados a predação de inúmeras espécies de vertebrados, destruição de habitats e ninhos e competição. Os javaporcos destroem micro habitats levando à exclusão de algumas espécies, como pequenos mamíferos que dependem da serapilheira e estrato arbustivo-herbáceo como habitat (SINGER et al., 1984).

Considerando os impactos supracitados advindos da presença de espécie exótica invasora, o javaporco (*Sus scrofa*), e em razão do aumento da sua distribuição geográfica, o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA deliberou autorização para controle da espécie através da Instrução Normativa 03/2013.

Na primeira campanha de inventariamento (período) da mastofauna, não foram encontradas espécies endêmicas do Cerrado, bioindicadoras, de interesse científico, raras ou com distribuição restrita.

#### 6.3.3.2.4 Análises estatísticas

Com o grau de isolamento dos recursos vegetais e a pressão antrópica na área de estudo, foram obtidos conservadores índices de riqueza e abundância relativa nos pontos amostrados, conforme **Quadro 6.50**.

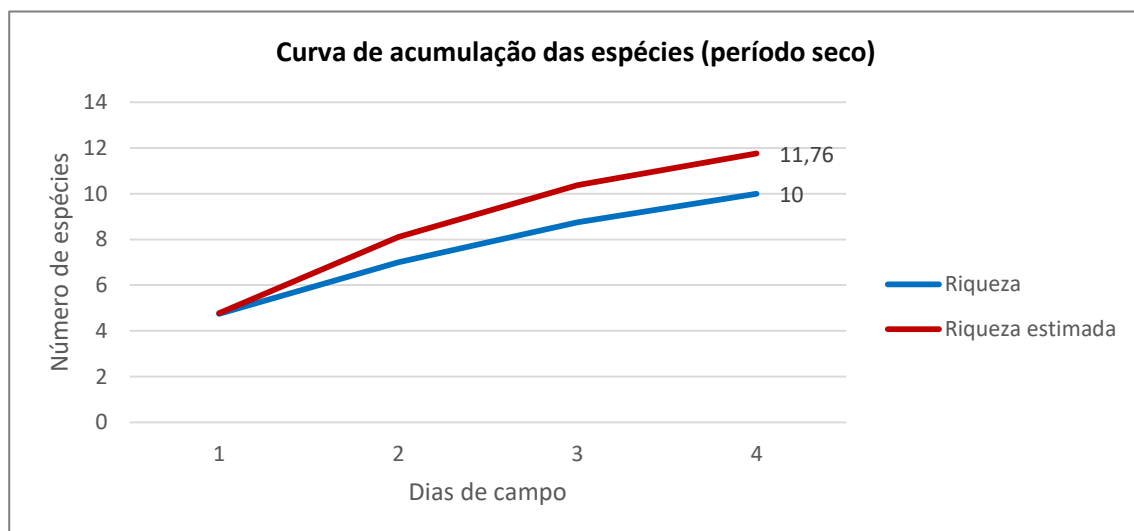
**Quadro 6.50 – Dados de riqueza de espécies (S), número de indivíduos (N), dominância (D) e Índices de Diversidade (H') e Equitabilidade (J') para mastofauna (período seco).**

Índices	Transectos					Pontos de armadilhamento		
	Masto 02	Masto 03	Masto 04	Masto 05	Masto 07	CT 01	CT 02	CT 03
Riqueza	1	3	1	1	2	5	2	2
Indivíduos	2	3	2	1	4	6	2	2
Dominância (D)	1	0,3333	1	1	0,625	0,2222	0,5	0,5
Diversidade (H')	0	1,099	0	0	0,5623	1,561	0,6931	0,6931
Equitabilidade (J')	0	1	0	0	0,8113	0,9697	1	1

Entre os transectos, de acordo com o índice de diversidade, Masto 03 demonstrou ser o mais diverso, com maior valor de Shannon ( $H' = 1,099$ ), entretanto apresentou o menor índice para dominância de espécies ( $D = 0,333$ ). Para o índice equitabilidade, o ponto Masto 03 também apresentou o maior valor ( $J' = 1$ ). Nesse contexto, tanto a maior diversidade e equitabilidade do ponto amostral Masto 03, quanto a sua menor dominância, estão diretamente correlacionadas com o registro de três espécies e um padrão de distribuição proporcional de três indivíduos entre as respectivas espécies, corroborando a hipótese de uma uniformidade na comunidade mastofaunística no ponto amostral.

Já entre os pontos de armadilhamento fotográfico, o ponto CT1 demonstrou ser mais diverso, com maior valor de Shannon ( $H' = 1,561$ ), entretanto apresentou menor índice para dominância de espécies ( $D = 0,2222$ ). Para o índice equitabilidade, os pontos CT2 e CT3 apresentaram maior valor ( $J' = 1$ ). Ainda que a maior diversidade seja representada pelo ponto CT1, pode-se aferir que o maior valor do índice de equitabilidade dos pontos CT2 e CT3 está correlacionado ao registro de duas espécies e um padrão de distribuição proporcional de dois indivíduos entre as respectivas espécies, corroborando a hipótese de uma uniformidade na comunidade mastofaunística nos respectivos pontos amostrais.

A **Figura 6.84** demonstra a curva de acumulação de espécies para determinação da suficiência amostral. Foram utilizadas as espécies cuja presença foi efetivamente registrada na área de estudo através de dados primários. De acordo com a curva de acumulação, a riqueza na área de estudo até o presente momento é de 10 espécies, sendo a riqueza estimada em torno de 12. Considerando a diversidade de espécies representativas da mastofauna de médio e grande porte em áreas remanescentes do Bioma Cerrado, bem como os dados obtidos através de consulta aos dados secundários, espera-se aumento de registros a partir da realização de novas campanhas de campo.



**Figura 6.84 – Curva de acumulação das espécies de mastofauna (período seco).**

A análise de agrupamento de acordo com o índice de similaridade de Jaccard ( $J$ ), nas **Figuras 6.85** e **6.86**, indicam a separação das áreas amostrais em relação à composição de espécies. Entre os transectos, os pontos Masto 04 e Masto 07 se mostram similares entre si e, entre os pontos, CT2 e CT3 são mais similares.

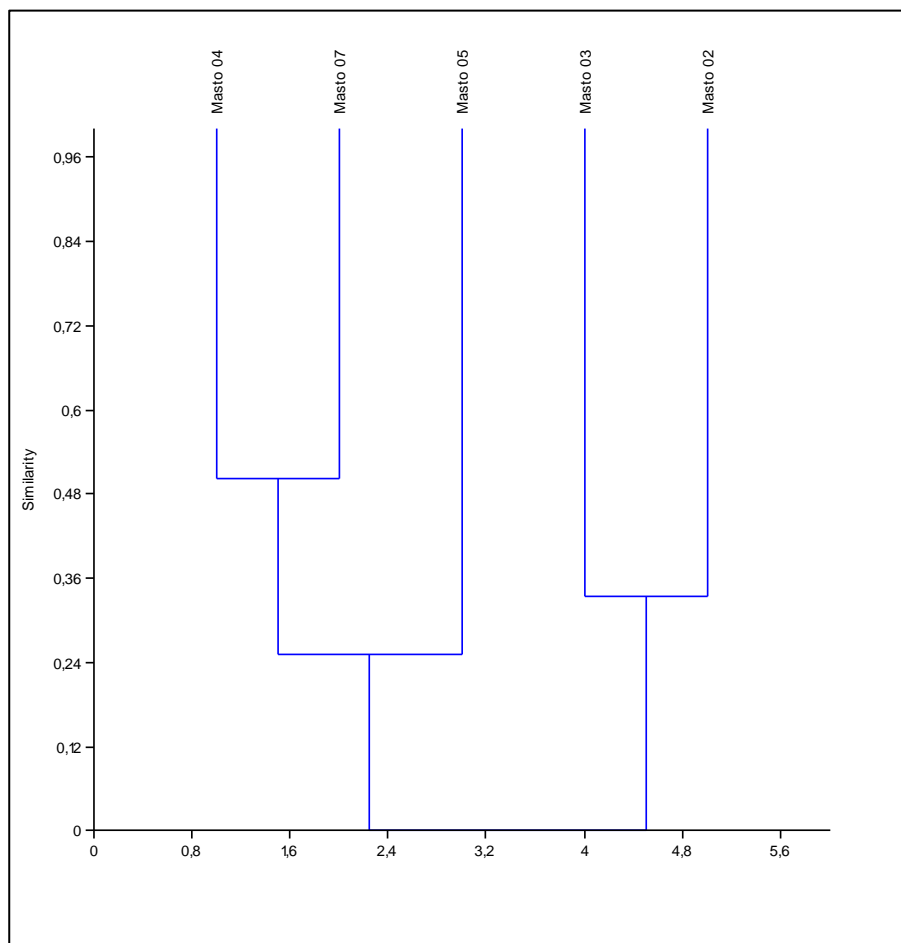
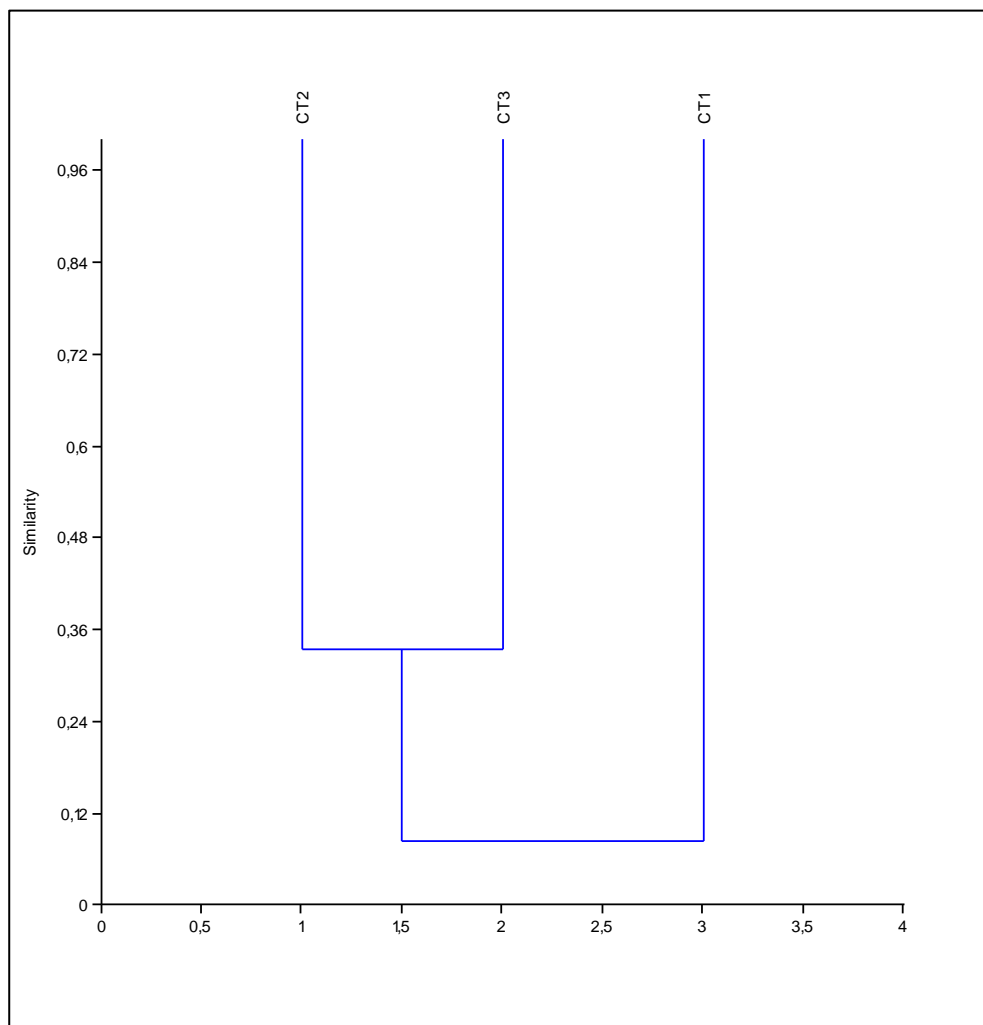


Figura 6.85 – Dendrograma de similaridade para mastofauna – Transectos (período seco).



**Figura 6.86 – Dendrograma de similaridade para mastofauna – Pontos de armadilhamento (período seco).**

#### 6.3.3.2.5 Conclusões

Durante os trabalhos de campo, identificou-se a presença de áreas de preservação permanentes, caracterizadas por matas ciliares ao longo da AID e AII. Estas áreas são um ambiente favorável para o deslocamento da fauna de mamíferos de médio e grande porte da área de intervenção para o entorno, possibilitando a manutenção da biodiversidade.

Destaca-se ainda que, das espécies registradas na primeira campanha de campo, no período seco, 80% podem ser consideradas espécies plásticas ou generalistas, com grande capacidade de adaptação a ambientes perturbados, como: cachorro do mato (*Cerdocyon thous*), tatu galinha (*Dasypus novemcinctus*), mico estrela (*Callithrix penicillata*), tatu peba (*Euphractus sexcinctus*), mão pelada (*Procyon cancrivorus*), capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), o tatu de rabo mole (*Cabassous unicinctus*) e o tapeti (*Sylvilagus brasilienses*).

De maneira geral, conclui-se que o entorno da área inventariada apresenta condições necessárias para o estabelecimento das populações representativas da mastofauna local, inclusive espécies mais sensíveis a fragmentação e/ou mais exigentes.

Por fim, com o intuito de promover a preservação da mastofauna na área de estudo, sugere-se a continuação dos monitoramentos de fauna já realizados pela unidade, além dos programas



de educação ambiental para orientação dos funcionários e moradores locais quanto à importância na preservação da biodiversidade.

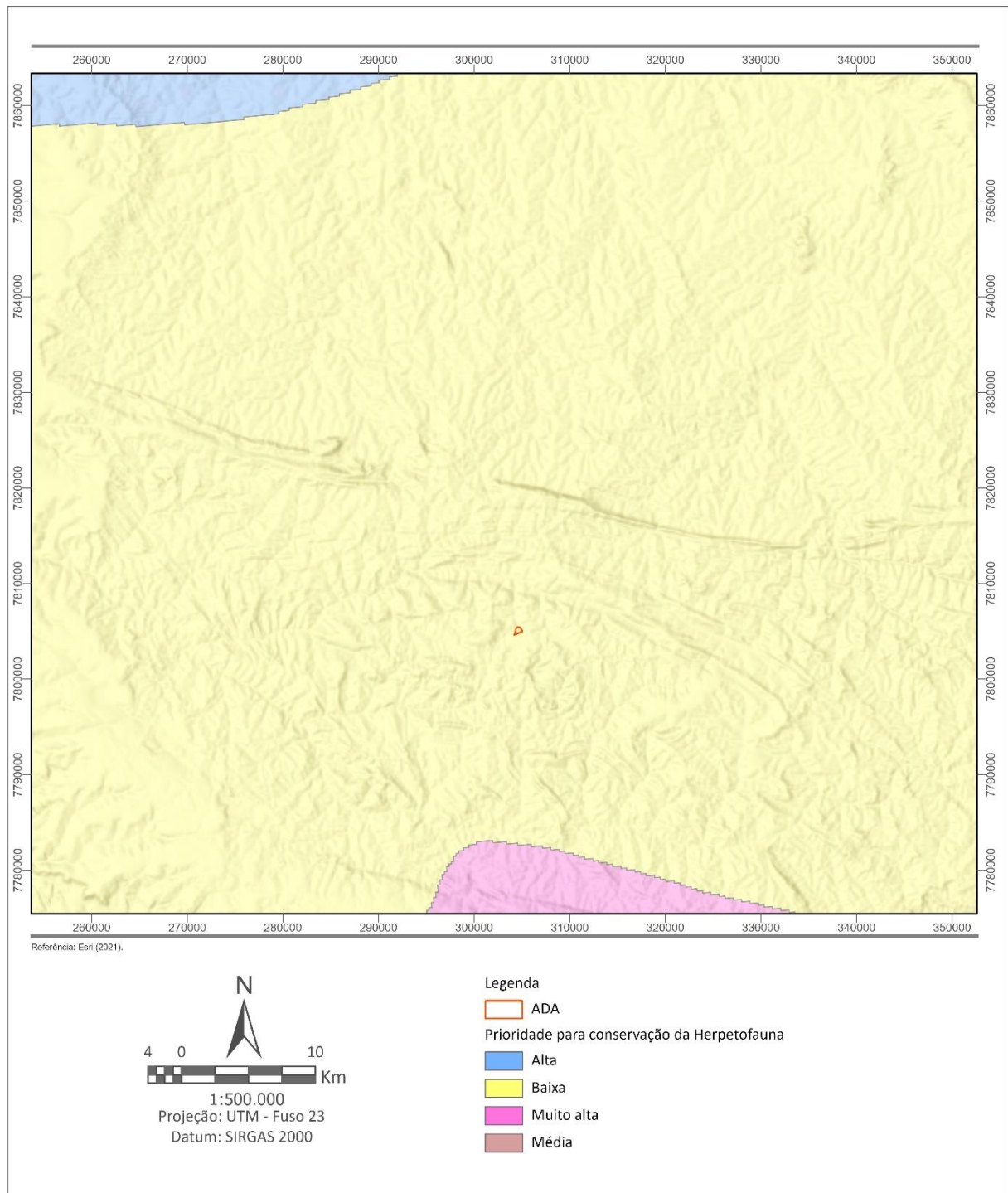
### 6.3.3.3 Herpetofauna

Os estudos da fauna de anfíbios e répteis são importantes no diagnóstico ambiental por serem capazes de fornecer subsídios fundamentais ao conhecimento do estado de conservação de regiões naturais. Para os anfíbios, características como ciclo de vida bifásico (larvas aquáticas e adultos terrestre), pele permeável e dependência de condições de umidade para a reprodução, tornam estes animais dependentes da água, apresentando, assim, forte sensibilidade às alterações na qualidade dos recursos hídricos. Apresentam, também, sensibilidade às alterações da vegetação, bem como às mudanças de temperatura e precipitação pluviométrica (PARRIS, 2004). Devido a estas características, este grupo se torna mais vulnerável aos efeitos da degradação do ambiente do que a maioria dos outros grupos de vertebrados, sendo considerados excelentes bioindicadores de primitividade dos ecossistemas naturais (ETEROVICK et al., 2004; SILVANO et al., 2005).

A herpetofauna do Cerrado, apesar de muito diversa, ainda é considerada pouco conhecida (COLLI et al., 2002). Contudo, um dos critérios utilizados para considerar o Cerrado como área prioritária para a conservação é a proporção de espécies, vegetais e animais, que somente são encontradas no bioma (endêmicas). Cerca de 39% dos répteis e aproximadamente 51% dos anuros encontrados no Cerrado não ocorrem em outros ecossistemas mundiais (NOGUEIRA et al., 2005; VALDUJO et al., 2012).

A alta proporção de endemismos dos répteis e anfíbios do Cerrado está diretamente ligada ao cenário evolutivo do grupo dentro do bioma, um reflexo das características físicas, climáticas e vegetacionais desse ecossistema, o que lhe confere uma grande heterogeneidade ambiental que moldou a diversificação desses grupos ao longo de milhões de anos (COLLI et al., 2002; OVERBACK et al., 2022).

Em relação às áreas prioritárias para conservação da herpetofauna, de acordo com IDESISEMA, o depósito PDR-1 se encontra inserido em área de prioridade baixa para conservação (**Figura 6.87**), ou seja, não apresenta alguma restrição quanto ao uso dos recursos naturais existentes, uma vez que a região estudada, em sua maioria, já se encontra antropizada por atividades minerárias e agrossilvipastoris.



**Figura 6.87 – Índice de prioridade para conservação da herpetofauna da região de estudo, de acordo com o IDE-SISEMA.**

Além das particularidades fisiológicas dos répteis e anfíbios, as características climáticas sazonais do Cerrado exercem influência direta sobre a atividade desses animais. Durante o período chuvoso da região, é comum encontrar uma maior riqueza e abundância desses animais em ambiente natural, um reflexo da maior disponibilidade de alimento, médias de temperatura e umidade relativa do ar mais elevadas e distribuição de microambientes essenciais como corpos d'água temporários (COLLI et al., 2002; ODA et al., 2009; ARAÚJO 2013).

A região do Triângulo Mineiro, no oeste de Minas Gerais, é dominada pelo Cerrado, mas também apresenta, em seus limites, locais sob o domínio de Mata Atlântica. Essa variedade de ambientes e a interação entre formações savânicas, típicas do Cerrado, e florestais, típicas da Mata Atlântica, proporcionou condições notadamente particulares para a evolução da herpetofauna da região.

Em relação aos impactos para a herpetofauna, as atividades humanas causam uma série de modificações nos ambientes naturais que resultam no empobrecimento da estrutura e diversidade das áreas de vegetação com a eliminação parcial ou completa de substratos existentes (KRISHNAMURTHY, 2003). Estes ambientes modificados encontram-se, em sua maioria, isolados, fragmentados e grande parte inseridos em um mosaico de ambientes naturais espalhados entre áreas urbanas, industriais e de uso agropecuário (VERDADE et al., 2010). Estes impactos são considerados como uma das principais causas do declínio populacional da herpetofauna, afetando a abundância e diversidade das espécies existentes, podendo resultar na extinção local ou até mesmo global, principalmente daquelas espécies consideradas especialistas (VERDADE et al., 2010; MARQUES et al., 2015). Outras possíveis causas para este declínio populacional estão relacionadas às: (i) condições climáticas irregulares; (ii) alteração do regime hidrogeológico; (iii) predação natural das larvas dos anfíbios; (iv) poluição química; (v) doenças infecciosas; (vi) infecções parasitárias e; (vii) caça predatória.

Apesar do avançado estado de intervenção antropogênica, o Triângulo Mineiro apresenta uma herpetofauna notavelmente diversa, dominada por espécies típicas do Cerrado, adaptadas à sazonalidade do bioma, mas com a presença de espécies tipicamente florestais, associadas principalmente aos ambientes ripários remanescentes na região (GIARETTA et al., 2008; NEVES et al., 2019).

A grande extensão do Cerrado proporciona uma variedade inestimável de microrregiões, cada uma responsável por abrigar comunidades biológicas particulares, essenciais para a manutenção da diversidade biológica regional. Dessa forma, é essencial entender os padrões de distribuição e composição da herpetofauna na área de estudo, questão fundamental para a criação e desenvolvimento de ações efetivas de conservação e proteção das espécies (NEVES et al., 2019; GOMES-DA-SILVA; FORZZA, 2021).

#### 6.3.3.3.1 Dados secundários

No mundo, são conhecidas mais de 11.600 espécies de répteis (RAN, 2022), sendo a grande maioria deles do grupo Lepidosauria. No Brasil, os répteis ocupam a terceira posição em riqueza de espécies do mundo, possuindo 848 espécies (COSTA et al., 2022), sendo 38 quelônios, 6 jacarés, 82 anfisbenas, 292 lagartos e 430 serpentes.

Em relação aos anfíbios, mais de 8.400 espécies são conhecidas no mundo (RAN, 2022). O Brasil é o país com a maior riqueza de anfíbios, com 1.188 espécies registradas até o momento (SEGALLA et al., 2021), o que aumenta bastante nossa responsabilidade em entender e preservar esta riqueza. Destas, 1.144 são anuros, 39 cecílias e 5 salamandras.

Em Minas Gerais, há informações sobre a ocorrência de quase 250 espécies, devido à diversidade de ambientes e tipos fitofisionômicos, pertencentes aos domínios da Mata Atlântica, do Cerrado e da Caatinga. Além de importantes formações do relevo, como a Serra

da Mantiqueira e do Espinhaço e do território ser drenado por importantes bacias hidrográficas, como as do Rio Doce, São Francisco e Jequitinhonha.

No Estado, o conhecimento sobre os anfíbios ainda é extremamente fragmentado. Por exemplo, vastas regiões da Mata Atlântica e do Cerrado ainda permanecem sem qualquer amostragem e, mesmo naqueles locais onde já foram realizados alguns trabalhos, os anfíbios de serrapilheira e com hábitos fossoriais ainda estão insuficientemente estudados. A ocorrência de declínios de populações já foi indicada para a Serra do Cipó (ETEROVICK et al., 2005).

Dentro do conhecimento atual, elege-se como potencialmente ameaçadas aquelas espécies endêmicas ou com registro em apenas uma única localidade de Minas Gerais. As regiões serranas parecem ser aquelas com maior número de espécies endêmicas no Estado, com destaque para a Serra do Espinhaço, onde são exclusivas 23 espécies como, por exemplo, *Bokermannohyla alvarengai*, *B. nanuzae*, *B. martinsi*, *B. saxicola*, *Phyllomedusa itacolomi*, *Hylodes otavioi*, *Hylodes uai*, *Physalaemus erythros*, *Thoropa megatympanum*; e a Serra da Mantiqueira, onde estritamente ocorrem *Chiasmocleis mantiqueira* (Serra do Brigadeiro), *Hylodes babax*, *Hylodes vanzolinii* e *Cycloramphus bandeirensis* (Serra do Caparaó), *Hylodes amnicola* e *Physalaemus rupestris* (Serra do Ibitipoca), *Hypsiboas stenocephalus*, *Hypsiboas beckeri*, *Scinax caldarum*, *Scinax ranki*, *Bokermannohyla vulcaniae* e *Proceratophrys palustris* (Poços de Caldas), *Holoaden bradei* e *Paratelmatobius lutzi* (Serra de Itatiaia) (CRUZ & FEIO, 2007).

Outras espécies, apesar de conhecidas em demais regiões do país, apresentam registros em uma única localidade em Minas Gerais, como a *Aparasphenodon bruno*i no Parque Estadual do Rio Doce, a *Rhinella proboscídea* em Almenara, a *Scinax camposseabrai* na região do Jaíba e a *Sphaenorhynchus palustris*, a *Physalaemus erikae* e a *Eleutherodactylus vinhai* em Salto da Divisa.

O registro de espécies com distribuição restrita é uma característica natural entre os anfíbios, que, aliada ao comportamento reprodutivo explosivo de algumas espécies, impossibilita sua amostragem em estudos a curto prazo e certamente dificulta a definição do status de conservação de algumas espécies nos atuais critérios para categorização de espécies ameaçadas.

Em relação ao levantamento secundário, foram catalogadas, no total, 102 espécies com provável ocorrência para a área do CMT, conforme elencado no **Anexo K**.

Foram registradas quatro ordens: Anura (10 famílias e 42 espécies), Squamata (14 famílias e 58 espécies), Gymnophiona (1 família e 1 espécie) e Testudines (1 família e 1 espécie).

Em relação ao status de conservação, a espécie *Pithecopus ayeaye* (perereca-das-folhagens) é classificada como CR pela IUCN (2022) e a espécie *Heterodactylus lundii* (cobra-de-pé, briba) como VU pelo MMA (2022).

#### 6.3.3.3.2 Amostragem

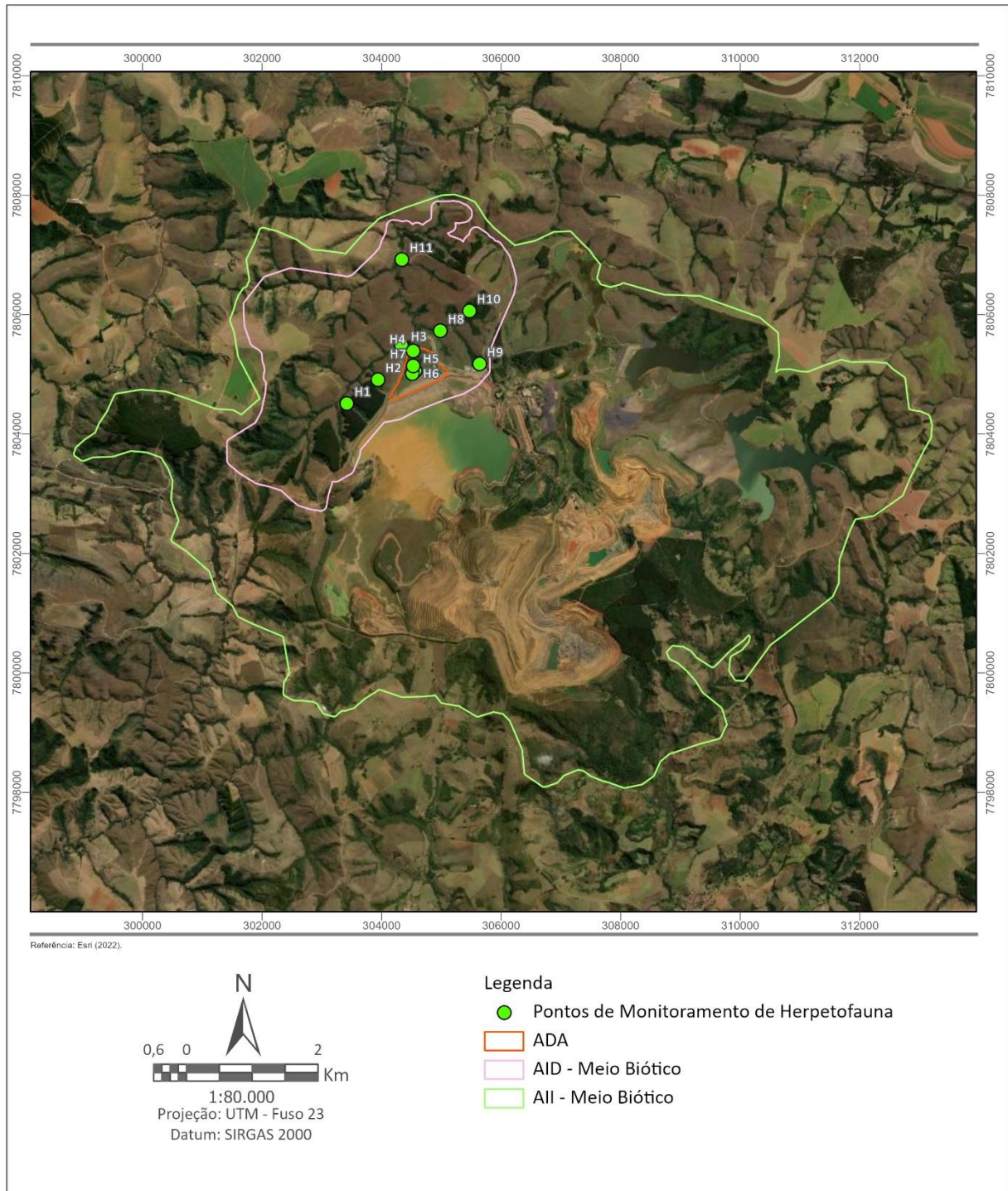
A seleção das áreas amostrais foi realizada nesta primeira campanha, através de avaliação prévia de imagem satélite, identificação e reconhecimento das fitofisionomias existentes nas áreas de influência do empreendimento. Buscou-se pelos ambientes com melhores condições de sustentar a comunidade de anfíbios e répteis.

Após o reconhecimento, foram selecionados 11 pontos para o inventariamento da herpetofauna, conforme descrições e coordenadas apresentadas no **Quadro 6.51**.

Em seguida, a **Figura 6.88** apresenta o mapa de localização dos pontos de monitoramento da herpetofauna.

**Quadro 6.51 – Pontos de inventariamento da herpetofauna.**

Ponto	Descrição	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 - Fuso 23K	
		Longitude (m E)	Latitude (m S)
H1	Córrego inserido em estreito fragmento ciliar e margeado por plantação de eucalipto	303.420	7.804.511
H2	Córrego inserido em estreito fragmento ciliar e margeado por plantação de eucalipto e área de pastagem	303.936	7.804.910
H3	Córrego inserido em estreito fragmento ciliar e margeado por área de pastagem	304.330	7.805.484
H4	Área embrejada margeada por estreito e descaracterizado fragmento ciliar e sob forte influência da BR-146 e efluente da Barragem existente	304.526	7.805.393
H5	Represamento do efluente da Barragem de rejeitos existente localizado em ambiente aberto e impactado	304.564	7.805.063
H6	Córrego inserido em estreito fragmento florestal sob influência da barragem de rejeitos existente	304.513	7.805.015
H7	Córrego efluente da barragem de rejeitos existente. Ambiente margeado por fragmento florestal e área embrejada	304.526	7.805.139
H8	Açude antropizado localizado em área aberta e impactada, margeada por pastagem. Presença de pisoteio de gado às margens da área úmida	304.984	7.805.728
H9	Córrego inserido em estreito fragmento florestal	305.637	7.805.173
H10	Córrego inserido em estreito fragmento florestal	305.469	7.806.063
H11	Açude localizado em área aberta e impactada	304.341	7.806.924



**Figura 6.88 – Localização dos pontos de monitoramento de herpetofauna.**

As **Fotos 6.115 a 6.125** evidenciam os registros fotográficos das áreas ou pontos amostrais de herpetofauna.



Foto 6.115 – Área H1.



Foto 6.116 – Área H2.



Foto 6.117 – Área H3.



Foto 6.118 – Área H4.



Foto 6.119 – Área H5.



Foto 6.120 – Área H6.



Foto 6.121 – Área H7.



Foto 6.122 – Área H8.



Foto 6.123 – Área H9.



Foto 6.124 – Área H10.



Foto 6.125 – Área H11.

Durante esta primeira campanha, foi empregado um total de 80 horas efetivas de esforço amostral, distribuídas em quatro dias de campo. Os caminhamentos e amostragens foram realizados nos períodos diurno, entre 8h e 12h, vespertino e noturno, entre 16h e 22h.

O esforço amostral empregado é medido em pessoas-horas, ou seja, multiplica-se o número de técnicos pelo de horas despendidas na procura dos animais. A equipe emprega o mesmo esforço amostral em pessoas-horas em todas as estações de amostragem, de forma a permitir a comparação dos resultados.

Os métodos empregados para o inventariamento foram a busca ativa e a amostragem em estradas.

A busca ativa consiste, basicamente, no deslocamento lento limitado por tempo realizado em ambientes considerados de interesse para amostragem da herpetofauna. O caminhamento é realizado nos períodos diurno e noturno, percorrendo transectos em diferentes tipos de habitat (mata fechada, áreas abertas, áreas embrejadas borda de floresta, riachos, etc.), estendendo-se a investigação em locais de agregações reprodutivas (brejos, riachos, barragens, etc.) ou refúgios (sob troncos caídos, pedras, folhiço, árvores, etc.) (JAEGER, 1994).

Utilizam-se também como método amostral os registros auditivos (zoofonia), sendo realizados em sítios reprodutivos e em locais de interesse para amostragem, principalmente no período de reprodução dos anuros, coincidindo com a estação chuvosa.

A grande maioria das espécies de répteis procura refúgio sob pedras e frestas em afloramentos rochosos, tocos caídos, serapilheira e tocas de outros animais. Dessa forma, foi investigado cada um desses habitats.



O registro de répteis através de busca ativa geralmente é ocasional e os trabalhos planejados, muitas vezes, não geram resultados satisfatórios, principalmente quando as amostras não possuem coleta e captura de espécimes. Os inventários de répteis demandam grande esforço e período amostral, bem como a combinação de variados métodos de coleta para um resultado satisfatório.

A amostragem em estradas, proposta por Fitch (1987), foi utilizada a fim de complementar à metodologia acima mencionada. Esse método, aplicado de forma não padronizada, consiste em percorrer estradas em baixa velocidade durante os deslocamentos entre as áreas amostrais, procurando espécies que estejam paradas ou se deslocando entre ambientes, sendo indicado especialmente para o encontro de serpente e lagartos. Espécimes mortos por atropelamento são frequentemente registrados também por esse método. Os dados coletados por essa metodologia serão tratados como registro ocasional (RO).

A identificação das espécies registradas durante este diagnóstico foi realizada *in loco* e a classificação taxonômica realizada através de consultas das últimas atualizações das listas de anfíbios (SEGALLA, 2021) e répteis (COSTA & BÉRNILS, 2018).

#### 6.3.3.3 Dados primários

Durante a primeira campanha de levantamento de fauna na área de estudo, foi registrado um total de 6 espécies de herpetofauna, sendo todas estas pertencentes ao grupo dos anfíbios, distribuídas em 1 ordem (Anura) e 3 famílias (Bufonidae, Hylidae e Leptodactylidae), conforme **Quadro 6.52**.

Em seguida, alguns dos indivíduos observados estão representados nas **Fotos 6.126 a 6.128**.

Quadro 6.52 – Herpetofauna registrada na primeira campanha (período seco).

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Tipo de registro	Pontos amostrais	Status de conservação			
						COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
<b>Anfíbios</b>									
Anura	<b>Bufonidae</b>	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo-cururu	VI	H8	-	-	DD	-
	<b>Hylidae</b>	<i>Boana albopunctata</i>	Perereca-de-pintas-amarelas	VOC	H11	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Boana cf. goiana</i>	Perereca-de-pijama	VOC	H8	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Dendropsophus minutus</i>	Perereca-rajada	VOC	H4, H8, H11	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Scinax canastrensis</i>	Perereca	VI; VOC	H1, H2, H3, H9, H10	-	-	DD	-
	<b>Leptodactylidae</b>	<i>Leptodactylus latrans</i>	Rã-manteiga	VI	H9	-	-	LC. Pop Sta	-

**Legenda:** Tipo de registro: VI = Visual; VOC = Vocalização. Status de conservação: COPAM (2010) = Deliberação Normativa COPAM nº 147/2010; MMA (2022) = Portaria MMA nº 148/2022; IUCN (2022) = *International Union for Conservation of Nature* (2022); LC = pouco preocupante; Pop Dec = população decrescendo; Pop Sta = população estável; Pop Inc = população aumentando; Pop Ukn = população desconhecida; DD = Deficiente de Dados; CITES (2022) = Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies Silvestres Ameaçadas de Extinção (2022).



Foto 6.126 – Sapo-cururu (*Rhinella diptycha*).



Foto 6.127 – Perereca (*Scinax canastrensis*).



Foto 6.128 – Rã-manteiga (*Leptodactylus latrans*).

Não foram registradas espécies de répteis durante a primeira campanha, realizada no período seco. Essa ausência pode estar relacionada à dificuldade de visualização das espécies pertencentes a este grupo. O encontro de répteis, principalmente de serpentes, é considerado fortuito e exige, em geral, grande esforço de amostragem, principalmente por apresentarem hábito secretivo e fossorial, dificultando o encontro (FITCH, 2001, WINCK et al., 2007). Outro fator pode estar atrelado à descaracterização das áreas nativas existentes ao longo da área de estudo.

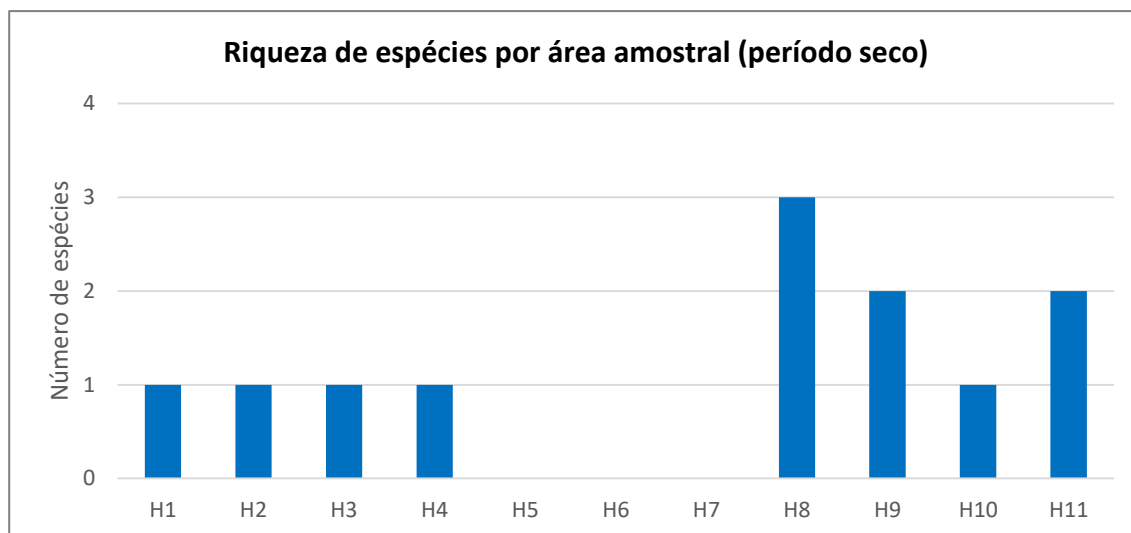
O registro de répteis tende a ser maior durante o período chuvoso. Muitas espécies são consideradas mais ativas em meses quentes e úmidos, quando há uma disponibilidade maior de nichos térmicos, permitindo que atinjam temperaturas compatíveis com suas atividades (ANDRADE & ABE, 2007).

A dependência de ambientes úmidos e a vulnerabilidade a baixas umidades são situações conhecidas para diversas espécies de répteis (COLLI, 1991; HUEY et al., 2009; CARLSON et al., 2014). Em lagartos e serpentes, por exemplo, a umidade pode afetar os níveis hormonais (SUMMERS & NORMAN, 1988), o período reprodutivo (BERNARDES & ABE, 2006), as taxas de perda de água por evaporação através da pele (NICHOLSON et al., 2005) e o comportamento durante períodos de troca de pele.

No caso das serpentes, muitas espécies também aumentam suas atividades durante períodos chuvosos devido à maior disponibilidade de presas, como os anfíbios anuros (OLIVEIRA & MARTINS, 2001).

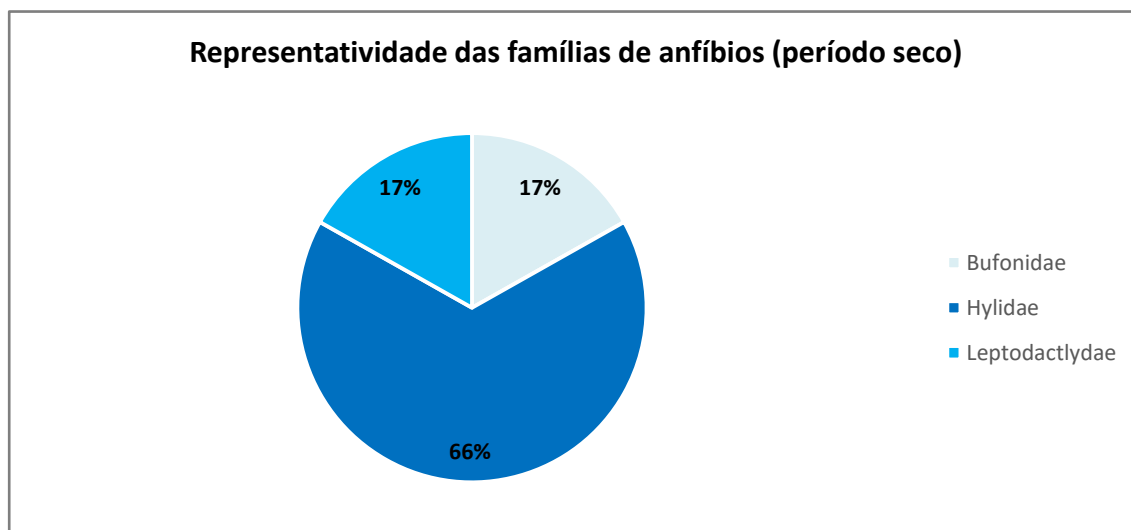
Os fatores acima citados, tanto para os anfíbios quanto para os répteis, podem ter influenciado no registro da herpetofauna local durante esta primeira campanha.

A área H8 foi a mais representativa em número de registros, com três espécies, conforme **Figura 6.89**. O baixo número de registros em todas as áreas amostrais pode estar relacionado, principalmente, ao período sazonal em que a campanha foi realizada. Acredita-se que este quadro será alterado com a realização da segunda campanha, no período chuvoso.



**Figura 6.89 – Riqueza de espécies de herpetofauna por área amostral (período seco).**

Considerando os parâmetros de riqueza obtidos até o presente momento, destaca-se a que a família Hylidae é a mais representativa para os anfíbios, com quatro espécies registradas, número equivalente a 66% do total de registros. A **Figura 6.90** ilustra a riqueza e representatividade das famílias de anfíbios registradas nesta primeira campanha de diagnóstico.

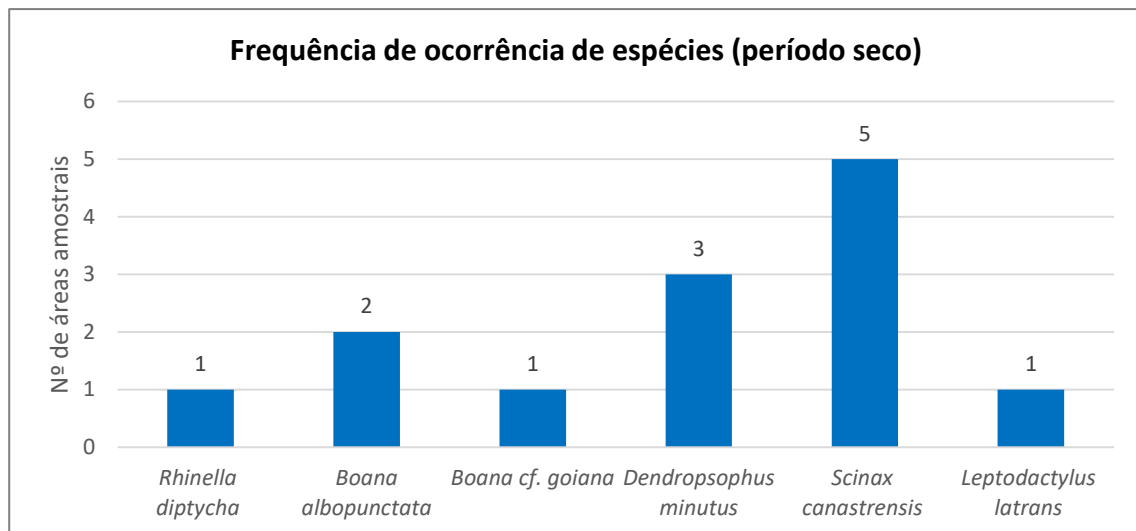


**Figura 6.90 – Representatividade das famílias de anfíbios (período seco).**

O predomínio de espécies da família Hylidae é semelhante a outros estudos disponíveis, principalmente, para o bioma Cerrado (SILVEIRA, 2006; BASTOS, 2007). Uma possível justificativa para este resultado seria que os hilídeos apresentam uma série de adaptações

que os permitem ocupar com sucesso ambientes de grande heterogeneidade estrutural, apresentando uma maior segregação espacial (área de vida, alimentação, sítios de vocalização e nidificação) em relação às demais famílias de anuros registradas neste inventariamento (SÃO-PEDRO & FEIO, 2010).

A **Figura 6.91** apresenta a frequência de ocorrência das espécies registradas nas áreas amostradas, indicando a abundância de cada espécie na primeira campanha (período seco).



**Figura 6.91 – Ocorrência das espécies de herpetofauna (período seco).**

Dentre as espécies registradas, *Scinax canastrensis* foi observada em um maior número de áreas amostrais (n=5), seguida por *Dendropsophus minutus* (n=3). As demais espécies foram registradas em uma ou duas áreas amostrais.

Se forem comparados apenas os períodos sazonais referentes a realização entre campanhas amostrais, tem-se que a riqueza de anfíbios é mais representativa durante o período chuvoso, um padrão frequentemente encontrado em outros ecossistemas brasileiros (SÃO-PEDRO & FEIO, 2010). Esta relação se deve à dependência dos anfíbios aos ambientes úmidos tanto para manutenção das condições fisiológicas quanto para reprodução (BOTH et al., 2008; COLE et al., 2014). Apesar de existirem anfíbios especializados em reprodução em ambientes mais frios e secos, a grande maioria dos representantes desse grupo tem como época preferencial para a reprodução aqueles quentes e úmidos (POUGH et al., 2003).

Esta época corresponde ao período de reprodução dos anfíbios anuros, não só das espécies de reprodução prolongada, mas também daquelas consideradas de reprodução específica e explosiva. Os anfíbios de reprodução prolongada se reproduzem durante vários meses do ano (POUGH et al., 2003). Os anfíbios de reprodução específica são aqueles que se reproduzem apenas durante uma estação característica e as espécies de reprodução explosiva são aquelas que se reproduzem em condições muito específicas, em poucos dias ou semanas do ano (POUGH et al., 2003).

Cabe destacar que não apenas a sazonalidade vai definir a riqueza de espécies, mas fatores como a estrutura da vegetação, disponibilidade de corpos d'água e graus de perturbação também interferem na composição da anurofauna de uma dada localidade. Ambientes mais homogêneos tendem a apresentar comunidades com espécies mais generalistas. Em

contrapartida, ambientes heterogêneos aumentam os requerimentos específicos de algumas espécies.

Quando possível, a preservação desses ambientes deve ser assegurada, a fim de permitir a manutenção de espécies de anuros dependentes e/ou exclusivas dessa floresta. Acredita-se que, quanto mais espécies bioindicadoras uma área suportar, maior poderá ser a sua importância em relação à manutenção da biodiversidade local.

Em consequência dos desmatamentos e alterações ambientais de áreas naturais, as espécies de anuros de áreas abertas têm expandido geograficamente os seus limites em detrimento das espécies de mata. Em razão deste fato, espécies ecologicamente mais generalistas e de áreas abertas são beneficiadas, passando a ocorrer também nas áreas outrora cobertas por mata (SILVANO & PIMENTA, 2003). Ao mesmo tempo, algumas espécies de mata, que ocorrem em clareiras naturais, adaptaram-se às novas condições dos ambientes abertos. Este fenômeno pode levar a uma interpretação errônea dos dados de riqueza apresentados para uma certa área. O número de espécies generalistas, dependendo do grau de perturbação antrópica, pode ser o maior responsável por uma grande riqueza, o que não significa que esta área seja importante no quadro regional ou local de conservação.

Ao final desta primeira campanha, tem-se que a riqueza da anurofauna registrada até o presente momento foi influenciada, na maioria, pelo registro de espécies generalistas e comuns a ambientes abertos, impactados e que se reproduzem em ambientes antrópicos, como açudes, lagos e poças.

Mais importante que a riqueza, portanto, é o número de espécies raras, endêmicas ou restritas a ambientes preservados que cada fragmento apresenta, pois estas serão realmente afetadas pelos processos de desmatamento e ocupação em razão da modificação de seus habitats (SILVANO & PIMENTA, 2003).

Em relação ao status de ameaça, não foram encontradas espécies nas listas nacional (MMA, 2022), estadual (COPAM, 2010) ou global (IUCN, 2022).

A espécie de perereca *Scinax canastrensis* é endêmica ao cerrado e é considerada bioindicadora de qualidade ambiental. Essa espécie pertence ao grupo *catharinae* é típica de ambientes florestais do Cerrado, sendo frequentemente encontrada em matas de galerias. A espécie é conhecida para poucas localidades na região da Serra da Canastra; no município de Pedregulho; no estado de São Paulo (ARAUJO & ALMEIDA, 2011), e teve sua distribuição aumentada para o município de Pitangui, em Minas Gerais (MOURA; CAZELLI, 2011). Esta espécie foi registrada na primeira campanha nas áreas H1, H2, H3, H9, H10.

Não foram identificadas espécies de interesse científico, raras ou de distribuição restrita.

Para a família Bufonidae, *Rhinella diptycha* é considerada uma espécie terrestre e com ampla distribuição. Adapta-se muito bem aos ambientes modificados pela ação humana e pode ser encontrada ao redor de habitações durante a noite, à procura de insetos, aranhas e outros animais pequenos dos quais se alimentam (ETEROVICK & SAZIMA, 2004). A reprodução é considerada explosiva, mas com ocorrências na estação seca até o início das chuvas (UETANABARO et al., 2008).

Para os Hilídeos, a perereca-rajada (*Dendropsophus minutus*) possui a mais ampla distribuição geográfica na região neotropical (CRUZ et al., 2009). Arborícola e noturna, pode ser encontrada em áreas abertas, antropizadas, riachos, brejos temporários ou permanentes. A

reprodução dessa espécie é considerada prolongada (ocorre na maior parte do ano) e os machos vocalizam em arbustos nas margens das áreas úmidas ou em substratos emersos a estas áreas (UETANABARO et al., 2008).

A espécie *Boana albopunctata* (perereca de pintas amarelas) é considerada oportunista, que se adapta a ambientes modificados e geralmente invade áreas antropizadas. Favorecida pelo desmatamento acelerado em diversos biomas, parece estar ampliando seus limites de distribuição. A reprodução dessa espécie ocorre durante todo o ano em riachos permanentes ou temporários de áreas abertas, brejos com vegetação marginal arbustiva ou poças permanentes (FEIO et al., 1998; ETEROVICK E SAZIMA, 2004).

Por sua vez, a perereca de pijama (*Boana cf. goiana*) é conhecida do platô central de Goiás, Distrito Federal e sudeste do Estado de Minas Gerais. Os indivíduos possuem porte médio (machos 33,6 mm; fêmeas 37,7 mm) e ocorrem em grande abundância em quase todos os meses do ano. A reprodução é prolongada, os machos são territoriais e apresentam comportamento agressivo. Após o amplexo, os machos permanecem no sítio de vocalização (PAVAN, 2007).

Para a família Leptodactylidae, *Leptodactylus latrans* (rã-manteiga) é uma rã muito comum e bastante flexível quanto ao habitat. Terrestre e noturna, é encontrada em lagoas de áreas abertas ou próximas a riachos. Os adultos podem ser canibais, alimentando-se de girinos e jovens da sua própria espécie. Reproduzem-se esporadicamente no final da estação chuvosa e início da estação seca (UETANABARO et al., 2008). Vale ressaltar que algumas espécies do gênero *Leptodactylus* podem ser consideradas de interesse cinegético, visto que sua carne faz parte da culinária local de algumas regiões.

#### 6.3.3.3.4 Análises estatísticas

Uma das medidas de diversidade utilizadas como parâmetro deste diagnóstico foi o índice de Shannon. Os valores encontrados ao final desta primeira campanha variaram de 0 para aquelas áreas que obtiveram apenas um registro, até 0,69 para a área H9, com duas espécies registradas. O valor acumulado de Shannon foi de 1,03.

O índice de equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) geral encontrado ao final desta campanha foi de 0,58. Os valores foram indeterminados para àquelas áreas que obtiveram apenas um registro, e variaram de 0,28 a 1, para a área H9 com duas espécies registradas, sendo estas igualmente abundantes.

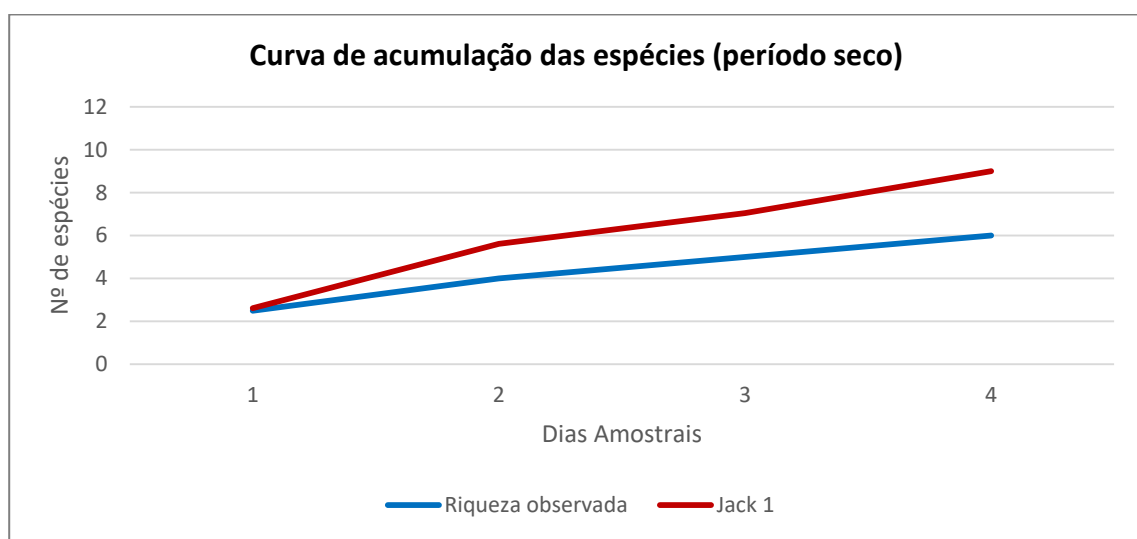
O **Quadro 6.53** apresenta os dados dos índices obtidos para cada área amostral.

**Quadro 6.53 – Índices de Diversidade ( $H'$ ) e Equitabilidade ( $J'$ ) para a herpetofauna (período seco).**

Áreas amostrais	Riqueza	$J'$	$H'$
H1	1	0	0
H2	1	0	0
H3	1	0	0
H4	1	0	0
H5	0	-	-
H6	0	-	-
H7	0	-	-

Áreas amostrais	Riqueza	J'	H'
H8	3	0,28	0,31
H9	2	1	0,69
H10	1	0	0
H11	2	0,92	0,64

A eficiência amostral foi avaliada por meio da curva de acumulação de espécies, utilizando o número de dias amostrais como unidade amostral, o que resultou em quatro amostras. A **Figura 6.92** demonstra a curva de acumulação de espécies para o grupo de anfíbios levando em consideração os estimadores *jackknife I*.



**Figura 6.92 – Curva de acumulação das espécies de herpetofauna (período seco).**

De acordo com os dados acima, ao final desta primeira campanha, o número de espécies de anfíbios é considerado ascendente, sendo observadas 67% da estimativa de nove espécies para a região de inserção do empreendimento. Com o aumento do esforço amostral, estima-se que pelo menos três espécies poderão ser registradas e adicionadas à listagem geral deste estudo.

Acredita-se que, com o aumento do esforço amostral, mais espécies poderão ser adicionadas à listagem geral deste diagnóstico. Principalmente para os anfíbios, as campanhas em períodos chuvosos (outubro a março) favorecem não só o registro de espécies de reprodução prolongada, mas principalmente as de reprodução específica e explosiva (BEGON, 2010).

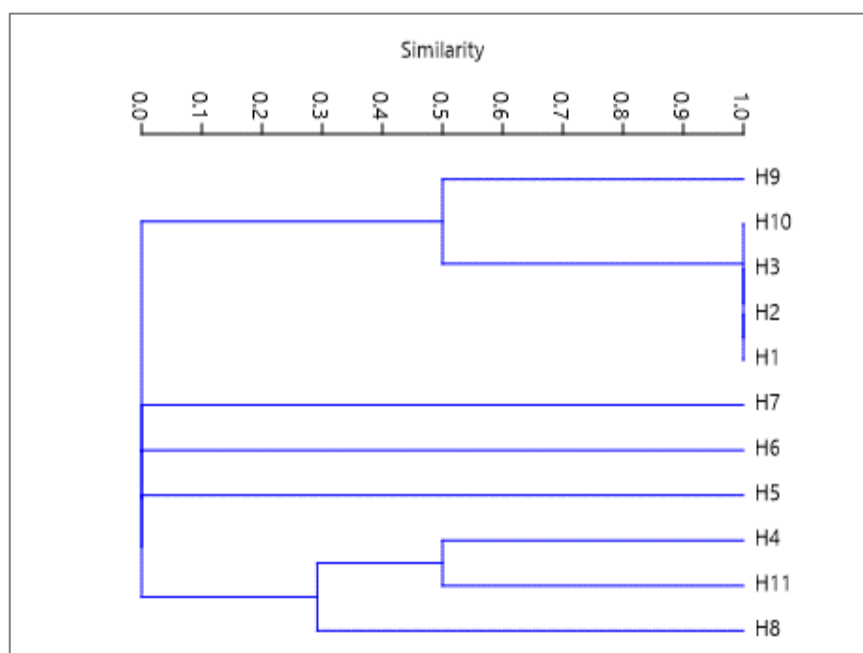
De acordo com BEGON (2010), a quantidade de espécies registradas depende do número de amostras realizadas, do volume do habitat e diversidade que está sendo explorado, bem como dos tipos de metodologias aplicadas em um determinado trabalho.

As espécies mais comuns são provavelmente registradas nas primeiras amostras e, principalmente, em ambientes antropizados. À medida que o número de amostragens aumenta e o grau de preservação do ambiente também, as espécies mais raras podem ser registradas e adicionadas à lista geral de registros.



Por fim, cabe destacar que a estabilização completa de uma curva de acumulação de espécies só é atingida quando o esforço amostral é elevado, com vários anos de estudos executados no mesmo local ou quando há a presença de táxons com número reduzido de espécies. Em biomas considerados de alta diversidade, quanto mais indivíduos são visualizados em um número crescente de amostras, mais espécies poderão ser registradas. Em determinados grupos como anuros, lagartos e serpentes, existem muitas espécies naturalmente raras (GOTELLI & COWEL, 2001) e, assim, os registros terão maior probabilidade de ocorrer quanto maior for o tempo de amostragem. Portanto, a curva de riqueza estimada para esse estudo mostra que ainda existe a probabilidade de registro de novas espécies.

Para a similaridade através do índice de Jaccard (J), com base apenas na presença ou ausência das espécies registradas durante a campanha realizada, obteve-se uma média similaridade entre os ambientes amostrados (**Figura 6.93**).



**Figura 6.93 – Dendrograma de similaridade para herpetofauna (período seco).**

Conforme resultados apresentados, entende-se que a composição de espécies foi mais similar entre as áreas amostrais H1, H2, H3 e H10, as quais apresentaram apenas uma espécie, sendo esta comum em todas as áreas supracitadas.

As áreas H5, H6 e H7, por não apresentarem registros, não foram similares a nenhuma outra área amostrada.

#### 6.3.3.3.5 Conclusões

Considerando os resultados obtidos nesta primeira campanha e os impactos de supressão de vegetação e intervenção em curso d'água em razão da instalação do depósito PDR-1, tem-se que estes poderão afetar as comunidades de anfíbios registradas. No entanto, até o presente momento, nos ambientes amostrados e inseridos na ADA (H4, H5, H6 e H7), registrou-se apenas espécies generalistas, que podem se adaptar mais facilmente às alterações ambientais e ocorrer também em áreas previamente cobertas por mata. Por existir populações das

espécies generalistas localizadas em ambientes próximos aos que serão afetados, o possível impacto poderá ser minimizado.

Destaca-se que a principal espécie registrada, a perereca *Scinax canastrensis*, considerada bioindicadora de qualidade ambiental e endêmica do Cerrado, não foi registrada na ADA do empreendimento, mas apenas em ambientes florestais inseridos na AID.

Por fim, tem-se que a conservação da herpetofauna está diretamente relacionada ao cumprimento do que dita o código florestal referente à conservação dos mananciais hídricos e vegetação ciliar.

#### 6.3.3.4 Ictiofauna

A região de entorno do CMT apresenta áreas com intervenções humanas, tendo como principais atividades: mineração, pecuária, culturas anuais, perenes e silvicultura. Contudo, remanescentes de vegetação nativa são encontrados em meio a estas atividades. Estes remanescentes de vegetação nativa normalmente estão no entorno de cursos d'água e nascentes, protegendo os recursos hídricos e conseqüentemente propiciando a manutenção das bacias hidrográficas.

A área do CMT apresenta diversos cursos de água que se enquadram em riachos de 1ª e 2ª Ordem, de acordo com as classificações propostas por Strahler (1952), e são de classe 1 e 2 segundo a Resolução Conama 357/2005.

A comunidade de peixes dos riachos é fortemente influenciada pelo gradiente altitudinal, o qual determina a velocidade da correnteza e várias outras características ecológicas (BUCKUP, 1999). Outras características dos habitats que influenciam os padrões de composição e diversidade das comunidades de peixes são: os filtros ambientais, a disponibilidade de recursos e a complexidade dos habitats.

Outro fator a ser considerado como de importância para estas comunidades é a presença da vegetação ripária, a qual desempenha importantes funções hidrológicas, ecológicas e limnológicas para a integridade biótica e abiótica do sistema, tais como: escoamento das águas das chuvas; proteção estrutural dos habitats; diminuição do pico dos períodos de cheia; regulação do fluxo e vazão de água; estabilidade das margens e barrancos de cursos d'água; estabilidade térmica da água (favorece os peixes); sombra, abrigo e alimentação para diversas espécies animais, como peixes e outros componentes da fauna aquática; filtragem de substâncias que chegam aos rios; manutenção da qualidade da água; fornecimento de matéria orgânica; substrato de fixação de algas e perifíton, entre outros (ARAÚJO & PINHEIRO, 2009).

Em ambientes impactados, quando há amplo suprimento de recursos e quando estes são renováveis, as espécies especialistas são mais sucedidas sobre as espécies generalistas (ODUM, 1969). Entretanto, espécies especialistas tornam-se vulneráveis quando os recursos não são mantidos e nesta situação, a estratégia generalista torna-se mais vantajosa. Distúrbios pouco frequentes e de baixa magnitude são suportados pelas comunidades biológicas e podem inclusive manter a elevada diversidade de espécies. No entanto, a continuidade deste distúrbio pode eliminar espécies mais sensíveis, alterando a organização das comunidades (FELIPE & SÚAREZ, 2010).

Algumas espécies de peixes e até mesmo algumas comunidades de peixes são extremamente sensíveis às alterações físico-químicas da água, bem como alterações nos corpos d'água. Desta

forma, a ictiofauna é um grupo que fornece ótimas respostas sobre a integridade ambiental, funcionando assim como bioindicadores.

#### 6.3.3.4.1 Dados Secundários

No Brasil, a ictiofauna já registrada soma 2.300 espécies de peixes de água doce (REIS *et al.*, 2003). Entretanto, dezenas de espécies são descritas anualmente no Brasil, o que nos leva a prever que a riqueza de espécies de peixes no país seja maior. Já para a bacia do alto rio Paraná, em revisão recente, são listadas 211 espécies (OTA, 2018).

Mais especificamente para o presente estudo, a bacia do rio Paranaíba apresenta cerca de 116 espécies de peixes (SANTOS, 2010), contudo este número é maior quando é levado em consideração os diagnósticos da ictiofauna de pequenos riachos localizados nesta mesma bacia (FAGUNDES *et al.*, 2015).

O rio Araguari é um dos principais afluentes da bacia do rio Paranaíba. Essa sub-bacia é composta por vários afluentes, sendo o ribeirão do Inferno um dos seus principais (FAGUNDES *et al.*, 2015). A ictiofauna da bacia do rio Araguari é composta por aproximadamente 41 espécies de peixes, representando 60% do total de espécies registradas para a bacia do rio Paranaíba (FAGUNDES *et al.*, 2015).

Entretanto, populações de espécies nativas da bacia do rio Araguari vêm sofrendo várias pressões e reduções de suas populações, devido à construção de barramentos, introdução de espécies não nativas e desmatamento das matas ciliares (VONO, 2002). Já foram reportados no ribeirão do Inferno a presença de espécies exóticas para a bacia do rio Araguari, como a *Cyprinus carpio* (carpa-capim), *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-Nilo) e a *Micropterus salmoides* (black bass) (ARAÚJO *et al.*, 2010).

De acordo com os dados secundários levantados para o CMT, no total, foram catalogadas, 52 espécies de peixes com possíveis ocorrências para a área do empreendimento, divididas em 5 ordens e 16 famílias, conforme listadas no **Anexo K**.

Dentre elas, 2 espécies se encontram sob status de ameaça, segundo as listas internacional, nacional e estadual: *Brycon nattereri* (pirapitinga), classificada como EN pela lista da COPAM (2010) e *Cyprinus carpio* (carpa), considerada VU pela IUCN (2022).

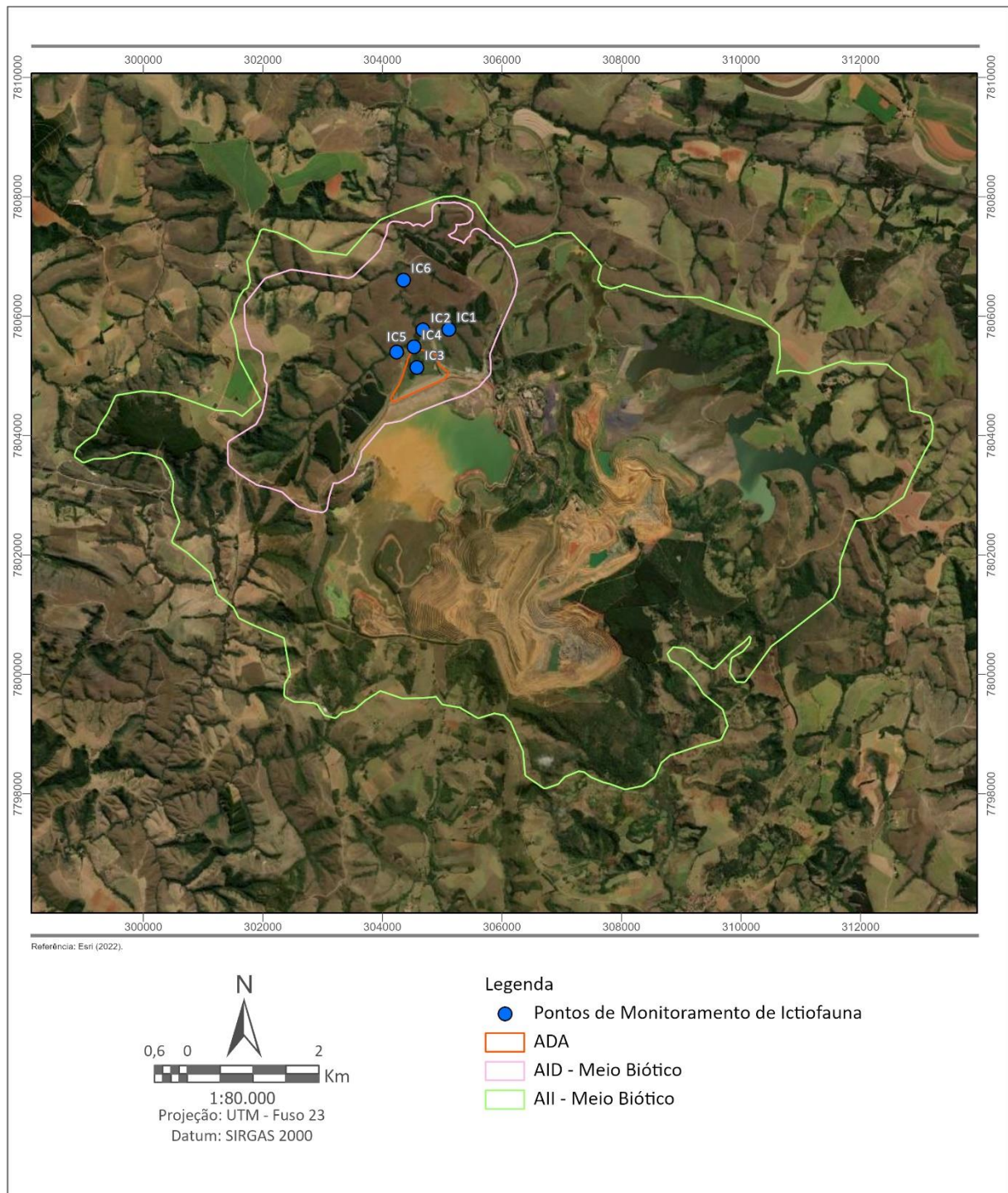
#### 6.3.3.4.2 Amostragem

Para o levantamento da ictiofauna, foram estabelecidos 6 pontos amostrais, na área diretamente afetada (ADA) e também na área de influência direta. O **Quadro 6.54** exhibe as coordenadas dos pontos de amostragem e a **Figura 6.94**, em seguida, sua localização.

**Quadro 6.54 – Pontos de inventariamento da ictiofauna.**

Ponto	Descrição	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 - Fuso 23K	
		Longitude (m E)	Latitude (m S)
IC1	Barramento em grotta (BR).	315.113	7.805.781
IC2	Vertenta a jusante de barramento em grotta.	304.680	7.805.770
IC3	Dreno de fundo da barragem BL1.	304.578	7.805.142
IC4	Vertente do dreno de fundo da barragem BL1.	304.531	7.805.485
IC5	Córrego do Retiro.	304.238	7.805.400

Ponto	Descrição	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 - Fuso 23K	
		Longitude (m E)	Latitude (m S)
IC6	Barragem BA3.	304.311	7.806.849



**Figura 6.94 – Localização dos pontos de monitoramento de ictiofauna.**

As **Fotos 6.129 a 6.134** ilustram os pontos de diagnóstico da ictiofauna.



Foto 6.129 – Ponto IC1.



Foto 6.130 – Ponto IC2.



Foto 6.131 – Ponto IC3.



Foto 6.132 – Ponto IC4.



Foto 6.133 – Ponto IC5.



Foto 6.134 – Ponto IC6.

Para a amostragem quantitativa dos peixes foram utilizadas redes de emalhar (**Foto 6.135**) com diferentes tamanhos de malha, sendo de 2,4 a 16 cm de malha (medidas entre nós opostos) com 10 m de comprimento e 1,5 m de altura, de modo que foi realizado um esforço de pesca de 15 m<sup>2</sup> de rede por malha. As redes foram armadas ao entardecer e retiradas na manhã seguinte, perfazendo cerca de 12 horas de exposição.

A amostragem qualitativa dos peixes foi realizada utilizando uma tarrafa malha 2,5 cm, uma rede de arrasto de margem do tipo picaré com 5 m de largura por 1 m de altura, e peneiras de tela mosquiteira, com dimensões 80 cm x 40 cm (**Foto 6.136**).



Foto 6.135 – Instalação de rede de emalhar.



Foto 6.136 – Uso de peneira.

Os peixes coletados foram analisados e as espécies, cuja identificação foi duvidosa em campo, foram identificadas de acordo com chaves dicotômicas existentes para a bacia.

Em campo, os exemplares foram fixados em formalina a 10% e acondicionados em sacos plásticos etiquetados, separados por ponto de coleta, petrecho utilizado e posteriormente armazenados em tambor plástico.

Em laboratório, os peixes foram lavados, triados, conservados em solução de álcool etílico a 70° GL e identificados taxonomicamente. Após identificações, os peixes serão depositados na coleção de peixes do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Goiás - UFG.

#### 6.3.3.4.3 Dados primários

Durante a primeira campanha de inventário da ictiofauna (período seco), foram coletados 377 indivíduos, totalizando 10 espécies, pertencentes a 6 ordens, 6 famílias, conforme **Quadro 6.55**.

Os indivíduos capturados totalizaram uma biomassa de 10,992 quilogramas.

Em seguida, as **Fotos 6.137 e 6.144** apresentam alguns dos indivíduos coletados.

Quadro 6.55 – Ictiofauna registrada na primeira campanha (período seco).

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Status de conservação			
				COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax lacustris</i>	Lambari-rabo-amarelo	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Hasemania sp.</i>	Lambari	-	-	-	-
		<i>Psalidodon paranae</i>	Lambari	-	-	-	-
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Cyprinus spp.</i>	Carpa	-	-	-	-
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i>	Guppy	-	-	LC. Pop Sta	-
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus brasiliensis</i>	Cambeva	-	-	LC. Pop Unk	-
		<i>Trichomycterus davisii</i>	Cambeva	-	-	-	-
Gymnotiformes	Gymnotidae	<i>Gymnotus carapo</i>	Tuvira	-	-	LC. Pop Unk	-
Perciformes	Cichlidae	<i>Coptodon rendalli</i>	Tilápia	-	-	LC. Pop Unk	-
		<i>Geophagus brasiliensis</i>	Cará	-	-	-	-

**Legenda:** Status de conservação: COPAM (2010) = Deliberação Normativa COPAM nº 147/2010; MMA (2022) = Portaria MMA nº 148/2022; IUCN (2022) = *International Union for Conservation of Nature* (2022); LC = pouco preocupante; Pop Dec = população decrescendo; Pop Sta = população estável; Pop Inc = população aumentando; Pop Unk = população desconhecida; CITES (2022) = Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies Silvestres Ameaçadas de Extinção (2022).



Foto 6.137 – Lambari-de-rabo-amarelo (*Astyanax lacustris*).



Foto 6.138 – Tilápia (*Coptodon rendalli*).



Foto 6.139 – Cará (*Geophagus brasiliensis*).



Foto 6.140 – Carpa (*Cyprinus spp.*).



Foto 6.141 – Lambari (*Hasemania sp.*).



Foto 6.142 – Tuvira (*Gymnotus carapo*).



Foto 6.143 – Lambari (*Psalidodon paranae*).

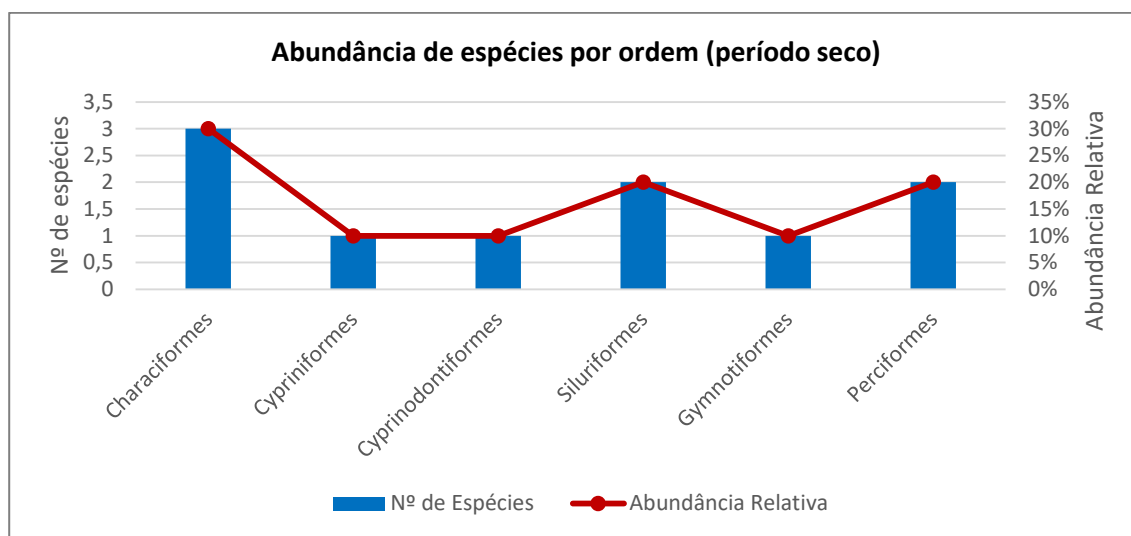


Foto 6.144 – Guppy (*Poecilia reticulata*).

A ordem mais representativa em número de espécies foi a dos Characiformes com 3 espécies registradas, representando 30% destas. Os Siluriformes e os Perciformes foram representados por 2 espécies cada uma, representando 20% cada.



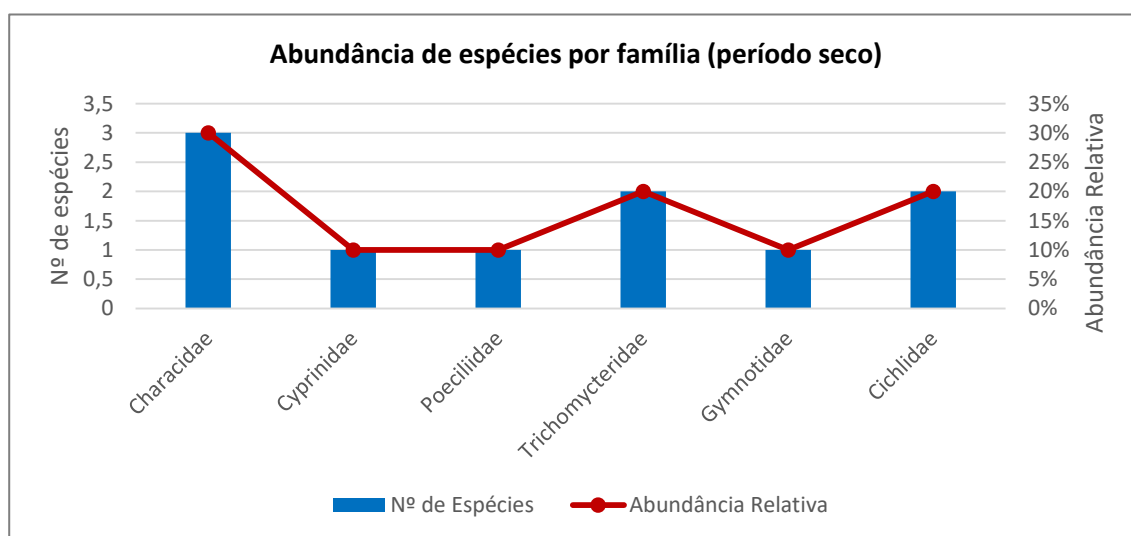
Já os Cyprinodontiformes, os Cypriniformes e os Gymnotiformes foram representados por 1 espécie cada, representando 10% das espécies (**Figura 6.95**).



**Figura 6.95 – Abundância de espécies de ictiofauna por ordem (período seco).**

A predominância de espécies de peixes das ordens dos Characiformes e dos Siluriformes é o padrão geral encontrado nos rios da América do Sul (LOWE-MCCONNELL, 1987). Langeani et al. (2007) descrevem 310 espécies e 11 ordens para toda a bacia do Alto Paraná, destas, 80% está representada por Characiformes e Siluriformes.

Considerando o número de espécies coletadas para cada uma das 6 diferentes famílias registradas na presente amostragem, destacou-se as famílias Characidae com 3 espécies registradas, representando 30% das espécies. Os Cichlidae e Trichomycteridae obtiveram 2 espécies registradas para cada, representando cada uma a 20% das espécies totais. Estas foram seguidas pelas famílias Poeciliidae, Cyprinidae e Gymnotidae, que tiveram apenas 1 espécie registrada cada, representando cada uma 10% das espécies (**Figura 6.96**).



**Figura 6.96 – Abundância de espécies de ictiofauna por família (período seco).**

Não foram registradas espécies ameaçadas de acordo com as listas estadual (COPAM, 2010), nacional (MMA, 2022) ou global (IUCN, 2022).

A maior parte das espécies são generalistas e comumente observadas na região de estudo. Considerando as espécies não nativas ou exóticas para a bacia hidrográfica em questão, três foram registradas, sendo estas a tilápia (*Coptodon rendalli*), a carpa (*Cyprinus spp.*) e o guppy (*Poecilia reticulata*).

#### 6.3.3.4.4 Análises estatísticas

Com a análise em conjunto dos dados de riqueza de espécies e as abundâncias de cada uma das espécies registradas, são gerados os índices de diversidade, de equitabilidade e similaridade para cada estação amostral ou ponto de coleta.

Os resultados obtidos com os índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e de Equitabilidade ( $J'$ ), para a primeira campanha de diagnóstico da ictiofauna são apresentados no **Quadro 6.56**.

O ponto IC5 foi o local amostrado de maior diversidade, com 6 espécies registradas, sendo este o ponto com maior índice de diversidade. O valor calculado do índice de diversidade de Shannon foi de 0,77, com uma equitabilidade de 0,43.

No entanto, o ponto com maior cálculo para o índice de diversidade de Shannon, igual a 1,29, foi o ponto IC6, com 5 espécies registradas. Ainda, o índice de equitabilidade neste ponto foi 0,80.

Os índices totais de Diversidade e Equitatividade, calculados para a área de influência como um todo, foram de 1,06 para a diversidade e de 0,46 para equitabilidade.

**Quadro 6.56 – Índices de Diversidade ( $H'$ ) e de Equitabilidade ( $J'$ ) para a ictiofauna (período seco).**

Pontos amostrais	$H'$	$J'$
IC1	0,62	0,89
IC2	0,25	0,22
IC3	0	0
IC4	0,55	0,50
IC5	0,77	0,43
IC6	1,29	0,80

A **Figura 6.97** apresenta a curva de acúmulo de espécies registradas durante a realização da primeira campanha deste diagnóstico da ictiofauna. O desvio padrão sugere que a riqueza esperada para a área chegará a 12 espécies, indicando que, com o incremento de futuras campanhas, é provável o registro de novas espécies da ictiofauna. O desvio padrão ao final da curva não apresenta indícios de estabilização da curva de acumulação de espécies.

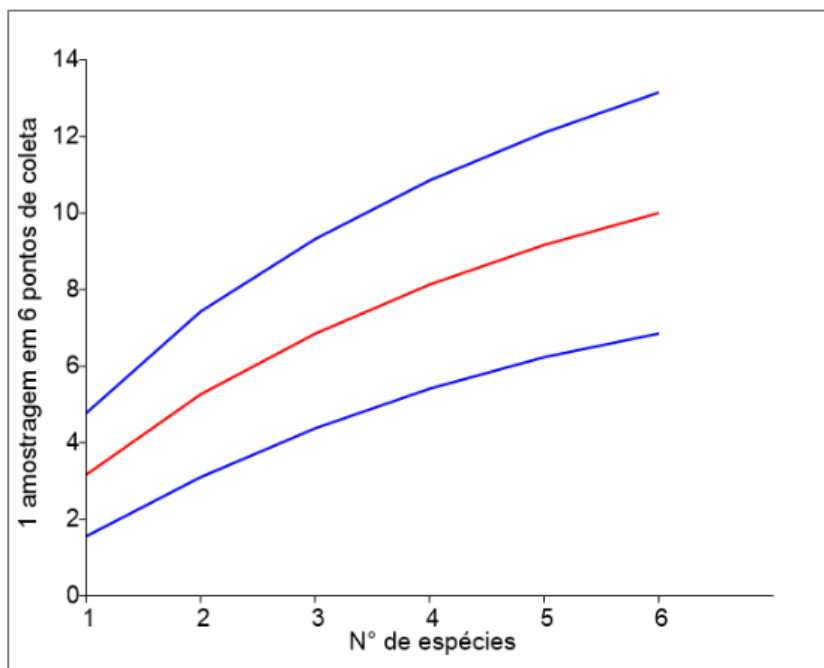


Figura 6.97 – Curva de acumulação das espécies de ictiofauna (período seco).

A **Figura 6.98** apresenta o dendrograma de similaridade entre os pontos de coleta. Foi possível verificar maior similaridade entre os pontos IC4 (vertente formada pelo dreno de fundo da Barragem BL-1) e IC5 (córrego Retiro), os quais apresentaram similaridade de cerca de 50%. Estes dois pontos também apresentaram aproximadamente 20% de similaridade com os demais pontos. O ponto IC1 (Barragem em Grota), tributário do córrego Retiro a jusante da barragem BL-1, apresentou similaridade de 40% com o ponto IC6 (Barragem BA3).

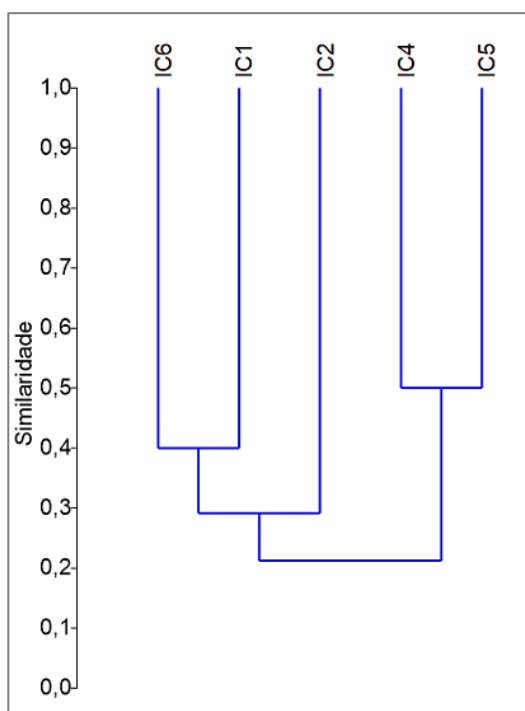


Figura 6.98 – Dendrograma de similaridade para ictiofauna (período seco).

#### 6.3.3.4.5 Conclusões

Assim, apesar de haver intervenção em curso d'água com a implantação do depósito PDR-1, conclui-se que os impactos sobre a fauna aquática são aceitáveis, visto que nenhuma das espécies registradas se encontra nas listas de espécies ameaçadas de extinção, seja a nível estadual, federal ou internacional.

Além disso, após a realização da primeira campanha de amostragem da ictiofauna, foram registradas 10 espécies de peixes, sendo que nenhuma é considerada grande migradora ou de piracema.

Por fim, há a predominância de espécies de peixes das ordens dos Characiformes e dos Siluriformes, com um total de 50% das espécies no presente estudo, sendo este um padrão geral encontrado nos rios da América do Sul (LOWE-MCCONNELL, 1987).

## 6.4 MEIO SOCIOECONÔMICO

A elaboração do diagnóstico socioeconômico tem por objetivo fornecer e avaliar as principais características demográficas, sociais e econômicas das áreas de influência da construção do depósito PDR-1 do Complexo de Mineração de Tapira, com o intuito de possibilitar a identificação e qualificação dos principais impactos que este empreendimento poderá gerar sobre os aspectos socioeconômicos e à qualidade de vida dos habitantes. Desse modo, esse item corresponde a um diagnóstico ambiental focado principalmente em relação aos aspectos que poderão ser alterados pela implantação e operação do empreendimento.

### 6.4.1 Delimitação das áreas de influência

Para a definição das áreas de influência direta (AID) e indireta (AII), optou-se pelos limites dos municípios de Tapira e Araxá em função da localização física e da relação do empreendimento (arrecadação de impostos, empregos) com esses municípios. A AID e a AII, neste caso, são coincidentes, sendo, portanto, os limites municipais de Araxá e Tapira (**Figura 6.99**).

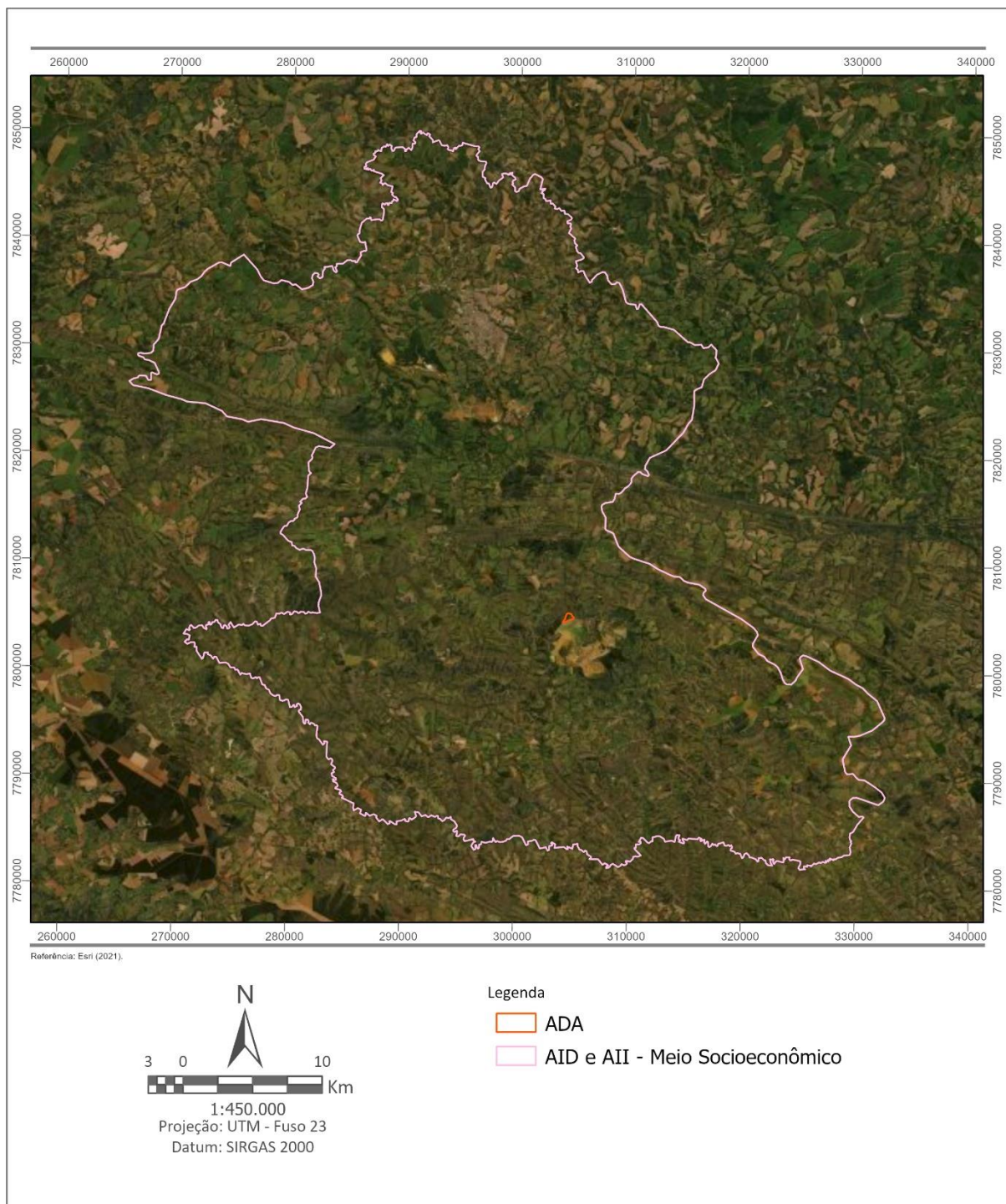


Figura 6.99 – Áreas de influência do meio socioeconômico.

#### 6.4.2 Fontes de Informação

Este estudo foi elaborado com base em dados secundários obtidos em páginas da internet mantidas pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e em estudos anteriores realizados na área do Complexo de Mineração de Tapira, localizado no município homônimo de Tapira/MG, sob responsabilidade da empresa Mosaic Fertilizantes P&K Ltda., complementados por estudos específicos e interpretações de fotos.

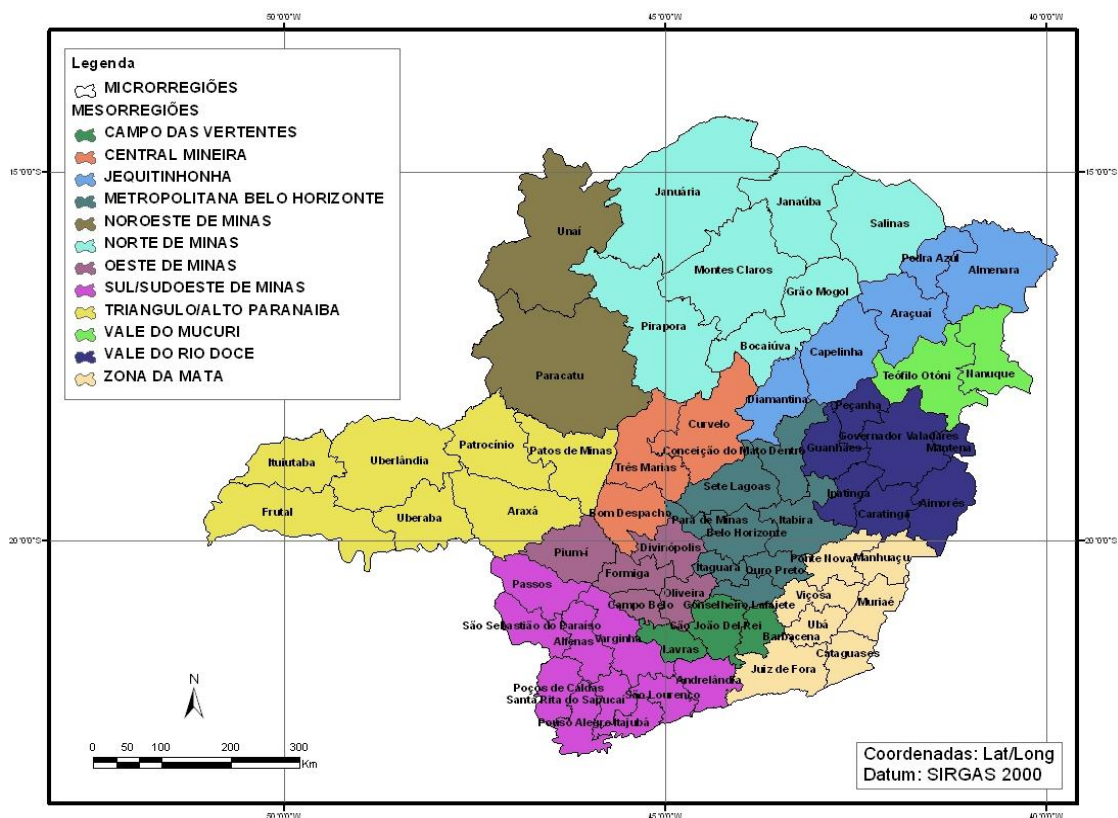
No que concerne ao levantamento arqueológico, o estudo foi realizado pela empresa Arqueologica Consultoria em Arqueologia e Negócios Socioculturais e suas fontes de informação. Seus procedimentos metodológicos são apresentados no **Anexo L**.

### 6.4.3 Caracterização Regional

De acordo com a divisão territorial brasileira, os municípios de Tapira e Araxá inserem-se na microrregião geográfica de Araxá, que é uma das microrregiões do estado brasileiro de Minas Gerais pertencente à mesorregião Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

A organização do espaço microrregional pode ser identificada pela vida de relações locais, isto é, pelo comércio de varejo/atacado ou dos setores sociais básicos.

Esta microrregião contempla ainda os municípios de Campos Altos, Ibiá, Nova Ponte, Pedrinópolis, Perdizes, Pratinha, Sacramento e Santa Juliana como é possível verificar pela **Figura 6.100**.



**Figura 6.100 - Micro e mesorregiões do Estado de Minas Gerais.**

### 6.4.4 Uso e Ocupação do Solo

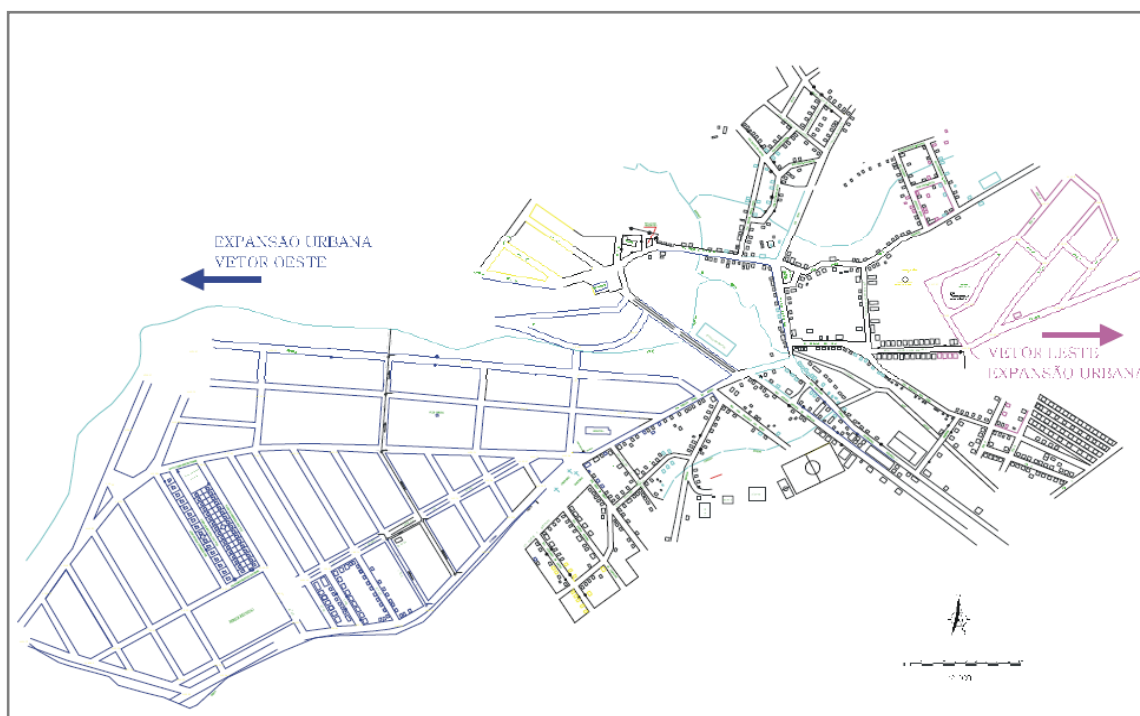
#### 6.4.4.1 Tapira

A cidade de Tapira possui 1.180 km<sup>2</sup> e é constituída por uma pequena malha urbana com comércio de pequena expressão e um centro financeiro e administrativo. Sua área residencial é caracterizada predominantemente por edificações do tipo casa térrea construídas em alvenaria com ocupação de alta densidade, não apresentando lotes vagos entre as edificações.

O comércio e a prestação de serviço são formados por necessidades primárias e secundárias de alimentação, higiene, saúde, vestuário e hospedagem distribuídos por toda área urbana com maior ocorrência na parte central.

O centro financeiro e administrativo situa-se na área central e é constituído por uma agência bancária, prefeitura, câmara municipal, posto da polícia civil e militar, secretaria de infraestrutura e demais prédios ligados à prefeitura. As dependências administrativas e financeiras não fogem da característica de edificações de pequeno porte, apresentando no máximo dois pavimentos em alvenaria.

A expansão da malha urbana no município de Tapira apresenta dois vetores de crescimento, a oeste e leste, conforme representado na **Figura 6.101**. O vetor oeste é mais expressivo, abrangendo uma área cerca de quatro vezes maior do que a do vetor leste. A **Foto 6.145** apresenta uma área de expansão no município.



**Figura 6.101 - Mapa de Expansão Urbana de Tapira**





**Foto 6.145 - Área de expansão no município de Tapira (casas populares).**

#### 6.4.4.2 Araxá

O município de Araxá, situado ao norte do Complexo de Mineração de Tapira (CMT), possui com 1.165 km<sup>2</sup> e apresenta infraestrutura de cidade de médio porte.

No município de Araxá, a área contida dentro do perímetro urbano é dividida em área de consolidação (atual malha urbana), área de adensamento controlado (lindeira à mineração e aos mananciais) e áreas de expansão que representam os vetores de crescimento da malha urbana. A **Foto 6.146** apresenta uma área de expansão no município.



**Foto 6.146 – Área de expansão no município de Araxá (casas populares).**

A cidade possui dois grandes vetores de crescimento para o norte e noroeste possuindo topografia favorável para novos loteamentos urbanos (**Figura 6.102**) (Prefeitura Municipal de Araxá, 2002).

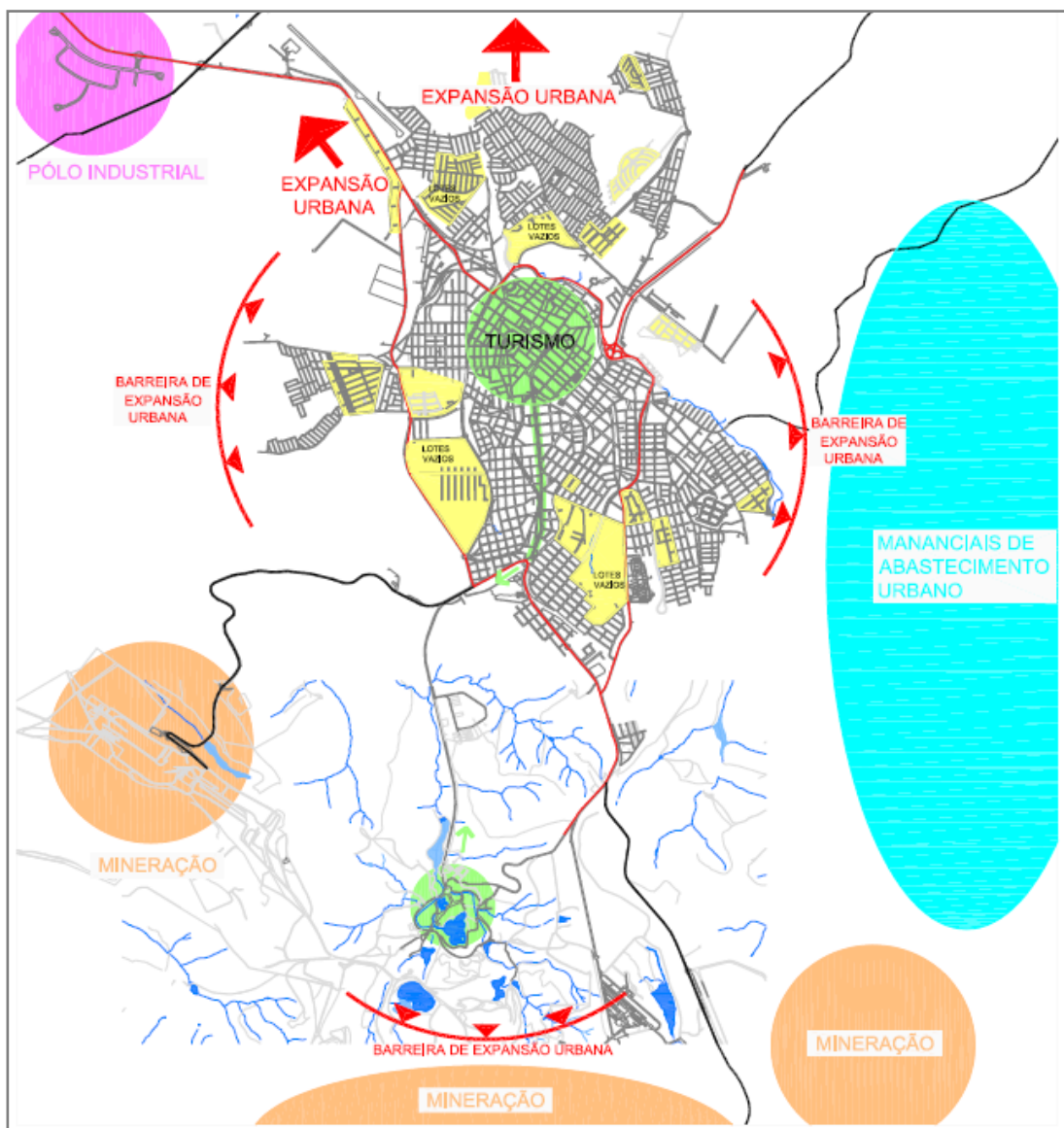


Figura 6.102 – Mapa da expansão urbana de Araxá

#### 6.4.5 Dinâmica Demográfica

A densidade demográfica no estado de Minas Gerais é muito variável, mesmo entre municípios da mesma região, como é o caso de Araxá e Tapira. Apesar de estes municípios possuírem áreas de tamanhos similares, a quantidade de habitantes é significativamente diferente: a população total estimada em 2021 para Araxá (108.403 habitantes) é cerca de vinte e duas vezes a população total estimada em 2021 para Tapira (4.890 habitantes), de acordo com dados do IBGE (2021).

Segundo a classificação da Comissão Econômica para a América Latina e Caribe (CEPAL), Araxá caracteriza-se como um município de médio porte e com influência restrita em relação às

outras cidades. Por ser uma cidade de médio porte, é ainda subordinada às capitais, no entanto também serve como centro para núcleos urbanos menores. Já o município de Tapira enquadra-se como uma cidade de pequeno porte, restringindo sua influência ao próprio município.

Desde a década de 70, o município de Araxá apresenta concentração majoritariamente em áreas urbanas, enquanto o município de Tapira passou a concentrar a maior parte de sua população na área urbana a partir dos anos 90, conforme demonstra o **Quadro 6.57**.

**Quadro 6.57 – Evolução da população segundo sua localidade.**

Localidade		1970	1980	1991	2000	2010
Tapira	Rural	2.597	1.755	1.297	1.111	1.368
	Urbana	609	968	1.676	2.216	2.744
	<b>Total</b>	<b>3.206</b>	<b>2.723</b>	<b>2.973</b>	<b>3.327</b>	<b>4.112</b>
Araxá	Rural	4.093	2.075	1.939	1.254	1.388
	Urbana	31.583	51.339	67.972	77.743	92.284
	<b>Total</b>	<b>35.676</b>	<b>53.414</b>	<b>69.911</b>	<b>78.997</b>	<b>93.672</b>
Minas Gerais	Rural	5.422.365	4.396.734	3.956.259	3.219.666	—
	Urbana	6.063.298	8.983.371	11.786.893	14.671.828	—
	<b>Total</b>	<b>11.485.663</b>	<b>13.380.105</b>	<b>15.743.152</b>	<b>17.891.494</b>	<b>19.597.330</b>

Fonte: IBGE (2010).

Entre os anos de 2000 e 2010, as taxas de urbanização das cidades de Araxá e Tapira variaram apenas 0,1% cada uma; dessa forma, o maior vínculo de Tapira com o meio rural continua evidente se comparado com o de Araxá (**Quadro 6.58**).

**Quadro 6.58 – Percentual de urbanização por localidade.**

Taxa de Urbanização 2000 e 2010						
Localidades	População urbana		População total		Taxa	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Tapira	2.216	2.744	3.327	4.112	66,6%	66,7%
Araxá	77.743	92.284	78.997	93.672	98,4%	98,5%
Minas Gerais	<b>14.671.828</b>	—	<b>17.891.494</b>	<b>19.597.330</b>	<b>82,0 %</b>	—

Fonte: IBGE (2000) e IBGE (2010).

Analisando os municípios a partir da década de 70, é possível observar que Tapira sofreu um aumento em seu grau de urbanização, passando de 19% em 1970 para aproximadamente 67% em 2010, fator indicativo da transição de economia rural para economia urbana. O município de Araxá na década de 70 já apresentava um alto grau de urbanização, que veio acentuando-se no decorrer dos anos, chegando próximo aos 100% em 2010 (**Quadro 6.59**).

No período em que ocorreu o maior movimento do campo para a cidade, entre as décadas de 70 a 90, verificou-se uma redução da população em Tapira enquanto houve crescimento da população em Araxá. Possivelmente, o status de polo regional exerceu atratividade sobre moradores de municípios vizinhos, inclusive os residentes em Tapira.

De modo geral, ao longo dos 40 anos analisados, a população total de Tapira se manteve estável mesmo após o surgimento dos grandes empreendimentos minerários na região; enquanto Araxá passou por um grande crescimento populacional e urbano.

**Quadro 6.59 – Evolução do grau de urbanização 1970 a 2010.**

Localidade		1970	1980	1990	2000	2010
Tapira	Urbana	609	968	1.676	2.216	2.744
	População Total	3.206	2.723	2.973	3.327	4.112
	<b>Grau</b>	<b>19,00%</b>	<b>35,55%</b>	<b>56,37%</b>	<b>66,61%</b>	<b>66,73%</b>
Araxá	Urbana	31.583	51.339	67.972	77.743	92.284
	População Total	35.676	53.414	69.911	78.997	93.672
	<b>Grau</b>	<b>88,53%</b>	<b>96,12%</b>	<b>97,23%</b>	<b>98,41%</b>	<b>98,52%</b>

Fonte: IBGE (2010).

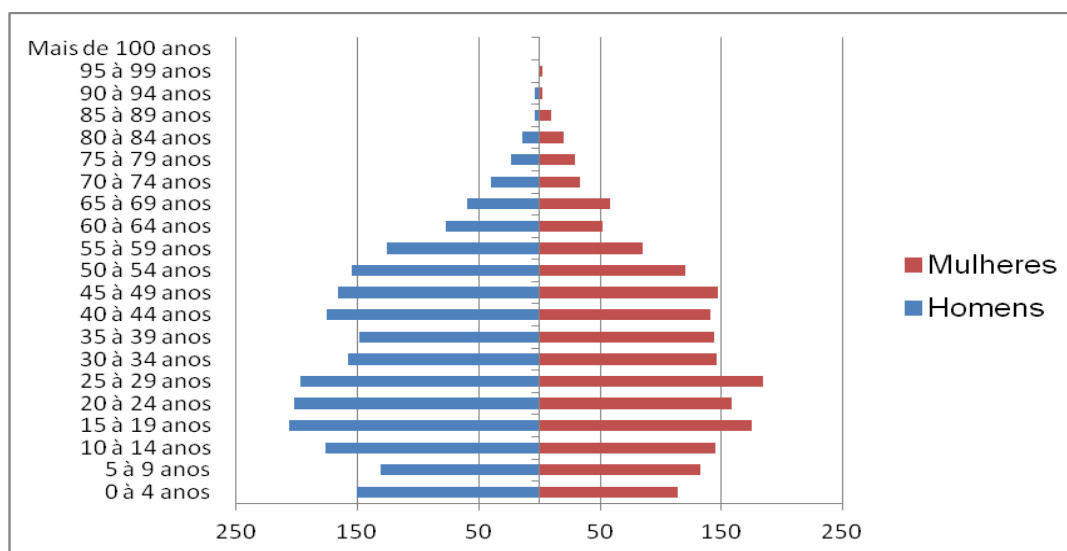
A densidade demográfica dos municípios de Araxá é quase duas vezes a densidade demográfica do estado de Minas Gerais, enquanto a do município de Tapira é cerca de 10% da apresentada pelo estado. Essa diferença ocorre pelo fato da área total dos dois municípios ser similar enquanto que a população total de Tapira é menos de 5% da população total de Araxá. Os dados mencionados podem ser verificados no **Quadro 6.60**.

**Quadro 6.60 – Densidade demográfica dos municípios da AID.**

Localidade	População	Área	Densidade
Tapira	4.112	1.179,248 km <sup>2</sup>	3,49 habitantes/km <sup>2</sup>
Araxá	93.672	1.164,062 km <sup>2</sup>	80,45 habitantes/km <sup>2</sup>
Minas Gerais	21.119.536	586.519,727 km <sup>2</sup>	36,01 habitantes/km <sup>2</sup>

Fonte: IBGE (2010).

A partir de uma análise dos dados do IBGE (2010), verifica-se que as populações de Araxá e Tapira são constituídas principalmente por pessoas mais novas, com predomínio de indivíduos com idade entre 15 e 29 anos. (**Figuras 6.103 e 6.104**).



**Figura 6.103 – Pirâmide etária do município de Tapira - 2010.**

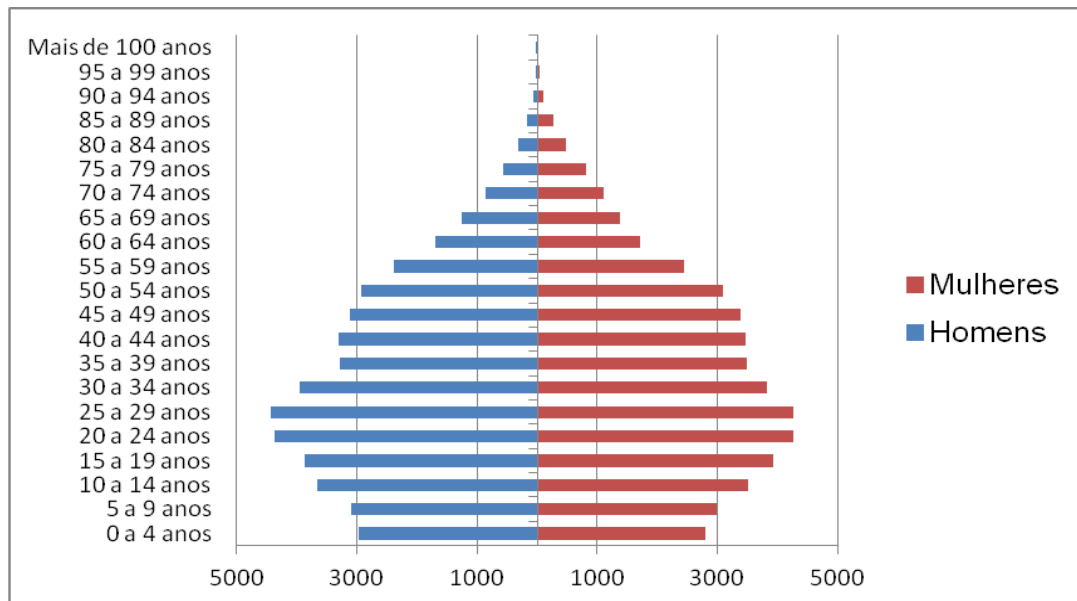


Figura 6.104 – Pirâmide etária do município de Araxá - 2010.

#### 6.4.6 Desenvolvimento Humano

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM é um indicador que focaliza o município como unidade de análise, a partir das dimensões de longevidade, educação e renda.

O IDHM varia entre 0 e 1, sendo que o valor mais alto indica nível superior de desenvolvimento humano. Segundo a classificação do PNUD, os valores distribuem-se em cinco categorias:

- Muito baixo desenvolvimento humano: IDHM <0,500;
- Baixo desenvolvimento humano: IDHM entre 0,500 e 0,600;
- Médio desenvolvimento humano: IDHM entre 0,600 e 0,700;
- Alto desenvolvimento humano: IDHM entre 0,700 e 0,800;
- Muito alto desenvolvimento humano: IDHM >0,8000.

No ano de 2010, o IDHM de Tapira foi de 0,712, situando o município em 161º lugar no ranking do Estado de Minas Gerais, que possui 853 municípios. Nesse mesmo ano, Araxá ficou em 15º lugar, com 0,772. Segundo a classificação do PNUD, o IDHM dos dois municípios é considerado alto.

A dimensão que mais contribui para o IDHM do município de Tapira é longevidade, com índice de 0,847, seguida de renda, com índice de 0,759, e de educação, com índice de 0,561. Na mesma ordem de relevância estão estes parâmetros para a cidade de Araxá com os seguintes índices: longevidade 0,858, renda 0,756 e educação 0,709.

Segundo dados do IBGE (2019), o salário médio mensal no município de Araxá era de 2,7 salários-mínimos, o que levou o município à 24ª melhor posição em comparação aos 853 municípios do estado de Minas Gerais. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 30,6%, 42º lugar do estado. Já em comparação com o total de cidades do país (5.570), Araxá ficava na posição 301 em relação ao salário médio mensal, e 471 em relação à proporção de pessoas ocupadas.

No que diz respeito ao município de Tapira, o salário médio mensal dos trabalhadores formais no ano de 2019 era de 3,3 salários-mínimos, superando a posição de Araxá e se posicionando na 8ª colocação no estado e 75ª do país. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 41,4%, 11ª posição do estado.

#### 6.4.7 Atividades Econômicas

Segundo dados do Atlas Brasil, em 2010, da população de 18 anos ou mais de Tapira: 71,7% era economicamente ativa, 25,3% economicamente inativa e 3% economicamente ativa, mas desocupada no momento. Das pessoas economicamente ativas: 36,27% trabalhavam no setor agropecuário, 7,81% na indústria extrativa, 1,50% na indústria de transformação, 5,73% no setor de construção, 0,81% nos setores de utilidade pública, 6,96% no comércio, 28,95% no setor de serviços e 11,97% em outras atividades.

Já com relação à população de 18 ou mais anos de Araxá: 70,3% era economicamente ativa, 24,6% economicamente inativa e 5,1% economicamente ativa, mas desocupada no momento. Das pessoas economicamente ativas: 8,39% trabalhavam no setor agropecuário, 6,87% na indústria extrativa, 8,65% na indústria de transformação, 8,58% no setor de construção, 0,85% nos setores de utilidade pública, 15,02% no comércio, 45,46% no setor de serviços e 6,18% em outras atividades.

A mineração de fosfato da Mosaic Fertilizantes P&K Ltda. entra na classificação de indústria extrativa. A maior parte dos funcionários é proveniente do município de Araxá, correspondendo a 85% do total. Além deste número, há aqueles indiretamente relacionados à atividade do CMT, como serviços terceirizados.

Com base nos dados do IBGE de 2019, a cidade de Tapira possui 86 empresas que geram 1.976 empregos, enquanto que a cidade de Araxá possui 3.468 empresas que geram 32.532 postos de emprego.

Com relação a atividades econômicas que ocorrem no meio rural dos municípios em questão, além das atividades desempenhadas pelo CMT, têm-se as atividades de agricultura, extração vegetal e pecuária cujos detalhes são apresentados nos **Quadros 6.61 a 6.63** abaixo (IBGE, 2020).

**Quadro 6.61 – Produção agrícola em lavouras permanentes e temporárias.**

Lavoura	Tapira	Araxá
Abacate	240 t	520 t
Banana	-	-
Borracha	280 t	-
Café	767 t	6.076 t
Cebola	1.000 t	2.750 t
Goiaba	-	20 t
Tomate	180 t	360 t
Alho	-	110 t
Batata Inglesa	58.150 t	14.040 t
Cana-de-açúcar	-	202.800 t

Lavoura	Tapira	Araxá
Feijão	1.356 t	2.304 t
Mandioca	56 t	213 t
Milho	22.800 t	34.650 t
Soja	12.780 t	37.632 t
Girassol	-	87 t
Trigo	2.560 t	-
Batata Doce	-	126 t
Sorgo	278 t	4.500 t
Limão	-	80 t
Manga	-	24 t
Tangerina	-	15 t

Fonte: IBGE (2020).

**Quadro 6.62 – Extração vegetal.**

Extração vegetal e silvicultura	Tapira	Araxá
Eucalipto	1.480 ha	900 ha
Carvão vegetal	383 t	3.091 t
Madeira lenha	1.250 m <sup>3</sup>	16.000 m <sup>3</sup>
Madeira em tora	1.500 m <sup>3</sup>	1.200 m <sup>3</sup>

Fonte: IBGE (2020).

**Quadro 6.63 – Pecuária - efetivo de rebanho (em cabeças).**

Pecuária	Tapira	Araxá
Bovinos	43.845	60.230
Equinos	1.074	2.512
Bubalinos	634	
Suínos	2.580	980
Caprinos	113	83
Ovinos	1.803	734
Galináceos	17.500	73.500

Fonte: IBGE (2020).

Atualmente os municípios apresentam uma paisagem rural com um grau antropogênico avançado, salvo por pequenas e esparsas áreas de vegetação natural.

As áreas rurais dos municípios de Tapira e Araxá não apresentam aglomerações populacionais, sendo constituídas por propriedades com características familiares.

#### 6.4.8 Indicadores de Produto Interno Bruto – PIB

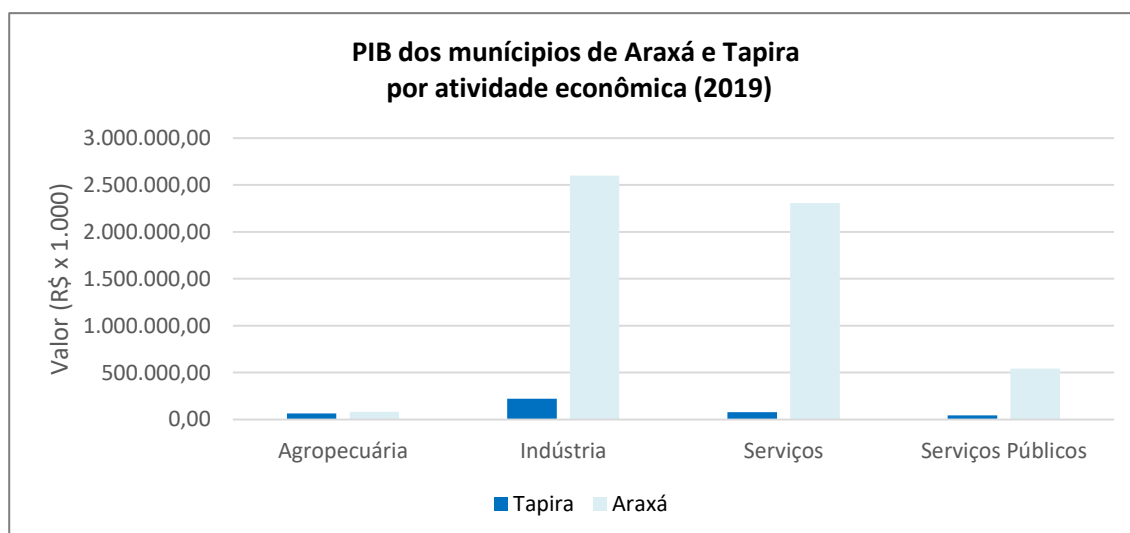
O Produto Interno Bruto - PIB é um indicador que quantifica a atividade econômica de uma região por meio da representação da soma (em valores monetários) de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região, durante um período de tempo determinado.

De acordo com os dados divulgados pelo IBGE no ano de 2019, o PIB dos municípios de Tapira e Araxá tiveram como principais setores contribuintes a indústria e o setor de serviços, como se observa no **Quadro 6.64** e na **Figura 6.105**.

**Quadro 6.64 – PIB de Tapira e Araxá por setor econômico – 2019.**

Especificação	Tapira		Araxá	
	R\$ x 1.000	%	R\$ x 1.000	%
Agropecuária	63.242,33	15,48	80.436,66	1,46
Indústria	222.224,44	54,40	2.599.272,30	47,01
Serviços	79.636,43	19,50	2.308.559,89	41,75
Serviços Públicos	43.360,81	10,62	541.032,82	9,78
<b>TOTAL</b>	<b>408.464,01</b>	<b>100</b>	<b>5.529.301,67</b>	<b>100</b>

Fonte: IBGE (2019).



Fonte: IBGE (2019).

**Figura 6.105 – Contribuição dos setores no PIB.**

O município de Tapira apresentou um crescimento gradativo do PIB entre os anos de 2015 e 2017, com uma queda a partir de 2018. Em Araxá, observou-se uma diminuição do PIB em 2016, seguida de uma recuperação em 2017 e aumento gradativo até 2019, vide **Quadro 6.65**.

**Quadro 6.65 – Evolução do PIB (em R\$ x 1.000).**

Localidade	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Tapira</b>	378.682,66	532.334,64	626.062,97	569.657,53	408.464,01
<b>Araxá</b>	4.315.684,52	4.085.145,33	4.388.675,37	5.329.575,06	5.529.301,67

Fonte: IBGE (2019) e FJP/CEI (2014).

O crescimento do PIB nos municípios em questão indica um aumento na produção municipal alavancado principalmente pelos setores da indústria e serviços, aumento este que pode estar relacionado à forte demanda ou ainda ao avanço no número de estabelecimentos. Além disso, tem-se que o item formador do PIB municipal de Tapira está diretamente ligado ao CMT.



No **Quadro 6.66**, é possível observar que segundo dados de 2021 da Agência Nacional de Mineração – ANM, a arrecadação da Compensação Financeira sobre a Exploração de Recursos Minerais – CFEM aponta uma estabilidade durante todo o período analisado em Tapira, com uma considerável queda em 2019, seguida de uma recuperação em 2020. Já para Araxá é observado um considerável aumento na arrecadação a partir de 2018 até 2020, quando houve uma diminuição, seguida de uma recuperação em 2021.

**Quadro 6.66 – Arrecadação do CFEM pelos municípios de Tapira e Araxá/MG.**

Localidade	2017	2018	2019	2020	2021
Araxá	10.631.223,65	14.415.622,19	14.634.741,07	10.180.456,49	13.117.592,47
Tapira	12.582.130,67	12.516.105,71	8.785.346,49	12.176.911,73	12.296.727,85

Fonte: ANM (2021).

#### 6.4.9 Habitações

Neste item serão apresentadas as formas e condições dos assentamentos humanos, que se referem a qualquer forma de ocupação organizada do solo, urbana ou rural.

As habitações humanas nos municípios de Tapira e Araxá apresentam como característica em comum a construção em alvenaria, que é realizada com materiais mais duráveis e seguros, se comparadas a construções de madeira muito comuns nas regiões do interior de Minas Gerais.

Os assentamentos humanos na cidade de Tapira apresentam característica de construções simples, com predominância de edificações com um pavimento, chegando ao máximo a três pavimentos (**Foto 6.147**). Já Araxá possui edificações de diversos níveis de complexidade e valores de construções, variando entre áreas com predominâncias de edificações simples, até áreas com edificações complexas de prédios com vários pavimentos (**Foto 6.148**).



Fonte: MultiGeo (2015).

**Foto 6.147 – Edificações do município de Tapira.**



Fonte: G1 Triângulo e Alto Paranaíba (2021).

**Foto 6.148 – Edificações do município de Araxá.**

As áreas rurais de ambos os municípios apresentam características similares com edificações simples, de no máximo dois pavimentos.

#### 6.4.10 Saneamento Básico

O Atlas Brasil (2017) reuniu os indicadores de água encanada, esgoto e coleta de lixo para avaliar as condições dos domicílios e o **Quadro 6.67** apresenta o resultado da pesquisa no município de Araxá, Tapira e no estado de Minas Gerais.

**Quadro 6.67 – Indicadores de Habitação em Araxá e Tapira em 2017.**

Indicadores	Araxá	Tapira	Minas Gerais
% de domicílios com água encanada	95,82	90,91	91,82
% de domicílios com esgoto	93,77	100	78,30
% de domicílios com coleta de lixo	100	100	87,35

Fonte: Atlas Brasil (2017).

O esgotamento sanitário no município de Araxá é realizado pela COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais; já em Tapira, o esgotamento é de responsabilidade da Prefeitura Municipal (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2009).

O Sistema de esgoto da COPASA inclui, entre outras obras, a construção de quatro Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), implantação de mais de 37 mil metros de redes coletoras e interceptoras, padronização das ligações prediais e a retirada de lançamentos indevidos de esgoto nas redes pluviais (COPASA, 2013).

A COPASA é responsável pela coleta do esgoto gerado nos imóveis, por meio de redes

coletoras, e o encaminha até as ETEs, onde passa por um processo de retirada de sujeiras, antes de ser devolvido aos rios e córregos.

O município de Araxá somente em 2007 iniciou a construção de aterro sanitário e a implementação do PGIRS – Programa de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. O aterro sanitário foi inaugurado no dia 5 de junho de 2008, após aprovação da licença ambiental definitiva aprovada pelo COPAM, segundo dados do Diário de Araxá (2008). A área localiza-se na BR-146, cerca de 6 km do entroncamento com a BR-262.

#### 6.4.11 Educação

Neste item é apresentado o quadro geral da educação nos municípios de Tapira e Araxá, com a distribuição da estrutura física, o atendimento nos diferentes níveis de ensino e os índices de analfabetismo.

A taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais, entre os períodos de 2000 e 2010, caiu de 11,8 para 6,7 em Tapira e, em Araxá, caiu de 7,1 para 4,3 (IBGE, 2010).

Baseado nos dados apresentados no **Quadro 6.68** verifica-se que a quantidade de escolas na cidade de Araxá é substancialmente superior à existente no município de Tapira.

**Quadro 6.68 – Instituições de ensino em Araxá e Tapira – 2020.**

Localidade	Nº de escolas			Total
	Ensino infantil	Ensino fundamental	Ensino médio	
Araxá	46	35	11	92
Tapira	3	2	1	6

Fonte: IBGE (2020).

Segundo o IBGE (2020), o número de matrículas, no ensino básico, no município de Araxá era 22.848 e 990 em Tapira, concentrando a maioria das matrículas no ensino fundamental (**Quadro 6.69**).

**Quadro 6.69 – Matrículas em Araxá e Tapira – 2020.**

Localidade	Nº de matrículas por modalidade de ensino			Total
	Infantil	Fundamental	Médio	
Araxá	5.878	13.082	3.888	22.848
Tapira	234	619	137	990

Fonte: IBGE (2020).

A rede de ensino básico, segundo o IBGE (2020), contava com um corpo docente de 90 profissionais em Tapira e 1.163 profissionais em Araxá, divididos pelas modalidades de ensino como representado no **Quadro 6.70**.

**Quadro 6.70 – Corpo docente de Araxá e Tapira – 2020.**

Localidade	Nº de profissionais por modalidade de ensino			Total
	Infantil	Fundamental	Médio	
Araxá	279	610	274	1.163
Tapira	35	42	13	90

Fonte: IBGE (2020).

Em ambos os municípios o maior número de docentes é do ensino fundamental, correspondendo também à modalidade com maior quantidade de alunos.

#### 6.4.12 Saúde

Os municípios de Araxá e Tapira possuem 51 estabelecimentos de saúde, segundo o IBGE (2009), sendo 48 no município de Araxá e 3 em Tapira (**Quadro 6.71**).

O município de Araxá conta com 16 estabelecimentos municipais e 32 privados. Na rede privada, 8 realizam atendimento pelo SUS – Sistema Único de Saúde. No município de Tapira, 2 estabelecimentos são administrados pelo município e 1 pela rede privada.

**Quadro 6.71 – Estabelecimentos de saúde em Araxá e Tapira.**

Localidade	Municipal	Federal	Privado	Total
Araxá	16	-	32	48
Tapira	2	-	1	3

Fonte: IBGE (2009).

Nos 48 estabelecimentos de saúde de Araxá, existem 343 leitos (IBGE, 2009), resultando em um total de 3,29 leitos por mil habitantes. Este valor é considerado satisfatório para o município segundo a OMS - Organização Mundial de Saúde, que sugere que seja de no mínimo 3,5 leitos por mil habitantes.

Por sua vez, o município de Tapira não possui nenhum leito (IBGE, 2009), sendo dependente do município de Araxá ou outros municípios maiores.

O município de Araxá possui uma média superior ao estado de Minas Gerais como um todo, que apresenta um total de 2,08 leitos por mil habitantes (**Quadro 6.72**).

**Quadro 6.72 – Situação do atendimento de saúde em Araxá e Tapira.**

Localidade	Habitantes	Número de leitos	Leitos por mil habitantes	Déficit por mil habitantes
Tapira	4.650	—	—	-3,50
Araxá	104.283	343	3,29	-0,21
Minas Gerais	21.119.536	44.012	2,08	-1,42

Fonte: Adaptado de IBGE (2009).

Para casos mais complexos, ambos os municípios recorrem à estrutura de atendimento médico do município de Uberlândia e Uberaba.

Analisando os dados do DATASUS e do IBGE apresentados no **Quadro 6.73**, verifica-se que no município de Araxá o percentual de mortalidade apresentou valores próximos até 2019, quando houve um pequeno aumento, chegando a 0,77%. Para Tapira, o IBGE não disponibilizou o histórico de dados da população estimada.

**Quadro 6.73 – Estatística vital de Araxá e Tapira.**

Ano	População Estimada		Óbitos totais		Mortalidade Geral (%)	
	Araxá	Tapira	Araxá	Tapira	Araxá	Tapira
2013	99.986	-	715	18	0,70	-
2014	101.136	-	734	18	0,73	-

Ano	População Estimada		Óbitos totais		Mortalidade Geral (%)	
	Araxá	Tapira	Araxá	Tapira	Araxá	Tapira
2015	102.238	-	690	29	0,67	-
2016	103.287	-	714	30	0,69	-
2017	104.283	-	756	22	0,72	-
2018	105.083	-	740	22	0,70	-
2019	106.229	-	823	25	0,77	-

Fonte: Ministério da Saúde (2021) e IBGE (2021).

A taxa de mortalidade infantil média em Araxá é de 12,14 para 1.000 nascidos vivos, segundo os últimos dados do IBGE de 2019. Araxá está na 379ª posição de 853 municípios do estado em relação a sua taxa de mortalidade infantil. Estes dados não são apresentados para a cidade de Tapira.

#### 6.4.13 Lazer, Turismo e Cultura

Segundo dados da SETUR - Secretaria de Estado de Turismo de Minas Gerais (2009), os municípios de Tapira e Araxá estão compreendidos no Circuito Turístico da Canastra, com um rico patrimônio natural e cultural, com paisagem de serras e vales, cachoeiras e paredões de pedra.

No município de Tapira, segundo a SETUR (2009), há inúmeras cachoeiras, como a dos Bandeirantes com 20 m de queda, cachoeira dos Carlos, dos Perobas, da Purunga e dos Evaristos, além de uma serra denominada Serra do Boqueirão que oferece belas paisagens, além de fauna e flora diversificada. Outros atrativos do município são as manifestações culturais como encontro de Carros de Boi e cavalgadas pela região.

A cidade de Tapira ainda conta com um Centro Esportivo (**Foto 6.149**) com atividades desportivas para a população e um parque de exposição (**Foto 6.150**) para a realização de eventos agropecuários e culturais.



Foto 6.149 – Visão do ginásio e estacionamento do Centro Esportivo de Tapira.



Foto 6.150 – Fachada do parque de exposições.

De acordo com os dados da Prefeitura Municipal de Araxá de 2009, o município apresenta inúmeros atrativos, primeiramente pelas suas termas localizadas no Complexo do Barreiro, inauguradas em 1942, com características medicinais e estéticas, local onde se situa o Grande Hotel e Thermas de Araxá.

Atrativos com caráter cultural são:

- Museu Histórico de Araxá Dona Beja, que abriga objetos e documentos relativos à história e às tradições culturais de Araxá;
- Museu Calmon Barreto, possui 180 obras no acervo, sendo óleo sobre telas, esculturas, baixos-relevos, desenhos, gravuras e moeda;
- Fundação Cultural Calmon Barreto, antiga Estação Ferroviária, restaurada e tombada como patrimônio histórico municipal;
- Casa do Poeta, tombada pelo patrimônio histórico; a chamada Casa do Poeta abriga a Sede da Academia Araxense de Letras e a Biblioteca Pública Municipal Viriato Corrêa, e ainda abriga um anfiteatro/cinema com capacidade para 446 pessoas;
- Morro da Ventania, também conhecido por Horizonte Perdido, com um mirante natural, local para os adeptos de “paraglide” e asa delta, além de trilhas, cursos d’água e cachoeiras;
- Mirante do Cristo, situado no alto de Santa Rita, de onde se tem uma visão panorâmica de parte da cidade de Araxá.

O município ainda conta com um parque de exposições denominado Agenor Lemos para a realização de eventos agropecuários e culturais, clubes como o Clube de Araxá e a AABB - Associação Atlética Banco do Brasil e Estádio Fausto Alvim, conhecido como “Majestoso”.

#### 6.4.14 Infraestrutura Regional

A microrregião de Araxá possui uma malha viária com estradas sob administração federal (BR), estadual (MG) e municipal.

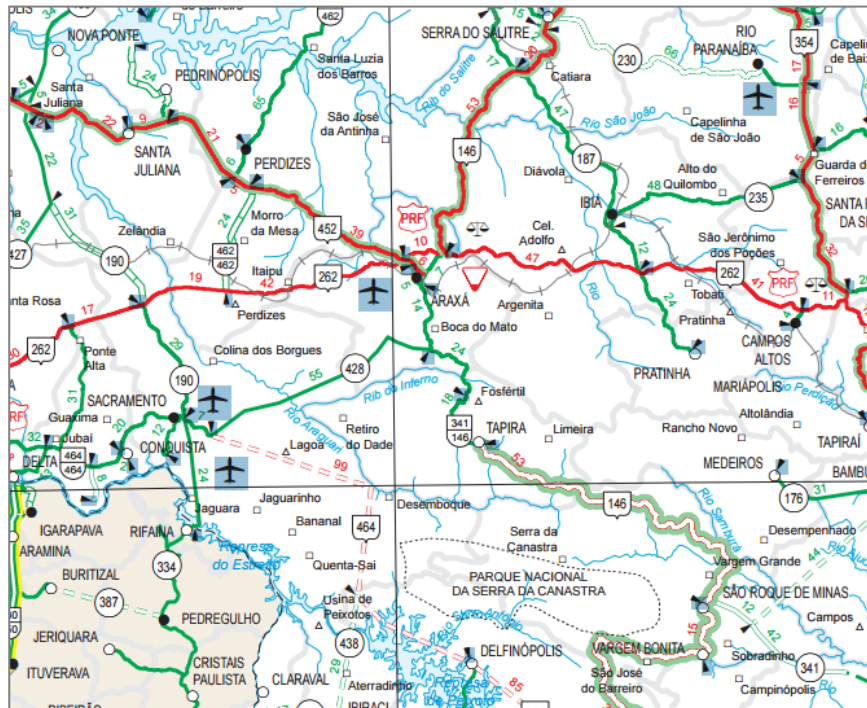
Vias federais fazem ligações interestaduais, vias estaduais fazem ligações intermunicipais e vias municipais fazem ligações dentro de um mesmo município.

As principais estradas que constituem a malha da microrregião de Araxá segundo o mapa do DNIT (2002) são:

- BR-262: faz a ligação da microrregião com as cidades de Belo Horizonte e Uberaba e com os estados de São Paulo e Bahia;
- BR-452: faz ligação da microrregião com a cidade de Uberlândia e com o estado de Goiás;
- BR-146: faz ligação da região ao município de Patos de Minas;
- BR-462: faz ligação da região ao município de Patrocínio;
- MG-428: faz ligação da cidade de Araxá com o município de Sacramento;
- MG-146: faz ligação da cidade de Araxá com São Roque de Minas, passando por Tapira, sendo a única rodovia que atravessa o município de Tapira;
- MG-190: faz a ligação da cidade de Sacramento com Nova Ponte;

- MG-187: faz ligação da cidade de Ibiá com Pratinha.

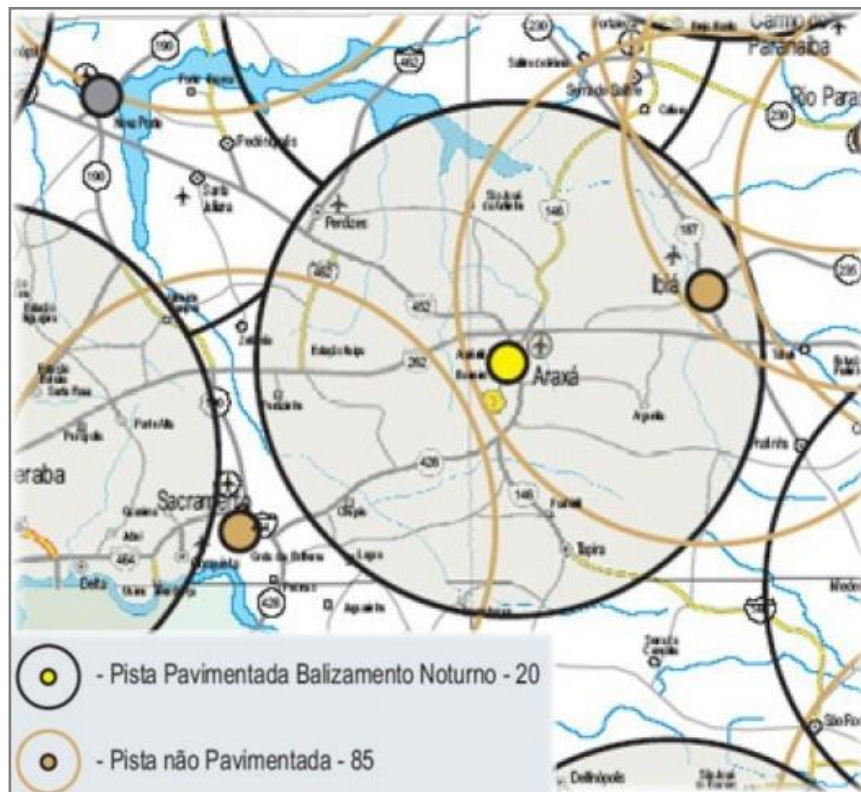
Na **Figura 6.106** é possível visualizar as principais estradas que constituem o sistema viário da microrregião de Araxá.



**Figura 6.106 – Principais estradas da malha viária da microrregião de Araxá.**

As estradas municipais fazem ligações das áreas rurais com os centros urbanos e geralmente possuem denominações regionais relacionadas aos seus destinos.

A estrutura aeroportuária da região é formada por três aeroportos, segundo o mapa da Secretaria de Estado de Transporte de Obras Públicas (2009), sendo dois com pistas não pavimentadas, localizados em Ibiá e Sacramento, e um com pista pavimentada e com balizamento noturno, localizado no município de Araxá (**Figura 6.107**).



Fonte: Secretaria de Estado de Transporte de Obras Públicas, 2009.

**Figura 6.107 – Mapa dos aeroportos públicos e situação existente.**

O aeroporto de Araxá é o principal da microrregião, denominado Romeu Zema, mais conhecido como aeroporto de Araxá. Está localizado a cerca de 1 km do centro urbano de Araxá e a aproximadamente 49 km da área urbana de Tapira.

#### 6.4.15 Abastecimento de Água e Energia Elétrica

O sistema de abastecimento de água é administrado pela COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais, responsável pela captação, tratamento e distribuição da água, tanto do município de Tapira como de Araxá.

A COPASA administra o abastecimento de Tapira desde 1999. A principal fonte de captação superficial de água para abastecimento está localizada no próprio município, em uma mina d'água tributária do córrego das Antas (DRZ, 2014). A água aduzida é encaminhada para o local de tratamento e elevada aos reservatórios. O local de captação se situa nas coordenadas geográficas 19°55'11,7" S / 46°49'05,4" W (**Figura 6.108**).





Fonte: DRZ Geotecnologia e Consultoria (2014).

**Figura 6.108 – Principal ponto de captação de água superficial em Tapira.**

O abastecimento no município de Araxá é realizado pela COPASA desde 1973. O sistema de abastecimento de água tem certificação ISO 9001, recebida pela primeira vez em 2001.

Para atender a população local com abastecimento de água, a COPASA faz a captação em três córregos (Feio, Fundo e Areia) e tem uma Estação de Tratamento de Água (ETA), com capacidade para tratar 42 milhões de litros de água por dia. São mais de 34 mil imóveis atendidos com mais de 230 mil metros de rede de distribuição de água (COPASA, 2013).

A distribuição de energia elétrica em ambos os municípios é realizada pela CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais. Através do **Quadro 6.74**, pode-se observar a evolução do consumo em Tapira e Araxá.

**Quadro 6.74 – Consumo energético em Tapira e Araxá (1999 – 2003).**

Localidade	Consumo total (kWh)				
	1999	2000	2001	2002	2003
<b>Tapira</b>	258.769.709	262.156.076	256.320.851	270.452.309	272.147.424
<b>Araxá</b>	261.330.082	298.468.393	292.675.153	304.589.088	287.212.673

Fonte: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais (2009).

Segundo a Prefeitura Municipal de Araxá (2002), o município tem capacidade de distribuição de 50.000 kVA, mas somente a metade é realmente utilizada. A energia é proveniente da Usina Jaguará, interligada ao Sistema Sul (Itaipu / Furnas / São Simão).

#### 6.4.16 Comunicações

O município de Araxá conta com uma diversificada rede de comunicações, incluindo emissoras de televisão, jornais, revistas, portais online e rádios. As rádios, que podem também ser acessadas via internet, incluem a Rádio Cidade (AM), Rádio Imbiara (FM), Rádio Sucesso (FM) e Rádio Volt (FM), além de rádios afiliadas, como a Jovem Pan (FM) de Araxá.

Entre jornais impressos e online de Araxá, tem-se: Diário de Araxá, Jornal A Voz de Araxá, Jornal Araxá, Jornal Clarim, Jornal Correio de Araxá, Jornal InterAção, Diário Sintonia, Portal Araxá, Futebol de Araxá, Equipe Positiva, Na Batida do Esporte, além de sites informativos como TV Araxá, que também dispõe de um canal de “web” rádio. Ainda há portais virtuais e canais informativos sobre eventos na cidade, como o Clic Araxá, e revistas, com caráter comercial e/ou social, como a Revista Identidade, ou de caráter científico, como as publicadas pela Uniaraxá.

As emissoras de TV com sede em Araxá são a TV Integração filiada à Rede Globo (com geração de sinais para setenta e quatro municípios da região) e a TV Sintonia filiada à Rede Minas (que gera sinal para a microrregião de Araxá).

Segundo dados da Anatel (2020), o acesso à internet banda larga fixa em Araxá pode ser feito via fibra óptica (70,7%), cabos metálicos (26%), rádio (2,6%) ou via satélite (0,7%), através de empresas de sistemas de alta tecnologia como, por exemplo, a Click Telecom e a Oi. Além disso, o acesso à telefonia móvel é coberto por 5 operadoras de telefonia celular: Oi (43,2%), Vivo (24,3%), TIM (23,8%), Claro (4,8%) e Algar Telecom (3,8%), que oferecem planos de internet 2G, 3G e 4G. Por fim, segundo a Anatel (2020), o tipo de outorga de telefonia fixa predominante em Araxá é a concessão (78,5%), com acesso fornecido principalmente pela Oi (78,5%), seguido pela Algar Telecom (15,2%) e pela Claro (5,6%).

Em Tapira, encontram-se algumas rádios da cidade, como Rádio Ilha (FM), Rádio Tapira (FM), Difusora regional (AM) e Rádio Boa Nova (comunitária). Em relação aos jornais e revista, se destacam os online, como o Tapira News e a Revista Teen. A cidade conta também com a rede de telefonia celular das operadoras Oi, Claro, Tim e Vivo.

#### 6.4.17 Comunidades do Entorno

Em 2019, a empresa Brandt Meio Ambiente realizou uma caracterização das comunidades localizadas próximas ao empreendimento do CMT.

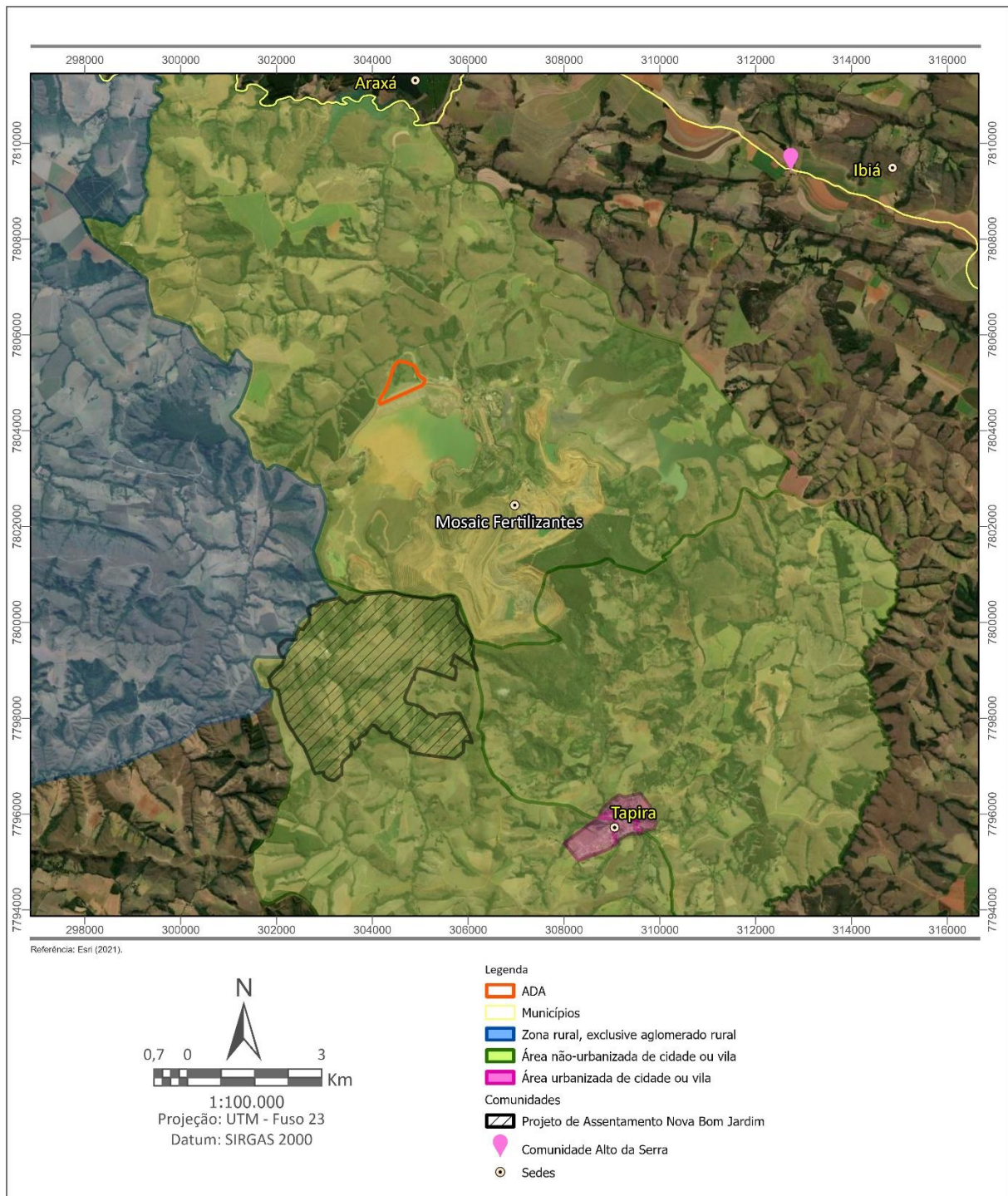
Essa caracterização foi realizada a partir de levantamentos primários extraídos de uma

campanha de campo realizada em 2019, somados a dados dos setores censitários fornecidos pelo último censo demográfico do IBGE (2010). Utilizou-se de setores censitários que correspondem tanto à área do empreendimento quanto às ocupações humanas adjacentes.

Brandt Meio Ambiente (2019) utilizou os seguintes setores censitários de acordo com IBGE (2010) para as análises:

- 316810105000003, situação Área não-urbanizada de cidade ou vila;
- 316810105000004, situação Área não-urbanizada de cidade ou vila;
- 316810105000005, situação Área não-urbanizada de cidade ou vila;
- 316810105000008, situação Zona rural, exclusive aglomerado rural

A **Figura 6.109** a seguir apresenta o perímetro de delimitação dos setores censitários (IBGE, 2010) utilizados por Brandt Meio Ambiente (2019) para a caracterização das comunidades do entorno e a localização das duas comunidades mapeadas em campanha de campo.



**Figura 6.109 – Mapa dos setores censitários e das comunidades no entorno do empreendimento. Projeto de Assentamento (PA) Nova Bom Jardim.**

#### 6.4.17.1 Assentamento Nova Bom Jardim

Essa ocupação humana se trata de um projeto de assentamento localizado no município de Tapira, que de acordo com o Censo Demográfico (IBGE, 2010) é classificada como “área não-urbanizada de cidade ou vila”. Sua distância em linha reta ao CMT é de menos de 1 km.

O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA (2019) traz que o PA Nova Bom Jardim é ocupado por 18 famílias, sendo que o período de criação data do ano de 1996.

Em campo, a Brandt Meio Ambiente (2019) observou que o assentamento não se mostra como um aglomerado de ocupação humana, mas sim como propriedades dispostas espaçadamente na área, com terrenos variando entre 14 e 54 hectares.

O perfil dos habitantes do assentamento é representado por proprietários de terra, principalmente. De modo que na maioria das propriedades registram-se famílias residentes. Há também uma associação de moradores ativa para o assentamento Nova Bom Jardim.

Em relação às atividades produtivas do assentamento, há a pecuária (bovinos, suínos e aves) e agricultura (feijão, milho, mandioca, horticultura, batata, entre outras culturas), ambas com fins tanto comerciais, quanto para consumo de subsistência.

O saneamento básico da área é caracterizado principalmente, no abastecimento de água, por água encanada captada por nascente ou então via poço artesiano, cisterna e caminhão-pipa. Já em relação ao destino de esgoto, o predomínio é de fossas sépticas, havendo também fossa rudimentar, fossa negra e despejo a céu aberto.

Resíduos sólidos são descartados por meio de incineração para a maioria das propriedades; os demais descartam o lixo em buracos e aterros. Não há iluminação pública, mas as casas possuem fornecimento de energia elétrica pela Cemig.

#### 6.4.17.2 Comunidade Alto da Serra

A comunidade Alto da Serra, antes conhecida como Tragédia, se localiza entre os limites dos municípios de Tapira e Ibiá. De acordo com o censo demográfico (IBGE, 2010), está em uma região classificada como exclusive aglomerado rural. Em linha reta está a cerca de 7 km do empreendimento do CMT.

Segundo Brandt Meio Ambiente (2019), lá existem cerca de 30 moradias, caracterizadas pelo baixo padrão construtivo, a maioria sem reboco e de apenas um pavimento. A partir de levantamento de campo, foi observado que a região possui um alto movimento de caminhoneiros e, em menor escala, atividades de subsistência relacionadas à criação de gado e cultura de batata e soja.

Também pelo levantamento de campo, Brandt Meio Ambiente (2019) identificou os principais serviços, equipamentos públicos e características de infraestrutura da comunidade. Estradas de terra dão acesso ao local, as ruas da comunidade são asfaltadas e possuem iluminação pública. A energia elétrica nas propriedades é fornecida pela Cemig.

Na comunidade estão presentes os seguintes serviços públicos: uma escola municipal e uma quadra de futebol. Entretanto, serviços de saúde e postos de segurança pública não são oferecidos no local.

Em relação ao saneamento básico, o abastecimento de água é realizado via captação em poço artesiano geral; já o esgotamento sanitário é feito principalmente em fossa negra. A coleta de resíduos sólidos é oferecida uma vez por semana pela prefeitura municipal.

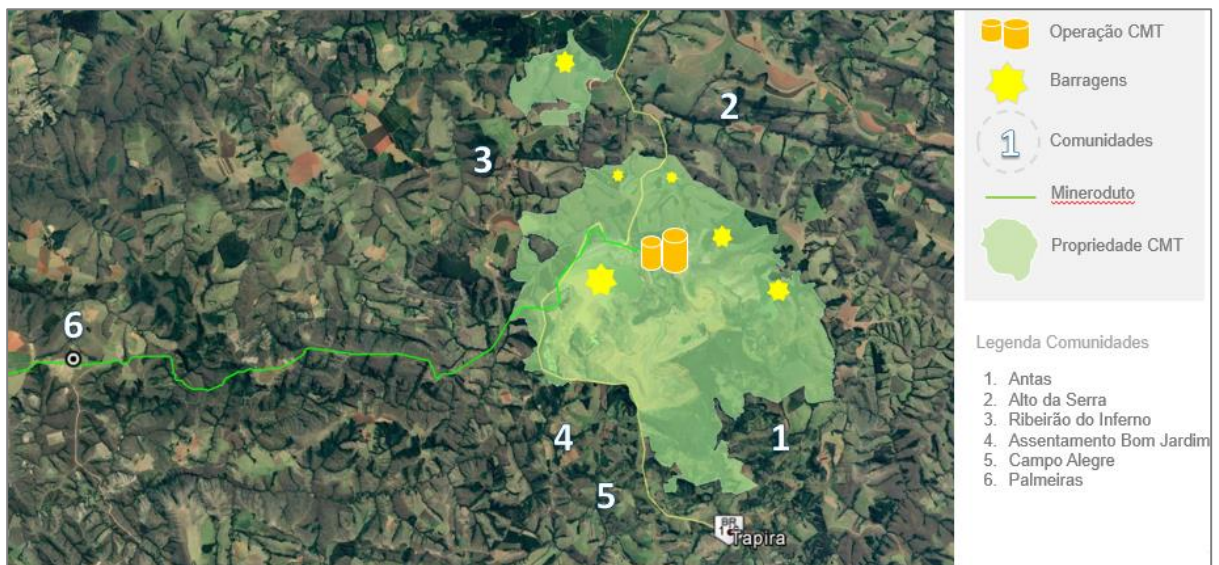
#### 6.4.17.3 Outras comunidades

Em 2022, a Mosaic Fertilizantes realizou um levantamento sobre as demais comunidades existentes na área de influência da operação do CMT, a saber:

- Antas: localizada na projeção de avanço de lavra da unidade;

- Ribeirão do Inferno: localizada ao redor da barragem do Ribeirão do Inferno e faz parte do planejamento dos treinamentos e simulados em situação de emergência com barragens;
- Campo Alegre: localizada nas proximidades do Assentamento Bom Jardim;
- Palmeiras: localizada a leste da unidade.

A localização dessas comunidades está ilustrada na **Figura 6.110**. Em seguida, o **Quadro 6.75** traz as informações levantadas sobre essas comunidades.



Fonte: Mosaic Fertilizantes (2022).

**Figura 6.110 – Localização das comunidades na área de influência da operação do CMT.**

**Quadro 6.75 – Informações sobre as demais comunidades no entorno do CMT.**

Comunidade	Moradores e Propriedades	Associação Comunitária	Relacionamento da Mosaic Fertilizantes com a comunidade
Antas	- 60 pessoas - Propriedades rurais arrendadas para plantio e pastagem de gado	-	Por estar localizada na projeção de avanço de lavra e também no estudo de atualização do modelo hidrogeológico do CMT, com futuro impacto hídrico nos córregos da Mata e Canjarana, foram realizados os primeiros contatos com os moradores, que apresentaram resultados positivos. Há perspectiva de aproximação para relacionamento preventivo ao impacto hídrico mapeado.
Ribeirão do Inferno	- 115 pessoas - Propriedades rurais de pequeno, médio e grande porte - Grande produtor de eucalipto para fábrica de celulose	- Não possui associação comunitária formalizada - Os moradores não são mobilizados	O relacionamento com os moradores é próximo e já foram realizadas diversas reuniões para levantamento e tratativa das temáticas da comunidade relacionadas a empresa, principalmente sobre gestão e operação de barragens

Comunidade	Moradores e Propriedades	Associação Comunitária	Relacionamento da Mosaic Fertilizantes com a comunidade
	e grande produtor de carneiros		
Campo Alegre	- 35 pessoas	- Associação comunitária formalizada - Possui espaço comunitário com barracão e igreja	Comunidade não sofre interferência das atividades das operações do CMT. Vereador Cairo Assunção é morador da comunidade e faz parte da diretoria da associação comunitária. Tem demandas recorrentes em relação a utilização das terras de propriedade da empresa para pastagem de gado. Comunidade é solicitante recorrente de doação de materiais.
Palmeiras	- 500 pessoas - Há um vilarejo central que abriga a escola, a igreja e um barracão de eventos	- ARTAP – Associação Rural Tamboril e Palmeiras. É uma entidade formalizada - Recebe incentivos dos programas do governo para produtores rurais	Relacionamento consistente e muito próximo com a comunidade que apresenta muitas demandas. Diversos projetos já foram desenvolvidos em parceria com a empresa, como: recuperação de nascentes, doação de materiais para construção de parquinhos, doação de materiais para serem usados na melhoria da produção de lavouras e pastagem de gado, etc. Posicionamento favorável em relação às operações da Mosaic no município, reafirmado pela secretaria de educação que participa das atividades realizadas pelo PEAC na escola. Em 2019, foi realizada revitalização da horta da escola.

## 6.4.18 Patrimônio Histórico e Cultural

### 6.4.18.1 Arqueologia

De acordo com o Saladino & Pereira (2016), a arqueologia se caracteriza como uma ciência que estuda a materialidade elaborada pelas sociedades humanas passadas como um dos aspectos de sua cultura, sem limitar-se ao caráter cronológico. Portanto, trata-se de uma disciplina que estuda as relações entre cultura material e sociedades estabelecidas na longa duração.

Os materiais arqueológicos, também denominados de testemunhos, evidenciam a presença de sociedades que habitavam o Brasil da pré-história até o período do início do Século XVI, antes do contato com os europeus, podendo ser de natureza cerâmica, malacológica, óssea, dentre outros.

Esses testemunhos podem ocorrer tanto em campo aberto, mata fechada, cavernas, abrigos, locais onde existiram construções, estradas, monumentos, ocupações indígenas, quilombos, vilas, ou seja, em qualquer local onde a presença humana foi preservada (ARQUEOLOGIKA, 2018).

#### 6.4.18.1.1 Potencial arqueológico regional

A região da bacia do rio Araguari, onde se localiza o CMT, já foi alvo de pesquisas e levantamentos prévios realizados pela empresa Arqueologika, como “Estudo Diagnóstico do Meio Socioeconômico - Diagnóstico Arqueológico Interventivo e Diagnóstico dos Bens de

Natureza Material - CMT - Depósito Estéril E6”, “Relatório de Avaliação de Impacto ao Patrimônio Arqueológico - CMT/MG - Área dos Depósitos T4 e E10, e Avanços de Lavra”, o “Programa de Gestão Arqueológica para o Sítio Valter Dentista”, além de outros estudos no CMT.

Estas ações fazem parte das asseguradas pela Portaria nº 06/2019, referente ao “Projeto de Avaliação de Impacto ao Patrimônio Arqueológico - CMT Geral”.

Como um todo, pode-se dizer que a bacia do rio Araguari apresenta uma grande diversidade de sítios arqueológicos, principalmente de caráter litocerâmico. Iniciado em 1980, o Projeto Quebra Anzol se centra em assentamentos arqueológicos situados no vale do rio Paranaíba, englobando municípios do Triângulo Mineiro, e desenvolve atividades de prospecções e escavações, com campanhas anuais de pesquisa.

Os resultados do Projeto Quebra Anzol podem ser somados ao conhecimento que se tem sobre a existência de outros sítios na área que abarca a bacia do rio Araguari. Como exemplo, destaca-se o sítio Fazenda Samambaia/Fazenda São Geraldo, em Ibiá, o qual apresentou estruturas de área de refugio, de combustão e estruturas funerárias, além da presença de artefatos líticos lascados e polidos de material cerâmico.

#### 6.4.18.1.2 Potencial arqueológico local

Conforme levantado pelos trabalhos anteriores realizados, ocorre nas proximidades do CMT o sítio arqueológico Valter Dentista, que está relacionado à tradição Aratu-Sapucai. Na maior parte das vezes, os sítios relacionados a essa tradição se encontram em vertentes médias de colinas suaves, nas proximidades de pequenos cursos d'água, estendendo-se por amplas superfícies de até 500 metros de diâmetro.

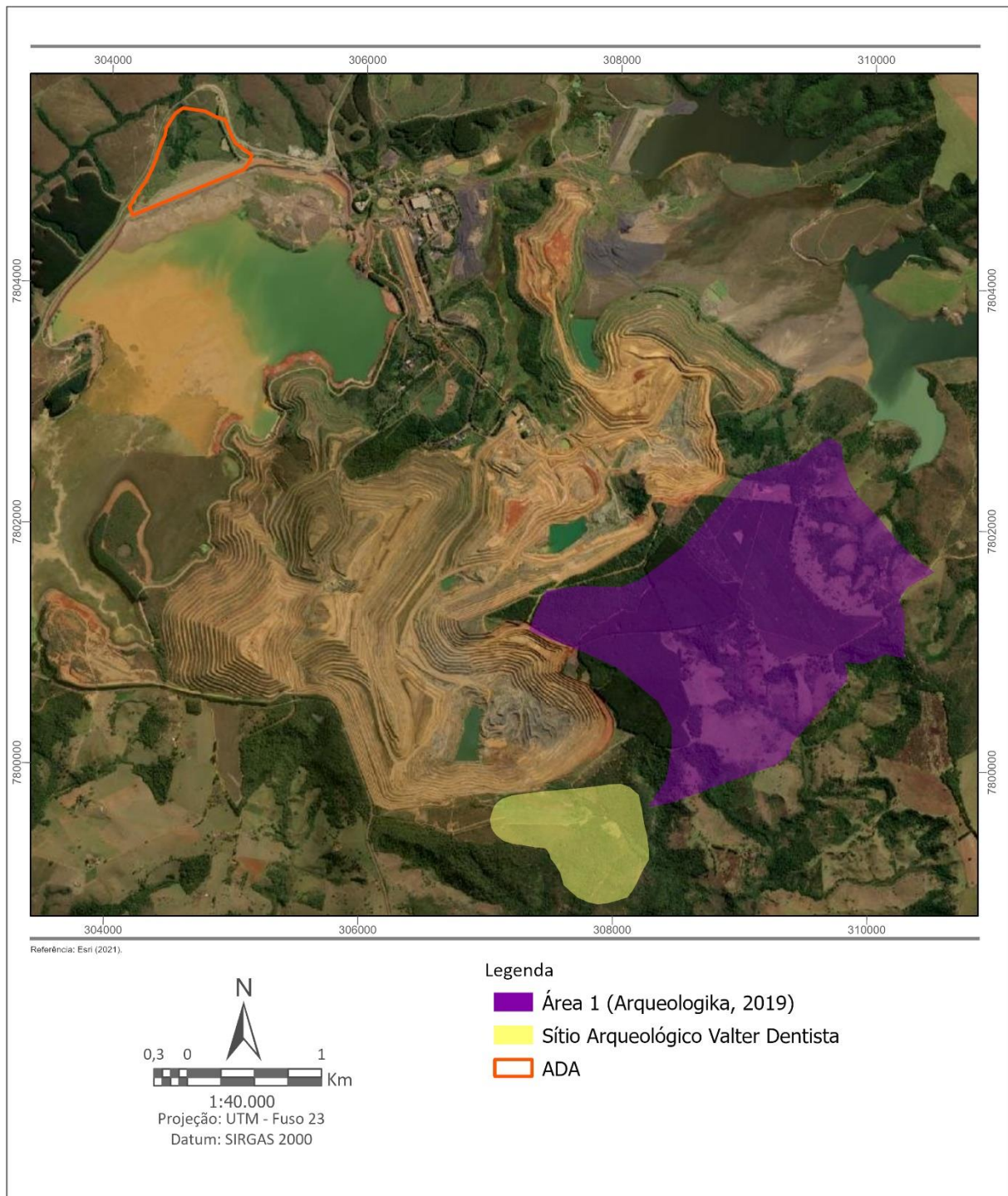
Para proteção do patrimônio arqueológico, foi realizado o resgate total do sítio Valter Dentista, cujo processo encontra-se finalizado (“Programa de Gestão Arqueológica para o Sítio Valter Dentista” - Portaria IPHAN 39/2016).

Em 2019, a partir de prospecções intensivas de subsuperfície realizadas pela Arqueologika com intuito de garantir a proteção do patrimônio histórico e arqueológico nas áreas do CMT, foram encontrados, na denominada “Área 1”, elementos de potencial indicativo arqueológico em 2 poços-testes, dentre 647 executados nessa área.

A **Figura 6.111** mostra a ADA, objeto deste licenciamento, em relação à “Área 1”, investigada pela Arqueologika (2019), e ao sítio Valter Dentista.

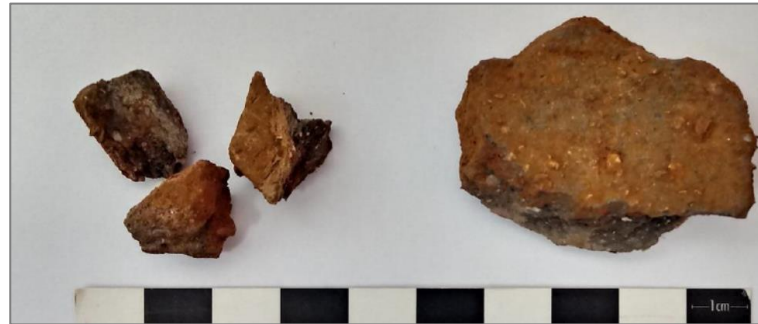
O relatório da Arqueologika (2019) encontra-se, na íntegra, no **Anexo M**.





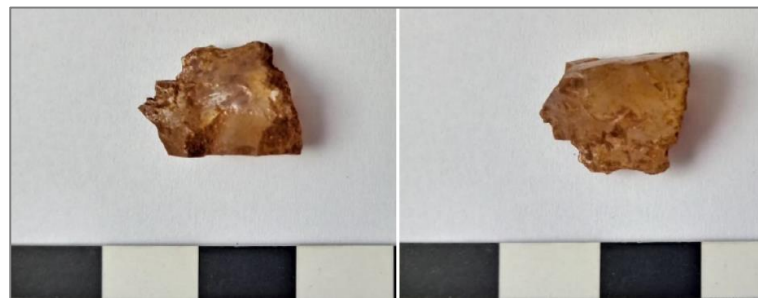
**Figura 6.111 – Localização da ADA em relação às áreas de interesse arqueológico.**

Os elementos indicativos encontrados na “Área 1” foram um fragmento cerâmico, provavelmente pré-colonial (**Foto 6.151**), e um fragmento lítico (**Foto 6.152**).



Fonte: Arqueologika (2019).

**Foto 6.151 – Fragmento de cerâmica encontrado.**



Fonte: Arqueologika (2019).

**Foto 6.152 – Pedaco de quartzo hialino encontrado.**

No caso da área do CMT, foram entendidos como elementos indicativos pequenos fragmentos de quartzo, visto que no sítio Valter Dentista, situado a cerca de 3 km do referido ponto de intervenção, a indústria lítica estava destacadamente relacionada ao aproveitamento de quartzo (quartzo hialino, quartzo leitoso e quartzito).

Dada a significância da presença de quartzo nesses 2 pontos, foi decidido averiguar com mais cuidado esses locais. Para isso, foram perfurados mais 8 poços-teste no entorno desses pontos de interesse, orientados para sul, leste, norte e oeste. Nenhum material arqueológico ou outro quartzo foi encontrado nesses poços-teste.

As descrições dos 645 pontos restantes na Área 1 apontam que nenhuma outra evidência foi encontrada associada a esses elementos. Além disso, pesquisas realizadas em 2016 em locais próximos a essas áreas também não identificaram vestígios consistentes.

Conforme as diretrizes metodológicas apresentadas pela Arqueologika (2019), a caracterização de um sítio arqueológico dependeria da presença de pelo menos três artefatos em uma área de 10 m<sup>2</sup>. Caso os vestígios se encontrassem isolados, estes seriam considerados apenas como ocorrências arqueológicas. Além dessa quantidade de artefatos, a presença de outros elementos contextuais (solo, estruturas, etc.) devem ser averiguados para definição de um sítio arqueológico.

Dessa forma, pela baixa frequência quantitativa, distância entre os achados e isolamento contextual, a presença desses dois vestígios não é suficiente para caracterizar a presença de um sítio arqueológico na “Área 1”, podendo ser definidas como ocorrências arqueológicas. A presença dessas ocorrências (uma cerâmica e um fragmento lítico) pode ser explicada pela proximidade do sítio arqueológico Valter Dentista.

Ainda, durante as pesquisas de 2016, foi realizada uma entrevista com o administrador da Fazenda Boa Vista, Sr. João Sebastião dos Reis, de 60 anos de idade. O Sr. João mora há 20 anos na sede da fazenda e antigamente trabalhava como batateiro nas fazendas da região e, portanto, tem conhecimento do local onde é encontrado material indígena (sítio Valter Dentista). No entanto, diz nunca ter encontrado algo similar próximo à fazenda.

Conforme observado na **Figura 6.80**, a ADA do depósito PDR-1 encontra-se distante do sítio arqueológico Valer Dentista e da “Área 1”, onde foram encontradas as ocorrências arqueológicas. Dessa forma, não se verifica que as ações futuras do empreendimento venham a ser potencialmente lesivas a nenhum patrimônio arqueológico ou histórico nas áreas avaliadas.

Além disso, ressalta-se que o processo de resgate do sítio Valter Dentista já se encontra finalizado e aprovado pelo IPHAN.

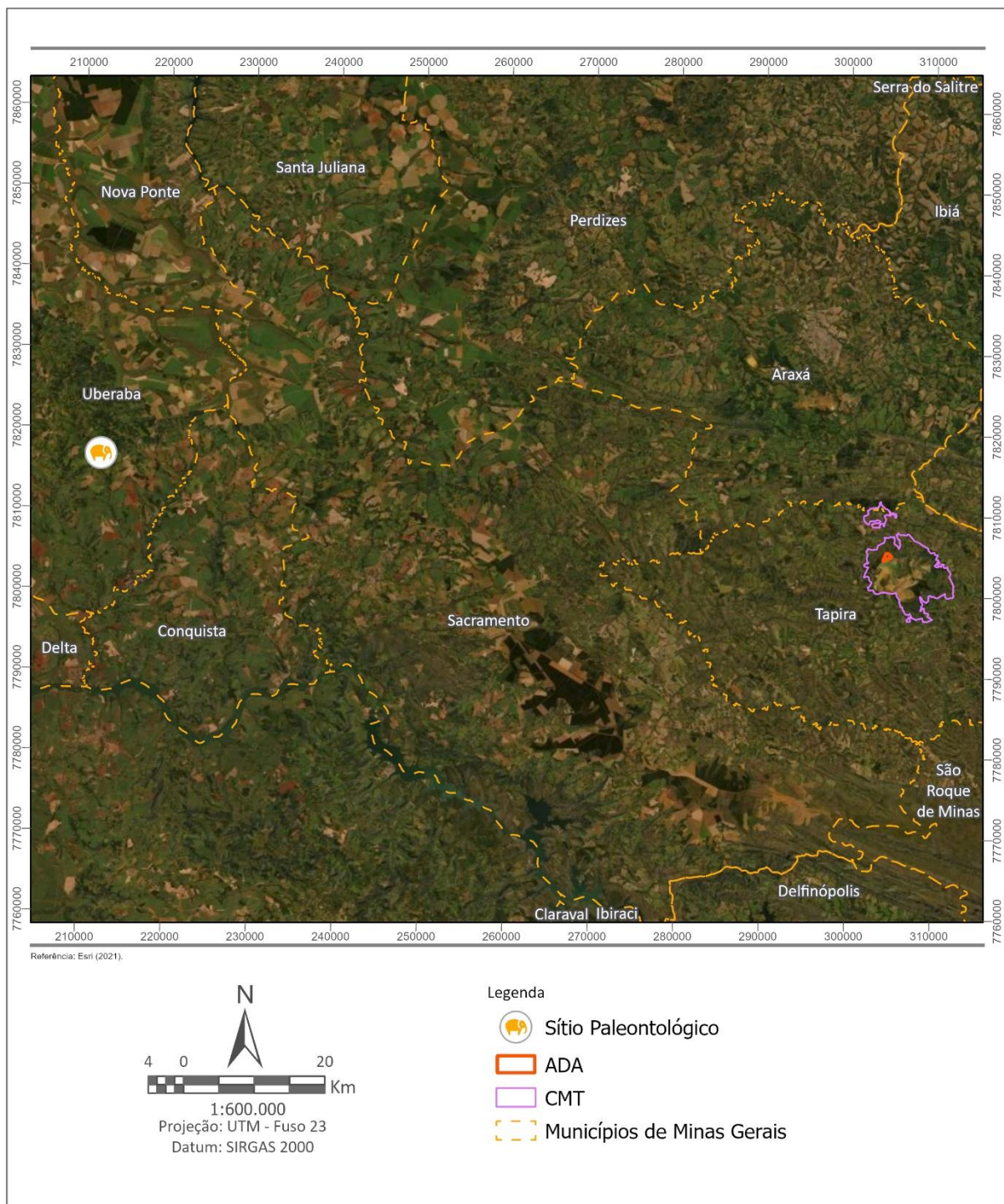
#### 6.4.18.2 Paleontologia

A paleontologia é a ciência que estuda os seres vivos que habitaram a Terra em um passado remoto. Segundo Cachão & Silva (2004), o patrimônio paleontológico representa a memória biológica remota do planeta que devemos preservar, para nossa própria fruição científica, educacional e cultural e para transmitir às gerações futuras.

Para contextualização paleontológica da área de estudo, consultou-se a base de dados nacional da Comissão Brasileira dos Sítios Geológicos e Paleobiológicos – SIGEP, que concentra informações sobre geossítios de diferentes tipologias, dentre os quais se destacam os sítios paleontológicos.

Verificou-se que não há registros de sítios paleontológicos no município de Tapira ou nos municípios adjacentes. De acordo com os dados da SIGEP, o sítio paleontológico mais próximo à área de estudo se encontra em Uberaba, no distrito de Peirópolis, cerca de 92 km de distância da ADA do depósito PDR-1 (**Figura 6.112**).

O centro do sítio de interesse histórico e cultural, denominado Peirópolis e Serra da Galga, localiza-se nas coordenadas UTM 212.176 m E / 7.816.725 m S, zona 23 K.



**Figura 6.112 – Sítios paleontológicos na região do CMT e da ADA do PDR-1.**

De acordo com Ribeiro & Carvalho, o sítio paleontológico Peirópolis e Serra da Galga apresenta uma das mais ricas faunas de vertebrados e invertebrados do Cretáceo Superior brasileiro. Os depósitos fossilíferos estão estratigraficamente contextualizados na Formação Marília (Grupo Bauru), notadamente o membro Serra da Galga. Na literatura científica, são descritos vários crocodilomorfos, dinossauros e outros répteis e até mesmo anfíbios provenientes destas localidades. Os fósseis apresentam excelente estado de preservação e juntamente com as rochas da região retratam os ecossistemas terrestres que antecederam às grandes transformações ambientais do final da era Mesozóica.

## 7 ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

A análise desenvolvida neste capítulo leva em consideração três etapas, quais sejam: a *identificação*, *previsão* e *avaliação* dos impactos.

A identificação dos impactos corresponde à definição da lista dos impactos que a implantação do PDR-1 tem probabilidade de causar no meio ambiente, sem preocupação com sua magnitude ou importância.

A etapa de previsão dos impactos consiste na sua estimativa de intensidade ou magnitude. Essa análise leva em consideração a implementação e a eficiência esperada das medidas mitigadoras, bem como a suscetibilidade do meio a cada impacto identificado. Vale lembrar que muitas das medidas mitigadoras de impactos ambientais já se encontram atualmente implementadas e fazem parte da operação do CMT, ou seja, são medidas consagradas entre as práticas ambientalmente corretas de um empreendimento mineiro. Em outras palavras, os impactos descritos neste capítulo são aqueles considerados não totalmente mitigáveis e para os quais existem receptores no meio ambiente. Com esta opção de apresentação, busca-se chegar a um documento técnico mais objetivo e enxuto, evitando-se a repetição desnecessária de informações.

Finalmente, a avaliação dos impactos corresponde à atribuição de importância a cada um dos impactos analisados. Por constituir-se na etapa mais sujeita a controvérsias de todo o estudo, requer o estabelecimento de um critério de importância fundamentado na análise dos vários atributos que os caracterizam.

Os procedimentos e critérios de avaliação de impactos adotados neste EIA foram desenvolvidos pela equipe da *MultiGeo – Mineração, Geologia e Meio Ambiente* com base na legislação aplicável, em particular a Resolução Conama nº1/86, na literatura e em diversos estudos de impacto ambiental examinados. A análise dos impactos oriundos da implantação e operação do depósito PDR-1 considera um total de **quatro** atributos, descritos a seguir:

- 1) **Natureza:** refere-se ao caráter do impacto, que pode ser *benéfico* ou *adverso*.
- 2) **Intensidade:** corresponde à magnitude ou severidade do impacto, tendo em vista, por um lado, a implementação e eficiência das medidas mitigadoras e, por outro, a suscetibilidade do meio. A intensidade pode ser *baixa*, *média* ou *alta*.
- 3) **Abrangência:** indica a escala espacial de alcance do impacto. Pode ser *pontual*, caso o alcance restrinja-se ao entorno imediato da área do empreendimento; *local*, caso abranja a área da sub-bacia de drenagem local; e *regional*, caso compreenda uma região mais ampla. A escala *extrarregional*, que correspondente aos impactos sentidos em escala superior aos limites regionais, podendo chegar à escala global, não se aplica ao caso presente.
- 4) **Reversibilidade:** diz respeito à capacidade do sistema ambiental de retomar suas condições originais (anteriores a instalação) caso cessem as ações impactantes e/ou sejam implementadas ações de recuperação. Nesse sentido, o impacto pode ser classificado em *reversível* ou *irreversível*.

A partir da escolha dos quatro atributos acima descritos, foi desenvolvido e aplicado um método que permite enquadrar os impactos em uma escala de importância que contempla cinco níveis. O estabelecimento do grau de importância objetiva conferir destaque aos impactos que deverão merecer maior atenção nas fases de implantação e operação do

projeto, bem como na concepção e execução do plano de monitoramento e controle a ser seguido em tais fases.

Dos quatro atributos mencionados, um não entra na definição da importância do impacto (natureza), uma vez que se presta apenas à caracterização do impacto. Os três atributos (intensidade, abrangência e reversibilidade) foram combinados para a determinação da importância dos impactos, já que deles depende a maior ou menor significância do impacto.

O método proposto consiste na atribuição de valores numéricos às qualificações dos atributos. A escala varia de 1 a 6 para a intensidade e de 1 a 3 para abrangência e reversibilidade. A intensidade recebe, pois, peso dobrado na definição da importância, por ser considerado o ponto de partida e o atributo mais revelador da significância do impacto, além de contemplar em sua definição as medidas mitigadoras e a suscetibilidade do meio, conforme anunciado anteriormente.

O **Quadro 7.1** sintetiza as possíveis qualificações que podem ser conferidas a cada um dos atributos escolhidos para a avaliação dos impactos, bem como os valores numéricos correspondentes.

**Quadro 7.1 – Grau de importância dos impactos por atributos**

Atributos selecionados para avaliação dos impactos		
Intensidade	Abrangência	Reversibilidade
baixa (1 ou 2)	pontual (1)	reversível (1)
média (3 ou 4)	local (2)	irreversível (3)
alta (5 ou 6)	regional (3)	

Uma vez definida a gradação de valores, procede-se à determinação da importância do impacto, que é calculada pela **soma** dos três atributos e pode variar de 3 (valor mínimo) a 12 (valor máximo). A escala numérica de importância é, então, convertida em uma escala qualitativa de cinco níveis, que podem ser expressos por um número, uma qualificação ou por uma cor, como mostra o **Quadro 7.2**.

**Quadro 7.2 – Escalas de avaliação da importância dos impactos.**

Escala numérica	Escala quantitativa	Representação por cores
3 a 4	<i>muito pouco relevante</i>	
5 a 6	<i>pouco relevante</i>	
7 a 8	<i>medianamente relevante</i>	
9 a 10	<i>relevante</i>	
11 a 12	<i>muito relevante</i>	

Na sequência deste capítulo, são descritos e avaliados os impactos que a implantação da Pilha de Rejeito Desaguado pode causar sobre os meios físico, biótico e socioeconômico, aplicando-se o método de avaliação apresentado. Um quadro-síntese é apresentado no final do capítulo

e embasa a análise integrada dos impactos ambientais desencadeados ou potencializados pelo projeto proposto.

É importante destacar que o Complexo de Mineração de Tapira já se encontra instalado e em operação. Além disso, o CMT possui outras pilhas de disposição de estéril e titânio, já licenciadas.

A implantação do depósito PDR-1 é um elemento necessário para a continuidade do aproveitamento dos recursos minerais presentes da unidade do CMT, e os impactos positivos associados a ele são aqueles associados à continuidade das atividades do Complexo, quais sejam: fornecer matéria-prima de suma importância para a agricultura do país, manutenção de empregos e de receitas tributárias em âmbito local e regional.

Acredita-se, contudo, que o objetivo do Estudo de Impacto Ambiental neste caso não é fundamentar uma decisão sobre a implantação ou não do depósito PDR-1, mas trazer para o processo de licenciamento uma análise completa dos impactos negativos prováveis, para fundamentar a concepção de um adequado plano de gestão.

É importante ressaltar que a maioria dos impactos mencionados ocorrerá com maior intensidade na fase de implantação do empreendimento.

## 7.1 IMPACTOS SOBRE O MEIO FÍSICO

### 7.1.1 Aumento da Carga de Poluentes nas Águas Superficiais

A implantação do depósito Pilha de Rejeito Desaguado – PDR-1 não acarretará a geração de poluentes diferentes dos que já são gerados na operação da atual planta de beneficiamento e dos depósitos do CMT, quais sejam, sólidos carregados pelas águas pluviais que, ao atingir os corpos d'água, poderão causar aumento de turbidez, sólidos em suspensão e assoreamento. Além dos sólidos em suspensão, carregados das bancadas da pilha e das vias de acesso, os corpos d'água próximos poderão receber, em menor quantidade, poluentes como óleos e graxas provenientes de máquinas e veículos em operação. Cabe ressaltar que toda a drenagem da área do projeto verte para os sistemas de controle do CMT (bacias de sedimentação BA3).

A fim de mitigar/controlar este impacto, é proposta a continuação do **Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas**, já implantado e em operação na Mosaic Fertilizantes, visando verificar a eficácia dos sistemas de contenção de sedimentos implantados no empreendimento, além do **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas** e do **Programa de Gestão Ambiental do Empreendimento**.

Natureza	adverso
Intensidade	média (4)
Abrangência	local (2)
Reversibilidade	reversível (1)
Importância	medianamente relevante (7)
Fase de ocorrência	Implantação/Operação

### 7.1.2 Aumento das Taxas de Erosão

Os processos de aumento de taxas de erosão e de assoreamento em atividades minerárias estão geralmente associados às atividades que envolvem remoção da cobertura vegetal, exposição do solo e movimentação do mesmo, resultando na exposição de áreas consideráveis de solo à ação das águas pluviais; o impacto da gota e o escoamento concentrado das águas pluviais sobre uma superfície de terreno desprotegido provocam o desprendimento e o carreamento de partículas, que podem ser transportadas a longas distâncias. A erosão eólica também pode contribuir para essa questão, mas de forma menos intensa que a de origem pluvial.

Os processos erosivos tendem a sofrer progressão iniciando-se em forma de sulcos e progredindo para formas de ravinamentos profundos, ou ainda, quando aliados a fatores geotécnicos, a rupturas e/ou escorregamentos. Nesses casos mais graves, a estabilidade dos taludes pode ficar comprometida, causando problemas de caráter operacional e de segurança, além dos ambientais.

No caso do projeto do depósito PDR-1, processos erosivos tem potencial de progressão, devido, principalmente, à remoção da camada de vegetação existente no local. O controle do impacto aqui descrito será feito através da implantação do **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas**, e sua eficácia monitorada através do **Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas**, já implantado e em operação. Além disso, a unidade possui o **Programa de Monitoramento Geotécnico**.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	<i>média (3)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>pontual (1)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>reversível (1)</i>
<i>Importância</i>	<i>pouco relevante (5)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	Implantação/Operação

### 7.1.3 Alteração das Características do Solo

Ocorrerá a compactação do solo nas vias de acesso e também no depósito PDR-1, com consequente diminuição da porosidade e aeração, aumento da densidade, diminuição da capacidade de infiltração de água pluvial, aumento da evaporação, resultando em diminuição da disponibilidade hídrica; o enraizamento e desenvolvimento de plantas ficam seriamente dificultados devido à própria compactação e consequentes alterações das propriedades físicas.

Este impacto é considerado negativo e de ocorrência certa, que acaba futuramente por trazer consequência no meio antrópico (reutilização das áreas) ou biótico, uma vez que a capacidade de sustentação de nova vegetação, seja implantada ou por regeneração natural, também sofre algumas limitações. É considerado um impacto pontual, limitando-se ao depósito PDR-1 e às áreas de acesso. O controle do impacto aqui descrito será feito através da implantação do **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas**.



<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	<i>baixa (2)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>pontual (1)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>irreversível (3)</i>
<i>Importância</i>	<i>pouco relevante (6)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	Implantação/Operação

#### 7.1.4 Aumento da Carga de Poluentes no Ar

São tidos como poluentes quaisquer substâncias presentes no ar, as quais, devido à sua concentração, possam trazer efeitos nocivos à saúde humana e à biota, e alterar as características do solo ou água após sua deposição.

Os impactos mais significativos das atividades de implantação e operação do projeto do depósito PDR-1 estão relacionados ao aumento da quantidade de material particulado em suspensão, proveniente, sobretudo, das atividades de movimentação de solo, da utilização de vias não pavimentadas para circulação de veículos, manuseio dos materiais e transporte de deposição do rejeito desaguado. Além disso, com menor relevância, o ar também é poluído pelos gases emitidos pelos motores a combustão dos caminhões e máquinas que operam e circulam na área.

O limite de velocidade dos veículos, umectação das vias de acesso e revegetação das áreas em configuração final, são medidas propostas no **Programa de Gestão Ambiental do Empreendimento**, que contribuirão para diminuir a dispersão e a carga de poluentes no ar.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	<i>média (3)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>local (2)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>reversível (1)</i>
<i>Importância</i>	<i>pouco relevante (6)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	Implantação/Operação

#### 7.1.5 Aumento dos Níveis de Ruído

Várias operações desenvolvidas durante a implantação e operação do depósito PDR-1 contribuem para o aumento dos níveis de ruído ambiente, como a própria operação da planta e, em menor nível, o tráfego de veículos e a operação de máquinas e equipamentos no depósito.

Como medidas para mitigação deste impacto, está prevista a manutenção preventiva de veículos e equipamentos envolvidos nas operações de implantação e operação do projeto, assim como o estabelecimento de limites de velocidade, apresentados no **Programa de Gestão Ambiental do Empreendimento**. A eficácia dessas medidas será monitorada através do **Programa de Monitoramento dos Níveis de Ruídos**.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	<i>baixa (2)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>local (2)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>reversível (1)</i>
<i>Importância</i>	<i>pouco relevante (5)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	Implantação/Operação

### 7.1.6 Alterações na dinâmica e fluxo das águas

O projeto prevê a supressão de área de nascentes e cabeceiras de drenagens naturais, o que pode potencialmente provocar alteração na dinâmica e fluxo das águas superficiais e subterrâneas, reduzindo o volume de água que é infiltrado no solo e interferindo na dinâmica hídrica superficial e subterrânea, especialmente em períodos secos, com a alteração do processo de alimentação dos cursos d'água e da disponibilidade hídrica na região.

A movimentação de solo e a supressão de nascentes pode também interferir na qualidade das águas superficiais, conforme já abordado no item 7.1.1 e também na qualidade das águas subterrâneas. Para minimização destes impactos, está prevista a implantação de sistemas de drenagem e o **Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas**.

Além disso, para acompanhamento de possíveis alterações da dinâmica das águas e disponibilidade hídrica, atualmente a Mosaic Fertilizantes já realiza o monitoramento do nível d'água no CMT através de piezômetros (PZs) e indicadores do nível d'água (INAs). A rede de monitoramento conta com um histórico de 147 instrumentos, dos quais, atualmente, 57 estão ativos, dentro e fora da cava. O CMT compensa o déficit de água, que ocorre pontualmente, através de bombeamento e reposição da água produzida no sistema de drenagem da cava para o leito dos córregos. Assim, recomenda-se a continuidade da atualização do modelo hidrogeológico da unidade do CMT, visto que o mesmo monitora as cotas das lâminas d'água, ilhas de assoreamento, pilhas de rejeitos e resíduos, pontos de surgência de água no interior da cava, além do controle e variação na vazão nos vertedouros e caracteriza a intensidade da antropização no regime hidrogeológico regional. Ressalta-se que a disponibilidade hídrica do Complexo é tratada por uma outorga específica e que, até o momento, todas as condicionantes são cumpridas pela Mosaic Fertilizantes.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	<i>média (3)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>local (2)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>irreversível (3)</i>
<i>Importância</i>	<i>medianamente relevante (8)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	Implantação/Operação

## 7.2 IMPACTOS SOBRE O MEIO BIÓTICO

### 7.2.1 Redução de Áreas de Vegetação Nativa

A redução de áreas com vegetação nativa ocorrerá em virtude do desmate necessário para implantação da Pilha de Rejeito Desaguado – PDR-1, com impactos associados aos meios biótico, físico e antrópico.

A diminuição de áreas com vegetação nativa configura-se como um impacto significativo e resultará em fragmentação florestal, alteração da paisagem, perda de biodiversidade e exposição do solo.

A intervenção nos remanescentes de vegetação nativa causará perda de elementos da flora local e diminuição da capacidade de suporte à fauna diante da redução de recursos.

O solo também sofrerá impacto negativo pela falta de cobertura vegetal, com maior vulnerabilidade à erosão, além de alteração do regime de escoamento e infiltração das águas, refletindo em maior escoamento superficial.

A redução de áreas de vegetação natural de Floresta Estacional Semidecidual (FES) em estágio médio de regeneração é considerado o impacto de maior relevância, uma vez que as demais tipologias inseridas na área de intervenção constituem ambientes biologicamente de baixa relevância.

Os fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (FES) em estágio médio de regeneração ocupam 9,8% da área diretamente afetada do empreendimento e são formações associadas ao Bioma Mata Atlântica, protegidos pela Lei Federal 11.428/06 e Decreto 6.660/18.

A fim de mitigar/compensar este impacto são propostos os seguintes programas: **Programa de Compensação Florestal, Programa de Resgate de Flora, Programa de Supressão da Vegetação e Programa de Monitoramento da Vegetação.**

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	<i>alta (6)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>local (2)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>irreversível (3)</i>
<i>Importância</i>	<b><i>muito relevante (11)</i></b>
<i>Fase de ocorrência</i>	<i>Implantação</i>

### 7.2.2 Diminuição de Indivíduos Ameaçados de Extinção/imunes de corte da Flora

Com a supressão na área diretamente afetada pelo empreendimento, haverá a perda local de indivíduos da flora ameaçados de extinção e imunes de corte.

De acordo com os levantamentos realizados na ADA do empreendimento, foram identificadas quatro espécies ameaçadas de extinção ou imunes de corte, são elas: *Cedrela fissilis* (cedro), *Caryocar brasiliense* (pequi), *Handroanthus serratifolius* (ipê-amarelo) e *Handroanthus ochraceus* (ipê-do-cerrado).

O efeito causado pela perda de indivíduos é significativo, pois mesmo que novas árvores sejam plantadas em outro local é difícil restabelecer a mesma composição florística, bem como a mesma composição genética existente no local afetado.

Como medida mitigadora para este impacto, é proposta a execução do **Programa de Compensação Florestal**, **Programa de Resgate de Flora** e o **Programa de Monitoramento da Vegetação**. Os programas visam a coleta de sementes dos indivíduos ameaçados de extinção e imunes de corte para produção de mudas, plantio de mudas das mesmas espécies em outras áreas e o monitoramento das ações de plantio.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	<i>alta (5)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>local (2)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>irreversível (3)</i>
<i>Importância</i>	<i>relevante (10)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	<i>Implantação</i>

### 7.2.3 Intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APP)

Para implantação do empreendimento ocorrerá intervenção em 4,6698 ha dentro de áreas de preservação permanente (APP).

As áreas de preservação permanente – APP auxiliam na função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, além de facilitar o fluxo gênico de fauna e flora e proteger o solo. A intervenção nesses ambientes pode prejudicar as condições atuais dos recursos hídricos, do solo e da biodiversidade nesses ambientes.

Para este impacto é proposta a execução da compensação prevista no **Programa de Compensação Florestal**.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	<i>média (3)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>local (2)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>irreversível (3)</i>
<i>Importância</i>	<i>medianamente relevante (8)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	<i>Implantação</i>

### 7.2.4 Perda de Indivíduos da fauna terrestre

As ações de supressão da vegetação, remoção da camada superficial do solo, a circulação de pessoas e máquinas (veículos), a geração de ruídos e poeiras, a possibilidade de aumento das atividades de caça pela facilitação do acesso aos fragmentos preservados, podem provocar, diretamente, a perda de indivíduos da fauna ou fuga para áreas vizinhas e ainda,

indiretamente, pela perda de habitats e recursos naturais. A área diretamente afetada pelo depósito PDR-1 está próxima de fragmentos de mata e cerrado remanescentes, o que facilita a fuga da fauna, mas favorece a geração de outro impacto, ou seja, a alteração na estrutura faunística destes fragmentos.

A fauna que ocupa os fragmentos adjacentes pode utilizar as áreas do empreendimento em períodos de menor atividade. Após cada período de inatividade, no início da movimentação de máquinas podem ocorrer novamente fugas da fauna para áreas adjacentes e até mesmo a perda de indivíduos por atropelamento. Durante a etapa de supressão da vegetação e o decapeamento do solo recomenda-se a execução da supressão em mosaicos e, antes de iniciar os trabalhos, ligar as máquinas agrícolas e motosserras por alguns minutos, com o objetivo de incentivar a fuga espontânea de animais.

Para verificar a eficiência das medidas previstas, será implementado um **Programa de Afugentamento e Resgate da Fauna Silvestre** durante a fase de implantação do empreendimento, assim como o o **Programa de Monitoramento de Fauna**.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	alta (5)
<i>Abrangência</i>	local (2)
<i>Reversibilidade</i>	irreversível (3)
<i>Importância</i>	relevante (10)
<i>Fase de ocorrência</i>	Implantação

### 7.2.5 Perturbação da Fauna de Áreas Adjacentes

Este item trata do impacto relativo à perturbação da fauna de mamíferos e aves de áreas adjacentes.

Como levantado anteriormente, a perda de habitats tem como consequência a alteração da dinâmica do fragmento remanescente, que pode iniciar um processo de declínio populacional da vegetação ou predomínio de espécies que se beneficiam da nova situação. A fauna destes remanescentes florestais poderá se tornar comprometida da mesma forma que a vegetação, uma vez que ambas estão estreitamente relacionadas. O efeito de borda também ocasionará alterações microclimáticas que podem alterar a estrutura das comunidades presentes nos fragmentos.

Este impacto ocorrerá em todas as fases do empreendimento, uma vez que o início das atividades com a supressão vegetal e remoção do solo causará a fuga, principalmente da fauna de mamíferos de médio a grande porte e aves. A fuga imediata não implica em desuso destas áreas nos períodos de inatividade do empreendimento. A entrada de novos indivíduos em busca de abrigo nas áreas adjacentes terá como consequência imediata a desestruturação da comunidade destas áreas.

A fauna já abrigada nas áreas adjacentes ao empreendimento também sofrerá impacto com relação à movimentação de pessoas e máquinas nas áreas, ou seja, pelos incômodos do aumento de ruído e poeira. Este impacto será mais intenso durante a fase de implantação, quando ocorrer a supressão da vegetação e remoção da camada superficial de solo.

Além disso, as atividades de caça poderão aumentar, devido à menor movimentação de máquinas e pessoas nas áreas, sendo este um aspecto negativo. Para mitigação deste impacto, está previsto o **Programa de Afugentamento e Resgate da Fauna Silvestre, Programa de Gestão Ambiental do Empreendimento**, e o **Programa de Monitoramento de Fauna**.

Natureza	adverso
Intensidade	média (4)
Abrangência	local (2)
Reversibilidade	reversível (1)
Importância	medianamente relevante (7)
Fase de ocorrência	Implantação/Operação

## 7.3 IMPACTOS SOBRE O MEIO SOCIOECONÔMICO

### 7.3.1 Alteração visual da paisagem

O impacto visual ocorre quando as alterações promovidas na paisagem afetam áreas com dimensão e posicionamento tais que se tornam visíveis e contrastantes com a harmonia paisagística do entorno, sendo vistas a partir de áreas exteriores ao empreendimento, seja em núcleos urbanos ou em determinados trechos de estradas. Tal impacto pode afetar negativamente o patrimônio paisagístico, histórico e turístico local.

Como o depósito PDR-1 será implantado no pé da barragem BL-1, que já é uma área alterada atualmente, tal impacto é pouco significativo, sendo o impacto visual da paisagem praticamente imperceptível se comparado ao cenário atual.

Este impacto pode ser considerado de baixa importância. Além disso, as áreas degradadas serão reconformadas conforme o **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas**.

Natureza	adverso
Intensidade	baixa (1)
Abrangência	local (2)
Reversibilidade	irreversível (3)
Importância	pouco relevante (6)
Fase de ocorrência	Implantação/Operação

### 7.3.2 Geração e manutenção de empregos e receitas

O depósito PDR-1 é elemento necessário para o armazenamento do rejeito gerado com a continuidade do aproveitamento dos recursos minerais presentes na área, e os impactos positivos associados a eles são os impactos positivos associados à continuidade da atividade do Complexo de Mineração de Tapira (CMT), quais sejam: fornecer matéria-prima de suma importância para a agricultura do país, manutenção de empregos e de receitas tributárias em âmbito local e regional.

Ainda que o empreendimento proposto não gere expectativas por parte da população em termos de geração de novos empregos diretos, haverá a manutenção dos empregos da unidade e também da mão de obra indireta, não apenas das atividades de lavra, mas de todas as operações do Complexo.

<i>Natureza</i>	benéfico
<i>Intensidade</i>	<i>alta (6)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>regional (3)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>reversível (1)</i>
<i>Importância</i>	<i>relevante (10)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	Implantação/Operação

## 7.4 QUADRO SÍNTESE DOS IMPACTOS

Quadro 7.3 – Síntese dos impactos, seus atributos e programas associados.

Meio	Impactos	Atributos (2)				Fases de ocorrência (3)	Programas Associados	Importância
		NAT	INT	ABR	REV			
FÍSICO	Aumento da carga de poluentes nas águas superficiais	A	4	2	1	I/O	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Monitoramento de Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas</li> <li>Plano de Recuperação de Áreas Degradadas</li> <li>Programa de Gestão Ambiental do Empreendimento</li> </ul>	Medianamente relevante (7)
	Aumento das taxas de erosão	A	3	1	1	I/O	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plano de Recuperação de Áreas Degradadas</li> <li>Programa de Monitoramento de Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas</li> <li>Programa de Monitoramento Geotécnico</li> </ul>	Pouco Relevante (5)
	Alteração das características do solo	A	2	1	3	I/O	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plano de Recuperação de Áreas Degradadas</li> </ul>	Pouco relevante (6)
	Aumento da Carga de Poluente no Ar	A	3	2	1	I/O	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Gestão Ambiental do Empreendimento.</li> </ul>	Pouco relevante (6)
	Alteração dos níveis de ruído	A	2	2	1	I/O	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Gestão Ambiental do Empreendimento</li> <li>Programa de Monitoramento dos Níveis de Ruídos</li> </ul>	Pouco relevante (5)
	Alterações na dinâmica e fluxo das águas	A	3	2	3	I/O	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Monitoramento de Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas</li> </ul>	Medianamente relevante (8)
BIÓTICO	Redução de Áreas de Vegetação Nativa	A	6	2	3	I	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Compensação Florestal</li> <li>Programa de Resgate de Flora</li> <li>Programa de Supressão da Vegetação</li> <li>Programa de Monitoramento da Vegetação</li> </ul>	Muito Relevante (11)



Meio	Impactos	Atributos (2)				Fases de ocorrência (3)	Programas Associados	Importância
		NAT	INT	ABR	REV			
	Diminuição de Indivíduos Ameaçados de Extinção/imunes de corte da Flora	A	5	2	3	I	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Compensação Florestal</li> <li>Programa de Resgate de Flora</li> <li>Programa de Monitoramento da Vegetação</li> </ul>	Relevante (10)
	Intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APP)	A	3	2	3	I	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Compensação Florestal</li> </ul>	Medianamente Relevante (8)
	Perda de Indivíduos da Fauna Terrestre	A	5	2	3	I	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Afugentamento e Resgate de Fauna Silvestre</li> <li>Programa de Monitoramento de Fauna</li> </ul>	Relevante (10)
	Perturbação da Fauna de Áreas Adjacentes	A	4	2	1	I/O	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Afugentamento e Resgate de Fauna Silvestre</li> <li>Programa de Gestão Ambiental do Empreendimento</li> <li>Programa de Monitoramento de Fauna</li> </ul>	Medianamente Relevante (7)
<b>SOCIOECONÔMICO</b>	Alteração visual da paisagem	A	1	2	3	I/O	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plano de Recuperação de Áreas Degradadas</li> </ul>	Pouco Relevante (6)
	Geração e manutenção de empregos e receitas	B	6	3	1	I/O	Não se aplica	Relevante (10)

## 7.5 ANÁLISE INTEGRADA DOS IMPACTOS

Em resumo, foi possível identificar e avaliar os impactos associados a implantação, operação e desativação do depósito PDR-1 no CMT. Em outras palavras, o depósito, assim como qualquer atividade industrial, tem o potencial de causar impactos que poderão incidir sob os meios físico, biótico e socioeconômico.

É importante frisar que o número de impactos em si não tem grande significado, exceto em comparações entre análises que utilizam a mesma metodologia. No caso presente, procurou-se, deliberadamente, agrupar impactos causados pelas mesmas ações ou que afetassem os mesmos receptores por meio de um único processo, nas diversas fases (implantação, operação ou desativação). Sendo também importante ressaltar que o Complexo já se encontra em operação e a unidade do CMT opera há mais de 40 anos; entretanto, buscou-se consolidar os principais impactos considerando a nova planta e depósito PDR-1. Outra forma de análise e apresentação, mesmo considerando os mesmos impactos, poderia chegar à formulação de centenas de impactos, mas não iria contribuir para a compreensão do empreendimento, nem, tampouco, para a formulação de um adequado plano de gestão.

Com relação aos impactos ambientais adversos, observa-se que dentre os impactos negativos analisados, apenas “Redução de áreas com presença de vegetação nativa” foi considerada muito relevante. A maioria dos impactos se classifica como pouco relevante.

Com relação aos compartimentos do meio, em que pese considerar que a rigor não existe uma fronteira rígida entre os meios físico, biótico e antrópico, o quadro-síntese dos impactos evidencia um maior número de impactos sobre o meio físico (6), em comparação com os meios biótico (5) e socioeconômico (2), sendo que 1 impacto é benéfico para a sociedade: “Geração e manutenção de empregos e receitas”.

Os resultados desta análise norteiam a concepção do plano de gestão do empreendimento, composto de medidas mitigadoras, medidas compensatórias, planos de monitoramento e plano de recuperação de áreas degradadas, apresentados nos capítulos subsequentes.

## 8 MEDIDAS MITIGADORAS

O Complexo de Mineração de Tapira (CMT) está em operação há mais de 40 anos e seu projeto incorpora numerosas medidas de mitigação de impactos ambientais, implantadas no início das atividades ou ao longo dos anos de produção, à medida que se constatava sua necessidade.

Por sua vez, para o novo depósito PDR-1 a ser implantado, são conhecidas as medidas de controle e de mitigação dos impactos, visto que há na unidade outras pilhas de estéril e titânio já instaladas, em operação.

Algumas dessas medidas foram concebidas para a mitigação de impactos específicos, mas a maior parte compõe um conjunto de ações que têm a finalidade de controlar e atenuar os danos que o empreendimento pode causar aos meios físico, biótico e socioeconômico, vistos como um todo, e são apresentadas nos itens subsequentes.

### 8.1 PROGRAMA DE GESTÃO AMBIENTAL DO EMPREENDIMENTO

Tendo em vista os impactos socioambientais que podem ser gerados pela implantação do depósito PDR-1, o Programa de Gestão Ambiental constitui-se em um conjunto de medidas e procedimentos de gestão associados aos aspectos ambientais. A aplicabilidade dessas ações é realizada em cinco áreas: a) emissões do tráfego de veículos e movimentações em áreas não pavimentadas; b) controle e manutenção de máquinas, veículos e equipamentos; c) ações de controle e gestão dos resíduos sólidos; d) trafegabilidade e sinalização viária; e) sistema de drenagem de águas pluviais e bacias de decantação provisórias.

Dessa forma, o programa prevê estabelecer ações de controle e supervisão ambiental das obras, integradas aos procedimentos técnicos de engenharia, objetivando minimizar os impactos ambientais e estabelecer procedimentos técnico-gerenciais e mecanismos de acompanhamento para garantir a implementação das ações de controle ambientais. Além disso, como meta o programa também inclui minimizar as ocorrências de reclamações pela população da área de influência direta e de não-conformidades e impactos ao meio ambiente durante a execução das obras, com auxílio de uma equipe qualificada, um projeto estruturado e indicadores para acompanhar sua eficácia.

#### 8.1.1 Manutenção Preventiva de Veículos e Equipamentos

A manutenção preventiva de equipamentos e veículos contribui para a mitigação da contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas, uma vez que previne vazamentos de combustíveis e lubrificantes. Devem ser verificadas periodicamente as partes que podem apresentar vazamentos, como o tanque de combustível e o cárter. Além das inspeções nos veículos e equipamentos em si, devem ser observados sistematicamente seus locais de parada em busca de indícios visuais de vazamentos no piso ou solo.

A manutenção periódica, principalmente quando envolve troca de óleo, deve ser feita em locais apropriados, dotados de piso impermeabilizado e sistema de tratamento de efluentes oleosos.

Além de contribuir para evitar a contaminação do solo, a manutenção periódica de veículos e equipamentos é importante para a prevenção da emissão de gases de combustão e fumaças.

Para tanto, deve contemplar a regulagem periódica dos motores sempre que houver indícios de motores desregulados, além de se executar o monitoramento de fumaça preta.

Os itens ligados à segurança e desempenho também devem ser contemplados na manutenção periódica de veículos e equipamentos.

### **8.1.2 Limitação da velocidade dos veículos**

O limite de velocidade nas vias de circulação do empreendimento será controlado, de modo a atenuar a emissão de poeira e reduzir o risco de atropelamento da fauna em deslocamento.

### **8.1.3 Umectação de vias de circulação**

Em épocas de menor incidência de chuvas (maio a setembro), visando reduzir a emissão de poeiras fugitivas, deve-se promover a umectação das vias de circulação e pontos de carga e descarga do minério e estéril, utilizando para tanto caminhão-pipa dotado de aspersores de água.

### **8.1.4 Gestão de Resíduos Sólidos**

Atualmente, encontra-se implantado na Mosaic Fertilizantes um Programa de Gestão de Resíduos Sólidos, que possui como objetivo conduzir, de forma adequada, a coleta, estocagem primária, o transporte, o tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos gerados no empreendimento. Este programa possui como principais diretrizes:

- A classificação dos resíduos sólidos gerados seguindo a norma brasileira da ABNT NBR 10.004/2004;
- Realização e manutenção do inventário de resíduos, em atendimento à Resolução Conama nº 313/ 2002;
- Identificação e implementação de alternativas de minimização da geração de resíduos, e atualização do inventário e do banco de dados por meio de relatório anual específico, sempre que uma ação de minimização for implementada;
- Identificação de alternativas de reutilização interna dos resíduos, considerando-se a viabilidade técnica e econômica de reúso e, também, o transporte dos mesmos;
- Identificação de empresas reprocessadoras de resíduos, observando-se as instruções corporativas específicas para os processos de qualificação e homologação de fornecedores;
- Segregação, coleta seletiva e estocagem temporária, realizadas de forma adequada;
- Treinamento e conscientização dos colaboradores.

O Plano de Gestão de Resíduos Sólidos será mantido durante as fases de implantação e operação do empreendimento, visando garantir a correta gestão dos resíduos gerados.

### **8.1.5 Sistema de drenagem de águas pluviais e bacias de decantação provisórias**

Para minimização dos impactos relacionados à erosão será construído um sistema de drenagem de águas pluviais e decantação provisório para captação do escoamento superficial proveniente das áreas em solo exposto.

A execução deste sistema deverá seguir as normas e legislações pertinentes e se basear nas características locais de topografia do terreno. Deve ainda garantir declividade mínima nas canaletas que permita o escoamento e direcionamento adequados das águas para as bacias de decantação temporárias, mas ao mesmo tempo mantendo controlado o grau de erosão do solo das canaletas pelas águas pluviais.

A saída das bacias de decantação deverá prever o encaminhamento das águas pluviais diretamente para as drenagens naturais, de forma a permitir o pleno escoamento das águas e minimizando qualquer alteração nos regimes de vazões nos cursos d'água locais.

Deverá ainda ser implantado um cronograma de monitoramento do sistema de modo a garantir seu adequado funcionamento.

### 8.1.6 Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

A *recuperação* de áreas degradadas parte da premissa de que haverá o retorno das áreas a um estado de utilização pré-estabelecido, em condição de equilíbrio autossustentável, em harmonia com o entorno e sem rupturas de suas características gerais. De tal maneira, a *recuperação* é empregada genericamente para definir o processo que visa a um novo uso da área degradada, que pode ser diferente de sua condição original. Na Lei nº 9.985/00, este termo designa a “*restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada*”, independentemente das condições originais da área.

As ações no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas incluem a reconformação topográfica da área, implantação de um sistema de drenagem superficial e a revegetação (para minimizar processos erosivos) e ações de manutenção e monitoramento das áreas recuperadas.

As etapas de execução guiam o projeto para atingir as metas, que consistem em garantir: a pronta implantação do plano em 100% das áreas disponibilizadas para recuperação; a sobrevivência da maioria das mudas nos plantios nas áreas em recuperação; e ao final do programa, o ambiente recuperado deve alcançar um estágio em que seja capaz de se regenerar naturalmente e avançar em estágios sem a necessidade de intervenções periódicas.

## 8.2 PROGRAMA DE COMPENSAÇÃO FLORESTAL

O Programa de Compensação Florestal é uma medida de mitigação e compensação dos impactos de redução de áreas com presença de vegetação nativa, diminuição de espécies ameaçadas de extinção e imunes de corte, supressão de vegetação associada ao Bioma Mata Atlântica (FES em estágio médio de regeneração) e intervenção em áreas de preservação permanente (APP).

O programa visa atender as normas ambientais vigentes e minimizar impactos na área de intervenção do depósito PDR-1, através das seguintes compensações:

- Compensação por supressão de vegetação associada ao Bioma Mata Atlântica (FES estágio médio), através de destinação de área para conservação e restauração florestal;
- Compensação pela supressão de espécies ameaçadas de extinção e imunes de corte (*Cedrela fissilis*, *Caryocar brasiliense*, *Handroanthus serratifolius* e *Handroanthus ochraceus*), que poderá ser realizada através de plantio de mudas e/ou recolhimento de Ufemgs;

- Compensação pela intervenção em áreas de preservação permanente – APP, através de recuperação de APPs.

As áreas previstas para compensação ainda serão definidas pela Mosaic Fertilizantes, juntamente com o órgão ambiental.

A medida compensatória pela intervenção em vegetação associada ao Bioma Mata Atlântica (FES estágio médio) deve atender os critérios exigidos na Lei Federal nº 11.428/06, Decreto Federal nº 6.660/08 e Decreto Estadual 47.749/19.

Em relação às espécies ameaçadas de extinção e imunes de corte encontradas na área de intervenção, deve-se realizar o plantio compensatório de acordo o previsto na Lei Estadual nº 20.308/12 e Decreto 47.749/19.

A compensação pela intervenção em APP deverá seguir as diretrizes do Art. 5º da Resolução CONAMA nº 369/06 e Art. 75 do Decreto Estadual nº 47.749/19.

### **8.3 PROGRAMA DE AFUGENTAMENTO E RESGATE DE FAUNA SILVESTRE**

A execução da supressão da vegetação é uma das principais etapas para a implementação do depósito PDR-1. Essa etapa pode causar perda e alteração dos habitats florestais e aquáticos, provocando a fuga e, possivelmente, a morte acidental de indivíduos da fauna silvestre local, que são considerados impactos relevantes.

Desse modo, como forma de minimização desses impactos, o Programa de Afugentamento e Resgate da Fauna Silvestre se baseia em acompanhar e direcionar as atividades de supressão, favorecendo a fuga “passiva” de indivíduos da fauna local para áreas adjacentes ao empreendimento, além de executar eventuais ações de resgate quando necessário e em triar e destinar a fauna capturada.

O afugentamento da fauna residente na área de supressão ocorre para que os animais migrem para áreas adjacentes sem o estresse causado pelo contato com humanos e assim não corram o risco de se ferirem ou morrerem durante o desmatamento. Sendo assim, o programa é dividido em atividades preliminares à supressão vegetal e resgate da fauna silvestre, com preparação de documentos, de equipamentos e da equipe, e em atividades concomitantes à supressão vegetal, durante a qual será realizada a captura da fauna para posterior manejo e registro. Para isso, faz-se necessário promover a conscientização da equipe responsável pela supressão de vegetação em relação à importância da identificação e do resgate da fauna local, além de demonstrar os procedimentos adequados a serem tomados, quando se depararem com algum animal durante o trabalho.

### **8.4 PROGRAMA DE PERFORMANCE SOCIAL**

Considerando as alterações socioeconômicas e ambientais provenientes do depósito PDR-1 e do próprio Complexo de Mineração de Tapira sobre a qualidade de vida da população municipal, regional e local, como a alteração da paisagem, dinamização econômica, geração de incômodos e transtornos à população e impactos do meio físico e biótico, faz-se necessário o desenvolvimento do Programa de Performance Social entre seus diferentes âmbitos de atuação.

O Programa adota principalmente quatro frentes de atuação: processo de comunicação efetiva sobre o projeto; apoio aos programas ambientais propostos para a construção do

depósito PDR-1 e para os programas existentes no Complexo de Mineração de Tapira; relacionamento comunitário junto à população inserida na AID e relacionamento institucional com o poder público municipal de Tapira; e apoio referente aos mecanismos de alerta e comunicação previstos no PAEBM para as barragens existentes no CMT.

O Programa é de grande importância para a conscientização dos trabalhadores do empreendimento e da comunidade, visando ampliar a sensibilização e o conhecimento sobre as questões ambientais e as possibilidades de compatibilização entre os fatores naturais e as atividades socioeconômicas e culturais na busca do desenvolvimento sustentável.

## **8.5 PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CIDADANIA – PEAC**

O PEAC é desenvolvido no CMT desde 2003, em sintonia com o Programa de Performance Social e outras iniciativas da Mosaic Fertilizantes.

Os objetivos deste programa são: contribuir para a construção de uma cultura de respeito ao meio ambiente, em todos os seus aspectos, por meio de ações educativas que permitam à população atendida desenvolver maior consciência crítica sobre as problemáticas ambientais e sociais que a envolvem; e estimular o exercício da cidadania, promovendo o conhecimento e a reflexão sobre os direitos e deveres de cada um em relação ao meio em que vive.

O PEAC se aplica no âmbito interno e externo das operações da Mosaic Fertilizantes. O público interno é formado pelos empregados próprios da Mosaic Fertilizantes e funcionários de empresas que prestam serviços dentro da unidade. No que se refere ao público externo, o PEAC atua prioritariamente em benefício das populações mais diretamente impactadas pelas operações do CMT, ou seja, as comunidades rurais localizadas nas proximidades do empreendimento, a saber: Assentamento Fazenda Bom Jardim, Ribeirão do Inferno, Antas, Alto da Serra e Palmeiras.

As metodologias empregadas consistem em contatos informais, entrevistas ou levantamentos de percepções, reuniões, palestras, seminários, exposições, cursos ou oficinas, excursões, eventos, mutirões e ações comunitárias. Com o advento da pandemia de coronavírus, a partir de março de 2020, o PEAC passou a conviver com as restrições a atividades presenciais e, portanto, foram adotados métodos a distância, tais como: divulgação de videoaulas gravadas, distribuição de materiais educativos impressos, videoconferências, grupos de troca de mensagens, em aplicativos como *WhatsApp*, transmissões ao vivo e exposições visuais. Tais métodos se encontram ainda em fase de desenvolvimento e testes, enfrentando dificuldades como a falta de acesso de qualidade à Internet, principalmente nas comunidades rurais.

## **8.6 PROGRAMA DE RESGATE DE FLORA**

A supressão de vegetação nativa na área de intervenção acarretará em redução de variabilidade genética da comunidade vegetal local, além da supressão de exemplares da flora ameaçados de extinção e imunes de corte.

O programa de resgate de flora visa minimizar os impactos relacionados à implantação do empreendimento, com objetivo de preservar os recursos genéticos da vegetação afetada, com foco nas espécies ameaçadas de extinção e imunes de corte, além de promover a relocação de espécies epífitas e apoiar processos de restauração ecológica.

Dentre as diversas estratégias voltadas à proteção da biodiversidade, uma delas é a conservação de recursos genéticos, intitulada conservação *ex situ*, por meio do resgate de germoplasma de espécies alvo.

O germoplasma vegetal refere-se à estrutura física dotada de caracteres hereditários, capaz de gerar um novo indivíduo e transmitir suas características, sendo representado por sementes, mudas, estacas ou outra parte que possa transmitir características hereditárias.

O programa deve ser iniciado antes da supressão vegetal na área de intervenção, através da coleta de sementes e demais materiais propagativos de espécies nativas que terão suas populações naturais reduzidas, com foco em espécies ameaçadas de extinção e imunes de corte.

O material coletado deve ser destinado para beneficiamento, armazenamento e propagação, podendo contar com apoio de viveiros terceirizados. Posteriormente, as mudas obtidas deverão incrementar projetos de restauração florestal, de preferência na região do empreendimento.

Plântulas e indivíduos jovens de espécies alvo também devem ser relocados da área de intervenção, uma vez que devido ao pequeno porte são passíveis de serem relocados integralmente. Nesse caso, a relocação deve ocorrer em remanescentes com mesma fitofisionomia e características ecológicas semelhantes.

O programa também deverá realizar o resgate de epífitas na área de supressão, com retirada de espécies de orquídeas, bromélias, aráceas, cactáceas, piperáceas e posterior recolocação para áreas alvo. O resgate de epífitas deve ser realizado antes e durante as atividades de supressão, uma vez que exemplares inseridos nas copas das árvores são de difícil acesso e passíveis de serem resgatados apenas no momento de derrubada das árvores.

## 8.7 PROGRAMA DE SUPRESSÃO DA VEGETAÇÃO

O programa de supressão da vegetação é uma medida para auxiliar na mitigação de impactos sobre a flora, com ações direcionadas para planejamento e execução da exploração florestal na área de intervenção.

Os objetivos do programa de supressão da vegetação são:

- restringir o desmatamento dentro dos limites da área diretamente afetada;
- possibilitar o direcionamento da migração da fauna terrestre para as áreas florestais remanescentes adjacentes, estimulando a saída espontânea ou afugentamento mediante o desmatamento orientado e acompanhado por equipes de monitoramento e salvamento da fauna, reduzindo assim a mortalidade e “stress” causados pela manipulação dos animais durante o resgate;
- permitir a realização de coleta de material botânico, para posterior utilização em programas de recuperação ambiental;
- realizar o aproveitamento do material lenhoso inserido na área de intervenção.

O plano de desmatamento é composto por procedimentos básicos para que as atividades sejam executadas de forma segura e restritas ao local de intervenção a ser licenciado, contribuindo assim para mitigação dos impactos.



É importante salientar que este programa, principalmente no que se refere às soluções técnicas para o desmatamento, tem caráter orientativo, podendo sofrer alterações em função de peculiaridades observadas no momento de sua execução ou mesmo em técnicas alternativas a serem utilizadas pelas empresas contratadas para a execução do desmatamento.

## **8.8 PROGRAMA DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**

A Lei Federal 9.985/00, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), em seu Artigo 36, estabelece que empreendimentos de significativo impacto ambiental são obrigados a apoiar a implantação e manutenção de Unidade de Conservação (UC) de proteção integral. A Deliberação Normativa Copam 94/06 estabelece as normas que devem ser seguidas no estado de Minas Gerais em relação a esta compensação, até que sobrevenha regulamentação federal definitiva sobre o assunto.

No mais, cumpre esclarecer que o empreendimento não está situado na zona de amortecimento de UCs existentes, conforme apresentado no diagnóstico ambiental deste relatório.

## 9 PROGRAMAS DE MONITORAMENTO

Além das medidas mitigadoras e compensatórias apresentadas no capítulo anterior, será implementado um programa de monitoramento, cujo propósito principal é aferir o acerto das previsões feitas neste estudo, tanto com relação à ocorrência dos impactos previstos, como no tocante a eficiência das medidas ambientais projetadas. Assim, o planejamento e a execução de um programa de monitoramento adequado revestem-se de suma importância, pois seus resultados poderão implicar na proposição de novos estudos, novas medidas mitigadoras ou alterações nas medidas propostas.

O programa será executado por profissionais capacitados em diversas especialidades, tendo o empreendedor responsabilidade gerencial e financeira pela implantação e condução das ações previstas no programa.

### 9.1 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DE RUÍDOS

As atividades de terraplenagem, movimentação de solo, tráfego de equipamentos de grande porte e outras que serão desenvolvidas nas etapas de implantação e operação do depósito PDR-1 poderão alterar a qualidade sonora nas comunidades de seu entorno. Para isso, o programa de Monitoramento dos Níveis de Ruído tem como objetivo garantir que os níveis de pressão acústica oriundos do empreendimento atendam às normas e legislações vigentes e minimizem o impacto sobre o ambiente, a vizinhança e funcionários do CMT.

Sendo assim, o programa estabelece diretrizes para medições periódicas e sistemáticas de acompanhamento dos níveis de ruído que possam indicar a qualidade ambiental neste aspecto e criar subsídios, se necessário, para a adoção de ações complementares para adequação dos mesmos. Dessa forma, o programa se estrutura basicamente em duas etapas: a primeira de coleta e amostragem de dados de campo e a segunda de análise dos dados e elaboração de relatórios para tomadas de decisões.

Os níveis de ruído medidos nos pontos apresentados no Diagnóstico Ambiental situaram-se dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Conama 001/1990 – NBR 10.151/2019.

A fim de avaliar o impacto do futuro depósito PDR-1, recomenda-se a continuidade do programa de monitoramento dos níveis de ruídos, nos mesmos pontos utilizados no diagnóstico ambiental, com periodicidade semestral durante a fase de implantação e anual, durante a fase de operação. Nas campanhas regulares de monitoramento, recomenda-se especial cuidado em registrar todos os eventos que possam contribuir para o aumento dos níveis de ruído, tanto aqueles relacionados ao empreendimento, como os independentes, como ruído de insetos ou animais domésticos, vento, veículos, máquinas etc.

### 9.2 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS

Para evitar a contaminação do solo, a poluição dos recursos hídricos, e outros danos ao meio ambiente causados pela construção e operação do depósito PDR-1, o Programa de Monitoramento das Águas Superficiais e Subterrâneas tem como objetivo acompanhar eventuais alterações físico-químicas e biológicas na qualidade das águas durante as etapas de implantação e operação do empreendimento para avaliar o enquadramento dos corpos

hídricos nos padrões de qualidade estabelecidos pelas legislações ambientais vigentes e que, em caso de alterações, sejam reforçadas as medidas de controle adotadas.

O presente Programa integra o sistema de gestão ambiental já existente no Complexo de Mineração de Tapira, no que se refere ao monitoramento da qualidade das águas, contribuindo para a sistematização dos dados e dando continuidade ao monitoramento já existente durante toda a operação do empreendimento. O escopo do programa inclui desde a definição dos pontos e parâmetros físico-químicos a serem monitorados até a análise dos resultados e possíveis tomadas de decisão.

Recomenda-se a manutenção do programa de monitoramento ambiental de todos os pontos utilizados para elaboração do Diagnóstico Ambiental das Águas Superficiais e das Águas Subterrâneas. Dessa forma, será possível o acompanhamento das prováveis interferências do projeto dentro na qualidade das águas do entorno do CMT, quando comparados os resultados obtidos com aqueles do diagnóstico.

Serão mantidas as frequências de monitoramento atualmente utilizadas. A análise das amostras serão realizadas por meio da contratação de laboratório específico e capacitado para tais funções, além de ser o mesmo cadastrado no Sistema Estadual de Meio Ambiente – SISEMA, conforme definido pela Deliberação Normativa COPAM nº 89/2005, e acreditado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO ou por organismo que mantém reconhecimento mútuo com o mesmo, ou ainda estar homologado por rede metrológica de âmbito estadual, integrante do Fórum de Redes Estaduais e que disponha de um sistema de reconhecimento da competência de laboratórios com base nos requisitos da Norma NBR ISO/IEC 17.025/2005.

As amostragens seguirão as seguintes normas da ABNT: NBR 9.897/1987 (Planejamento de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores – Procedimentos) e NBR 9.898/1987 (Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores – Procedimentos).

Os métodos analíticos serão aqueles estabelecidos no *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater APHA – AWWA* (última edição). Os resultados serão comparados com padrões estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008.

### **9.3 PROGRAMA DE MONITORAMENTO GEOTÉCNICO**

O Programa de Monitoramento Geotécnico tem por objetivo estabelecer requisitos de segurança e meio ambiente visando eliminar, controlar e minimizar o risco de acidentes geomecânicos associados às estruturas do CMT.

O Programa de Monitoramento Geotécnico atualmente executado na Mosaic promove o controle de parâmetros geotécnicos e ambientais para as frentes de lavras, depósitos de estéril e barragens, e tem por finalidade acompanhar o comportamento das estruturas para verificar se a operação ocorre de acordo com as premissas técnicas estabelecidas em cada projeto.

O monitoramento geotécnico para o depósito PDR-1 visa acompanhar a estabilidade dos taludes, com inspeções de campo para averiguar a formação de trincas, blocos e outras estruturas e acompanhar o desenvolvimento das mesmas e/ou definir metodologias para mitigação.

## 9.4 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE FAUNA

Modificações na vegetação, na qualidade das águas e em aspectos físicos como ruídos e vibrações são fatores que alteram a dinâmica e a diversidade das populações de animais silvestres. O Programa de Monitoramento de Fauna tem por objetivo monitorar o impacto do empreendimento sobre a fauna e com base nos dados obtidos propor, programar e aplicar medidas mitigadoras adequadas à redução ou eliminação dos impactos sobre a mastofauna, herpetofauna, avifauna e ictiofauna.

O programa pretende acompanhar as possíveis alterações nas populações dos ambientes amostrados, atualizar os dados e a listagem das espécies que ocorrem na área de amostragem, avaliar os impactos da operação das atividades minerárias do empreendimento para propor, se necessário, medidas para conservação das espécies na área de estudo e aumentar o conhecimento sobre a distribuição de espécies raras, endêmicas, ameaçadas ou com distribuição restrita. Para a avaliação da avifauna, será adotada a metodologia de pontos fixos de visualização e escuta. Para a herpetofauna e mastofauna, será utilizada a metodologia de busca ativa e a avaliação da ictiofauna será feita por pontos amostrais.

## 9.5 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA VEGETAÇÃO

O programa de monitoramento da vegetação será executado para avaliar os resultados das ações de plantio e manutenção de vegetação relacionados às medidas mitigadoras, compensatórias e de recuperação de áreas alteradas e degradadas que envolvem este tipo de ação.

As áreas alvo do programa de monitoramento serão as previstas no **Programa de Compensação Florestal**, relacionadas com as áreas de restauração previstas para compensação de Mata Atlântica, áreas destinadas para o plantio de mudas de espécies ameaçadas/imunes de corte e áreas de preservação permanente a serem recuperadas.

O monitoramento deve ser realizado através de vistorias periódicas, para observações gerais do processo de desenvolvimento das mudas plantadas em campo, avaliação do processo de restauração ecológica e definição de controles preventivos ou medidas corretivas, caso necessário.

Os parâmetros a serem verificados no monitoramento são:

- Desenvolvimento das mudas;
- Mortalidade;
- Condições fitossanitárias (estado nutricional, ataque de pragas/formigas);
- Perturbações externas (fogo, pisoteio de animais, erosão);
- Infestação de espécies invasoras.

As informações obtidas durante o programa de monitoramento devem ser compiladas e avaliadas as condições de sobrevivência das espécies. Caso necessário, medidas corretivas devem ser recomendadas e adotadas para garantir o desenvolvimento das mudas e a conservação dos recursos genéticos.

O monitoramento das atividades de revegetação possui interface com as atividades de manutenções periódicas dos plantios, como coroamento e adubação de cobertura, pois

durante as ações de manutenção é possível verificar possíveis fatores prejudiciais ao desenvolvimento das mudas e com isso auxiliar na tomada de decisão para adequação do projeto, caso necessário.

## 10 PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS - PRAD

A degradação ambiental pode ser definida como o processo de alteração negativa do ambiente, resultante de atividades antrópicas causadoras de desequilíbrio e destruição, parcial ou total dos ecossistemas (WATANABE, 1997 *apud* BARBOSA, 2000).

Os principais fatores da degradação dos ambientes terrestres são os desmatamentos para fins agropastoris, a urbanização, as grandes obras de engenharia (construção de rodovias, ferrovias ou represas), a mineração, as atividades agrícolas (com uso de produtos químicos, máquinas inadequadas e ausência de práticas conservacionistas do solo) e as atividades industriais e bioindustriais que causam a poluição do solo (DIAS & GRIFFITH, 1998 *apud* BARBOSA, 2000).

No âmbito conceitual, é importante distinguir dois termos: *restauração* e *recuperação*. A *restauração* é definida como o processo de alteração intencional de um hábitat para restabelecer um ecossistema definido, natural e histórico, objetivando imitar sua estrutura, sua função, sua diversidade e a sua dinâmica original (SOCIETY OF ECOLOGICAL RESTORATION, 1997 *apud* BARBOSA, 2000). Tal termo deve ser empregado, segundo a Lei nº 9.985/00, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), para indicar a “*restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível de sua condição original*”.

A *recuperação* de áreas degradadas parte da premissa de que haverá o retorno das áreas a um estado de utilização pré-estabelecido, em condição de equilíbrio autossustentável, em harmonia com o entorno e sem rupturas de suas características gerais. De tal maneira, a *recuperação* é empregada genericamente para definir o processo que visa a um novo uso da área degradada, que pode ser diferente de sua condição original. Na lei mencionada acima, este termo designa a “*restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada*”, independentemente das condições originais da área.

Isto posto, cabe esclarecer que o plano ora apresentado, entendido à luz dos conceitos acima explanados, propõe a *recuperação* das áreas degradadas pelo depósito PDR-1, restituindo às áreas afetadas uma condição de equilíbrio autossustentável.

As interferências humanas na recuperação de áreas degradadas, procurando estabelecer funções biológicas, estéticas ou funcionais, requerem esforços diferenciados, dependentes do grau de degradação do ecossistema envolvido e de sua capacidade de retornar a uma condição equilibrada diante das ações de recuperação postas em prática. Dentre as características que podem determinar o sucesso de um projeto de recuperação vegetal, destacam-se:

- A sustentabilidade ou capacidade da comunidade perpetuar-se;
- A resistência à invasão de organismos de populações alheias e prejudiciais ao ecossistema;
- A obtenção da produtividade semelhante à do ecossistema natural; e
- O estabelecimento de uma alta capacidade de retenção de nutrientes no sistema (BRADSHAW, 1990 *apud* BARBOSA, 2000).

O presente plano de recuperação das áreas degradadas em virtude do depósito PDR-1 foi dividido nas seguintes fases:

- **Reafeiçoamento físico:** ações de retaludamento e acertos topográficos da área do depósito PDR-1;
- **Drenagem:** ações de controle e direcionamento adequado de águas pluviais;
- **Revegetação:** ações de contenção e proteção do solo para garantir a estabilidade por longo prazo – proteção do solo com cobertura morta, plantio de mudas e condução da regeneração natural já existente em grande parte da área.

## 10.1 REAFEIÇOAMENTO FÍSICO

O objetivo do reafeiçoamento físico é a harmonização morfológica da cava e do depósito PDR-1 com a paisagem circundante, através de estudos sobre a estabilidade de taludes e análise geotécnica.

Os taludes finais possuirão geometria de acordo com estudos de estabilidade e de geotecnia.

## 10.2 DRENAGEM

Para propiciar a devida captação e escoamento das águas pluviais que precipitam sobre a área do depósito PDR-1, deverá ser construído um sistema de drenagem.

No caso do depósito PDR-1, o sistema de drenagem será composto por uma drenagem superficial. Este sistema evitará a formação de erosões, assim como auxiliará na estabilidade estrutural do depósito, canalizando as águas em direção à Barragem BA3.

Todo o sistema de drenagem implantado deverá ser frequentemente vistoriado, principalmente após a ocorrência de chuvas, durante a fase de operação e desativação do empreendimento.

As caixas e bacia de sedimentação, quando estiverem preenchidas, deverão ser limpas e as canaletas e tubulações, se necessário, desobstruídas. Os locais onde ocorrer erosão deverão ser imediatamente recuperados e o sistema de sarjetas em solo, caso necessário, poderá ser substituído por canaletas revestidas.

Após a implantação do projeto de revegetação, com a conseqüente redução dos processos erosivos, a manutenção do sistema poderá ser revista.

## 10.3 REVEGETAÇÃO

Em um programa de recuperação de ambientes degradados, vários tipos de revegetação podem ser planejados, dependendo, basicamente, das potencialidades locais e dos objetivos a serem atingidos.

### 10.3.1 Taludes

Os taludes deverão receber revestimento vegetal de gramíneas e leguminosas, preferencialmente por meio de hidrossemeadura. Essa técnica permite revestir o solo rapidamente protegendo-o de processos erosivos e atenuando o impacto visual.

A hidrossemeadura é uma técnica que consiste no jateamento mecanizado de uma mistura de sementes de diversas espécies de gramíneas e leguminosas, mulch, fertilizantes e fixadores. Antes do jateamento, a superfície deve ser regularizada manualmente ou mecanicamente, buscando eliminar os sulcos erosivos. As concavidades do terreno e as negatividades devem ser removidas ou minimizadas, para evitar a formação de novos focos erosivos, desmoronamentos ou escorregamentos.

Após a regularização do terreno, inicia-se o preparo do solo, que consiste em efetuar o microcoveamento, ou seja, a abertura de covas umas próximas das outras e de profundidade suficiente, de maneira a reter todos os insumos a serem aplicados, como fertilizantes, corretivos, mulch, adesivos e sementes.

As espécies vegetais utilizadas devem ter as seguintes características: agressividade e rusticidade, rápido desenvolvimento, fácil propagação e pouca exigência nas condições do solo e nos cuidados de manutenção.

### 10.3.2 Manutenção das áreas recuperadas

A manutenção das áreas recuperadas com hidrossemeadura e reflorestamento deverá ser de responsabilidade da Mosaic Fertilizantes pelo período mínimo de dois anos após o plantio. Vários estudos indicam a etapa de monitoramento como crítica para a finalização dos trabalhos de recuperação de áreas degradadas. O adequado manejo das áreas reabilitadas deve significar o controle e a manutenção de todos os objetivos traçados para viabilizar o reflorestamento.

Os fatores de manutenção neste período consistem basicamente em:

- Avaliar a condição dos terrenos - monitorar processos erosivos nas áreas recuperadas buscando corrigir essas situações no início do processo observado, até que esteja estabilizado o processo erosivo;
- Verificar a germinação das plântulas – se ocorrerem falhas na germinação, deverá ser providenciada ressemeadura da área dentro do menor período possível e atentar para a época mais adequada ao plantio (período chuvoso);
- Realizar o controle de plantas invasoras – efetuar o coroamento das mudas, retirando assim as plantas daninhas que possam atrapalhar o desenvolvimento das mudas;
- Avaliar a cobertura da área – nos pontos onde houver falhas de cobertura, identificar a causa e refazer a semeadura ou o plantio das mudas;
- Avaliar o estado nutricional da vegetação - esse controle visa detectar qualquer carência nutricional junto às espécies selecionadas e corrigir o problema com adubação adequada, se necessário;



- Executar o controle de pragas e doenças – esta etapa é muito importante para o sucesso no estabelecimento da vegetação e pode evitar o prejuízo para toda a área.

## 11 PROGNÓSTICO AMBIENTAL

O prognóstico ambiental é feito a partir do diagnóstico ambiental e da vulnerabilidade socioambiental presentes na região onde o empreendimento é previsto. Nessa etapa, são delineados cenários possíveis e prospectivos que possam representar a qualidade ambiental futura nessa região, considerando as hipóteses de implantação e não implantação dos empreendimentos projetado.

Os cenários previstos para os meios físicos, biótico e socioeconômico, comparando a implantação e a não implantação da Pilha de Rejeito Desaguado – PDR-1 no CMT, estão no **Quadro 11.1**.

**Quadro 11.1 – Cenários de implantação e não implantação do depósito PDR-1.**

Meios	Cenários	
	Sem o depósito PDR-1	Com o depósito PDR-1
<b>Meio físico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encerramento das atividades no CMT, uma vez que sem as áreas destinadas ao depósito de rejeito desaguado, a extração mineral fica comprometida, inviabilizando a continuidade das operações.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteração na paisagem;</li> <li>Continuidade da maioria dos impactos previstos na implantação e operação do CMT, destacando as alterações da qualidade do ar e da qualidade das águas superficiais e subterrâneas.</li> </ul>
<b>Meio biótico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Não seria realizada a supressão vegetal de <b>4,1547</b> ha de Floresta Estacional Semidecidual (FES) em estágio médio de regeneração;</li> <li>Não haveria intervenção em <b>4,6698</b> ha de áreas de preservação permanente (APP).</li> <li>Encerramento das atividades no CMT.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Supressão vegetal de <b>4,1547</b> ha de FES em estágio médio de regeneração;</li> <li>Intervenção em <b>4,6698</b> ha de APP;</li> <li>Continuidade dos impactos previstos na implantação e operação do CMT, associados à perturbação da flora e da fauna na região adjacente ao empreendimento, com destaque aos táxons potencialmente mais sensíveis às alterações no meio em que vivem.</li> </ul>
<b>Meio socio-econômico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encerramento das atividades no CMT;</li> <li>Antecipação do desaquecimento da dinâmica econômica municipal e local e das potenciais consequências para os municípios de Tapira e Araxá.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Continuidade das consequências positivas para a estrutura econômica e de serviços de Tapira e Araxá;</li> <li>Manutenção de aspectos importantes de dinamização econômica (manutenção na arrecadação de impostos e tributos, manutenção de postos de trabalho diretos, indiretos e de efeito-renda e continuidade nas contratações de serviços e aquisição de produtos, advindos da operação do CMT).</li> </ul>

## 12 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente Estudo de Impacto Ambiental apresentou os principais aspectos da implantação e operação da Pilha de Rejeito Desaguado – PDR-1, necessária para a continuação das operações do CMT, seu projeto de engenharia, principais impactos para os meios físico, biótico e socioambiental, assim como as respectivas medidas de mitigação, controle e monitoramento.

Conforme apresentado no capítulo inicial, a importância da implantação e operação do depósito PDR-1 está diretamente relacionada à continuidade das atividades do Complexo de Mineração de Tapira (CMT) e, indiretamente, do Complexo Industrial de Uberaba (CIU).

Ressalta-se ainda que o atual projeto é uma alternativa tecnológica ao uso de barragens, ocupando uma área consideravelmente menor e apresentando uma maior estabilidade. A implantação do projeto no momento só é possível para o armazenamento de rejeitos grossos, não sendo possível portanto a supressão do uso de barragens da unidade do CMT.

Através do mapeamento dos impactos previstos para a implantação, operação e desativação do depósito Pilha de Rejeitos Desaguados – PDR-1, nota-se que os impactos podem ser mitigados e monitorados. Ressaltando-se que por se tratar de uma estrutura a ser instalada dentro do Complexo de Mineração de Tapira, a maioria dos programas de mitigação e monitoramento já fazem parte da rotina de operação.

É importante destacar mais uma vez que o Complexo de Mineração de Tapira (CMT) encontra-se instalado e em operação há várias décadas e os principais impactos ambientais a ele associados - benéficos e adversos - já ocorreram.

Assim, conclui-se que a implantação e operação do depósito PDR-1 é ambientalmente viável e socioeconomicamente positivo pela manutenção de empregos e arrecadação fiscal para a região do município de Tapira/MG.

## 13 RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Participaram da confecção deste trabalho, a equipe multidisciplinar a seguir:

### COORDENAÇÃO GERAL

Carla Fernanda Imoto	Engenheira de Minas	CREA/SP 5069411909 Visto MG 42.280
----------------------	---------------------	---------------------------------------

### EQUIPE TÉCNICA

André Vilela Torres	Engenheiro Florestal CREA/MG 107.334/D	Flora
Bruno Rega de Oliveira	Biólogo CRBio 070165/04-D	Herpetofauna
Henrique Alves Marques	Biólogo CRBio 070357/04-D	Mastofauna
Lucas Borges de Resende	Biólogo CRBio 057318/04-D	Ictiofauna
Lucas de Oliveira Vicente	Biólogo CRBio 104734/04-D	Coordenação Fauna
Marcelo Coelho	Engenheiro Florestal CREA/SP 5060323752D Visto MG 17.954	Análise de impactos Medidas mitigadoras Programas de monitoramento
Tetsuo Akabane	Geólogo CREA/SP 0600421807 Visto MG 42.180	Espeleologia Geologia Geomorfologia Pedologia
Vinícius Fujita	Engenheiro Ambiental CREA/SP 5070412246 Visto MG 336.938	Diagnóstico do meio físico e socioeconômico
Wallace dos Santos Correa	Biólogo CRBio 104985/04-D	Avifauna

### EQUIPE DE APOIO

Manoela Papel	Analista Ambiental
Rodrigo Jun Araki Higashi	Analista Ambiental

---

Bruno Augusto Martins de Toledo	Assistente Ambiental
Claudia Nascimento	Assistente Ambiental
Maria Isabel Martins Félix	Estagiária

## 14 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBA, A.M.; SUPERINA, M. (2010). The 2009/2010 Armadillo Red List Assessment. *Edentata*, 11(2): 135-184.
- ABNT (1987). NBR 9.897/1987 – Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Rio de Janeiro/RJ.
- \_\_\_\_\_ (1987). NBR 9.898/1987 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimentos. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Rio de Janeiro/RJ.
- \_\_\_\_\_ (2004). NBR 10.004/2004 – Resíduos sólidos – Classificação. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Rio de Janeiro/RJ.
- \_\_\_\_\_ (2005). NBR ISO/IEC 17.025/2005. Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Rio de Janeiro/RJ.
- \_\_\_\_\_ (2010). NBR 15.847/2010 – Amostragem de água subterrânea em poços de monitoramento – Métodos de purga. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Rio de Janeiro/RJ.
- \_\_\_\_\_ (2011). NBR 15.928/2011 – Ensaio não destrutivo – Análise de vibrações – Terminologia. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Rio de Janeiro/RJ.
- \_\_\_\_\_ (2017). NBR 13.029/2017 – Mineração – Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilha. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Rio de Janeiro/RJ.
- \_\_\_\_\_ (2018). NBR 9.653/2018 – Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Rio de Janeiro/RJ.
- \_\_\_\_\_ (2019). NBR 10.151/2019 – Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Rio de Janeiro/RJ.
- ADÁMOLI, J., MACEDO, J., AZEVEDO, L. G., NETTO, J. M. (1987). Caracterização da região dos cerrados. In: GOEDERT, W. J. (ed.) Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo. (Planaltina: Embrapa/CPAC) São Paulo: Nobel. 339p.
- ALMEIDA, M. E. C. (2003). Estrutura da comunidade de aves do cerrado da região nordeste do Estado de São Paulo. São Carlos: UFSCar.
- ANA (2015). Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Regiões Hidrográficas. Ed. Especial. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. Brasília/DF.
- ANACLETO, T.C.S. (2007). Food habits of four armadillos species in the Cerrado area, Mato Grosso, Brazil. *Zoological Studies*, 46(4): 529-537.
- ANATEL (2020). Acessos em serviço na banda larga fixa, por 100 habitantes, por velocidade de conexão. Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL. Brasília/DF.

- ANDRADE, D. V.; Abe, A. S. (2007). Fisiologia de répteis. In: Nascimento, L. B. & Oliveira, M. E. eds. Herpetologia no Brasil II. Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Herpetologia, p. 171-182.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP, CHASE, M. W., CHRISTENHUSZ, M. J., FAY, M. F., BYNG, J. W., JUDD, W. S., ..., STEVENS, P. F. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical journal of the Linnean Society*, 181(1), 1-20.
- ANM (2019). Resolução ANM, de 8 de agosto de 2019. Estabelece medidas regulatórias objetivando assegurar a estabilidade de barragens de mineração, notadamente aquelas construídas ou alteadas pelo método denominado "a montante" ou por método declarado como desconhecido e dá outras providências. Agência Nacional de Mineração – ANM. Brasília/DF.
- ARAUJO, A. R., LEONEL, G. M., SILVA, J. C. (2010). Ictiofauna do Ribeirão do Inferno, tributário do alto Araguari, bacia do Rio Paranaíba - Minas Gerais. *MG. Biota*, Belo Horizonte, v.3, n.1, abril/maio.
- ARAUJO, C. D. O.; ALMEIDA-SANTOS, S. M. D. (2011). Herpetofauna in a cerrado remnant in the state of São Paulo, Southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, v. 11, n. 3, p. 47-62.
- ARAUJO, N. A.; PINHEIRO C. U. B. (2009). Relações ecológicas entre a fauna ictiológica e a vegetação ciliar da região lacustre do baixo Pindaré na baixada maranhense e suas implicações na sustentabilidade da pesca regional. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 22:55-68.
- ARAÚJO, R. V. V.; SOBRAL, L. G. S.; SANTOS, R. L. C. (2002). Produção de fosfato no Brasil: Complexo de Mineração de Tapira. Recife: Fosfértil - Contribuição Técnica ao XIX ENTMME.
- ARAÚJO, W. S. (2013). A importância de fatores temporais para a distribuição de insetos herbívoros em sistemas Neotropicais. *Revista da Biologia*, 10(1), 1-7.
- ARAXÁ (2002). Lei Municipal nº 4.135, de 30 de dezembro de 2002 – Plano Diretor Estratégico. Prefeitura Municipal de Araxá. Revogada pela Lei nº 6.289 de 28/12/2017.
- ARQUEOLOGIKA (2019). Relatório de Avaliação de Impacto ao Patrimônio Arqueológico – Complexo de Mineração de Tapira/MG – Área dos Depósitos T4 e E10, e Avanços de Lavra Arqueologika Consultoria em Arqueologia e Negócios Socioculturais. Jundiaí/SP.
- ATLAS BRASIL. (2010). Consulta de base de dados. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/>. Acesso em março de 2022.
- \_\_\_\_\_ (2017). Consulta de base de dados. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/>. Acesso em março de 2022.
- AUGUST, P.V. (1983). The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. *Ecology*, 64(6): 1595-1507.
- AYOADE, J. (2002). Introdução à climatologia para os trópicos. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

- AZZONE, R. G.; RUBERTI, E. (2010). Evolução composicional dos filossilicatos no perfil intempérico do complexo ultramáfico Alcalino-carbonatítico de Catalão I (GO). *Geologia USP*, v. 10, n. 2, p. 23-43.
- BALDUINO, A. P. C.; SOUZA, A. L.; NETO, J. A. A. M.; SILVA, A. F.; JUNIOR, M. C. S. (2005). Fitossociologia e análise comparativa da composição florística do cerrado da flora de Paraopeba-MG. *Revista Árvore*, v. 29, n. 1.
- BARBOSA, E. S. R. (2000). Mineralogia e petrologia do complexo carbonatítico-foscorítico de Salitre, MG.
- BASTOS, R. P. (2007). Anfíbios do Cerrado. In: L.B. Nascimento and M.E. Oliveira (eds). *Herpetologia no Brasil II*. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Herpetologia. p. 87-100.
- BECKER, M.; DALPONTE, J.C. (1991). Rastros de mamíferos silvestres brasileiros. Ed. Universidade de Brasília. 180p.
- BECK-KING, H.; HELVERSEN, O.; BECK-KING, R. (1999). Home range, population density, and food resources of Agouti paca (Rodentia: Agoutidae) in Costa Rica: A study using alternative methods.
- BEGON, M.; TOWNSEND C. R.; HARPER, J. L. (2010). *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. Editora Artmed, São Paulo.
- BERNARDES, P. S.; Abe, A. S. (2006). A snake community at Espigão do Oeste, Rondônia, Southwestern Amazon, Brazil. *South American Journal of Herpetology* 1(2):102-113.
- BEZERRA, M. A.; BROD, J. A. (2011). Mineralogia da Apatita do Complexo Alcalino-Carbonatítico de Tapira. Universidade Federal de Goiás (UFG).
- BIODIVERSITAS. (2005). Lista da fauna ameaçada de extinção de Minas Gerais.
- BOTH, C.; KAEFER, I. L.; SANTOS, T. G., CECHIN, S. T. Z. (2008). An austral anuran assemblage in the Neotropics: seasonal occurrence correlated with photoperiod. *Journal of Natural History* 42(3-4):205-222.
- BRANDT (2019). Caracterização das comunidades localizadas próximas ao empreendimento do CMT. Brandt Meio Ambiente Ltda. Tapira/MG.
- \_\_\_\_\_ (2020a). Estudo de Impacto Ambiental. Projeto do Avanço de Lavra do Complexo de Mineração de Tapira. Brandt Meio Ambiente Ltda. Nova Lima/MG.
- \_\_\_\_\_ (2020b). Plano de Controle Ambiental – Projeto do Avanço de Lavra do Complexo de Mineração de Tapira Brandt Meio Ambiente Ltda. Nova Lima/MG.
- \_\_\_\_\_ (2020c). Plano de Controle Ambiental – Projeto de Ampliação do Depósito T4 e Implantação do Depósito T6 no Complexo de Mineração de Tapira. Brandt Meio Ambiente Ltda. Nova Lima/MG.
- BRASIL (2000). 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.
- \_\_\_\_\_ (2006). Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.



- \_\_\_\_\_. (2008). Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.
- BREECE, G.A.; DUSI, J.L. (1985). Food habits and home range of the common long-nosed armadillo *Dasypus novemcinctus* in Alabama. Pp. 419-427.
- BROD, J. A. (1999). Petrology and geochemistry of the tapira alkaline complex, Minas Gerais state, Brazil. Tese de Doutorado – Universidade de Durham.
- BROD, J. A.; GASPARI, J. C.; DINIZ-PINTO, H. S.; JUNQUEIRA, T. C. (2005). Spinel chemistry and petrogenetic processes in the Tapira alkaline-carbonatite complex, Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 35, n. 1, p. 23-32.
- BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S. (2007). Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Museu Nacional, Rio de Janeiro, 195p.
- CACHÃO, M.; SILVA, C. D. (2004). Introdução ao Patrimônio Paleontológico Português: definições e critérios de classificação. *Geonovas*, 18(1), 13-19.
- CADEMARTORI, C.V; SARAIVA, M; SARAIVA, C; MIRANDA, J. A. (2009). Nota sobre a fauna de pequenos roedores em mosaico antropogênico com remanescente florestal do domínio Mata Atlântica, sul do Brasil. *Biodiversidade Pampeana*, 6(2): 34-38.
- CARLSON, B. E.; WILLIAMS, J.; LANGSHAW, J. (2014). Is synchronized ecdysis in wild ratsnakes (*Pantherophis alleghaniensis*) linked to humidity? *Herpetology Notes* 7:471-473.
- CARRANZO, I. V. (2012). Standard Methods for examination of water and wastewater. In *Anales De Hidrología Médica* (Vol. 5, No. 2, p. 185). Universidad Complutense de Madrid.
- CBH ARAGUARI (2014). Relatório de Qualidade das águas da Bacia do Rio Araguari, 1997 a 2013. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari.
- CBH PARANAÍBA (2015). Bacias/Regiões Hidrográficas. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.
- CBRO (2021). Lista das Aves do Brasil. Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos, Sociedade Brasileira de Ornitologia.
- CETEC (1995). Desenvolvimento de equações volumétricas aplicáveis ao manejo sustentado de florestas nativas do estado de Minas Gerais e outras regiões do país. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC. Belo Horizonte/MG.
- CITES (2022). Checklist of CITES Species. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora – CITES. Disponível em: <<http://checklist.cites.org/#/en>>.
- CLOUT, M. N.; RUSSELL, J. C. (2008). The invasion ecology of mammals: a global perspective. *Wildlife Research* 35, 180–184
- CNRH (2003). Resolução CNRH, de 15 de outubro de 2003. Instituiu a Divisão Hidrográfica Nacional em 12 regiões hidrográficas. Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. Brasília/DF.

- COLE, E. M.; BUSTAMANTE, M. R.; ALMEIDA-REINOSO, D. & FUNK, W. C. (2014). Spatial and temporal variation in population dynamics of Andean frogs: Effects of forest disturbance and evidence for declines. *Global Ecology and Conservation* 1:60-70.
- COLLI, G. R. (1991). Reproductive ecology of *Ameiva ameiva* (Sauria: Teiidae) in the Cerrado of Central Brazil. *Copeia* 1991(4):1002-1012.
- COLLI, GR, BASTOS, RP, ARAÚJO, AFB (2002): The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna. In Oliveira, PS, Marquis, RJ (eds.), *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*, p. 223-239. New York. Columbia University Press
- CONAMA (1986). Resolução Conama nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Conselho Nacional de Meio Ambiente – Conama. Brasília/DF.
- \_\_\_\_\_ (1990). Resolução Conama nº 001, de 8 de março de 1990. Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. Conselho Nacional de Meio Ambiente – Conama. Brasília/DF.
- \_\_\_\_\_ (2002). Resolução Conama nº 313, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Conselho Nacional de Meio Ambiente – Conama. Brasília/DF.
- \_\_\_\_\_ (2005) Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005. Alterada pelas Resoluções 410/2009 e 430/2011. 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. Conselho Nacional de Meio Ambiente – Conama. Brasília/DF.
- \_\_\_\_\_ (2006). 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. Conselho Nacional de Meio Ambiente – Conama. Brasília/DF.
- \_\_\_\_\_ (2007). Resolução Conama nº 392, de 25 de junho de 2007. Dispõe sobre a definição de vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais. Conselho Nacional de Meio Ambiente – Conama. Brasília/DF.
- \_\_\_\_\_ (2008) 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. Conselho Nacional de Meio Ambiente – Conama. Brasília/DF.
- \_\_\_\_\_ (2018) Resolução Conama nº 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Conselho Nacional de Meio Ambiente – Conama. Brasília/DF.
- COPAM (2004). Deliberação Normativa COPAM nº 94, de 9 de setembro de 2006. Estabelece diretrizes e procedimentos para aplicação da compensação ambiental de empreendimentos considerados de significativo impacto ambiental, de que trata a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM. Belo Horizonte/MG.

- \_\_\_\_\_ (2005). Deliberação Normativa COPAM nº 89, de 15 de setembro de 2015. Estabelece normas para laboratórios que executam medições para procedimentos exigidos pelos órgãos ambientais do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM. Belo Horizonte/MG.
- \_\_\_\_\_ (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. Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM. Belo Horizonte/MG.
- \_\_\_\_\_ (2017). Deliberação Normativa COPAM nº 217, de 06 de dezembro de 2017. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locais 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. Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM. Belo Horizonte/MG.
- COPAM/CERH (2008). Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 1, de 05 de maio de 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. Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM e Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH. Belo Horizonte/MG.
- \_\_\_\_\_ (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. Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM e Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH. Belo Horizonte/MG.
- COPASA (2013). Panorama da Prestação dos Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário no Município de Araxá. Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA.
- COSTA, H. C.; GUEDES, T. B.; BÉRNILS, R. S. (2022). Lista de répteis do Brasil: padrões e tendências. *Herpetologia Brasileira*, 10(3), 110-279.
- COSTA, H. R.; BÉRNILS, R. S. (2018). Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de espécies. *Revista herpetologia Brasileira*. Publicada pela Sociedade Brasileira de Herpetologia – SBH. 50p.
- CRUZ, C.A.G.; FEIO, R.N. (2007). Endemismos em Anfíbios em Áreas de Altitude na Mata Atlântica no Sudeste do Brasil, p.117-126. In: L.B. Nascimento & M.E. Oliveira. (ed.). *Herpetologia no Brasil II*. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Herpetologia.
- CRUZ, C.A.G., FEIO, R.N., CARAMASCHI, U. (2009): *Anfíbios do Ibitipoca*. 1st Edition. Belo Horizonte: Bicho do Mato Editora.
- CT-SBMZ (2021). Mamíferos do Brasil. Comitê de Taxonomia – Sociedade Brasileira de Mastozoologia – SBMz. Disponível em: <https://sbmz.org/mamiferos-do-brasil/>. Acesso em julho de 2022.

- CUÉLLAR, E. (2008). Biology and ecology of armadillos in the Bolivian Chaco. Pp. 306-312. In: Vizcaíno, S.F. & Loughry, W.J. (eds.). The Biology of the Xenarthra. University Press of Florida, Gainesville. 370p.
- DEVELEY, P. F. (2006). Métodos para estudos com aves. Métodos de estudos em biologia da conservação e Manejo da Vida Silvestre. 6: 153-167. Curitiba. Ed. Universidade Federal do Paraná.
- DINIS DA GAMA (1998). Ruídos e Vibrações Ligados à Utilização dos Explosivos e Equipamentos. In: 1º Seminário de Auditorias Ambientais Internas. Divisão de Minas e Pedreiras do Instituto Geológico e Mineiro, Portugal.
- DNIT (2002). Mapa Rodoviário. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT.
- DOTTA, G.; VERDADE, L. (2007). Trophic categories in a mammal assemblage: diversity in an agricultural landscape. *Biota Neotropical* 7 (2): 287-292.
- DRUMOND, M.A.; LIMA, P.C.F.; SOUZA, S.M.; LIMA, J.L.S. (1982). Sociabilidade das espécies florestais da Caatinga em Santa Maria da Boa Vista-PE. *Boletim de Pesquisa Florestal*, n.4, p.47- 59.
- DRZ (2014). Município de Tapira – Plano Municipal de Saneamento Básico, Diagnóstico Técnico Participativo. DRZ Geotecnologia e Consultoria. Londrina/PR.
- ECOAR (2022a). Relatório de monitoramento da qualidade do ar no CMT. Ecoar Monitoramento Ambiental Ltda.
- \_\_\_\_\_ (2022b). Relatório de monitoramento dos níveis de ruídos no CMT. Ecoar Monitoramento Ambiental Ltda.
- \_\_\_\_\_ (2022c). Relatório de monitoramento de vibrações no CMT. Ecoar Monitoramento Ambiental Ltda.
- EISENBERG, J.F.; REDFORD, K.H. (1999). Mammals of the Neotropics: The Central Neotropics. Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil. v. 3. The University of Chicago Press, Chicago. 610p.
- EKEN, G.; BENNUN, L.; BROOKS, T. M.; DARWALL, D.; FISHPOOL, L.D.C.; FOSTER, M.; KNOX, D.; LANGHAMMER, P.; MATIKU, P.; RADFORD, E.; SALAMAN, P.; SECHREST, W.; SMITH, M. L.; SPECTOR, S.; TORDOFF, A. (2004). Key Biodiversity Areas as Site Conservation Targets. *BioScience* 54: 1110-1118.
- EMMONS, L. H.; F. FEER. (1997). Neotropical rainforest mammals – A field guide. Chicago: The University of Chicago Press. 281 p. edition. Baltimore: The John Hopkins University Press.
- ETEROVICK P.C.; SAZIMA, I. (2004). Anfíbios da Serra do Cipó. Belo Horizonte: PUC Minas, 152p.
- ETEROVICK, P.C.; CARNAVAL, A.C.O.Q.; BORGES-NOJOSA, D.M.; SILVANO, D.L.; SEGALLA, M.V. (2005). Amphibian declines in Brazil: an overview. *Biotopica* 37(2):166-179
- FAGUNDES, D.C.; LEAL, C.G.; CARVALHO, R.R.; JUNQUEIRA, N.T.; LANGEANI, F.; POMPEU, P.S. (2015). The stream fish fauna from three regions of the Upper Paraná River basin. *Biota Neotropica*, v.15, n.2, 1-8.

- FAVRETTO, M.A.; ZAGO, T.; GUZZI, A. (2008). Avifauna do Parque Natural Municipal Rio do Peixe, Santa Catarina, Brasil.
- FEAM (2021). Inventário de Áreas Contaminadas Estado de Minas Gerais: 2020. Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM. Belo Horizonte/MG.
- FEIO, R.N., BRAGA, U.M.L., WIEDERHECKER, H., SANTOS, P.A. (1998). Anfíbios do Parque Estadual do Rio Doce (Minas Gerais). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- FELIPE, T. R. A.; SÚAREZ, Y. R. (2010). Caracterização e influência dos fatores ambientais nas assembleias de peixes de riachos em duas microbacias urbanas, Alto Rio Paraná. *Biota Neotropica*. vol. 10, no. 2, p. 143-151.
- FERNÁNDEZ-LLARIO P.; MATEOS-QUESADA P. (1998). Body size and reproductive parameters in the wild boar. *Sus scrofa*. *Acta Theriol* 43:439–444.
- FERREIRA, I. L.; SOUZA, L. H. F.; RODRIGUES, S. C. (2007). Estudos Geomorfológicos em Áreas Amostrais da Bacia do Rio Araguari – MG: Destaque para a Importância da Cartografia Geomorfológica. *Espaço e Geografia*, v. 1, p. 143-171.
- FILGUEIRAS, T. S., NOGUEIRA, P. E., BROCHADO, A. L., GUALA, G. F. (1994). Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. *Cadernos de Geociências*, 12(1), 39-43.
- FITCH, H.S. (1987). Collecting and life-history techniques. *Snakes: ecology and evolutionary biology*, 143-164.
- FITCH, H.S. (2001). Collecting and life-history techniques. In: Seigel, R. A.; Collins, J.T. & Novak, S.S. (Eds). *Snakes: ecology and evolutionary biology*. New York, Macmillan Publ. Co. 2001.
- FONSECA, G.A.B.; LACHER JÚNIOR, T.E. (1984). Exudate-feeding by *Callithrix jacchus* *penicillata* in semideciduous woodland (Cerradão) in Central Brazil. *Primates*, 25 (4): 441-449.
- FONSECA, G. A. B.; REDFORD, K. H. (1984). The mammals of IBGE's ecological reserve, Brasília, and an analysis of the role of gallery forests in increasing diversity. *Revista Brasileira de Biologia*, 44: 518-523.
- FOSFERTIL (2004). Avaliações Complementares Acerca dos Teores de Fósforo nas Águas Superficiais do CMT.
- FREITAS, G.H.S; CHAVES, A.V; COSTA, L.M; SANTOS, F.R; RODRIGUES, M. (2012). A new species of *Cinclodes* from the Espinhaço Range, southeastern Brazil: insights into the biogeographical history of the South American highlands. *IBIS: The International Journal of Avian Science*. 18p.
- GIARETTA, A. A.; MENIN, M.; FACURE, K. G.; KOKUBUM, M. N. DE C.; OLIVEIRA FIHO, J. C. (2008). Species richness, relative abundance, and habitat of reproduction of terrestrial frogs in the Triângulo Mineiro region, Cerrado biome, southeastern Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, 98(2):181-188.
- GOMES-DA-SILVA, J.; FORZZA, R. C. (2021). Two centuries of distribution data: detection of areas of endemism for the Brazilian angiosperms. *Cladistics*, v. 37, n. 4, p. 442-458.

- GOTELLI, N.J.; COLWELL, R.K. (2001). Quantifying Biodiversity: Procedures and Pitfalls in the Measurement and Comparison of Species Richness. *Ecology Letters*, 4, 379-391.
- GUZZI, A. (2004). Levantamento destaca importância de fragmentos remanescentes de vegetação. *Revista Univerciência*. São Carlos, v.3, n.7/ 9, p.44-9, dez. 2004.
- HOSOKAWA, R.T. (1981). Manejo de florestas tropicais unidas em regime de rendimento sustentado. Curitiba: CNPq/IBDF/UFPr, 1981. 125p. (Relatório Final).
- HUEY, R. B.; DEUTSCH, C. A.; TEWKSBURY, J. J.; VITT, L. J.; HERTZ, P. E.; PÉREZ, H. J. A.; GARLAND, T. (2009). Why tropical forest lizards are vulnerable to climate warming. *Proceedings of the Royal Society B* 276:1939-1948.
- IBAMA (2013). Instrução Normativa nº 3, de 31 de janeiro de 2013. Declara a nocividade da espécie exótica invasora javali-europeu, de nome científico *Sus scrofa*, em todas as suas formas, linhagens, raças e diferentes graus de cruzamento com o porco doméstico, doravante denominados "javalis". Instituto Brasileiro de Recursos Naturais e Renováveis – IBAMA. Brasília/DF.
- IBGE (2004). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Biomas do Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Rio de Janeiro/RJ.
- \_\_\_\_\_ (2009). Manual técnico de geomorfologia. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro/RJ.
- \_\_\_\_\_ (2010). Censo Brasileiro de 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Rio de Janeiro/RJ.
- \_\_\_\_\_ (2012). Técnico da Vegetação Brasileira. Manuais técnicos em geociências. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Rio de Janeiro/RJ.
- \_\_\_\_\_ (2015). Manual Técnico de Pedologia. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Rio de Janeiro/RJ.
- \_\_\_\_\_ (2019). Censo agropecuário: resultados definitivos 2017. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Rio de Janeiro/RJ.
- \_\_\_\_\_ (2020). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNADC). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Rio de Janeiro/RJ.
- \_\_\_\_\_ (2021). IBGE Cidades – Dados de anos anteriores a 2020. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Rio de Janeiro/RJ.
- IDE-SISEMA (2021). Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Disponível em: <http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em agosto de 2021.
- IEF (2012). Portaria nº 159, de 11 de outubro de 2012. Dispõe sobre os parâmetros de conversão de medidas de volume de produtos e subprodutos florestais de origem plantada nos gêneros *Eucaliptus* e *Pinus*, no Estado de Minas Gerais. Instituto Estadual de Florestas – IEF. Belo Horizonte/MG.

- IGAM (2015). Gerência de Apoio aos Comitês de Bacias Hidrográficas: CBH do Rio Araguari (PN2). Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).
- INCRA (2019). Sistema de Gestão Fundiária – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA.
- INMET (2022a). Banco de dados meteorológicos (2014/2022). Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Brasília/DF. Disponível em <<https://portal.inmet.gov.br/>>. Acesso em abril de 2022.
- \_\_\_\_\_ (2022b). Normais Climatológicas (1961/1990). Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Brasília/DF. Disponível em <<https://portal.inmet.gov.br/normais>>. Acesso em abril de 2022.
- IPHAN (2016). Portaria nº 396, de 15 de setembro de 2016. Estabelece os procedimentos a serem observados pelas pessoas físicas ou jurídicas que comercializem objetos de antiguidades e/ou obras de arte de qualquer natureza, para cumprimento das obrigações previstas na Lei 9.613/98. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN.
- IPT (1990). Orientações para o combate à erosão no estado de São Paulo, Bacia do Pardo Grande. São Paulo, 3v. (IPT). Relatório, 28:184. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. São Paulo/SP.
- IUCN (2022). The IUCN Red List of Threatened Species. International Union for Conservation of Nature – IUCN. Disponível em <https://www.iucnredlist.org/>
- IVANAUSKAS, N. M.; ASSIS, M. C. (2012). Formações florestais brasileiras. In: MARTINS, S. V. (Ed.). Ecologia de florestas tropicais do Brasil. 2ª ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2012. p. 252-293.
- JAEGER, R.G. (1994) Transect sampling. In: Heyer, W.R., Donnelly, M.A., Diarmid, R.W., Hayek, L.C. & Foster, M.S. (eds.). Measuring and Monitoring Biological Diversity: standard methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press, New York. pp. 103- 107.
- JONES, C. G.; LAWTON, J. H.; SHACHAK, M. (1994). Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69: 373–386.
- KLINK. C. A.; MACHADO. R B. (2005). A conservação do Cerrado Brasileiro. pp. 147-155. In: J. M. C. Silva (ed). Megadiversidade, desafios e oportunidade para a conservação da biodiversidade no Brasil. Conservação Internacional Brasil.
- KRISHNAMURTHY, S. V. (2003). Amphibian assemblages in undisturbed and disturbed areas of Kudremukh National Park, central Western Ghats, India. *Environmental Conservation*, 30: 274-282.
- LACHER JÚNIOR, T.E.; FONSECA, G.A.B. DA, ALVES JR., C.; MAGALHÃES-CASTRO, B. (1984). Parasitism of trees by marmosets in a central Brazilian gallery forest. *Biotropica*, 16 (3): 202-209.
- LANGANI, F.; CORRÊA E CASTRO, R. M.; OYAKAWA, O. T.; SHIBATTA, O. A.; PAVANELLI, C. S.; CASATTI, L. (2007). Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. *Biota Neotropica* v. 7, n. 3, p. 181-197.

- LESSA, L.G. (2005). Mamíferos não voadores. pp. 233-243. In: Silva, A. C., Pedreira, L. C. V. S. F., & Abreu, P. A. (eds). Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes. Ed. O Lutador, Belo Horizonte.
- LESSA, L.G.; COSTA, B.M.A.; ROSSONI, D.M.; TAVARES, V.C.; DIAS, L.G.; JUNIOR, E.A.M.; SILVA, J.A. (2008). Mamíferos da Cadeia do Espinhaço: riqueza, ameaças e estratégias para conservação. *Megadiversidade*. 4: 219-232.
- LONG, J. L. (2003). *Introduced mammals of the world: their history distribution and influence*. CSIRO, Collingwood, USA.
- LOPES L.E; FARIA, L.P. (2014). Range and natural history of point-tailed palmcreepers (Aves: Furnariidae). *Journal of Natural History* (48): 1-8.
- LOPES, L. E., MALACCO, G. B., ALTEFF, E. F., DE VASCONCELOS, M. F., HOFFMANN, D., SILVEIRA, L. F. (2010) Range extensions and conservation of some threatened or little known Brazilian grassland birds. *Bird Conservation International*, 20(01), pp.84-94
- LOWE-MCCONNELL, R. H. (1987). *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 382 p.
- MACEDO, R.H.F. (2002). The Avifauna: ecology, biogeography, and behavior. p. 242-265. In: OLIVEIRA, P.S. & MARQUIS, R.J. (Eds.). *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. Columbia University Press, New York.
- MACHADO, A.B.; FONSECA, G.A.B.; MACHADO, B.R.; AGUIAR, L.M.; LINS, L.V. (1998). Livro vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais. Fundação Biodiversitas, 605p.
- MACHADO, R.B., M. B. RAMOS NETO, P. G. P. PEREIRA, E. CALDAS, D. A. GONÇALVES, N. S. SANTOS, K. TABOR E M. STEININGER. (2004). Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília, DF.
- MARINHO-FILHO, J.; RODRIGUES K.M.J.; JUAREZ, K. (2002). The cerrado mammals: diversity, ecology, and natural history; p. 266-284 In P.S. Oliveira and R.J. Marquis (ed.). *The cerrados of Brazil; ecology and natural history of a neotropical savanna*. New York: Columbia University Press.
- MARINI, M.A.; GARCIA, F.I. (2005). Conservação de Aves no Brasil. *Mega diversidade*, v.95, n.1, p. 95-102.
- MARQUES, O.A.V., ETEROVIC, A., NOGUEIRA, C., SAZIMA, I. (2015): *Serpentes do Cerrado: guia ilustrado*. Holos editora.
- MATTOS, G.T.; ANDRADE, M.A.; FREITAS, M.V. (1993). Nova lista de aves do estado de Minas Gerais. Fundação Acangaú, Belo Horizonte.
- MDGEO (2020). Atualização do Modelo Hidrogeológico do Complexo Minerador de Tapira – Modelo Numérico Expandido Além dos Limites da Chaminé Alcalina. MDGEO Serviços de Hidrogeologia Ltda. Belo Horizonte/MG.
- \_\_\_\_\_ (2021). Atualização do Modelo Hidrogeológico do Complexo de Mineração de Tapira. MDGEO Serviços de Hidrogeologia Ltda. Belo Horizonte/MG.



- MELLO, C. R.; VIOLA, M. R. (2012). Mapeamento de chuvas intensas no estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 37, p. 37-44.
- MINAS GERAIS (1990). 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.
- \_\_\_\_\_ (2009). Lei 18.309, de 3 de agosto de 2009. Estabelece normas relativas aos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, cria a agência reguladora de serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário do estado de minas gerais - arsae-mg - e dá outras providências. Belo Horizonte/MG.
- \_\_\_\_\_ (2012). Lei 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.
- \_\_\_\_\_ (2016). Lei Estadual 21.972 de 21 de janeiro de 2016. Dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Sisema – e dá outras providências. Belo Horizonte/ MG.
- \_\_\_\_\_ (2019). Decreto nº 47.749, de 11 de novembro de 2019. Dispõe sobre os processos de autorização e sobre a produção florestal no âmbito do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE DO BRASIL (2001). Doenças relacionadas ao trabalho – Manual de Procedimentos para os Serviços de Saúde.
- MMA (2006). Plano Nacional de Recursos Hídricos. Síntese Executiva. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Brasília/DF.
- \_\_\_\_\_ (2014). Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Brasília/DF.
- \_\_\_\_\_ (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. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Brasília/DF.
- MOREIRA, J.C., MANDUCA, E.G., GONÇALVES, P.R., STUMPP, R., PINTO, C.G.C, LESSA, G. (2008). Mammals, Volta Grande Environmental Unity, Triângulo Mineiro, states of Minas Gerais and São Paulo, Southeastern Brazil. *Check-list*. 4: 349 – 357.
- MOSAIC (2020). Parecer Técnico de Novas Tecnologias de Reaproveitamento e Deposição de Rejeitos da Unidade de Araxá. Mosaic Fertilizantes P&K Ltda. Agosto/2020.
- \_\_\_\_\_ (2021). Interferências Nascentes e Rebaixamento de Nível de Água - Mina Tapira. Mosaic Fertilizantes P&K Ltda. Tapira/MG.
- \_\_\_\_\_ (2022). Estudo de Alternativas Tecnológicas de Disposição de Rejeitos. Mosaic Fertilizantes P&K Ltda. Maio/2022.

- MOURA, M.R., CAZELLI, H. (2011): *Scinax canastrensis* (Cardoso and Haddad, 1982) (Anura: Hylidae): New record in the state of Minas Gerais, southeastern Brazil. *Check List. Journal of Species Lists and Distribution* 7: 606–607.
- MULTIGEO (2017). RT17LA008 - Estudo de Impacto Ambiental – Alçamento da Barragem de Rejeitos (BR) – Complexo de Mineração de Tapira. MultiGeo - Mineração, Geologia e Meio Ambiente Ltda. São Paulo/SP.
- \_\_\_\_\_ (2020). RT20LA009 – Atualização para o Estudo Ambiental do Alçamento da BR – Complexo de Mineração de Tapira. MultiGeo - Mineração, Geologia e Meio Ambiente Ltda. São Paulo/SP.
- \_\_\_\_\_ (2021). RT21LA020 – Estudo de Impacto Ambiental para Avanço de Lavra e Depósito T6 do Complexo de Mineração de Tapira (CMT). MultiGeo - Mineração, Geologia e Meio Ambiente Ltda. São Paulo/SP.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: p. 853-858.
- NATURÁLIA (2021a). Relatório Técnico de Monitoramento de Fauna para atendimento de condicionantes da Licença de Operação do CMT. Naturália Socioambiental Ltda. Araguari/MG.
- \_\_\_\_\_ (2021b). Relatório Técnico de Monitoramento de Fauna para atendimento de condicionantes da Licença de Operação do CMT. Naturália Socioambiental Ltda. Araguari/MG.
- \_\_\_\_\_ (2021c). Relatório Técnico de Monitoramento de Fauna para atendimento de condicionantes da Licença de Operação do CMT. Naturália Socioambiental Ltda. Araguari/MG.
- \_\_\_\_\_ (2021d). Relatório Técnico de Monitoramento de Fauna para atendimento de condicionantes da Licença de Operação do CMT. Naturália Socioambiental Ltda. Araguari/MG.
- NEVES, M. D. O., YVES, A., PEREIRA, E. A., ALVES, L., VASQUES, J. B., COELHO, J. F. T., SILVA, P. (2019). Herpetofauna in a highly endangered area: the Triangulo Mineiro region, in Minas Gerais State, Brazil. *Herpetozoa*, 32, 113-123.
- NICHOLSON, N.; SOANE, E.; FENTON-O’CREEVY, M.; WILLMAN, P. (2005). Personality and domain specific risk taking. *Journal of Risk Reserch* 8(2):157-176.
- NOGUEIRA, C. VALDUJO, P.H. AND FRANCA, F.G.R. (2005). Habitat variation and lizard diversity in a cerrado area of central Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 40(2): 105-112.
- ODA, F. H., BASTOS, R. P., SÁ LIMA, M. A. D. (2009). Taxocenose de anfíbios anuros no Cerrado do Alto Tocantins, Niquelândia. Estado de Goiás: diversidade, distribuição local e sazonalidade. *Biota Neotropica*, v. 9, n. 4, p. 219-232, 2009.
- ODEA, N.; WATSON, J.E.M.; WHITTAKER, R.J. (2004). Rapid assessment in conservation research: a critique of avifaunal assessment techniques illustrated by Ecuadorian and Madagascan case study data. *Diversity and Distributions*, 10:55-63.
- ODUM, E.P. (1969). The strategy of ecosystem development. *Science* 164:262-270.

- OLIVEIRA, M. E.; MARTINS, M. (2001). When and where to find a pitviper: activity patterns and habitat use of the lancehead, *Bothrops atrox*, in central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History* 8(2):101-110.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. (2002). A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Edinburgh Journal of Botany*, Edinburgh, v. 52, n. 1, p. 141-194.
- OTA, R.R.; DEPRÁ, G.C.; GRAÇA, W.J.; PAVANELLI, C.S. (2018). Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: revised, annotated and updated. *Neotropical Ichthyology* 16(2):e170094.
- OVERBECK, G. E., VÉLEZ-MARTIN, E., DA SILVA MENEZES, L., ANAND, M., BAEZA, S., CARLUCCI, M. B., ...; MÜLLER, S. C. (2022). Placing Brazil's grasslands and savannas on the map of science and conservation. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, p. 125687.
- PACHECO, J.F.; SILVEIRA, L.F.; ALEIXO, A.; AGNE, C.E.; BENCKE, G.A.; BRAVO, G.A.; BRITO, G.R.R.; COHN-HAFT, M.; MAURICIO, G.N.; NAKA, L.N.; OLMOS, F.; POSSO, S.; LEES, A.C.; FIGUEIREDO, L.F.A.; CARRANO, E.; GUEDES, R.C.; CESARI, E.; FRANZ, I.; SCHUNCK, F.; PIACENTINI, V.Q. (2021). Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee – second edition. *Ornithology Research*, 29(2).
- PAGLIA, A. P., DA FONSECA, G. A., RYLANDS, A. B., HERRMANN, G., AGUIAR, L. M., CHIARELLO, A. G., ...; PATTON, J. L. (2012). Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil 2ª Edição/Annotated Checklist of Brazilian Mammals. *Occasional papers in conservation biology*, 6, 1-82.
- PALOMARES, F.; GAONA, P.; FERRERAS, P.; DELIBES, M. (1995). Positive effects on game species of top predators by controlling smaller predator populations: an example with *Lynx*, *Mongoose* and *Rabbits*. *Conservation Biology* 9:295-305.
- PARRINI, R.; PACHECO, J.F. (1997). Seis novos registros de aves para o estado de Minas Gerais. *Atualidades Ornitológicas*, 80:6.
- PARRIS, K. M. (2004). Environmental and spatial variables influence the composition of frog assemblages in sub-tropical eastern Australia. *Ecography*, 27: 392-400.
- PATTROL (2021). Ensaio de investigação geológico-geotécnica. Pattrol – Investigações Geotécnicas Ltda.
- PAVAN, D. (2007). Assembleia de répteis e anfíbios do Cerrado ao longo da bacia do rio Tocantins e o impacto do aproveitamento hidrelétrico da região na sua conservação. Tese de Doutorado – Instituto de biociência da Universidade de São Paulo. Departamento de Zoologia. 414p.
- PITMAN, M. R. P. L.; OLIVEIRA, T. G.; PAULA, R. C.; INDRUSIAK C. (2002). Manual de identificação, prevenção e controle de predação por carnívoros. Brasília: Edições IBAMA. 83 p.
- POUGH, F. H.; HEISER, J. B.; MCFARLAND, W. N. (2003). A vida dos vertebrados. 4. ed. São Paulo: Atheneu.

- PROMINER (2015). Levantamento espeológico Vale Fertilizantes S.A. Mina de Tapira/MG. Prominer Projetos Ltda. São Paulo/SP.
- RALPH, C. J. (1993). Handbook of field methods for monitoring landbirds. Pacific Southwest Research Station, Albany.
- RAN (2022). Anfíbios e Répteis do Brasil - Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios – RAN, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio. Goiânia/GO.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F. (1996). Biodiversity of the flora of the Cerrado. In: Simpósio sobre o Cerrado. Brasília/DF.
- REDFORD, H.K.; FONSECA, G.A.B. (1986). The role of gallery forests in the zoogeography of the Cerrado's non-volant mammalian fauna. *Biotropica*, 18: 126-135.
- REGALADO, L. B.; C. SILVA. (1997). Utilização de aves como bioindicadoras de degradação ambiental. *Revista Brasileira de Ecologia*, 1: 81-83.
- REGALADO, L. B.; P. R. S. GOBBO; C. E. MARINELLI; W. S. SMITH. (2000). Fauna de Vertebrados. 88-103.
- REIS, R. E.; KULLANDER, S. O. & FERRARIS JR., C. F. (2003). Check list of the freshwater Fishes of south and Central America. Porto Alegre. EDIPUCRS, 742p.
- REIS, R. J. (2005). Mapeando a climatologia das descargas atmosféricas em Minas Gerais, utilizando dados de 1989 a 2002: uma análise exploratória.
- REZENDE, M. A.; VASCONCELOS, M. F. (2018). Lista dos exemplares de aves de Minas Gerais abrigados no Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität (ZMB), Berlim, com o primeiro espécime de *Glyphorhynchus spirurus* (Passeriformes: Dendrocolaptidae) confirmado para o estado. *Atualidades Ornitológicas*, v. 203, p. 4-9.
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. (1998) Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. ed. Cerrado: Ambiente e flora. EMBRAPA – Planaltina-DF. p. 89-166.
- RIBEIRO, L. C.; CARVALHO, I. S. (2007). Sítio Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, MG – Terra dos dinossauros do Brasil. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*, 1, 389-402.
- RIBEIRO, R.; MARINHO FILHO, J. (2005). Estrutura da comunidade de pequenos mamíferos (Mammalia, Rodentia) da Estação Ecológica de Águas Emendadas, Planaltina, Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22(4): 898-907.
- RIBEIRO, V. B. (2011). Modelagem Geofísica do Complexo Alcalino de Tapira – MG. Tese de Mestrado – Universidade de São Paulo (USP).
- RIBON, R. (2010). Amostragem de aves pelo método de listas de Mackinnon. *Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento*. 1ª ed. Technical Books, 516p, Rio de Janeiro, Brasil.
- RIDGELY, R. S.; TUDOR, G. (1994). *The Birds of South America, Volume 2, the Suboscine Passerines*. Austin: University of Texas Press.
- ROCHA, M. B. B.; SEER, H. J. (2008). Mapeamento e caracterização do meio físico de Araxá-MG, utilizando técnicas de geoprocessamento. *Educação & Tecnologia*, 13(1).

- ROSA, R.; SANO, E. E. (2014). Uso da Terra e Cobertura Vegetal na Bacia do Rio Paranaíba. *Revista de Geografia Agrária*, 9 (11), p. 32-56.
- ROSS, J. L. S. (2005). Os fundamentos da geografia da natureza. In: ROSS, J. L. S. *Geografia do Brasil*. 5ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- ROSS, J. L.S. (2007) *Geomorfologia: Ambiente e Planejamento*. 8ed. São Paulo: Contexto, (Repensando Geografia). 85p.
- RYLANDS, A. B.; FARIA, D. S., (1993). Habitats, feeding ecology, and home range size in the genus *Callithrix*, pp. 262-272. In: A. B. Rylands (ed.), *Marmosets and Tamarins. Systematics, Behaviour and Ecology*. Oxford University Press, Oxford.
- RYLANDS, A.B.; MENDES, S.L. (2008). *Callithrix penicillata*. In: IUCN Red List of Threatened Species, Version 2011.2. Disponível em [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).
- SALADINO, A.; PEREIRA, R. (2016). *Verbete Arqueologia Histórica* In: *Dicionário IPHAN de Patrimônio Cultural*. 2 eds. Rio de Janeiro; Brasília: PHAN/DAF/Copedoc, v.1, p. 1-2.
- SALOMÃO, F. D. T. (1999). Controle e prevenção dos processos erosivos. *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*, 5, 229-265.
- SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L.; FERREIRA, L. G. (2010). Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. *Environmental monitoring and assessment*, 166(1), 113-124.
- SANTOS, G. B. (2010). A ictiofauna da bacia do Alto Paraná (rio Grande e rio Paranaíba). *MG. Biota*. Belo Horizonte. v. 2, n. 6, p 5 – 25.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília/DF: Embrapa, 2018.
- SANTOS, R. L. C.; SOBRAL, L. G. S.; ARAÚJO, R. V. V.; (2002). Produção de fosfato no Brasil: Complexo de Mineração Tapira / Fosfertil. *Contribuição técnica ao XIX ENTMMME – Recife/PE*.
- SANTOS-FILHO, M.; SILVA, M.N.F. (2002). Uso de habitats por mamíferos em área de Cerrado do Brasil Central: um estudo com armadilhas fotográficas. *Revista Brasileira de Zootecias* 4(1): 45-56.
- SAMPAIO, J. A.; OLIVEIRA, G. P.; SILVA, A. O. D. (2007). Ensaio de classificação em hidroclone. *Tratamento de Minérios: Práticas Laboratoriais – CETEM/MCTI*.
- SÃO-PEDRO, V. A.; FEIO, R. N. (2010). Distribuição espacial e sazonal de anuros em três ambientes na Serra do Ouro Branco. *Biotemas* 23(1):143-154.
- SEABRA, H.F.; ENCINAS, J.M.; FELFILI, J.M. (1991). Análise estrutural da mata ciliar do Córrego Capetinga – DF, habitat de *Callithrix jacchus penicillata*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 26 (1): 11-17.
- SEGALLA, M. V., BERNECK, B., CANEDO, C., CARAMASCHI, U., CRUZ, C. A. G., GARCIA, P. C., ...; LANGONE, J. A. (2021). List of Brazilian amphibians. *Herpetologia Brasileira*, 10(1), 121-216.

- SEKERCIOGLU, Ç. H.; DAILY, G. C.; EHRLICH, P. R. (2004). Ecosystem consequences of birds declines. PNAS, vol. 101, nº 52.
- SEMAD/IEF (2013). Resolução Conjunta nº 1.905, de 12 de agosto de 2013. Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental no âmbito do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD e Instituto Estadual de Florestas – IEF. Belo Horizonte/MG.
- SETUR (2009). Secretaria de Estado de Turismo de Minas Gerais. Disponível em: <[www.turismo.mg.gov.br](http://www.turismo.mg.gov.br)>
- SETOP (2009). Estrutura aeroportuária. Secretaria de Estado de Transporte de Obras Públicas – SETOP. Disponível em: <<http://www.infraestrutura.mg.gov.br/>>.
- SICK, H. (1997). Ornitologia Brasileira. Ed. Nova Fronteira. Rio de Janeiro. BRA.
- SIGEP (2022). Inventário de Geossítios do Brasil. Comissão Brasileira dos Sítios Geológicos e Paleobiológicos – SIGEP. Disponível em: <[http://sigep.cprm.gov.br/Lista\\_Geral\\_Sitios\\_e\\_Propostas.pdf](http://sigep.cprm.gov.br/Lista_Geral_Sitios_e_Propostas.pdf)>
- SILVA, C. H. (2003). Evolução geológica da faixa Brasília na região de Tapira, Sudoeste do Estado de Minas Gerais. Tese de Doutorado – Universidade Estadual Paulista (Unesp).
- SILVA, C. H.; SIMÕES, L. S. A.; DAMÁZIO, W. L.; FERREIRA, S. N.; LUVIZOTTO, G. L. (2012). O Grupo Canastra em sua área-tipo, região de Tapira, sudoeste do estado de Minas Gerais. Revista do Instituto de Geociências - USP, v. 12, n. 2, p. 8-98.
- SILVA, C. H.; SIMÕES, L. S. A.; KRYMSKY, R.; MACAMBIRA, M. J. B. (2006). Proveniência e Idade do Metamorfismo das Rochas da Faixa Brasília, na Região de Tapira (SW de Minas Gerais). Revista do Instituto de Geociências – USP, v. 6, n. 1, p. 53-66.
- SILVA, G. G.; OLIVEIRA, L. N. (2015). Análise da suscetibilidade e potencial à erosão laminar no município de São Miguel do Araguaia-GO. Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto-Sbsr, 17, 6511-6518.
- SILVA, J.C.M.; BATES, J.M. (2002). Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical Savanna hotspot. BioScience 52(3):225-233.
- SILVA, J. M. C. (1995). Biogeographic analysis of the South American Cerrado avifauna. Steenstrupia. 21, p. 49-67.
- SILVA, J. M. C. (1997). Endemic bird species and conservation in the Cerrado Region, South America. Biodiversity and Conservation 6, 435-450.
- SILVA, N. K. G. (2014). Estudo de otimização da configuração do hidrociclone filtrante. Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais.
- SILVANO D.L.; PIMENTA B.V.S. (2003). Diversidade e distribuição de anfíbios na Mata Atlântica do Sul da Bahia. Prado P.I., Landau E.C., Moura R.T., Pinto L.P.S., Fonseca G.A.B., Alger K. (orgs.) Corredor de Biodiversidade na Mata Atlântica do Sul da Bahia. CD-ROM, Ilhéus, IESB/CI/CABS/UFMG/UNICAMP
- SILVANO, D.L.; COLLI, G.R.; DIXO, M.B.O.; PIMENTA, B.U.S. & WIEDERHECKER, H.C. (2005). Anfíbios e répteis. Pp. 184-199. In: Ministério do Meio Ambiente – MMA.

- Fragmentação de ecossistemas, conservação, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Rambaldi, D.M. & Oliveira, D.A.S (orgs). Brasília 2ed, 510p.
- SILVEIRA, A.L. (2006). Anfíbios do Município de João Pinheiro, uma área de Cerrado no Noroeste de Minas Gerais, Brasil. Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.64, n.2, p.131-139.
- SOARES, C.P.B; NETO, F.P; SOUZA, A.L. (2006). Dendrometria e inventário florestal. Ed. Universidade Federal de Viçosa (UFV).
- SOBRINHO, E. G. (1974). Prospecção de urânio na chaminé alcalina de Tapira – Minas Gerais. CNEN/DEXM.
- SOUBIES, F.; MELFI, A. J.; AUTEFAGE, F. (1991). Comportamento geoquímico dos elementos terras raras nos alteritos da jazida de fosfato e titânio de Tapira (Minas Gerais, Brasil): A importância dos fosfatos. Revista Brasileira de Geociências, v. 21, p. 3-16.
- STOTZ D.F., FITZPATRICK J.W., PARKER III T.A., MOSKOVITS D.K. (1996). Neotropical birds: ecology and conservation. University of Chicago Press, Chicago
- STRAHLER, A.N. (1952). Hypsometric analysis of erosional topography. Geological Society of America Bulletin, n. 63, p.111-1141.
- SUMMERS, C. H., & NORMAN, M. F. (1988). Chronic low humidity-stress in the lizard *Anolis carolinensis*: Changes in diurnal corticosterone rhythms. Journal of experimental zoology, 247(3), 271-278.
- UETANABARO, M.; PRADO, C.P.A.; RODRIGUES, D.J.; GORDO, M.; CAMPOS, Z. (2008). Guia completo dos anuros do Pantanal e Planaltos de Entorno. Campo Grande: Ed. UFMS: Cuiabá: Ed. UFMT.
- UEZU, A. (2006). Composição e estrutura da comunidade de aves na paisagem fragmentada do Pontal do Paranapanema. Tese, Universidade de São Paulo.
- UEZU, A.; METZGER, J.P.W.; VIELLIARD, J.M. (2005). The effect of structural and functional connectivity and patch size on the abundance of seven Atlantic Forest bird species. Biological Conservation 123, 507-519.
- UMETSU, F.; PARDINI, R. (2007). Small mammals in a mosaic of forest remnants and anthropogenic habitats – evaluating matrix quality in an Atlantic forest landscape. Landscape Ecology, v. 22, p. 517-530.
- VALDUJO, P. H.; SILVANO, D. L.; COLLI, G.; MARTINS, M. (2012). Anuran species composition and distribution patterns in Brazilian Cerrado, a Neotropical hotspot. South American Journal of Herpetology, 7(2), 63-78.
- VALE (2014). Relatório de Atualização Técnica do PDET (Plano Diretor de Estéril e Titânio). Vale Fertilizantes S.A. Junho/2014.
- VALE (2015). PGR – Programa de Gerenciamento de Risco. Vale Fertilizantes S.A. Fevereiro/2015.
- VASCONCELOS, M.F.; LINS, L.V. (1998) Mais uma espécie de ave para o Estado de Minas Gerais: *Caprimulgus hirundinaceus vielliard*. Atualidades Ornitológicas, (85): 5.

- VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. (1991). Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124 p.
- VERDADE, V.K., VALDUJO, P.H., CARNAVAL, A.C., SCHIESARI, L., TOLEDO, L.F., MOTT, T., ANDRADE, G.V., ETEROVICK, P.C., MENIN, M., PIMENTA, B.V.S., NOGUEIRA, C., LISBOA, C.S., PAULA, C.D.; SILVANO, D.L. (2010). A leap further: the Brazilian Amphibian Conservation Action Plan. *Alytes* 29(1-4):28-43.
- VIEIRA, M.V.; OLIFIERS, N.; DELCIELLOS, A.C.; ANTUNES, V.Z.; BERNARDO, L.R.; GRELLE, C.E.V.; Cerqueira, R. (2009). Land use vs. fragment size and isolation as determinants of small mammal composition and richness in Atlantic Forest remnants. *Biological Conservation*, 142: 1191-1200.
- VIELLIARD, J. M. E., ALMEIDA, M. D. C., ANJOS, L. D., & SILVA, W. R. (2010). Levantamento quantitativo por pontos de escuta eo Índice Pontual de Abundância (IPA). *Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento*, Rio de Janeiro: Technical Books, 47-60.
- VONO, V. (2002). Efeitos da implantação de duas barragens sobre a estrutura da comunidade de peixe do rio Araguari (bacia do Alto Paraná, MG). Tese de doutorado, Instituto de Ciências Biológicas, UFMG, 148 p.
- WALM (2020). Plano diretor da unidade CMT. Walm Engenharia.
- \_\_\_\_\_ (2021). Projeto executivo da Pilha de Rejeito Desaguado (PDR-1). Walm Engenharia.
- WHITAKER, R. (2017). Análise das variáveis tempo de distância no método “pontos de contagem” no estudo da assembleias de aves na estação ecológica de Ceetetus (EECa), Botucatu, Dissertação de mestrado.
- WHITNEY B.M.; VASCONCELOS, M.F.; SILVEIRA, L.F.; PACHECO, J.F. (2010). *Scytalopus petrophilus* (Rock Tapaculo): a new species from Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 18(2): 73-88.
- WINCK, G. R.; SANTOS T. G.; CECHIN, S. Z. (2007). Snake assemblage in a disturbed grassland environment in Rio Grande do Sul State, Southern Brazil: population luctuations of *Liophis poecilogyrus* and *Pseudablabes agassizii*. *Annales Zoologici Fennici*, 44: 321-332.