



**MultiGeo**

**MultiGeo RT22LA006**



**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL  
PILHA DE MAGNETITA DESAGUADA – PDM-2**

**TAPIRA/MG**

*Mosaic Fertilizantes P&K Ltda.*

*Dezembro/2022*



## 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 concomitante (LP+LI+LO) da ampliação da Pilha de Magnetita Desaguada – PDM-2, necessária 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>18</b>
1.1	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	18
1.2	RESPONSÁVEIS PELA ELABORAÇÃO DO EIA	18
<b>2</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
2.1	HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO	19
2.2	LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E ACESSOS	20
2.3	SITUAÇÃO LEGAL DO EMPREENDIMENTO	22
2.3.1	Direitos Minerários	22
2.3.2	Licenças Ambientais	22
<b>3</b>	<b>LEGISLAÇÃO .....</b>	<b>25</b>
3.1	LEGISLAÇÃO INCIDENTE	25
3.1.1	Legislação Federal	25
3.1.2	Legislação Estadual	28
3.1.3	Legislação Municipal	31
<b>4</b>	<b>ESTUDO DE ALTERNATIVAS .....</b>	<b>32</b>
4.1	ALTERNATIVAS LOCACIONAIS	32
4.1.1	Critérios Locacionais	32
4.1.2	Opções Analisadas	36
4.1.3	Pontuação das Alternativas	38
4.2	ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS	39
4.2.1	Características do rejeito	39
4.2.2	Ensaio realizado para disposição dos rejeitos	40
4.3	ALTERNATIVA ZERO	42
<b>5</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....</b>	<b>43</b>
5.1	OPERAÇÕES DO CMT	45
5.1.1	Lavra	45
5.1.2	Disposição de Estéril do CMT	47
5.1.3	Beneficiamento de Minério	47
5.1.4	Disposição de Rejeitos e Captação de Água	53
5.2	PILHA DE MAGNETITA DESAGUADA – OBJETO DESTE LICENCIAMENTO	54
5.2.1	Aspectos Construtivos	55
5.2.2	Sequenciamento executivo da pilha	56
5.2.3	Investigações geológico-geotécnicas	60
5.2.4	Análises de Estabilidade	62
5.2.5	Drenagem Superficial	68
5.2.6	Drenagem Interna	70
5.2.7	Plano de Monitoramento	73
5.2.8	Infraestrutura de apoio	75

---

<b>6</b>	<b>DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....</b>	<b>77</b>
6.1	ÁREAS DE INFLUÊNCIA	77
6.2	MEIO FÍSICO	78
6.2.1	Delimitação das áreas de influência do meio físico	78
6.2.2	Climatologia	79
6.2.3	Geologia	87
6.2.4	Geomorfologia	93
6.2.5	Pedologia	98
6.2.6	Suscetibilidade a Processos Erosivos	103
6.2.7	Espeleologia	111
6.2.8	Hidrogeologia	113
6.2.9	Hidrografia	125
6.2.10	Qualidade das águas superficiais	137
6.2.11	Qualidade das águas subterrâneas	145
6.2.12	Qualidade do ar	152
6.2.13	Ruídos	156
6.2.14	Vibrações	162
6.2.15	Áreas Contaminadas	165
6.3	MEIO BIÓTICO	177
6.3.1	Delimitação das áreas de influência	177
6.3.2	Flora	178
6.3.3	Fauna	231
6.4	MEIO SOCIOECONÔMICO	293
6.4.1	Delimitação das áreas de influência	293
6.4.2	Fontes de Informação	294
6.4.3	Caracterização Regional	295
6.4.4	Uso e Ocupação do Solo	295
6.4.5	Dinâmica Demográfica	298
6.4.6	Desenvolvimento Humano	301
6.4.7	Atividades Econômicas	302
6.4.8	Indicadores de Produto Interno Bruto – PIB	303
6.4.9	Habitações	305
6.4.10	Saneamento Básico	306
6.4.11	Educação	307
6.4.12	Saúde	308
6.4.13	Lazer, Turismo e Cultura	309
6.4.14	Infraestrutura Regional	310
6.4.15	Abastecimento de Água e Energia Elétrica	312
6.4.16	Comunicações	314
6.4.17	Comunidades do Entorno	314
6.4.18	Patrimônio Histórico e Cultural	319
<b>7</b>	<b>ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....</b>	<b>325</b>
7.1	IMPACTOS SOBRE O MEIO FÍSICO	327
7.1.1	Aumento da Carga de Poluentes nas Águas Superficiais	327
7.1.2	Aumento das Taxas de Erosão	328
7.1.3	Alteração das Características do Solo	328



---

7.1.4	Aumento da Carga de Poluentes no Ar	329
7.1.5	Aumento dos Níveis de Ruído	329
7.1.6	Aumento da Instabilidade Geotécnica	330
7.2	IMPACTOS SOBRE O MEIO BIÓTICO	330
7.2.1	Redução de Áreas de Vegetação Nativa	330
7.2.2	Diminuição de Indivíduos imunes de corte	331
7.2.3	Intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APP)	331
7.2.4	Perda de Indivíduos da fauna terrestre	332
7.2.5	Perturbação da Fauna de Áreas Adjacentes	332
7.3	IMPACTOS SOBRE O MEIO SOCIOECONÔMICO	333
7.3.1	Alteração visual da paisagem	333
7.3.2	Geração e manutenção de empregos e receitas	334
7.4	QUADRO SÍNTESE DOS IMPACTOS	335
7.5	ANÁLISE INTEGRADA DOS IMPACTOS	337
<b>8</b>	<b>MEDIDAS MITIGADORAS .....</b>	<b>338</b>
8.1	PROGRAMA DE GESTÃO AMBIENTAL DO EMPREENDIMENTO	338
8.1.1	Manutenção Preventiva de Veículos e Equipamentos	338
8.1.2	Limitação da velocidade dos veículos	339
8.1.3	Umectação de vias de circulação	339
8.1.4	Gestão de Resíduos Sólidos	339
8.1.5	Sistema de drenagem de águas pluviais e sumps	339
8.1.6	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas	340
8.2	PROGRAMA DE COMPENSAÇÃO FLORESTAL	340
8.3	PROGRAMA DE AFUGENTAMENTO E RESGATE DE FAUNA SILVESTRE	341
8.4	PROGRAMA DE PERFORMANCE SOCIAL	341
8.5	PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CIDADANIA – PEAC	342
8.6	PROGRAMA DE RESGATE DE FLORA	342
8.7	PROGRAMA DE SUPRESSÃO DA VEGETAÇÃO	343
<b>9</b>	<b>PROGRAMAS DE MONITORAMENTO .....</b>	<b>345</b>
9.1	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DE RUÍDOS	345
9.2	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS	345
9.3	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR	346
9.4	PROGRAMA DE MONITORAMENTO GEOTÉCNICO	347
9.5	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE FAUNA	347
<b>10</b>	<b>PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS - PRAD.....</b>	<b>348</b>
10.1	OBJETIVOS	349
10.2	LEGISLAÇÃO APLICÁVEL	349
10.3	PROCEDIMENTOS	349

---

10.3.1	Reafeiçoamento físico	349
10.3.2	Drenagem	349
10.3.3	Revegetação	350
10.4	ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO	351
<b>11</b>	<b>PROGNÓSTICO AMBIENTAL.....</b>	<b>352</b>
<b>12</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>353</b>
<b>13</b>	<b>RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....</b>	<b>354</b>
<b>14</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>356</b>

## **ANEXOS**

**ANEXO A – ESTUDO DE ALTERNATIVAS**

**ANEXO B – PROJETO DO DEPÓSITO PILHA DE MAGNETITA DESAGUADA (PDM-2)**

**ANEXO C – ESPELEOLOGIA**

**ANEXO D – HIDROGEOLOGIA**

**ANEXO E – ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS**

**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**

**ANEXO L – ARQUEOLOGIA**

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

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Processos ANM que compõem o CMT. ....	22
Quadro 2.2 – Resumo das licenças ambientais e outorgas do CMT. ....	23
Quadro 4.1 – Principais características das alternativas consideradas. ....	37
Quadro 4.2 – Pontuação das alternativas para deposição de magnetita desaguada. ....	39
Quadro 5.1 – Especificação química do concentrado .....	52
Quadro 5.2 – Projeção do volume (t) de rejeitos a ser gerado até 2057. ....	54
Quadro 5.3 – Principais características do depósito PDM-2. ....	55
Quadro 5.4 – Informações das sondagens mistas complementares executadas no PDM-2. ....	61
Quadro 5.5 – Parâmetros de resistência dos rejeitos adotados nas análises de estabilidade. ....	64
Quadro 5.6 – Resumo dos fatores de segurança obtidos nas análises de estabilidade. ....	65
Quadro 5.7 – Características geométricas dos drenos de fundo do PDM-2. ....	71
Quadro 5.8 – Instrumentos de monitoramento. ....	74
Quadro 6.1 – Médias mensais da radiação solar acumulada - janeiro de 2018 a março de 2022. ....	82
Quadro 6.2 – Balanço hídrico mensal da estação meteorológica de Araxá (1981-2010). ....	83
Quadro 6.3 – Grau de Erodibilidade por tipo pedológico. ....	105
Quadro 6.4 – Grau de declividade do terreno. ....	106
Quadro 6.5 – Definição das classes de suscetibilidade à erosão laminar. ....	106
Quadro 6.6 – Grau de ação erosiva por tipo de uso do solo. ....	108
Quadro 6.7 – Potencial à erosão laminar. ....	108
Quadro 6.8 – Valores de recarga obtidos na etapa de calibração em permanente do modelo. ....	116
Quadro 6.9 – Esquema da potamografia na área do PDM-2. ....	131
Quadro 6.10 – Localização dos pontos de nascentes registradas. ....	133
Quadro 6.11 – Localização dos pontos de monitoramento de água superficial. ....	137
Quadro 6.12 – Parâmetros analisados para água superficial. ....	139
Quadro 6.13 – Resultados obtidos para os Pontos 10 e 115 nas campanhas semestrais de 2020 a 2022. ....	141
Quadro 6.14 – Coordenadas dos pontos de amostragem de água subterrânea. ....	145
Quadro 6.15 – Parâmetros analisados para água subterrânea. ....	147
Quadro 6.16 – Resultados obtidos para os Pontos 116, 175, 176 e 177 nas campanhas semestrais de 2021 e 2022. ....	149
Quadro 6.17 – Coordenadas dos pontos de monitoramento de qualidade do ar. ....	153
Quadro 6.18 – Resultados obtidos no monitoramento da qualidade do ar. ....	155
Quadro 6.19 – Limites de níveis de pressão sonora. ....	157
Quadro 6.20 – Limites de $RL_{Aeq}$ em função do período .....	158
Quadro 6.21 – Coordenadas dos pontos de monitoramento de ruídos. ....	158
Quadro 6.22 – Resultados obtidos de níveis de ruídos – Diurno e Noturno. ....	160
Quadro 6.23 – Caracterização das fontes sonoras. ....	161
Quadro 6.24 – Limites de velocidade de vibração de partícula de pico por faixas de frequência. ....	163

---

Quadro 6.25 – Resultados obtidos no monitoramento de vibrações. ....	165
Quadro 6.26 – Coordenadas das parcelas amostradas no inventário florestal. ....	182
Quadro 6.27 – Fórmula volumétrica utilizada no processamento do inventário. ....	186
Quadro 6.28 – Fórmulas utilizadas no processamento dos dados estatísticos. ....	187
Quadro 6.29 – Cobertura vegetal na AID do empreendimento. ....	196
Quadro 6.30 – Uso e ocupação do solo na ADA do depósito PDM-2. ....	197
Quadro 6.31 – Lista florística das espécies identificadas na ADA e AID do empreendimento.	205
Quadro 6.32 – Lista florística das espécies arbóreas amostradas no inventário florestal na ADA. .....	212
Quadro 6.33 – Índices de diversidade da população amostrada no inventário florestal na ADA. .....	215
Quadro 6.34 – Estrutura horizontal da fisionomia FES médio amostrada. ....	215
Quadro 6.35 – Número de indivíduos (Nº), área basal (AB) e volume total (VT) por classe diamétrica na fisionomia FES médio. ....	218
Quadro 6.36 – Estrutura horizontal da fisionomia Transição FES/Cerrado amostrada. ....	219
Quadro 6.37 – Número de indivíduos (Nº), área basal (AB) e volume total (VT) por classe diamétrica na fisionomia Transição FES/Cerrado.....	221
Quadro 6.38 – Estrutura horizontal da fisionomia FES inicial amostrada. ....	222
Quadro 6.39 – Número de indivíduos (Nº), área basal (AB) e volume total (VT) por classe diamétrica na fisionomia FES inicial. ....	224
Quadro 6.40 – Estrutura horizontal da tipologia área antrópica com regeneração arbórea.	225
Quadro 6.41 – Número de indivíduos (Nº), área basal (AB) e volume total (VT) por classe diamétrica na tipologia área antrópica com regeneração arbórea. ....	227
Quadro 6.42 – Estrutura horizontal da vegetação amostrada no censo florestal. ....	228
Quadro 6.43 – Estimativa de produtos florestais. ....	231
Quadro 6.44 – Dados estatísticos do inventário florestal. ....	231
Quadro 6.45 – Pontos de inventariamento de avifauna. ....	236
Quadro 6.46 – Avifauna registrada na primeira campanha (período seco).....	241
Quadro 6.47 – Dados de riqueza (S), abundância (N) e índices de Diversidade Shannon (H') e Equitabilidade (J') para a avifauna (período seco). ....	253
Quadro 6.48 – Pontos de inventariamento de mastofauna. ....	257
Quadro 6.49 – Mastofauna registrada na primeira campanha (período seco). ....	262
Quadro 6.50 – Dados de Riqueza (S), abundância (N) e índices de Diversidade Shannon (H') e Equitabilidade (J') para a mastofauna amostrada por armadilhas fotográficas.	266
Quadro 6.51 – Dados de Riqueza (S), abundância (N) e índices de Diversidade Shannon (H') e Equitabilidade (J') para a mastofauna amostrada por busca ativa. ....	267
Quadro 6.52 – Pontos de inventariamento de herpetofauna. ....	273
Quadro 6.53 – Herpetofauna registrada na primeira campanha (período seco).....	276
Quadro 6.54 – Dados de riqueza (S), abundância (N) e índices de Diversidade (H') e Equitabilidade (J') para a herpetofauna (período seco). ....	279
Quadro 6.55 – Pontos de inventariamento de ictiofauna. ....	283
Quadro 6.56 – Ictiofauna registrada na primeira campanha (período seco).....	288
Quadro 6.57 – Dados de riqueza (S), abundância (N) e índices de Diversidade (H') e Equitabilidade (J') para a ictiofauna (período seco). ....	291

---

---

Quadro 6.58 – Evolução da população segundo sua localidade. ....	299
Quadro 6.59 – Percentual de urbanização por localidade. ....	299
Quadro 6.60 – Evolução do grau de urbanização 1970 a 2010. ....	300
Quadro 6.61 – Densidade demográfica dos municípios da AID. ....	300
Quadro 6.62 – Produção agrícola em lavouras permanentes e temporárias. ....	302
Quadro 6.63 – Extração vegetal. ....	303
Quadro 6.64 – Pecuária - efetivo de rebanho (em cabeças). ....	303
Quadro 6.65 – PIB de Tapira e Araxá por setor econômico – 2019. ....	304
Quadro 6.66 – Evolução do PIB (em R\$ x 1.000). ....	304
Quadro 6.67 – Arrecadação do CFEM pelos municípios de Tapira e Araxá/MG. ....	305
Quadro 6.68 – Indicadores de Habitação em Araxá e Tapira em 2017. ....	306
Quadro 6.69 – Instituições de ensino em Araxá e Tapira – 2020. ....	307
Quadro 6.70 – Matrículas em Araxá e Tapira – 2020. ....	307
Quadro 6.71 – Corpo docente de Araxá e Tapira – 2020. ....	307
Quadro 6.72 – Estabelecimentos de saúde em Araxá e Tapira. ....	308
Quadro 6.73 – Situação do atendimento de saúde em Araxá e Tapira. ....	308
Quadro 6.74 – Estatística vital de Araxá e Tapira. ....	308
Quadro 6.75 – Consumo energético em Tapira e Araxá (1999 – 2003). ....	314
Quadro 6.76 – Informações sobre as demais comunidades no entorno do CMT. ....	318
Quadro 7.1 – Grau de importância dos impactos por atributos. ....	326
Quadro 7.2 – Escalas de avaliação da importância dos impactos. ....	326
Quadro 7.3 – Síntese dos impactos, seus atributos e programas associados. ....	335
Quadro 11.1 – Cenários de implantação e não implantação da ampliação do depósito PDM-2. ....	352

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 2.1 – Localização e acessos. ....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 4.1 – Localização das opções em relação ao limite do município e malha viária. ....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 4.2 – Localização das opções em relação ao uso do solo. ....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 4.3 – Localização das opções em relação ao tipo de vegetação. ....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 4.4 – Layout geral do PDM-1. ....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 4.5 – Layout geral do PDM-2. ....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 4.6 – Fluxograma simplificado do Complexo de Mineração de Tapira. ....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 4.7 – Distribuição granulométrica da magnetita obtida no processo de separação magnética. ....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 4.8 – Técnicas de separação de material sólido-líquido em função da granulometria. ....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 4.9 – Testes realizados com a magnetita do Complexo Mineraloquímico de Araxá (CMA). ....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 5.1 – Layout geral do CMT. ....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 5.2 – Traçado do mineroduto. ....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 5.3 – Fluxograma do processo. ....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 5.4 – Sistema de suprimento de água. ....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 5.5 – Arranjo geral do PDM-2. ....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 5.6 – Arranjo geral da fase inicial do PDM-2. ....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 5.7 – Localização dos pontos complementares de mapeamento geológico-geotécnico. ....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 5.8 – Seções analisadas no PDM-2. ....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 5.9 – Sistema de drenagem superficial do PDM-2. ....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 5.10 – Seção típica do dreno de fundo I. ....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 5.11 – Seção típica dos drenos II, III e IV. ....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 5.12 – Localização dos drenos no PDM-2. ....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 5.13 – Locação dos instrumentos no PDM-2. ....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 6.1 – Áreas de influência do meio físico. ....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 6.2 – Classificação climática, segundo Köppen. ....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 6.3 – Temperatura média do ar - janeiro de 2018 a março de 2022. ....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 6.4 – Temperatura do ar mínima e máxima - janeiro de 2018 a março de 2022. ....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 6.5 – Direção de origem dos ventos - janeiro de 2018 a março de 2022. ....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 6.6 – Médias de radiação acumulada - janeiro de 2018 a março de 2022. ....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 6.7 – Balanço hídrico mensal - média de 1981 a 2010. ....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 6.8 – Armazenamento de água no solo no período de 1981 – 2010. ....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 6.9 – Umidade relativa do ar – janeiro de 2018 a março de 2022. ....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 6.10 – Precipitação média anual no período de 1961 - 1990. ....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 6.11 – Precipitação Mensal – janeiro de 2018 a março de 2022. ....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 6.12 – Precipitação total anual – janeiro de 2018 a março de 2022. ....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 6.13 – Mapa geológico da região de Tapira/MG. ....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 6.14 – Mapa de localização das principais intrusões da Província Alcalina do Alto Paranaíba. ....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 6.15 – Mapa geológico local – PDM-2. ....</i>	<i>91</i>



---

Figura 6.16 – Mapa altimétrico regional.....	95
Figura 6.17 – Mapa altimétrico para o depósito PDM-2.....	97
Figura 6.18 – Mapa de declividade para o depósito PDM-2.....	98
Figura 6.19 – Mapa pedológico de Tapira/MG.....	99
Figura 6.20 – Mapa pedológico local – PDM-2.....	103
Figura 6.21 – Mapa de suscetibilidade à erosão laminar.....	107
Figura 6.22 – Mapa do potencial à erosão laminar.....	110
Figura 6.23 – Cavernas na região de Tapira.....	113
Figura 6.24 – Perfil esquemático da classificação intempérica dos litotipos do CMT.....	115
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.....	117
Figura 6.26 – Isolinhas equipotenciais e sentido do fluxo de d'água subterrâneo – resultado da calibração em regime permanente.....	118
Figura 6.27 – Comparação entre as vazões monitoradas em maio de 2007 e calculadas nas zonas de balanço - calibração em regime permanente.....	119
Figura 6.28 – Zonas de recarga aplicadas ao modelo.....	120
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).....	121
Figura 6.30 – Isolinhas equipotenciais do nível d'água de 10 em 10 m ao final da calibração – agosto de 2021.....	122
Figura 6.31 – Comparação dos modelos calibrados para julho de 2020 e agosto de 2021.....	123
Figura 6.32 – Regiões Hidrográficas Brasileiras.....	126
Figura 6.33 – Região Hidrográfica do Paraná.....	127
Figura 6.34 – Subdivisão em Unidades de Gestão Hídrica (UGHs) da Bacia do Paranaíba.....	128
Figura 6.35 – Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRHs) da Bacia do Rio Paranaíba, no Estado de Minas Gerais.....	129
Figura 6.36 – Municípios da Bacia do rio Araguari.....	130
Figura 6.37 – Microbacias na área de interesse.....	132
Figura 6.38 – Localização de nascentes registradas.....	136
Figura 6.39 – Localização dos pontos de monitoramento de água superficial.....	138
Figura 6.40 – Concentrações de alumínio dissolvido nas campanhas semestrais 2020 a 2022.....	143
Figura 6.41 – Concentrações de manganês total nas campanhas semestrais 2020 a 2022.....	143
Figura 6.42 – Concentrações de E. Coli nas campanhas semestrais 2020 a 2022.....	144
Figura 6.43 – Localização dos pontos de monitoramento de água subterrânea.....	146
Figura 6.44 – Localização dos pontos de monitoramento da qualidade do ar.....	154
Figura 6.45 – Concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS).....	156
Figura 6.46 – Localização dos pontos de monitoramento de ruídos.....	159
Figura 6.47 – Valores dos níveis de ruídos no período diurno.....	160
Figura 6.48 – Valores dos níveis de ruídos no período noturno.....	161
Figura 6.49 – Localização dos pontos de monitoramento de vibrações.....	164
Figura 6.50 – Localização dos postos de combustível ativos e inativos do CMT.....	168
Figura 6.51 – Localização das fontes potenciais.....	176
Figura 6.52 – Áreas de influência do meio biótico.....	178

---

---

Figura 6.53 – Croqui com representação da dimensão da unidade amostral utilizada no inventário florestal. ....	180
Figura 6.54 – Croqui de uso do solo e localização dos pontos de amostragem do inventário florestal na ADA. ....	182
Figura 6.55 – Localização do empreendimento em relação aos biomas. ....	188
Figura 6.56 – Cobertura vegetal no município de Tapira/MG. ....	190
Figura 6.57 – Localização do empreendimento em relação às unidades de conservação. ..	192
Figura 6.58 – Localização do empreendimento em relação às áreas prioritárias para conservação. ....	193
Figura 6.59 – Localização do empreendimento em relação a corredores ecológicos. ....	194
Figura 6.60 – Localização do empreendimento em relação às terras quilombolas/indígenas.	194
Figura 6.61 – Cobertura vegetal na AID do empreendimento. ....	196
Figura 6.62 – Croqui de localização e uso do solo da área de intervenção do depósito PDM-2. ....	198
Figura 6.63 – Número de indivíduos amostrados no inventário florestal na ADA por família.	214
Figura 6.64 – Representação gráfica das 20 espécies com maior IVI na fisionomia FES médio. ....	217
Figura 6.65 – Representação gráfica da estrutura diamétrica da fisionomia FES médio. ...	218
Figura 6.66 – Representação gráfica da estrutura vertical da fisionomia FES médio amostrada, de acordo com o número de indivíduos (N° ind.).....	219
Figura 6.67 – Representação gráfica do IVI das espécies amostradas no estrato Transição FES/Cerrado estágio médio. ....	220
Figura 6.68 – Representação gráfica da estrutura diamétrica da tipologia Transição FES/Cerrado. ....	221
Figura 6.69 – Representação gráfica da estrutura vertical na tipologia Transição FES/Cerrado, de acordo com o número de indivíduos (N° ind.).....	222
Figura 6.70 – Representação gráfica do IVI das espécies amostradas na fisionomia FES inicial. ....	223
Figura 6.71 – Representação gráfica da estrutura diamétrica da fisionomia FES inicial. ....	224
Figura 6.72 – Representação gráfica da estrutura vertical da fisionomia FES inicial amostrada, de acordo com o número de indivíduos (N° ind.).....	225
Figura 6.73 – Representação gráfica do IVI das espécies amostradas na área antrópica com regeneração arbórea. ....	226
Figura 6.74 – Representação gráfica da estrutura diamétrica da tipologia área antrópica com regeneração arbórea. ....	227
Figura 6.75 – Representação gráfica da estrutura vertical na área antrópica com regeneração arbórea, de acordo com o número de indivíduos (N° ind.) . ....	228
Figura 6.76 – Representação gráfica do IVI das 20 espécies de maior destaque no censo florestal. ....	230
Figura 6.77 – Localização dos pontos amostrais para o levantamento da avifauna. ....	237
Figura 6.78 – Riqueza de espécies da avifauna por guilda trófica (período seco). ....	250
Figura 6.79 – Riqueza e abundância nos pontos amostrais de avifauna (período seco).....	251
Figura 6.80 – Curva de acumulação das espécies de avifauna (período seco).....	253
Figura 6.81 – Curva de rarefação das espécies de avifauna (período seco).....	254
Figura 6.82 – Dendrograma de similaridade entre os pontos amostrais de avifauna. ....	254

---

Figura 6.83 – Localização dos pontos amostrais para o levantamento da mastofauna. ....	258
Figura 6.84 – Riqueza e abundância de espécies de mastofauna por método de amostragem (período seco). ....	264
Figura 6.85 – Riqueza e abundância de espécies da mastofauna por sítio amostral (período seco).....	265
Figura 6.86 – Curva de acumulação das espécies de mastofauna (período seco). ....	267
Figura 6.87 – Curva de rarefação das espécies de mastofauna (período seco). ....	268
Figura 6.88 – Dendrograma de similaridade entre os sítios amostrais de mastofauna. ....	268
Figura 6.89 – Índice de prioridade para conservação da herpetofauna da região de estudo, de acordo com o IDE-Sisema.....	270
Figura 6.90 – Localização dos pontos amostrais para o levantamento da herpetofauna. ..	274
Figura 6.91 – Representatividade das famílias de anfíbios registradas (período seco). ....	278
Figura 6.92 – Abundância relativa e absoluta das espécies de herpetofauna (período seco). ..	279
Figura 6.93 – Curva de acumulação das espécies de herpetofauna (período seco). ....	280
Figura 6.94 – Dendrograma de similaridade entre os sítios amostrais de herpetofauna. ....	281
Figura 6.95 – Localização dos pontos amostrais para o levantamento da ictiofauna. ....	284
Figura 6.96 – Abundância de espécies de ictiofauna por ordem (período seco). ....	290
Figura 6.97 – Abundância de espécies de ictiofauna por família (período seco). ....	290
Figura 6.98 – Curva de acumulação das espécies de ictiofauna (período seco).....	291
Figura 6.99 – Dendrograma de similaridade entre os pontos amostrais de ictiofauna. ....	292
Figura 6.100 – Áreas de influência do meio socioeconômico. ....	294
Figura 6.101 – Micro e mesorregiões do Estado de Minas Gerais. ....	295
Figura 6.102 – Mapa de Expansão Urbana de Tapira .....	296
Figura 6.103 – Mapa da expansão urbana de Araxá.....	298
Figura 6.104 – Pirâmide etária do município de Tapira (2010). ....	300
Figura 6.105 – Pirâmide etária do município de Araxá (2010). ....	301
Figura 6.106 – Contribuição dos setores no PIB. ....	304
Figura 6.107 – Principais estradas da malha viária da microrregião de Araxá.....	311
Figura 6.108 – Mapa dos aeroportos públicos e situação existente. ....	312
Figura 6.109 – Principal ponto de captação de água superficial em Tapira. ....	313
Figura 6.110 – Mapa dos setores censitários e das comunidades no entorno do empreendimento. Projeto de Assentamento (PA) Nova Bom Jardim. ....	316
Figura 6.111 – Localização das comunidades na área de influência da operação do CMT. ....	318
Figura 6.112 – Localização da ADA em relação às áreas de interesse arqueológico. ....	321
Figura 6.113 – Sítios paleontológicos na região do CMT e da ADA. ....	324

## LISTA DE FOTOS

<i>Foto 5.1 – Aspecto geral da lavra atual, em meia encosta.</i>	46
<i>Foto 5.2 – Detalhe da frente de lavra.</i>	46
<i>Foto 5.3 – Vista aérea do Complexo de Mineração de Tapira.</i>	48
<i>Foto 5.4 – Britagem secundária de minério do CMT.</i>	49
<i>Foto 5.5 – Circuito de moagem.</i>	51
<i>Foto 5.6 – Início do mineroduto (km 0).</i>	53
<i>Foto 6.1 – Bebedourito.</i>	92
<i>Foto 6.2 – Wehrlito.</i>	92
<i>Foto 6.3 – Brecha de sienito.</i>	92
<i>Foto 6.4 – Flogopitito.</i>	92
<i>Foto 6.5 – Diferentes composições e texturas dos carbonatitos.</i>	93
<i>Foto 6.6 – Escarpa formada em metassedimentos.</i>	94
<i>Foto 6.7 – Topo aguçado formado sobre os metassedimentos.</i>	94
<i>Foto 6.8 – Relevo dissecado com vertentes convexas e formação de ravinas - Tapira/MG.</i>	96
<i>Foto 6.9 – Manto de intemperismo no Complexo de Mineração de Tapira.</i>	101
<i>Foto 6.10 – Diferentes horizontes do manto de intemperismo no CMT.</i>	101
<i>Foto 6.11 – Horizonte pedológico estéril.</i>	102
<i>Foto 6.12 – Horizonte titanífero.</i>	102
<i>Foto 6.13 – Horizonte pedológico fosfático.</i>	102
<i>Foto 6.14 – Interface solo-rocha.</i>	102
<i>Foto 6.15 – Terraceamento e deslizamento em pastagem na vertente do córrego da Mata.</i>	104
<i>Foto 6.16 – Erosão laminar em área de antiga praça de sondagem.</i>	104
<i>Foto 6.17 – Tanques aéreos de armazenamento de combustível do escritório da Mina.</i>	167
<i>Foto 6.18 – Detalhe de tubulações de abastecimento de tanques do Posto do escritório da Mina.</i>	167
<i>Foto 6.19 – Vista geral do posto do escritório central.</i>	167
<i>Foto 6.20 – Detalhe de tampas dos tanques aterrados.</i>	167
<i>Foto 6.21 – Detalhe de tancagem com caixas de contenção de vazamentos.</i>	169
<i>Foto 6.22 – Detalhe de Caixa SAO para contenção de vazamentos.</i>	169
<i>Foto 6.23 – Detalhe do maquinário com caixa de contenção de vazamentos.</i>	170
<i>Foto 6.24 – Detalhe de canaletas de coleta e destinação de efluentes de vazamentos.</i>	170
<i>Foto 6.25 – Vista geral das tubulações e maquinário no piso da Usina de moagem.</i>	170
<i>Foto 6.26 – Detalhe das canaletas para coleta de vazamentos.</i>	170
<i>Foto 6.27 – Área de lavagem de peças, com canaletas de coleta de efluentes.</i>	171
<i>Foto 6.28 – Pátio da oficina e seus diversos departamentos.</i>	171
<i>Foto 6.29 – Pátio de manutenção de veículos pesados, com canaletas de contenção de efluentes.</i>	171
<i>Foto 6.30 – Almoxarifado com diversos produtos armazenados.</i>	171
<i>Foto 6.31 – Sucatas armazenadas em solo não pavimentado.</i>	172
<i>Foto 6.32 – Resíduos não perigosos armazenados em solo não pavimentado.</i>	172
<i>Foto 6.33 – Detalhe de solo não pavimentado no pátio de sucatas.</i>	172

---

Foto 6.34 – Resíduos perigosos armazenados em bombonas. ....	173
Foto 6.35 – Resíduos não perigosos acondicionados em caçambas. ....	173
Foto 6.36 – Sistema de tratamento de efluentes por biodigestor.....	173
Foto 6.37 – Caixas de contenção. ....	173
Foto 6.38 – Visão geral da ETE Central.....	174
Foto 6.39 – Detalhe dos tanques de tratamento e tubulações do sistema.....	174
Foto 6.40 – Bombonas sobre pallets para armazenamento de produtos químicos. ....	174
Foto 6.41 – Materiais diversos armazenados no pátio. ....	174
Foto 6.42 – Detalhe de materiais dispostos no pátio de manutenção. ....	174
Foto 6.43 – Diversos materiais dispostos no pátio de manutenção.....	174
Foto 6.44 – Medição de CAP (circunferência à altura do peito) em unidade amostral do inventário florestal.....	180
Foto 6.45 – Medição de altura em unidade amostral do inventário florestal, com auxílio de trena a laser. ....	180
Foto 6.46 – Marcação de indivíduo arbóreo no início da unidade amostral (ponto central inicial).....	181
Foto 6.47 – Indivíduo arbóreo plaqueteado durante o inventário. ....	181
Foto 6.48 – Aspecto geral do uso do solo na área de estudo.....	195
Foto 6.49 – Aspecto geral de parte da área de intervenção no depósito PDM-2.....	197
Foto 6.50 – Área antrópica no local de intervenção (1). ....	199
Foto 6.51 – Área antrópica no local de intervenção (2). ....	199
Foto 6.52 – Área antrópica com regeneração arbórea na área de intervenção (1). ....	199
Foto 6.53 – Área antrópica com regeneração arbórea na área de intervenção (2). ....	199
Foto 6.54 – Estrada na área de intervenção. ....	200
Foto 6.55 - FES médio presente na ADA. ....	201
Foto 6.56 – Interior de fragmento de FES médio na ADA com presença de sub-bosque. ....	201
Foto 6.57 – Serapilheira em FES estágio médio na área de intervenção. ....	202
Foto 6.58 – FES inicial presente na ADA. ....	203
Foto 6.59 – Transição FES/Cerrado na ADA (1). ....	204
Foto 6.60 – Transição FES/Cerrado na ADA (2). ....	204
Foto 6.61 – Espécie <i>Dalbergia miscolobium</i> (caviúna-do-cerrado) no local de intervenção. ....	211
Foto 6.62 – Espécie arbórea <i>Tapirira guianensis</i> (pau-pombo) no local de estudo.....	211
Foto 6.63 – Espécie <i>Lithraea molleoides</i> (aroeirinha) no local de intervenção. ....	211
Foto 6.64 – Espécie <i>Styrax camporum</i> (benjoeiro) levantada na área de estudo. ....	211
Foto 6.65 – Espécie <i>Vernonia polyanthes</i> (assa-peixe) no local de intervenção. ....	211
Foto 6.66 – <i>Samambaia Pteridium aquilinum</i> na ADA. ....	211
Foto 6.67 – Ponto 1, Área Diretamente Afetada (ADA). ....	238
Foto 6.68 – Ponto 2, ambiente modificado e mata ciliar.....	238
Foto 6.69 – Ponto 3, ambiente modificado e mata ciliar.....	238
Foto 6.70 – Ponto 4, ambiente modificado e cerrado.....	238
Foto 6.71 – Ponto 5, ambiente modificado e cerrado strictu sensu. ....	238
Foto 6.72 – Ponto 6, ambiente modificado e mata de galeria.....	238
Foto 6.73 – Ponto 7, ambiente modificado e mata semidecidual.....	238

---



---

Foto 6.74 – Ponto 8, ambiente modificado e mata semidecidual.....	238
Foto 6.75 – Ponto 9, ambiente modificado e mata semidecidual.....	239
Foto 6.76 – Ponto 10, ambiente modificado e mata ciliar.....	239
Foto 6.77 – Amostragem por transecções para levantamento da avifauna.....	239
Foto 6.78 – Tucanuçu ( <i>Ramphastos toco</i> ). .....	249
Foto 6.79 – Jacupemba ( <i>Penelope superciliaris</i> ).....	249
Foto 6.80 – Fim-fim ( <i>Euphonia chlorotica</i> ). .....	249
Foto 6.81 – Jacurutu ( <i>Bubo virginianus</i> ). .....	249
Foto 6.82 – Gavião-de-rabo-branco ( <i>Geranoaetus albicaudatus</i> ). .....	249
Foto 6.83 – Ferreirinho-relógio ( <i>Todirostrum cinereum</i> ). .....	249
Foto 6.84 – Falcão-de-coleira ( <i>Falco femoralis</i> ).....	249
Foto 6.85 – Mutum-de-penacho ( <i>Crax fasciolata</i> ).....	249
Foto 6.86 – Ponto 1, ambiente modificado. ....	259
Foto 6.87 – Ponto 2, ambiente modificado e mata ciliar.....	259
Foto 6.88 – Ponto 3, ambiente modificado e mata ciliar.....	259
Foto 6.89 – Ponto 4, ambiente modificado e cerrado strictu sensu.....	259
Foto 6.90 – Ponto 5, ambiente modificado e cerradão.....	259
Foto 6.91 – Ponto 6, ambiente modificado e mata de galeria.....	259
Foto 6.92 – Ponto 7, ambiente modificado e mata ciliar.....	259
Foto 6.93 – Levantamento da mastofauna através de dados indiretos.....	260
Foto 6.94 – Pegada de lobo-guará ( <i>Chrysocyon brachyurus</i> ). .....	260
Foto 6.95 – Instalação de armadilha fotográfica para levantamento da mastofauna. ....	261
Foto 6.96 – Armadilha fotográfica instalada para levantamento da mastofauna. ....	261
Foto 6.97 – Sagui-de-tufo-preto ( <i>Callithrix penicillata</i> ). .....	263
Foto 6.98 – Lobo-guará ( <i>Chrysocyon brachyurus</i> ). .....	263
Foto 6.99 – Fezes de lobo-guará ( <i>Chrysocyon brachyurus</i> ).....	263
Foto 6.100 – Pegadas de tapeti ( <i>Sylvilagus brasiliensis minensis</i> ).....	263
Foto 6.101 – Lontra ( <i>Lontra longicaudis</i> ).....	263
Foto 6.102 – Capivara ( <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> ).....	263
Foto 6.103 – Paca ( <i>Cuniculus paca</i> ).....	263
Foto 6.104 – Mão-pelada ( <i>Procyon cancrivorus</i> ).....	263
Foto 6.105 – Busca Ativa (período diurno). ....	275
Foto 6.106 – Busca ativa (período noturno). ....	275
Foto 6.107 – Perereca ( <i>Scinax canastrensis</i> ). .....	277
Foto 6.108 – Rã-manteiga ( <i>Leptodactylus latrans</i> ). .....	277
Foto 6.109 – Sapo-cururu ( <i>Rhinella diptycha</i> ). .....	277
Foto 6.110 – Perereca-de-pintas-amarelas ( <i>Boana albopunctata</i> ).....	277
Foto 6.111 – Perereca-de-pijama ( <i>Boana stenocephala</i> ). .....	277
Foto 6.112 – Lagarto-liso ( <i>Copeoglossum nigropunctatum</i> ).....	277
Foto 6.113 – Ponto 1, Barragem de Rejeitos (BR).....	285
Foto 6.114 – Ponto 2, córrego Boa Vista. ....	285
Foto 6.115 – Ponto 3, córrego do Retiro.....	285



Foto 6.116 – Ponto 4, Barragem BA3. ....	285
Foto 6.117 – Instalação de rede de emalhar. ....	286
Foto 6.118 – Uso de puçá. ....	286
Foto 6.119 – Uso de peneira. ....	286
Foto 6.120 – Uso de bote para instalação de redes de emalhar. ....	286
Foto 6.121 – Lambari-de-rabo-amarelo ( <i>Astyanax lacustres</i> ). ....	289
Foto 6.122 – Guppy ( <i>Poecilia reticulata</i> ). ....	289
Foto 6.123 – Tilápia ( <i>Coptodon rendalli</i> ). ....	289
Foto 6.124 – Carpa ( <i>Cyprinus carpio</i> ). ....	289
Foto 6.125 – Cambeva ( <i>Trichomycterus davisi</i> ). ....	289
Foto 6.126 – Cambeva ( <i>Trichomycterus brasiliensis</i> ). ....	289
Foto 6.127 - Área de expansão no município de Tapira (casas populares). ....	297
Foto 6.128 – Área de expansão no município de Araxá (casas populares). ....	297
Foto 6.129 – Edificações do município de Tapira. ....	305
Foto 6.130 – Edificações do município de Araxá. ....	306
Foto 6.131 – Visão do ginásio e estacionamento do Centro Esportivo de Tapira. ....	309
Foto 6.132 – Fachada do parque de exposições. ....	309
Foto 6.133 – Fragmento de cerâmica encontrado. ....	322
Foto 6.134 – Pedaco de quartzo hialino encontrado. ....	322

---

## 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 a ampliação do depósito de magnetita existente denominado Pilha de Magnetita Desaguada – PDM-2. 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 PDM-2 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 do projeto descrito.

### 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.



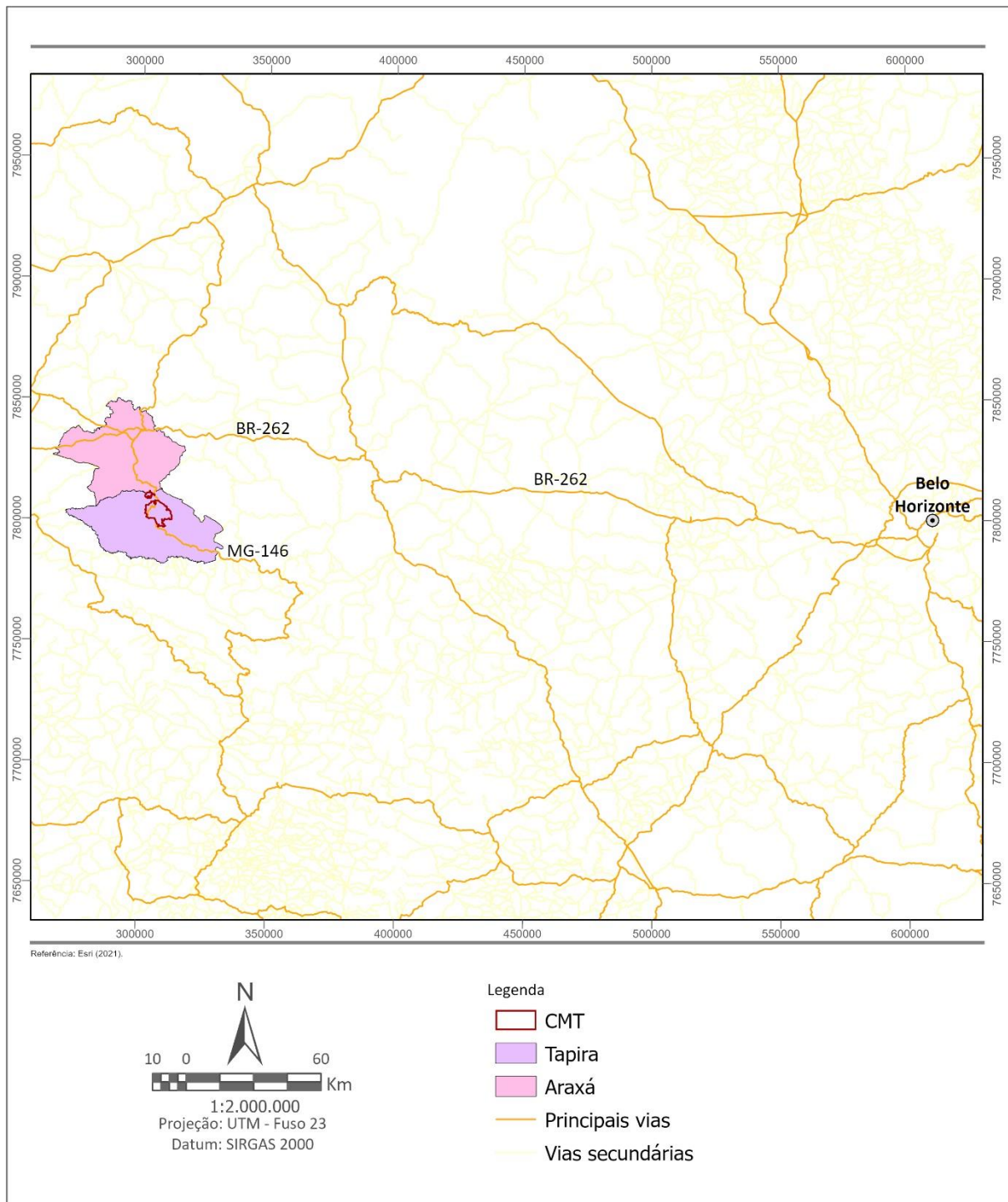


Figura 2.1 – Localização e acessos.

## 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	20,01	Titânio/ Fosfato
	PL 175 / 10.07.00		
816.066/1970	PL 1422 / 22.09.80	47,83	Titânio/Fosfato
	PL 177 / 10.07.00		
827.081/1972	PL 1652 / 04.11.80	339,39	Titânio/Fosfato
803.387/1974	PL 163 / 06.02.85	947,34	Nióbio/Titânio/ Fosfato
	PL Ret. 359 / 14.10.98		
	PL Ret. 149 / 12.05.99		
831.405/1997	PL 360 / 14.10.98	1.040,31	Nióbio/Titânio/ Fosfato
	PL Ret. 221 / 25.06.99		
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
11766/2014	1904383/2019	Renovação da Outorga para canalização do T4	19/06/2019	19/06/2024

Processo PA/Copam/nº	Licenças	Objeto das Licenças	Data de emissão	Data de validade
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 6.403/76, 6.567/78, 7.085/82, 7.805/89, 8.901/94, 9.314/96 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 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 239/05, convertida na Lei 11.132/05, alterada pela Lei 516/07)**

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 12.727/12, 13.295/16, 13.335/16, 13.465/17)**

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 11/86, 05/87 e 237/97)**

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 17.724/08).**

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

- **Lei 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 locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais e dá outras providências.

### 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 para o depósito PDM-2, com o intuito de 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 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 PDM-2 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.

Foram analisadas 2 opções, sendo elas:

- PDM-1
- PDM-2

#### 4.1.1 Critérios Locacionais

As alternativas foram analisadas sob diferentes aspectos, tais como:

- **Malha viária:** as alternativas são atendidas pela mesma rodovia, embora o depósito não vise o escoamento de nenhum produto e o Complexo já esteja instalado há cerca de 40 anos na localidade (**Figura 4.1**);
- **Limites municipais:** todas as alternativas encontram-se dentro dos limites do município de Tapira (**Figura 4.1**);
- **Áreas produtivas:** as duas opções encontram-se nos arredores da mineração (**Figura 4.2**);
- **Núcleos populacionais:** nenhuma das alternativas possui núcleos populacionais próximos às suas áreas (**Figura 4.2**);
- **Áreas de Preservação Permanente (APP), Reservas Legais e vegetação nativa:** todas as alternativas encontram-se no Bioma Cerrado. A área do PDM-2 não possui vegetação nativa de acordo com os dados do Sicar. Enquanto, a alternativa PDM-1 possui intervenção com área de APP, reserva legal e vegetação nativa (**Figura 4.3**);
- **Corpos hídricos e áreas de recarga hídrica:** conforme **Figura 4.3**, a alternativa PDM-2 não possui nascentes em sua área. Enquanto, a alternativa PDM-1 possui 2 nascentes em sua área que precisariam de desvio.



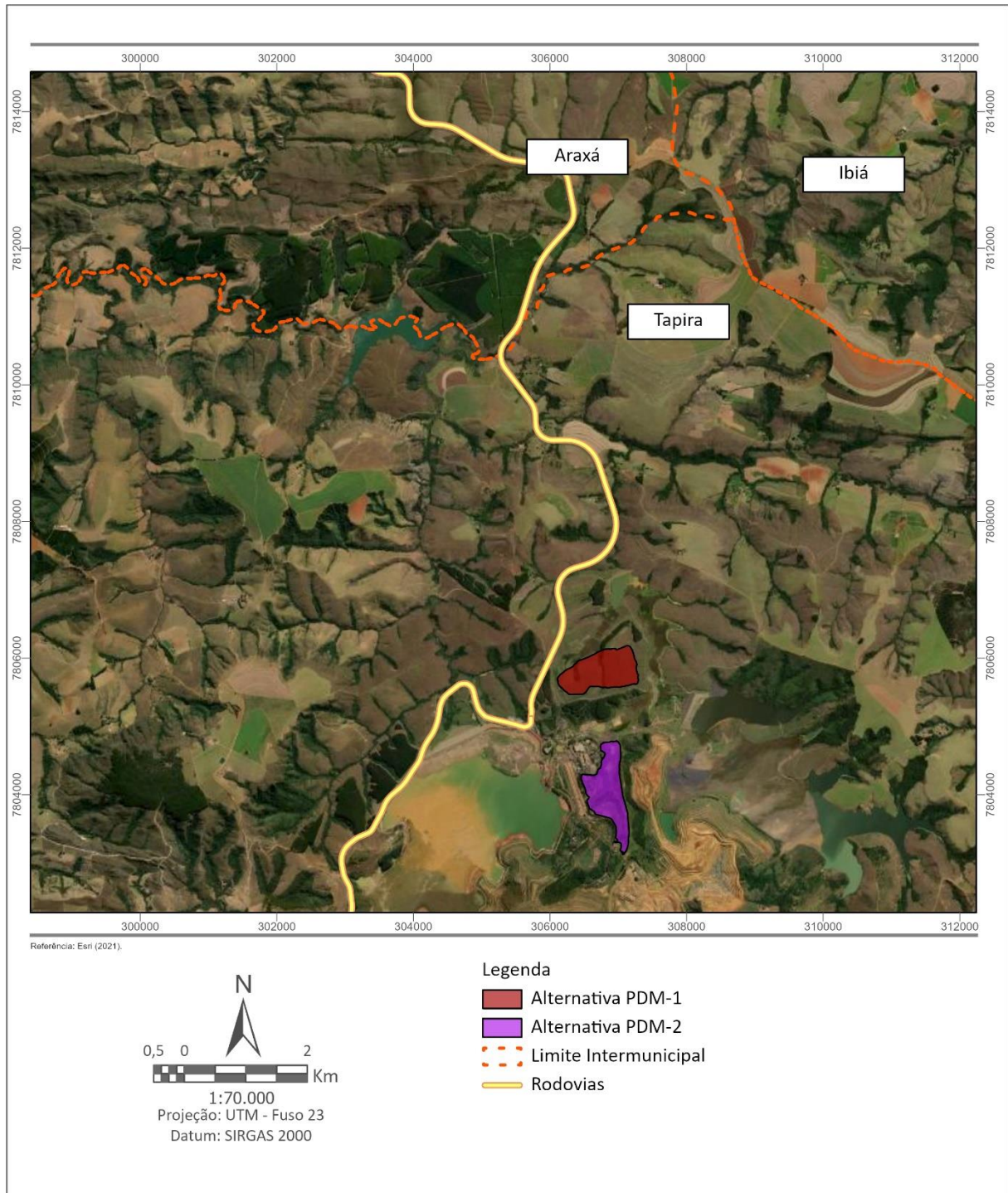
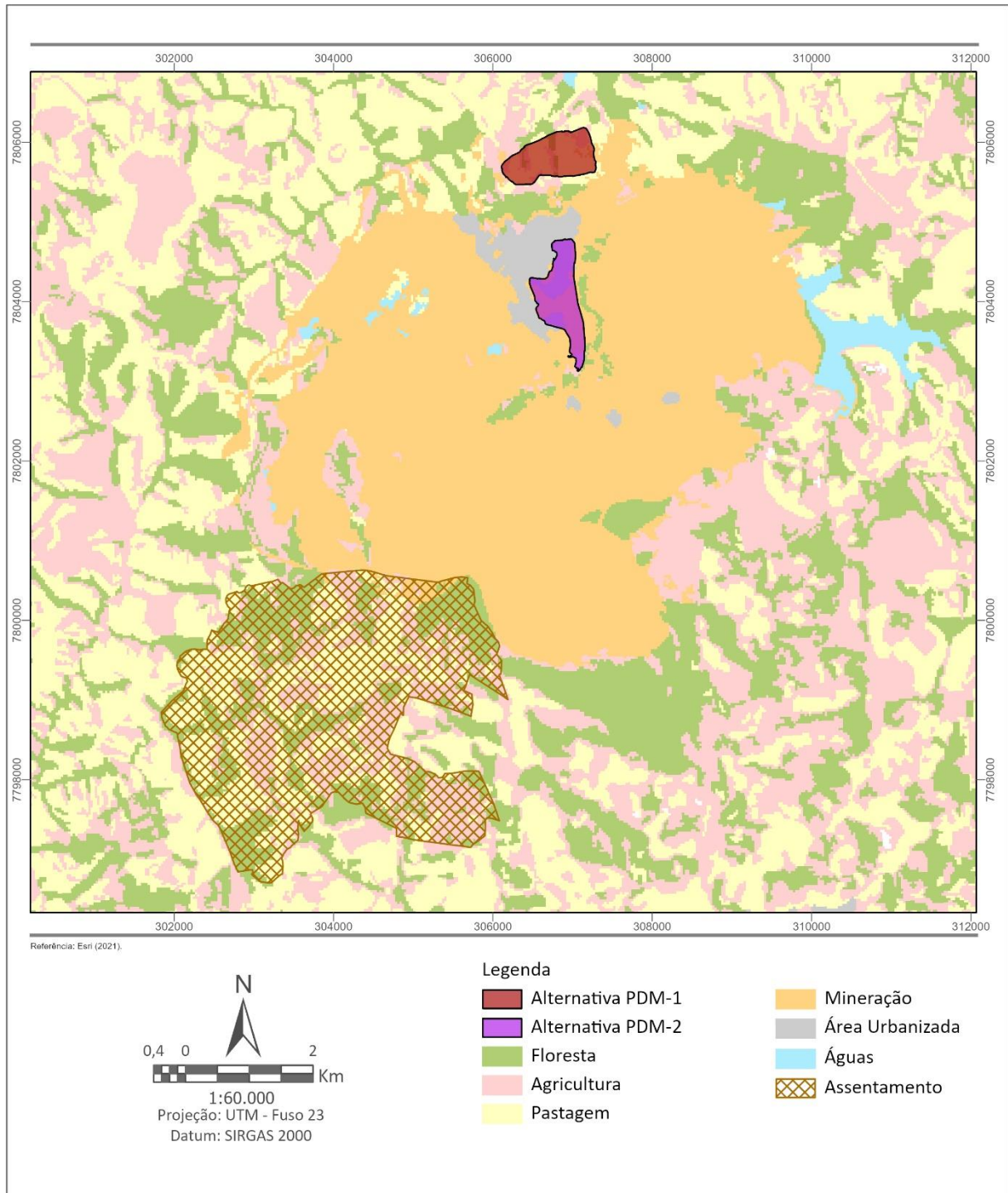
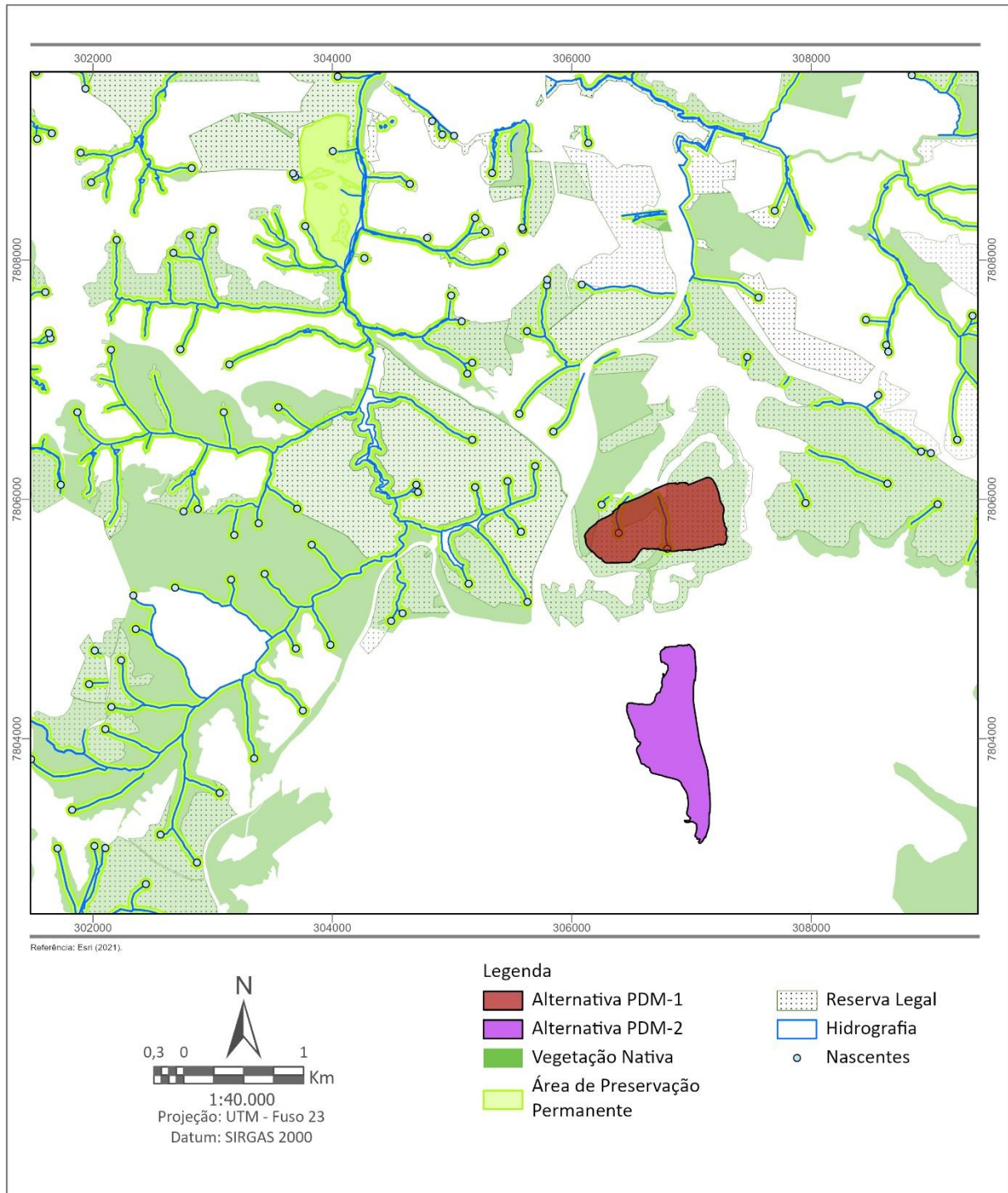


Figura 4.1 – Localização das opções em relação ao limite do município e malha viária.



**Figura 4.2 – Localização das opções em relação ao uso do solo.**





**Figura 4.3 – 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.

#### 4.1.2 Opções Analisadas

As Figuras 4.4 a 4.5 apresentam o layout dos depósitos individualmente e o Quadro 4.1 sumariza as principais características geométricas dos mesmos.

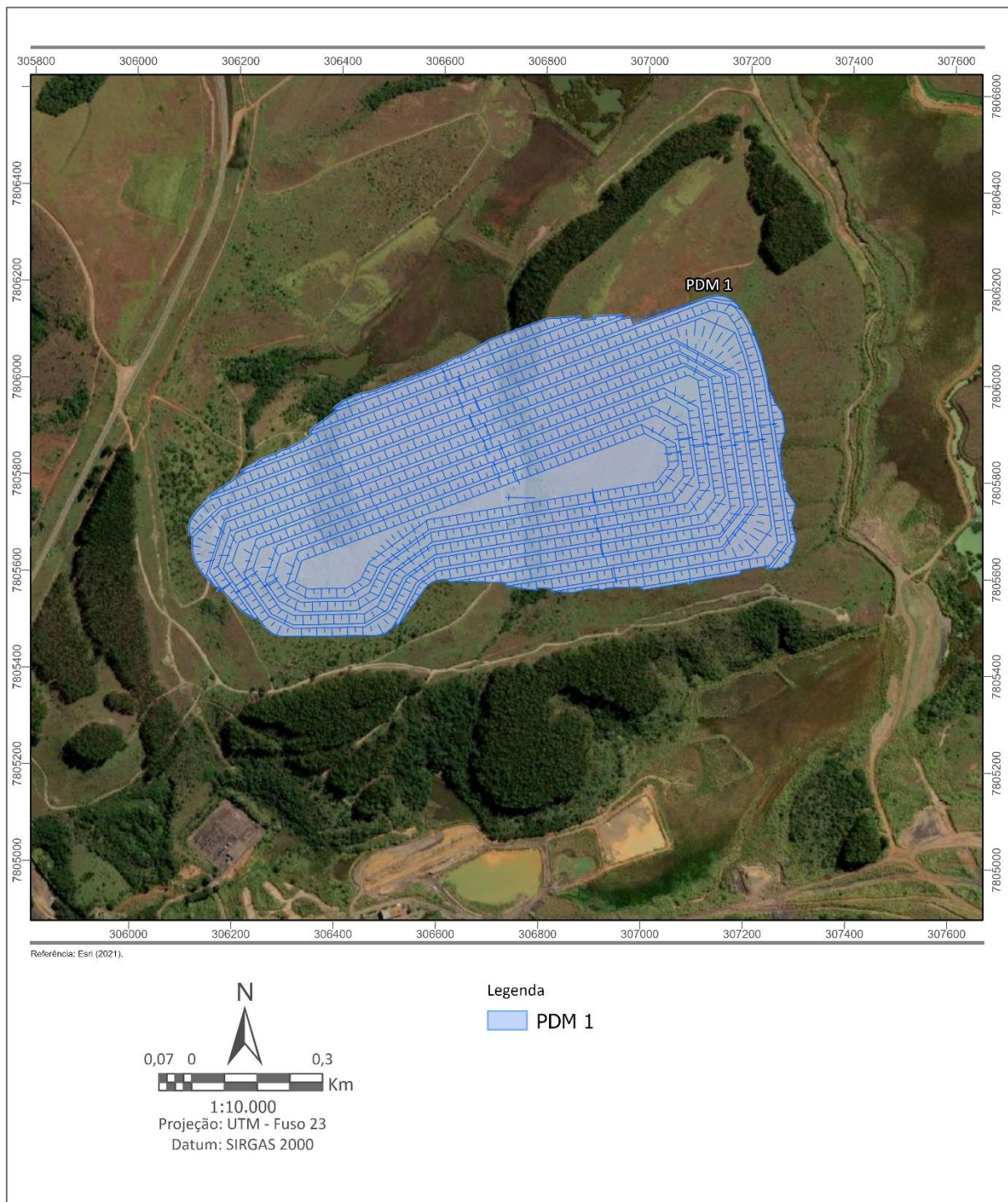


Figura 4.4 – Layout geral do PDM-1.



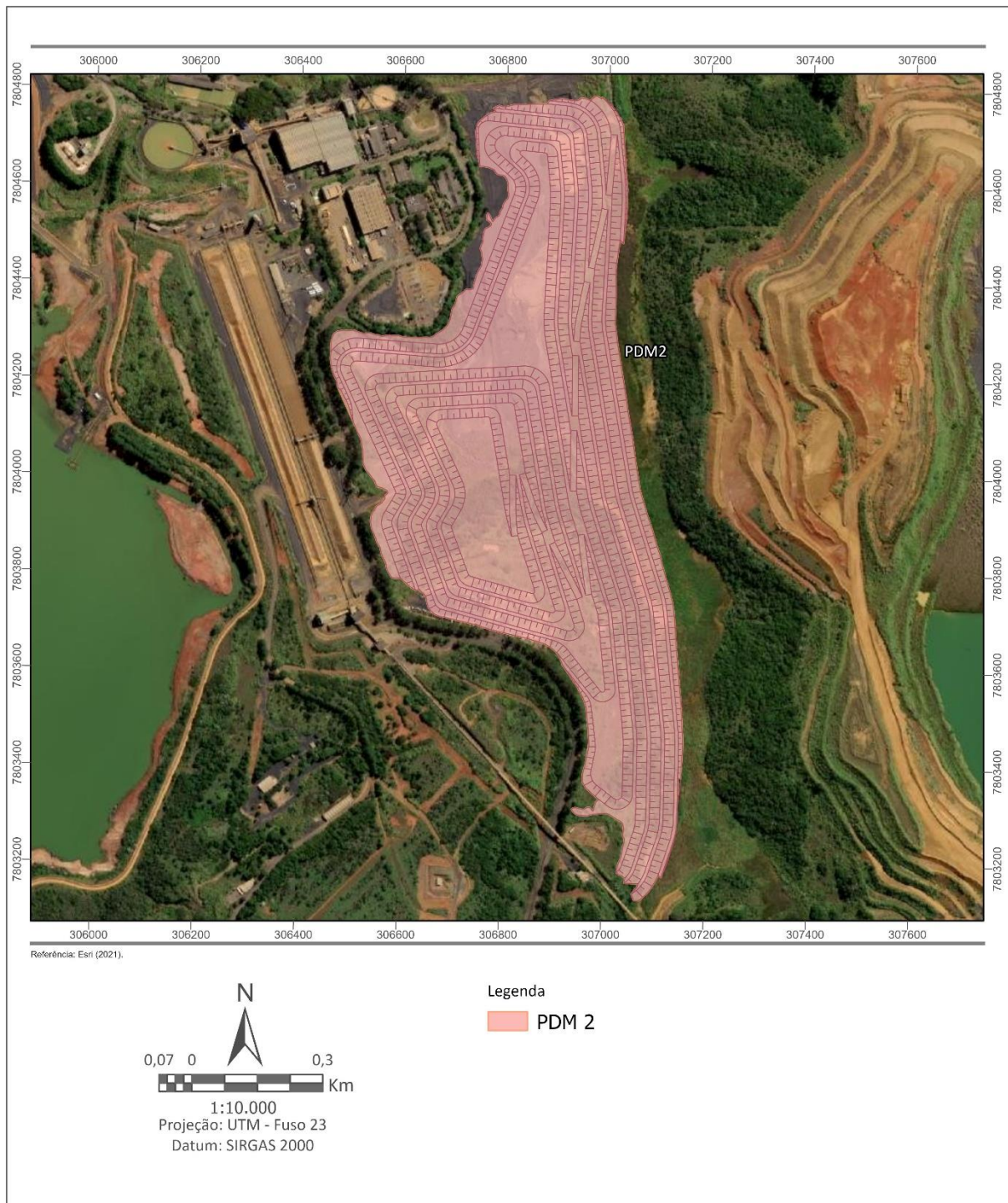


Figura 4.5 – Layout geral do PDM-2.

Quadro 4.1 – Principais características das alternativas consideradas.

Características	PDM-1	PDM-2
Área Total (ha)	54,6	54,5
Volume Total (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	19,0	14,8
Altura Máxima (m)	100	93
Inclinação dos Taludes (H:V)	2,0:1,0	2,0:1,0
Altura dos Bancos (m)	10	10

Características	PDM-1	PDM-2
Largura das Bermas (m)	7	7
Necessidade de Supressão Vegetal	Sim	Sim
Ocupação (volume/área)	0,34	0,27

#### 4.1.3 Pontuação das Alternativas

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

- Intervenção na vegetação: avalia a necessidade de supressão de vegetação. Ambos os depósitos possuem uma área de vegetação a ser suprimida parecida. Contudo, a área do PDM-2 não apresenta APP ou reserva legal em seus limites.
- 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.
- Interferências corpos hídricos: considera os impactos das alternativas em nascentes, corpos d'água, águas subterrâneas e áreas de proteção de mananciais. A alternativa PDM-1 possui intervenção com duas nascentes que encontram-se em sua área de implantação. Enquanto o PDM-2 não possui interferências.
- Interferência visual: o PDM-1 foi classificado como alto impacto visual, visto que este encontra-se mais próximo da rodovia. Enquanto o PDM-2 encontra-se dentro do Complexo.
- Altura da estrutura: considerou-se a altura final do depósito, sendo que quanto maior, menos favorável é a estrutura. Como ambas as opções possuem altura similar, foram classificadas na mesma categoria.
- Distância de bombeamento: considera a otimização de rota entre a planta e o depósito, sendo que quanto menor a distância, melhor a classificação. A opção PDM-2 encontra-se próxima da planta, enquanto o PDM-1 encontra-se a uma distância relativamente maior.
- Ocupação (área x volume): 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 4.2** sumariza os resultados da análise de alternativas, considerando os critérios anteriores.

**Quadro 4.2 – Pontuação das alternativas para deposição de magnetita desaguada.**

Análise	PDM-1	PDM-2
Intervenção na vegetação	Média	Baixa
Dimensão da vegetação	Média	Média
Interferência em corpos hídricos	Desfavorável	Favorável
Interferência visual	Desfavorável	Favorável
Altura de estrutura	Pouco Favorável	Pouco favorável
Distância de bombeamento	Pouco favorável	Favorável
Ocupação (Área x Volume)	Alta	Média
<b>PONTUAÇÃO</b>	<b>30</b>	<b>55</b>

Legenda de pontuação:

	10 pontos
	5 pontos
	0 pontos

Através da análise do quadro anterior, nota-se que a alternativa PDM-2 é a mais favorável, sendo por esse motivo a alternativa escolhida pela Mosaic Fertilizantes.

## 4.2 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

Alternativas tecnológicas para disposição de rejeitos e magnetita 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 da magnetita da unidade de Tapira, observou-se a viabilidade de deposição em pilhas, de modo a otimizar o uso de barragens no CMT.

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

### 4.2.1 Características do rejeito

Atualmente, a operação do CMT gera produto concentrado, estéril, rejeitos e magnetita. 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.

O fluxograma simplificado da **Figura 4.6** demonstra os principais rejeitos gerados no processamento mineral na Unidade de Tapira, incluindo a magnetita.

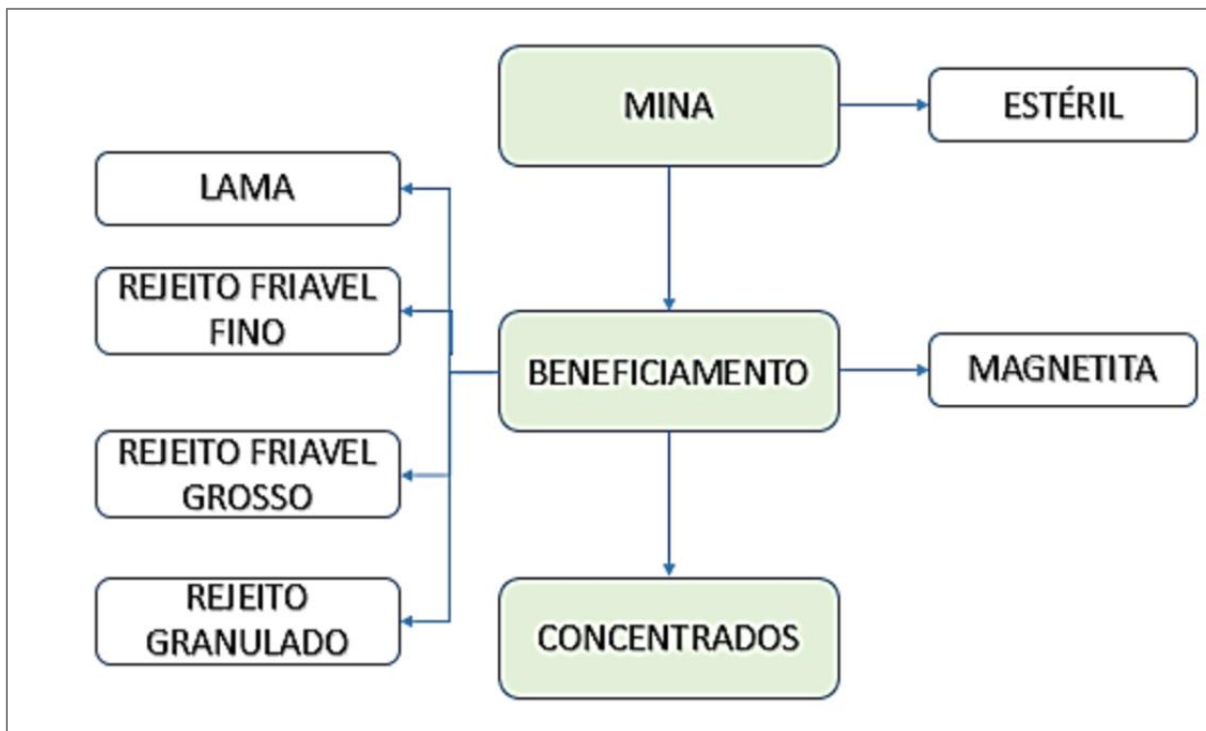


Figura 4.6 – Fluxograma simplificado do Complexo de Mineração de Tapira.

A magnetita é retirada do processo de beneficiamento pelo separador magnético de baixa intensidade. Este material possui uma granulometria com P80 de aproximadamente 0,7 mm, conforme Figura 4.7.

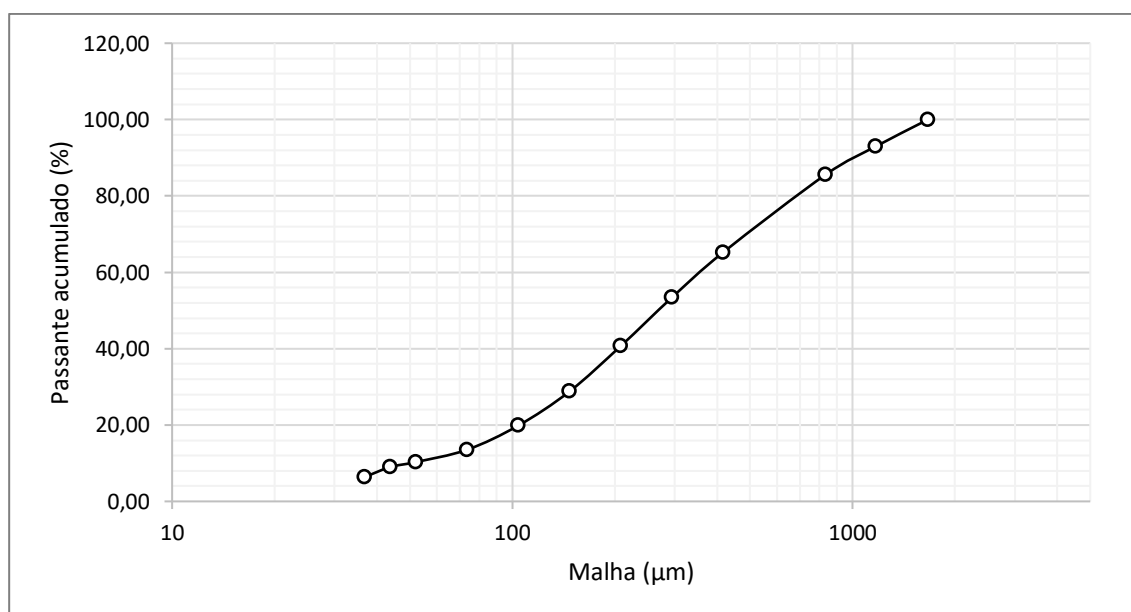
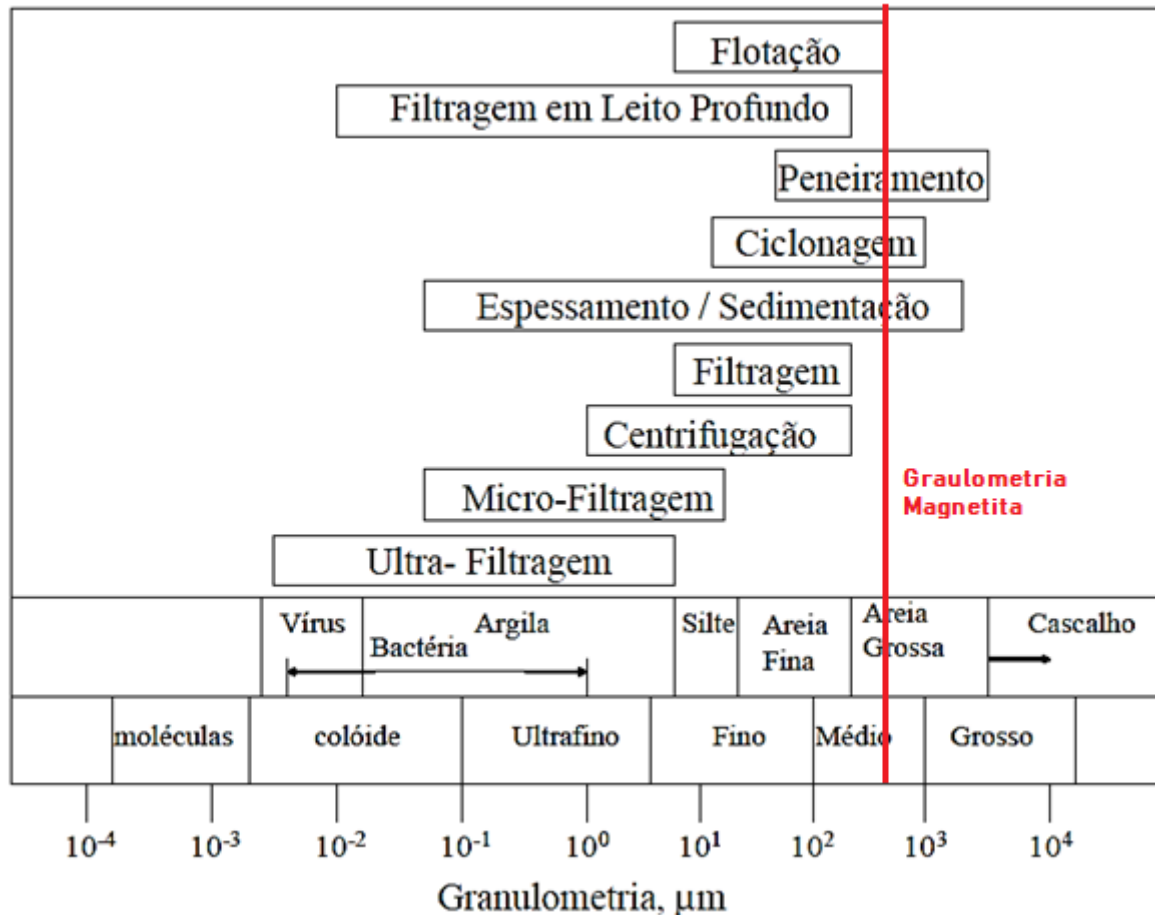


Figura 4.7 – Distribuição granulométrica da magnetita obtida no processo de separação magnética.

#### 4.2.2 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 4.8** apresenta as opções conhecidas na literatura para separação sólido-líquido, com indicação da faixa granulométrica da magnetita.



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

**Figura 4.8 – 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, a magnetita gerada possui granulometria com 80% do passante (P80) de aproximadamente 700 µm, permitindo, teoricamente, o uso das técnicas de peneiramento, ciclonagem e espessamento/sedimentação.

A opção de espessamento/sedimentação mostra-se a mais viável por não necessitar de energia ou equipamentos adicionais, além disso, a alta densidade do material favorece a sua sedimentação. Foram realizados testes na unidade da Mosaic Fertilizantes de Araxá (CMA) com a magnetita que possui características similares a do CMT.

Os testes realizados consistiram no espigotamento da magnetita em uma área controlada, onde, depois de lançado, o material percorre um caminho com diversas curvas, facilitando a sedimentação da magnetita (**Figura 4.9**).



No final do trajeto, havia apenas lamas que eram então encaminhadas para a barragem da unidade. Esta alternativa mostrou que haveria uma redução de mais de 60% do material a ser encaminhado para a barragem.



Fonte: Mosaic (2020).

**Figura 4.9 – Testes realizados com a magnetita do Complexo Minerquímico de Araxá (CMA).**

Em função dos resultados positivos encontrados na unidade do CMA, o CMT busca também aplicar essa forma de disposição da magnetita, com a sedimentação do material e posterior empilhamento, e portanto busca ampliar a pilha de magnetita existente.

As principais vantagens técnicas dessa alternativa são a fácil operação, não havendo necessidade de equipamentos adicionais (como peneiras, por exemplo), e o menor gasto energético, além de ser uma técnica operacional já conhecida para a Mosaic Fertilizantes.

### 4.3 ALTERNATIVA ZERO

Neste caso, considerando que não haja a ampliação do depósito, a magnetita terá que ser armazenada na barragem de rejeitos, e eventualmente haverá o esgotamento das barragens existentes, 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.

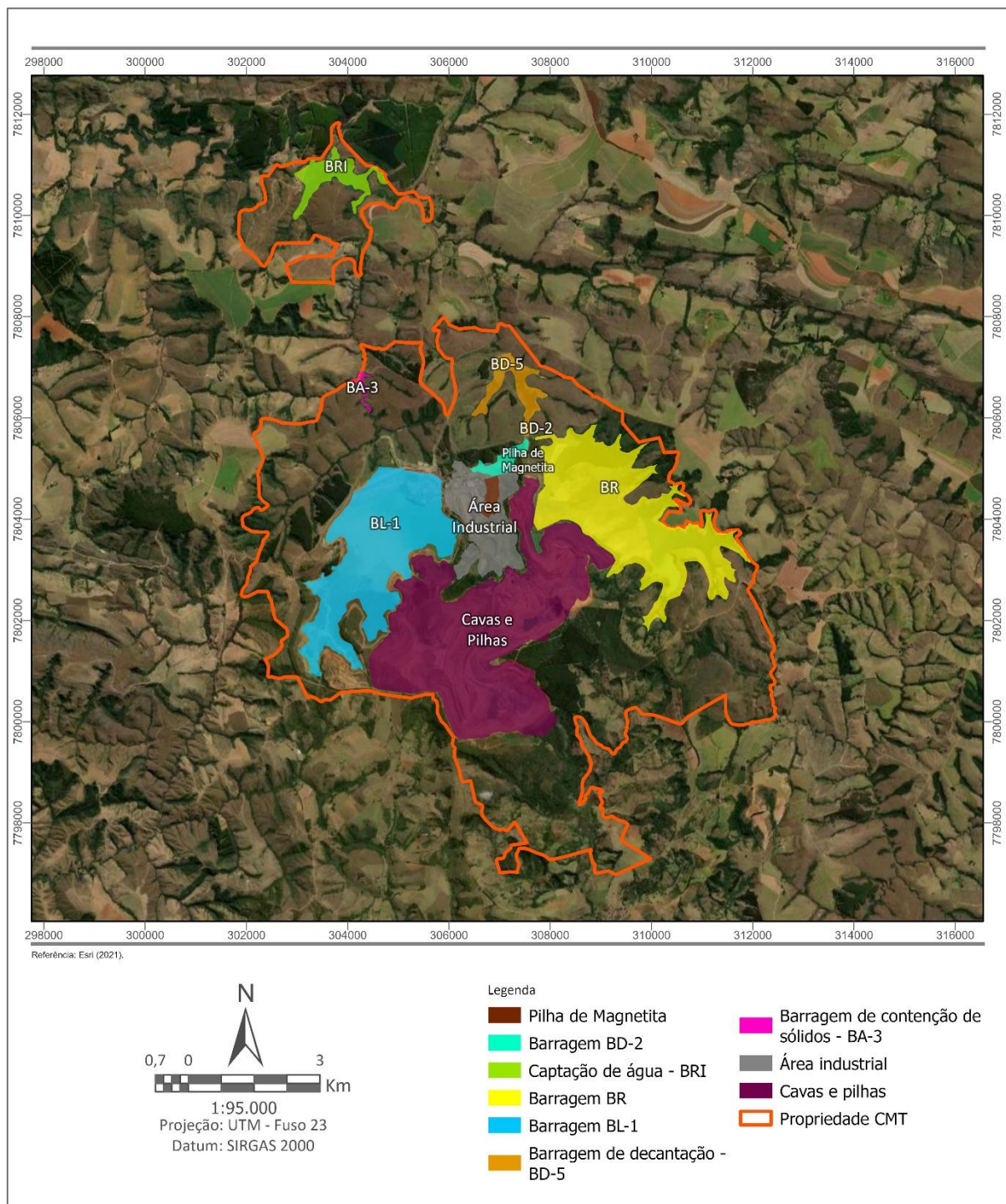


Figura 5.1 – Layout geral do CMT.

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.



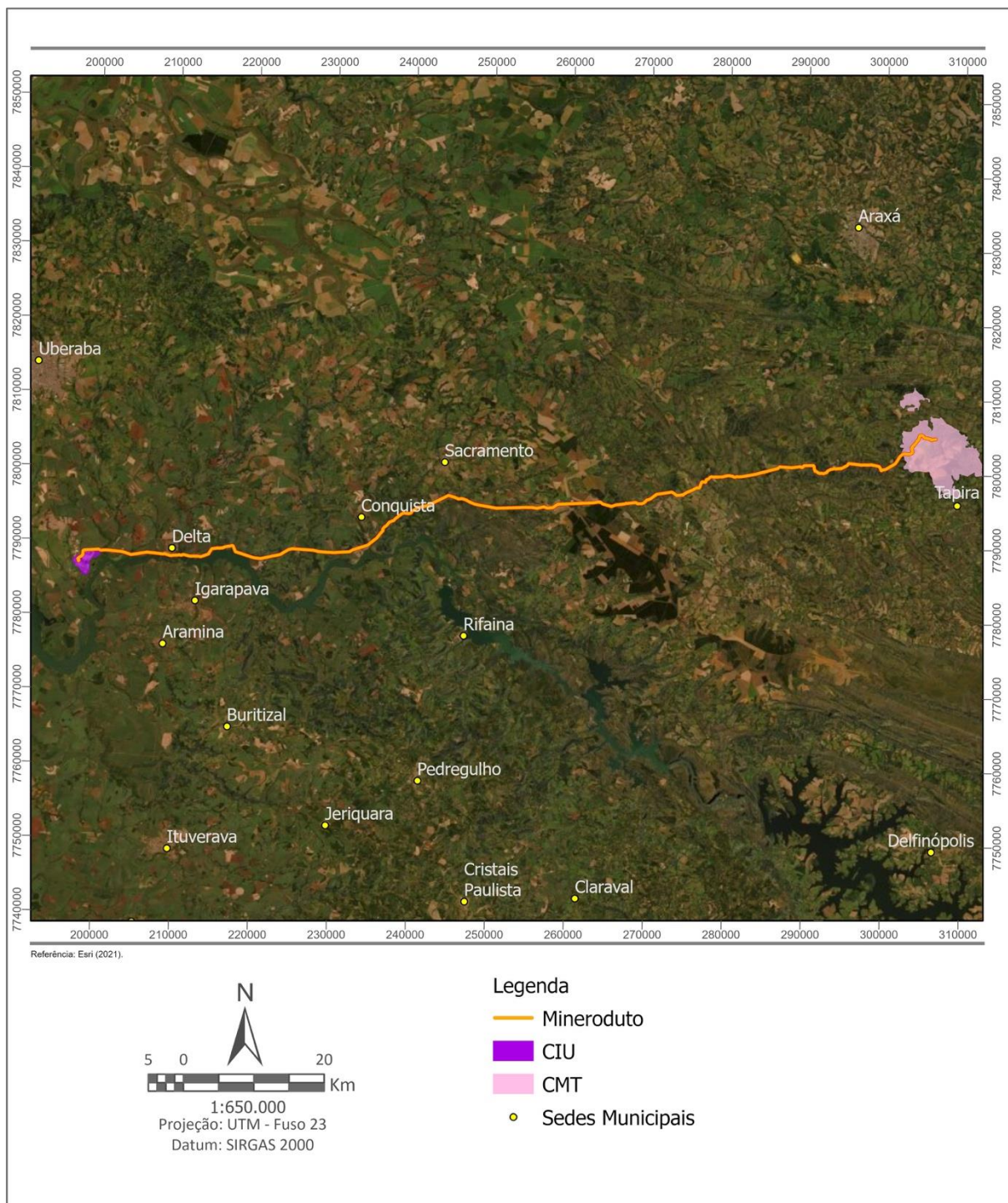


Figura 5.2 – Traçado do mineroduto.

## 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 britagem primária, localizada na região da mina. Da britagem primária até a usina de beneficiamento, o transporte do minério é feito através de transportadores de correias. A **Foto 5.3** mostra uma vista aérea da planta de concentração do CMT.





**Foto 5.3 – Vista aérea do Complexo de Mineração de Tapira.**

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.

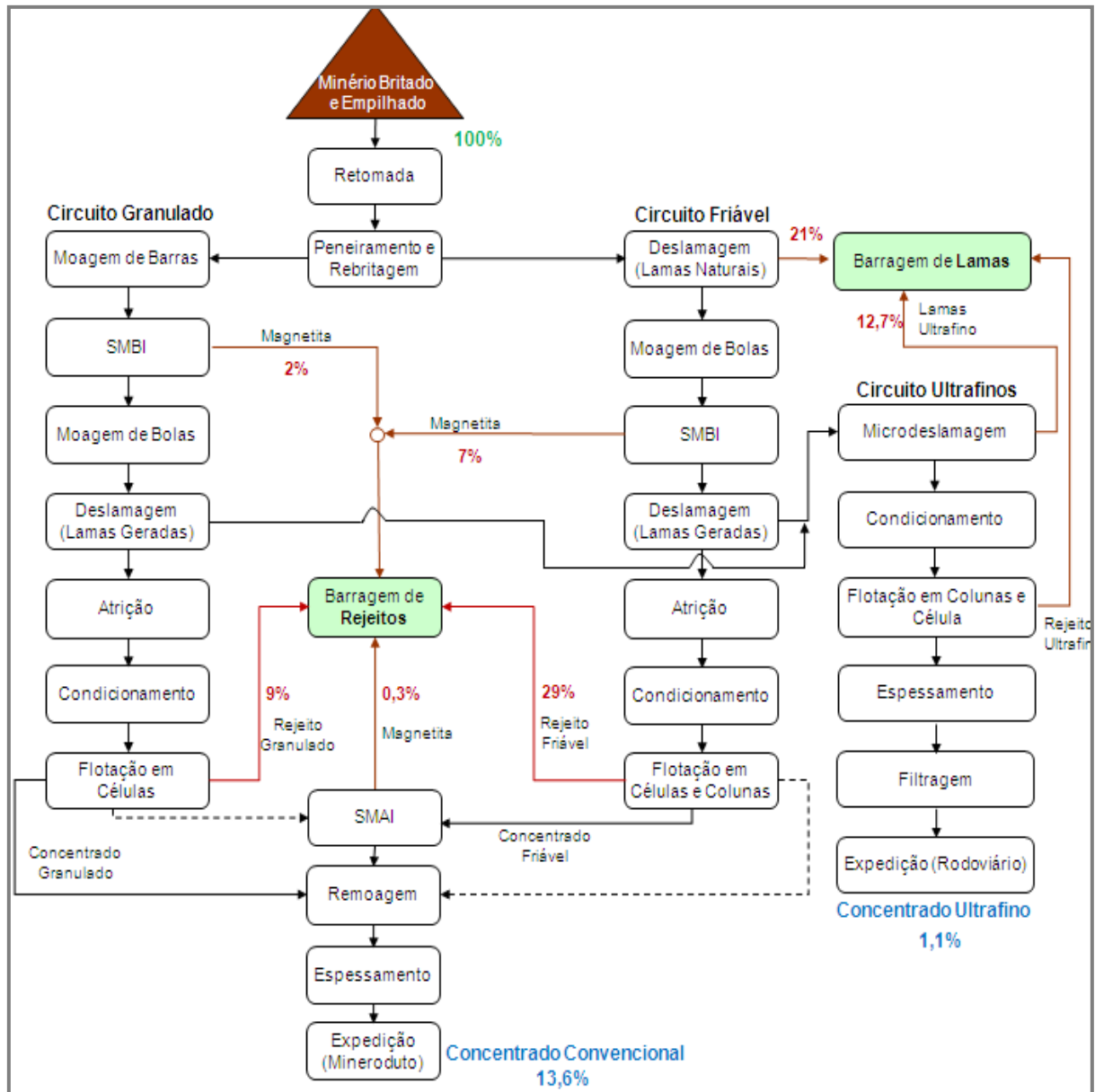
No pátio de homogeneização, o minério é empilhado por meio de uma empilhadeira (*stacker*) de duas lanças, permitindo a formação de duas pilhas paralelas tipo Chevron, de 700 m de comprimento e capacidade de 240 mil toneladas cada.

O minério retomado da pilha de homogeneização é encaminhado para o circuito de rebritagem, 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 empalpado 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).

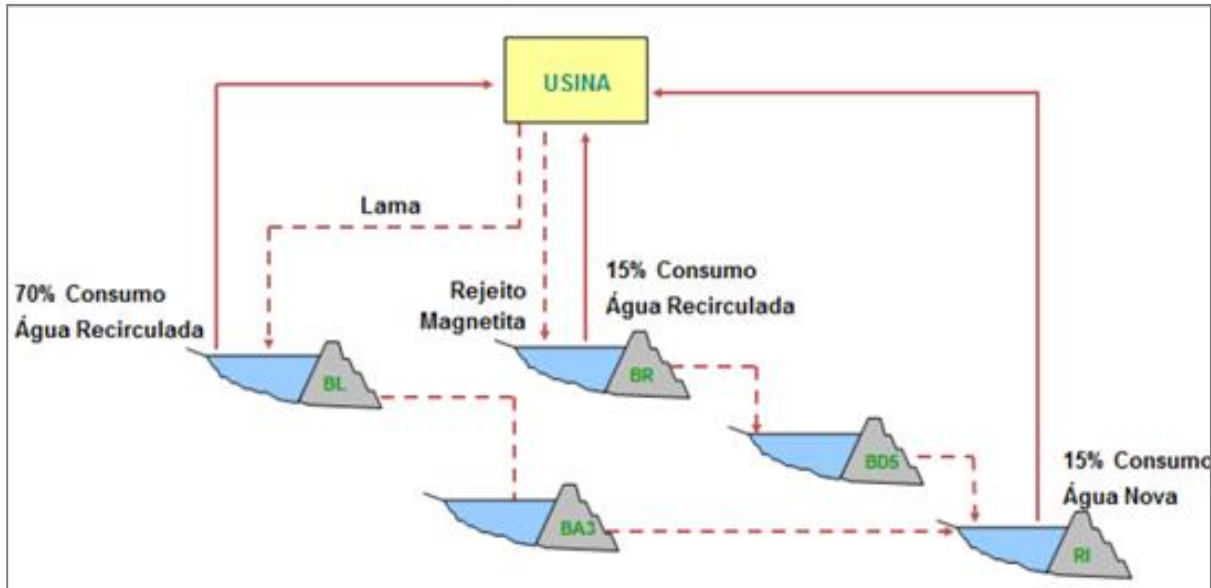
Já o concentrado fosfático ultrafino é transportado também para o Complexo Industrial de Uberaba via transporte rodoviário.



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 MAGNETITA DESAGUADA – OBJETO DESTE LICENCIAMENTO

O projeto executivo da Pilha de Magnetita Desaguada 2 (PDM-2) foi elaborado pela empresa Walm Engenharia em 2022. O projeto na íntegra é apresentado no **Anexo B**.

O PDM-2 visa o armazenamento de magnetita, proveniente do beneficiamento mineral do CMT. Os estudos desse depósito são parte do Plano Diretor de Disposição de Rejeitos da unidade do CMT e visam atender a produção de rejeitos projetada.

Parte do rejeito será disposto em estruturas de barramento já existentes no Complexo (barragens BR e BL-1) e parte deve ser disposto em empilhamento. A ampliação do depósito PDM-2 deve suprir a necessidade de disposição de magnetita projetada. É prevista uma produção total de magnetita de cerca 18,2 Mm<sup>3</sup>, entre os anos de 2020 a 2060, sendo que parte do material será armazenado no PDM-2.

Assim, apresentam-se os estudos geológico-geotécnicos e geométricos de viabilidade do empilhamento proposto, que deverá atender a demanda requerida.

O sequenciamento executivo do PDM-2 foi concebido considerando três etapas construtivas distintas, a fase inicial, fase final e fase de fechamento. O projeto contempla uma estrutura para disposição de magnetita, bem como dispositivos de drenagem superficial, de contenção dos sedimentos gerados na bacia de contribuição e drenagem interna.



### 5.2.1 Aspectos Construtivos

O depósito deve ser construído com a magnetita proveniente do beneficiamento mineral gerado no Complexo de Mineração de Tapira. A magnetita deve ser compactada de acordo com as especificações construtivas indicadas no projeto, de modo a eliminar a susceptibilidade a liquefação do material. O arranjo elaborado deve atender ao maior volume de magnetita dentro da área disponibilizada pela Mosaic.

O **Quadro 5.3** apresenta as principais características geométricas da fase final do empreendimento.

**Quadro 5.3 – Principais características do depósito PDM-2.**

Características	Unidade	Valor
Elevação máxima	m	~ 1.265,00
Talude H:V	-	2:1
Largura das bermas	m	7
Altura de bancos entre bermas	m	10
Altura máxima da pilha	m	97
Área de ocupação	m <sup>2</sup>	488.499,99
Volume de magnetita	Mm <sup>3</sup>	15,6
Volume de reaterro	Mm <sup>3</sup>	~ 2,2
Sump de contenção	m <sup>3</sup>	58.498,35

Fonte: Walm (2022).

O projeto do depósito PDM-2 inclui a implantação de drenagem superficial da pilha. O escoamento superficial deve ser coletado pelas bermas ao pé dos taludes e direcionado para as descidas de água, canaletas de rampa e canais periféricos, até o lançamento em bueiro.

O sistema de drenagem interna consiste em 4 drenos de fundo. Conforme dimensionamento, estes drenos terão capacidade de comportar a vazão de toda água que percola sobre o PDM-2.

Foram propostos três sumps para a contenção dos sedimentos gerados nas áreas de contribuição da pilha e das cavas, de modo a armazenar os volumes por períodos mais longos e permitir a decantação dos sedimentos produzidos.

A **Figura 5.5** apresenta o arranjo geral do PDM-2.

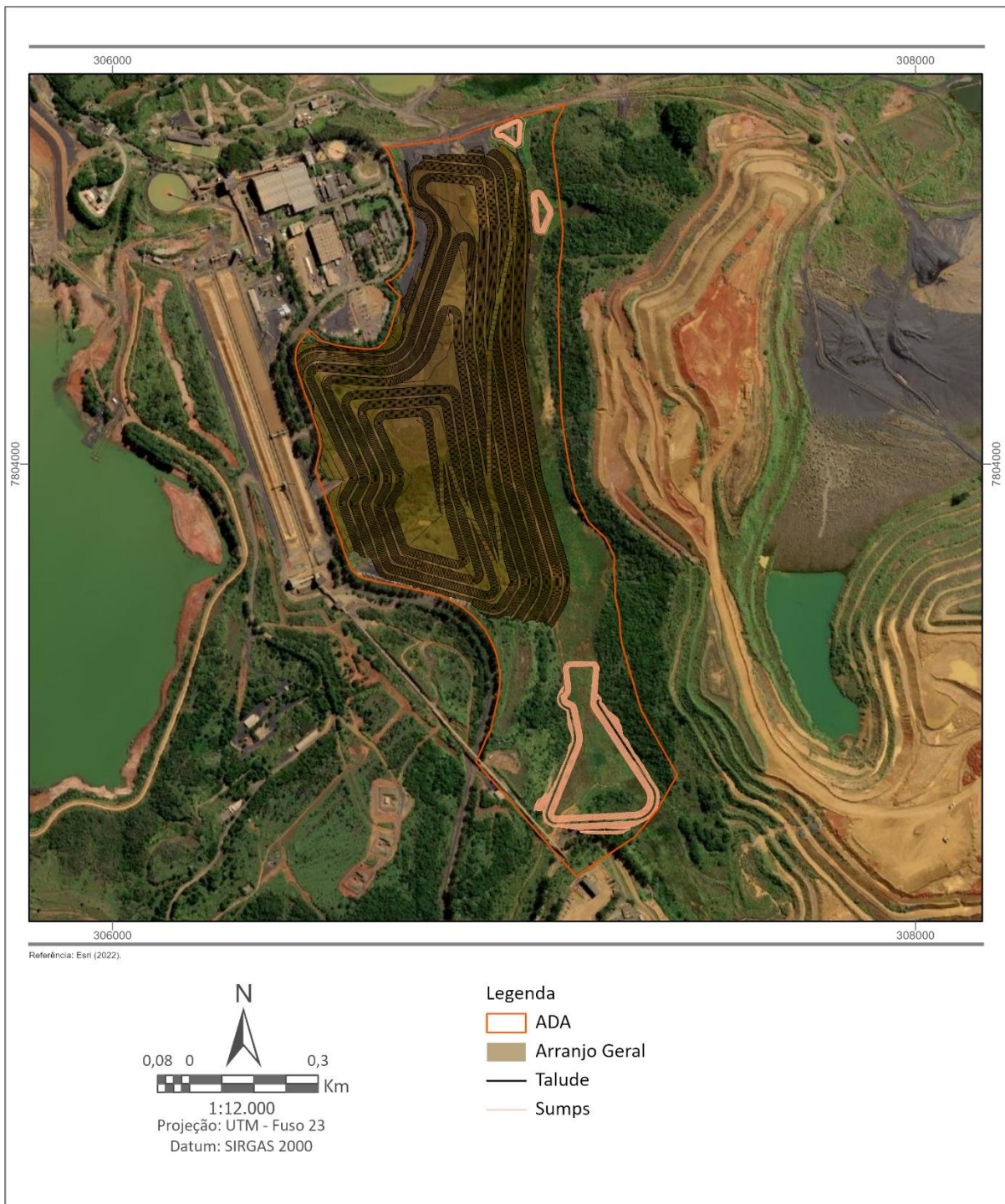


Figura 5.5 – Arranjo geral do PDM-2.

### 5.2.2 Sequenciamento executivo da pilha

O faseamento da pilha terá três etapas: inicial, final e de fechamento. As fases inicial e final da pilha foram projetadas sobre a base topográfica atual, considerando a expansão da pilha ao longo dos anos, conforme demanda de estoque de magnetita do Complexo de Mineração de Tapira. A terceira etapa do projeto, denominada fase de fechamento, compreende a configuração final do PDM-2, cujo arranjo projetado já estará implantado em sua altura final e todos os canais e estruturas de contenção já estarão em operação. A seguir, será melhor detalhada cada fase do empreendimento.



### 5.2.2.1 Fase inicial

A fase inicial prevê a deposição de magnetita sobre a superfície da região que atualmente possui menor ocorrência de solos moles, onde é necessário o menor volume de limpeza da fundação, tendo como referência a topografia atual da área e as investigações geológicas-geotécnicas. Nessa fase, a pilha deve atingir a elevação de 1.228,00 m. O aterro da pilha deve ser implantado sobre o reaterro após a retirada de toda a magnetita e de parte do colúvio mole.

A implantação da fase inicial se dará com a seguinte sequência:

- Supressão vegetal de parte da região da pilha;
- Retirada de todo rejeito disposto na região do PDM-2 para realização de obras de alteamento da barragem BR;
- Limpeza de fundação para implantação do canal de drenagem da cava;
- Escavação da região do sistema de contenção de sedimentos da cava;
- Implantação do sistema de contenção de sedimentos da cava;
- Implantação do canal de drenagem da cava;
- Limpeza de fundação para retirada de solo mole e *topsoil*;
- Escavação para implantação das estruturas de contenção de sedimentos;
- Reaterro da fundação com magnetita;
- Implantação inicial da drenagem interna (DN-01 e DN-02);
- Implantação da drenagem provisória nos pontos de drenagem existentes;
- Implantação inicial do maciço da pilha;
- Implantação inicial dos instrumentos;
- Implantação inicial dos canais periféricos;
- Implantação inicial dos dispositivos de drenagem superficial.

Visando evitar a contaminação do material drenante, os drenos de fundo devem ser recobertos com magnetita ao longo de todo seu comprimento. No fechamento destes drenos, devem ser implantados drenos de pé.

A **Figura 5.6** apresenta a configuração da fase inicial.



Figura 5.6 – Arranjo geral da fase inicial do PDM-2.

### 5.2.2.2 Fase final

Na fase final, foi projetado o crescimento da pilha para as demais regiões da área de implantação, ocupando, assim, toda a área disponibilizada pela Mosaic. Nessa fase, a pilha de magnetita atingirá a elevação de 1.265,00 m.

Para a implantação da fase final, tem-se a seguinte sequência construtiva:

- Supressão vegetal de toda área da pilha;
- Limpeza de fundação para retirada de solo mole e *topsoil*;

- Reaterro da fundação com magnetita;
- Implantação da drenagem interna da fase final (DN-03 e DN-04);
- Implantação do maciço contemplando toda região da pilha;
- Alteamento e implantação dos instrumentos;
- Implantação final dos canais periféricos;
- Implantação final dos dispositivos de drenagem superficial.

Para a etapa final do PDM-2, está prevista a execução do depósito até a elevação final, a implantação integral do sistema de drenagem interna e dos dispositivos de drenagem superficial e implantação e alteamento da instrumentação.

Nessa fase, o canal de drenagem da cava e seu respectivo *sump* devem estar implantados, assim como os *sumps* da pilha. Os *sumps* devem possuir a capacidade para reter um volume de resíduos de forma a realizar apenas uma limpeza anual.

Ao finalizar cada bancada da pilha, se faz necessário a implantação de vegetação nos taludes, com objetivo de evitar processos erosivos.

#### 5.2.2.3 Fase de fechamento

Para a fase de fechamento, deve-se realizar a cobertura vegetal de toda extensão da pilha, reconformação de taludes, se necessário, e tratamento de eventuais erosões. Deverá ser verificada a possibilidade da inserção gradativa de espécies nativas resistentes às condições físico-químicas da magnetita. Contudo, todas as sugestões de revegetação e correções do solo deverão ser confirmadas a partir do plantio de pequenas áreas experimentais

A desativação do PDM-2 deverá ocorrer imediatamente ao término da sua implantação, com base nas condições de reabilitação da área definidas pela Mosaic. A pilha deverá se apresentar com a geometria estabelecida neste projeto, determinada segundo os critérios estabelecidos na NBR 13.029 (ANBT, 2017). Caso os taludes da pilha não apresentem a geometria especificada, deverão ser promovidas obras de recomposição dos trechos cuja declividade se apresentar superior à de projeto.

##### 5.2.2.3.1 Plano de fechamento

O projeto conta com um plano de fechamento da estrutura, em que as seguintes medidas devem ser tomadas:

- Realizar manutenção no sistema de drenagem superficial da pilha e da cobertura vegetal, além de verificar a necessidade da retirada ou ampliação das mesmas;
- Manter o monitoramento contínuo da instrumentação da pilha, além de avaliar a necessidade de instalação de novos instrumentos;
- Tratar erosões e processos de instabilidade no maciço e acesso, caso existam;
- Realizar limpeza do trecho logo após a saída da drenagem interna e dar continuidade à medição das vazões dos drenos;
- Garantir e estimular a proliferação de gramíneas a partir da técnica de hidrossemeadura, em zonas ou setores da pilha em que o desenvolvimento vegetal

natural não ocorreu ou que se processa de forma mais lenta em relação aos outros setores da estrutura;

- Realizar a manutenção periódica do revestimento das bermas, crista e platôs.

A manutenção geral da estrutura deve ser realizada a cada dois meses em período chuvoso, e de três a quatro meses em período seco, devendo ser avaliados:

- Indícios de fissuração das estruturas que podem reduzir a eficiência estrutural dos canais e descidas hidráulicas;
- Focos com armaduras expostas reduzindo a seção útil da estrutura e acelerando o processo de corrosão das estruturas de aço;
- Integridade das juntas de concretagem;
- Existência de obstruções ao longo das seções de escoamento devido ao acúmulo de sedimento e/ou vegetação, uma vez que a pilha será descomissionada e reintegrada a natureza.

### 5.2.3 Investigações geológico-geotécnicas

Os ensaios de investigação geológico-geotécnica foram realizados pela empresa Pattrol, em 2022, com o objetivo de caracterizar as propriedades físicas e mecânicas da fundação do PDM-2, além de mapear a extensão dos solos moles existentes na pilha.

Devem ser executadas 12 sondagens mistas complementares nessa fase do projeto e, a partir delas, 6 coletas de amostras Denison e ensaios de infiltração a cada 5 metros ou sempre que identificada mudança de material, nas sondagens consideradas pertinentes.

As localizações das sondagens complementares podem ser verificadas na **Figura 5.7** e suas informações estão listadas no **Quadro 5.4**



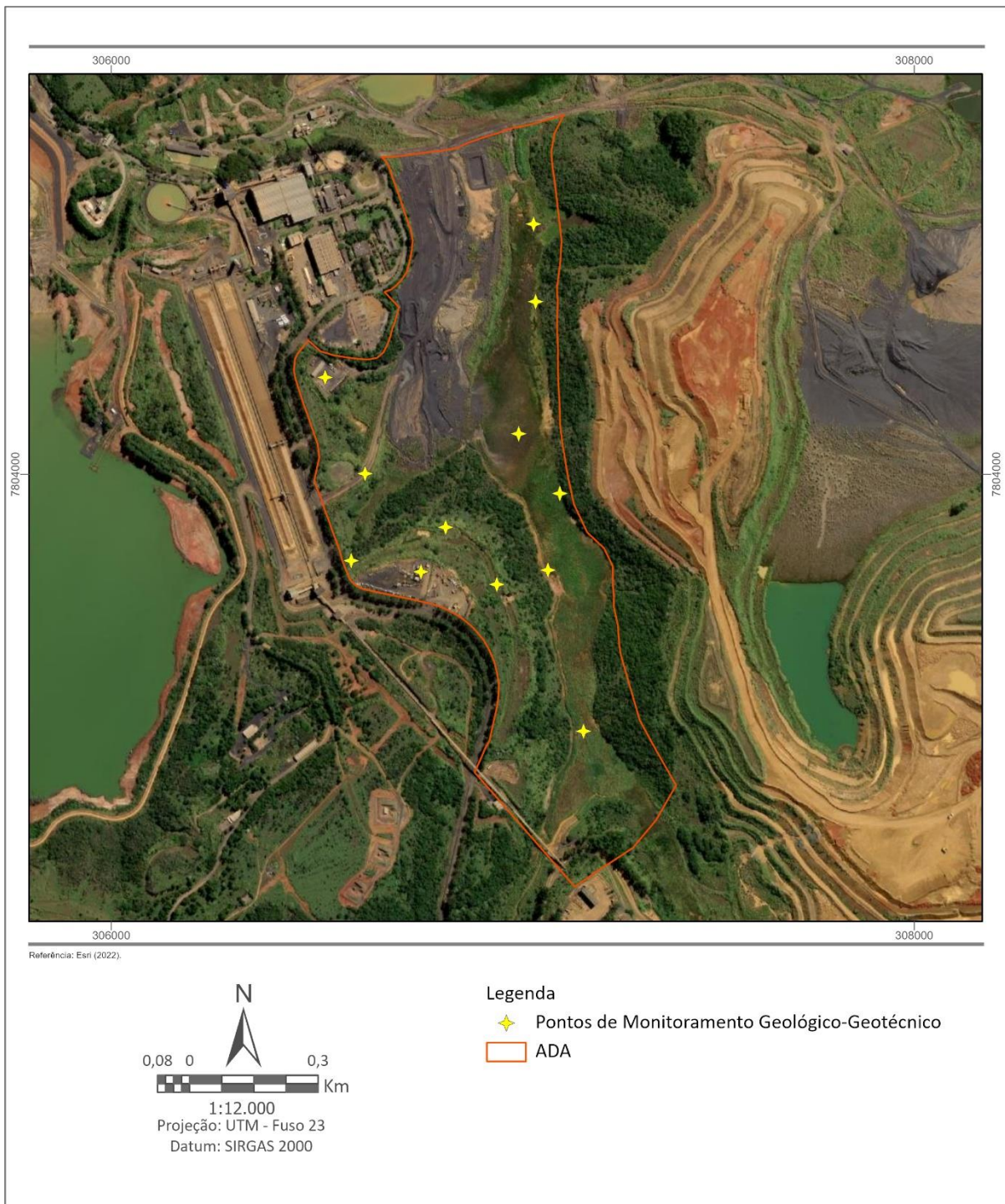


Figura 5.7 – Localização dos pontos complementares de mapeamento geológico-geotécnico.

Quadro 5.4 – Informações das sondagens mistas complementares executadas no PDM-2.

ID	Coordenadas (SIRGAS 2000)		Profundidade em Solo (m)
	Leste	Norte	
SM-14	307.176,23	7.803.360,40	25
SM-20	307.117,25	7.803.952,42	20
SM-21	306.632,23	7.804.001,89	40
SM-22	307.014,75	7.804.101,11	50

ID	Coordenadas (SIRGAS 2000)		Profundidade em Solo (m)
	Leste	Norte	
SM-23	306.532,78	7.804.241,47	40
SM-24	307.056,95	7.804.430,16	20
SM-25	307.051,87	7.804.623,45	15
SM-15	306.960,35	7.803.726,01	40
SM-16	307.087,64	7.803.761,64	50
SM-17	306.771,47	7.803.757,42	60
SM-18	306.597,70	7.803.785,17	40
SM-19	306.832,89	7.803.868,36	40

As sondagens previstas para a parte leste da pilha não foram realizadas devido à baixa capacidade de suporte do solo e dificuldades de acesso. Os acessos para sanar as dificuldades de adentrar na região não foram executados, visto a falta de licenciamento ambiental para a supressão vegetal. Além disso, durante a campanha executada, foi mapeada uma região com grande profundidade de colúvio mole. Devido a estas particularidades, após o licenciamento e supressão vegetal de toda área da pilha, se faz necessário a execução de uma campanha complementar de ensaios, conforme especificado pela Walm. Esta campanha tem como objetivo mapear a extensão do colúvio mole na fundação da pilha, confirmar os parâmetros de resistência e compressibilidade do colúvio de maior resistência e investigar os materiais de fundação da porção leste.

#### 5.2.3.1 Tratamento da Fundação

O tratamento da fundação do PDM-2 consiste na remoção de camada de material com baixa capacidade de suporte, com a presença de detritos de origem vegetal, colúvios e alúvios, na região da estrutura em que tal limpeza garantirá a retirada de quaisquer outros objetos e materiais indesejáveis que ainda subsistam.

Durante a execução da limpeza da fundação da pilha, caso se verifique espessuras de materiais não adequados maiores que as indicadas no projeto, estas deverão ser revistas de modo a remover todo material de baixa resistência. O nível de água deve ser mantido a pelo menos 2,0 m abaixo da superfície de escavação para garantir a estabilidade da mesma.

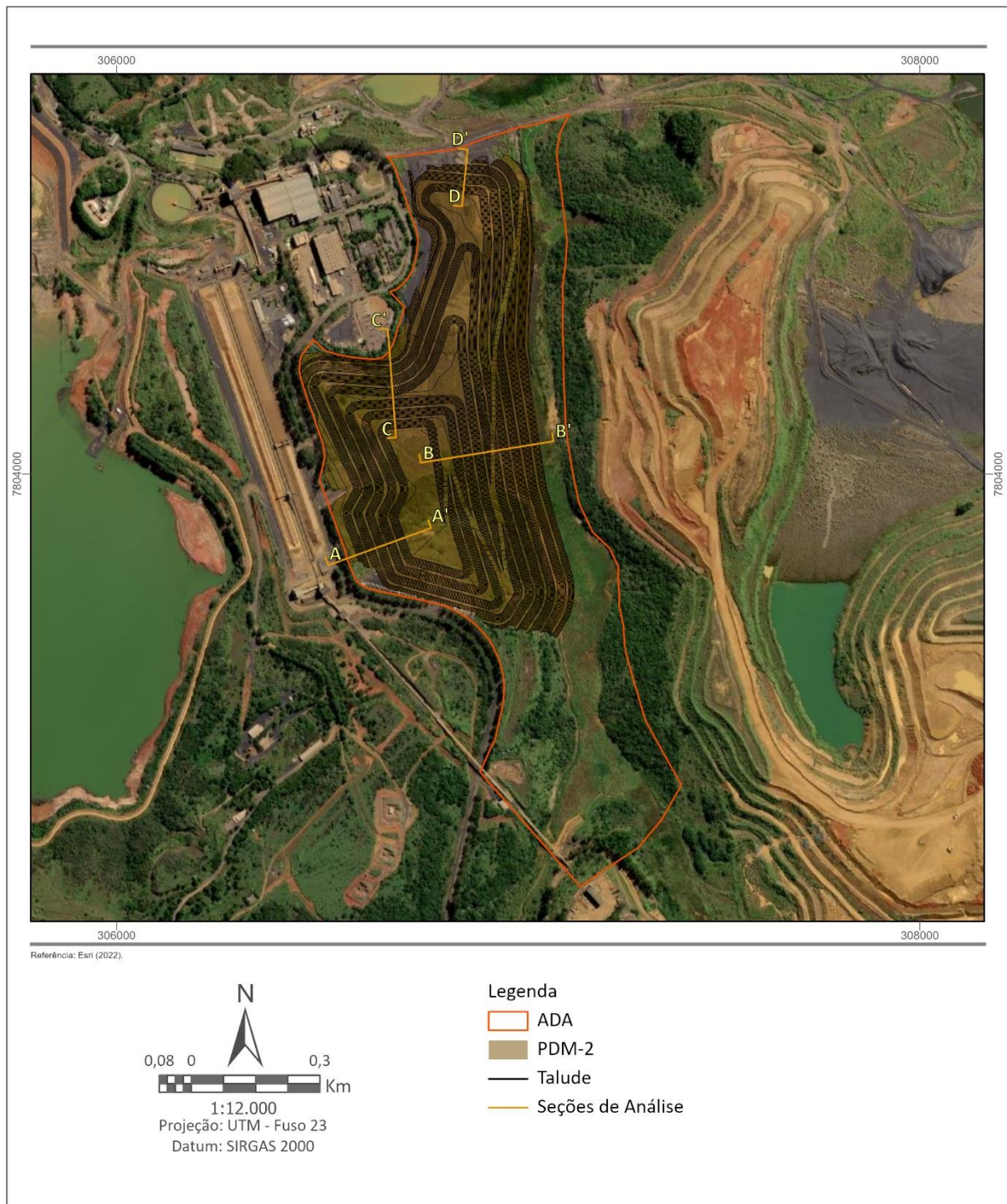
Como já mencionado no item anterior, alguns pontos do PDM-2 apresentaram falta de capacidade de suporte do material de fundação e grande profundidade de colúvio mole. Após a execução de ensaios complementares que devem mapear a extensão dessas camadas, a limpeza de fundação poderá ser revista.

Ao final de toda remoção do material de baixa capacidade de suporte, deverá ser realizado um reaterro utilizando a magnetita, a ser disposta de maneira adequada e compactada, conforme indicado pela projetista.

#### 5.2.4 Análises de Estabilidade

Para os estudos de estabilidade do PDM-2, foram analisadas 4 seções em sua fase final, sendo uma delas a de maior altura (seção B-B). A **Figura 5.8** apresenta as seções analisadas em planta.





**Figura 5.8 – Seções analisadas no PDM-2.**

As análises de estabilidade foram elaboradas utilizando o software Slide2, adotando-se o critério de ruptura de Mohr-Coulomb e a teoria do equilíbrio limite pelo Método de Spencer, Bishop e GLE/Morgenstern-Price. Os materiais adotados e presentes na estrutura foram considerados isotrópicos e homogêneos.

Foram adotados os critérios de aceitação para as análises de estabilidade, estabelecidos 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 esta condição de contorno, prevê-se que:
  - Todos os sistemas de drenagem interna estão em perfeito funcionamento ou em operação normal;
  - Fator de Segurança mínimo igual a 1,50.
- Superfície Freática Crítica: nesta situação será considerado que o dreno de fundo da pilha está parcialmente colmatado, ou que tenha ocorrido 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 (2013) para projetos de barragens de hidroelétricas:
  - Fator de Segurança mínimo igual a 1,10.

Ainda, a NBR 11.682 considera diferentes valores para o fator de segurança mínimo, de acordo com a combinação do risco apresentado a danos materiais e ambientais, e do risco a vidas humanas. Para este projeto, considerou-se baixo risco de danos materiais e ambientais e médio risco a vidas humanas, que corresponde a um fator de segurança mínimo de 1,3.

O presente depósito tem como sua principal premissa ser uma estrutura não susceptível às liquefações. Dessa forma, não serão realizadas análises deste cunho, visto que não se aplica à estrutura. Ela deve ter comportamento dilatante, devendo este ser garantido no momento da execução através do controle tecnológico de compactação.

O nível d'água, utilizado nas análises de estabilidade para a condição normal, foi inferido nas seções baseado nas características geológicas dos materiais do PDM-2, considerando o contato maciço-fundação. Para a condição crítica, o nível d'água foi traçado considerando a saturação parcial da pilha, tendo em vista a permeabilidade da magnetita e a topografia apresentada.

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.**

Material	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c'$ (kPa)	$\Phi'$ (°)
Magnetita	29	0	37
Colúvio Mole	18	2	19
Colúvio	19	5	23
Solo Residual de Rocha Alcalina	21	10	24
Saprólito de Rocha Alcalina	20	10	28
Solo Residual de Xisto	19	23	29
Saprólito de Xisto	20	6	33
Xisto Alterado	20	_(1)	_(1)

Material	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c'$ (kPa)	$\Phi'$ (°)
Rocha Intrusiva Alcalina	20	_(1)	_(1)

(1) Este material possui alta resistência, conforme campanha de investigação realizada, diferindo de forma significativa dos demais materiais da fundação. Desta maneira, não foram utilizados parâmetros de Mohr Coulomb.

Fonte: Walm (2022).

O **Quadro 5.6** apresenta o resumo dos fatores de segurança obtidos nas análises de estabilidade na condição drenada para as seções A-A', B-B', C-C' e D-D', entre bermas e escavação temporária. As análises em que as condições das fases inicial e final não se mantêm as mesmas, estão discriminadas na referida tabela.

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

Seção	Fase	Condição	Fator de Segurança			
			Spencer	Bishop Simplified	GLE/ Morgenster n-Price	FS mínimo
A-A'	Inicial	Condição drenada – Leituras normais	1,98	1,98	1,97	1,5
		Condição drenada – Leituras críticas	1,72	1,72	1,72	1,5
		Condição drenada – Leituras normais – Sismo Positivo	1,71	1,71	1,71	1,1
		Condição drenada – Leituras críticas – Sismo Positivo	1,98	1,98	1,97	1,1
		Condição drenada – Leituras normais – Sismo Negativo	1,72	1,72	1,72	1,1
		Condição drenada – Leituras críticas – Sismo Negativo	1,71	1,71	1,71	1,1
	Final	Condição drenada – Leituras normais	1,77	1,79	1,76	1,5
		Condição drenada – Leituras críticas	1,66	1,67	1,66	1,5
		Condição drenada – Leituras normais – Sismo Positivo	1,55	1,57	1,55	1,1
		Condição drenada – Leituras críticas – Sismo Positivo	1,48	1,48	1,48	1,1
		Condição drenada – Leituras normais – Sismo Negativo	1,53	1,55	1,53	1,1

Seção	Fase	Condição	Fator de Segurança			
			Spencer	Bishop Simplified	GLE/ Morgenster n-Price	FS mínimo
		Condição drenada –Leituras críticas – Sismo Negativo	1,46	1,47	1,46	1,1
B-B'	Inicial	Condição drenada –Leituras normais	1,89	1,9	1,89	1,5
		Condição drenada –Leituras críticas	1,65	1,66	1,65	1,5
		Condição drenada –Leituras normais – Sismo Positivo	1,64	1,65	1,64	1,1
		Condição drenada –Leituras críticas – Sismo Positivo	1,89	1,9	1,89	1,1
		Condição drenada –Leituras normais – Sismo Negativo	1,65	1,66	1,65	1,1
		Condição drenada –Leituras críticas – Sismo Negativo	1,64	1,65	1,64	1,1
	Final	Condição drenada –Leituras normais	1,71	1,75	1,72	1,5
		Condição drenada –Leituras críticas	1,68	1,7	1,69	1,5
		Condição drenada –Leituras normais – Sismo Positivo	1,48	1,51	1,48	1,1
		Condição drenada –Leituras críticas – Sismo Positivo	1,46	1,48	1,46	1,1
		Condição drenada –Leituras normais – Sismo Negativo	1,45	1,46	1,45	1,1
		Condição drenada –Leituras críticas – Sismo Negativo	1,42	1,45	1,42	1,1
C-C'	Condição drenada –Leituras normais	2,01	2,02	2,01	1,5	
	Condição drenada –Leituras críticas	1,96	2	1,99	1,5	
	Condição drenada –Leituras normais – Sismo Positivo	1,77	1,76	1,77	1,1	

Seção	Fase	Condição	Fator de Segurança			
			Spencer	Bishop Simplified	GLE/ Morgenster n-Price	FS mínimo
		Condição drenada –Leituras críticas – Sismo Positivo	1,71	1,75	1,76	1,1
		Condição drenada –Leituras normais – Sismo Negativo	1,74	1,73	1,74	1,1
		Condição drenada –Leituras críticas – Sismo Negativo	1,7	1,73	1,74	1,1
D-D'		Condição drenada –Leituras normais	1,63	1,61	1,61	1,5
		Condição drenada –Leituras críticas	1,61	1,61	1,61	1,5
		Condição drenada –Leituras normais – Sismo Positivo	1,47	1,44	1,44	1,1
		Condição drenada –Leituras críticas – Sismo Positivo	1,45	1,43	1,43	1,1
		Condição drenada –Leituras normais – Sismo Negativo	1,44	1,43	1,43	1,1
		Condição drenada –Leituras críticas – Sismo Negativo	1,44	1,43	1,43	1,1
Escavação provisória		Condição drenada - Talude 1,0V:3,0H - Altura 6,0 m	1,38	1,38	1,38	1,3
		Condição drenada - Talude 1,0V:3,0H - Altura 8,0 m	1,31	1,32	1,3	1,3
		Condição drenada - Talude 1,0V:3,0H - Altura 10,0 m	1,3	1,3	1,3	1,3
Entre Bermas		Condição drenada	1,59	1,59	1,59	1,5
		Condição drenada – Sismo Positivo	1,41	1,42	1,41	1,1
		Condição drenada – Sismo Negativo	1,4	1,41	1,4	1,1

Fonte: Walm (2022).

Os fatores de segurança obtidos para a condição drenada são maiores ou iguais a 1,5 e 1,30, valores mínimos de referência estabelecidos pelas normas NBR 13029/2017 e NBR



11.682/2009. Considerando a ação de sismo, os fatores de segurança para as análises de estabilidade são superiores a 1,10, correspondente ao valor mínimo exigido conforme as preconizações na norma NBR 13028/2017. Quanto aos resultados das análises pseudo-estáticas obtidas em projeto, não houve variação significativa entre os sismos positivos e negativos.

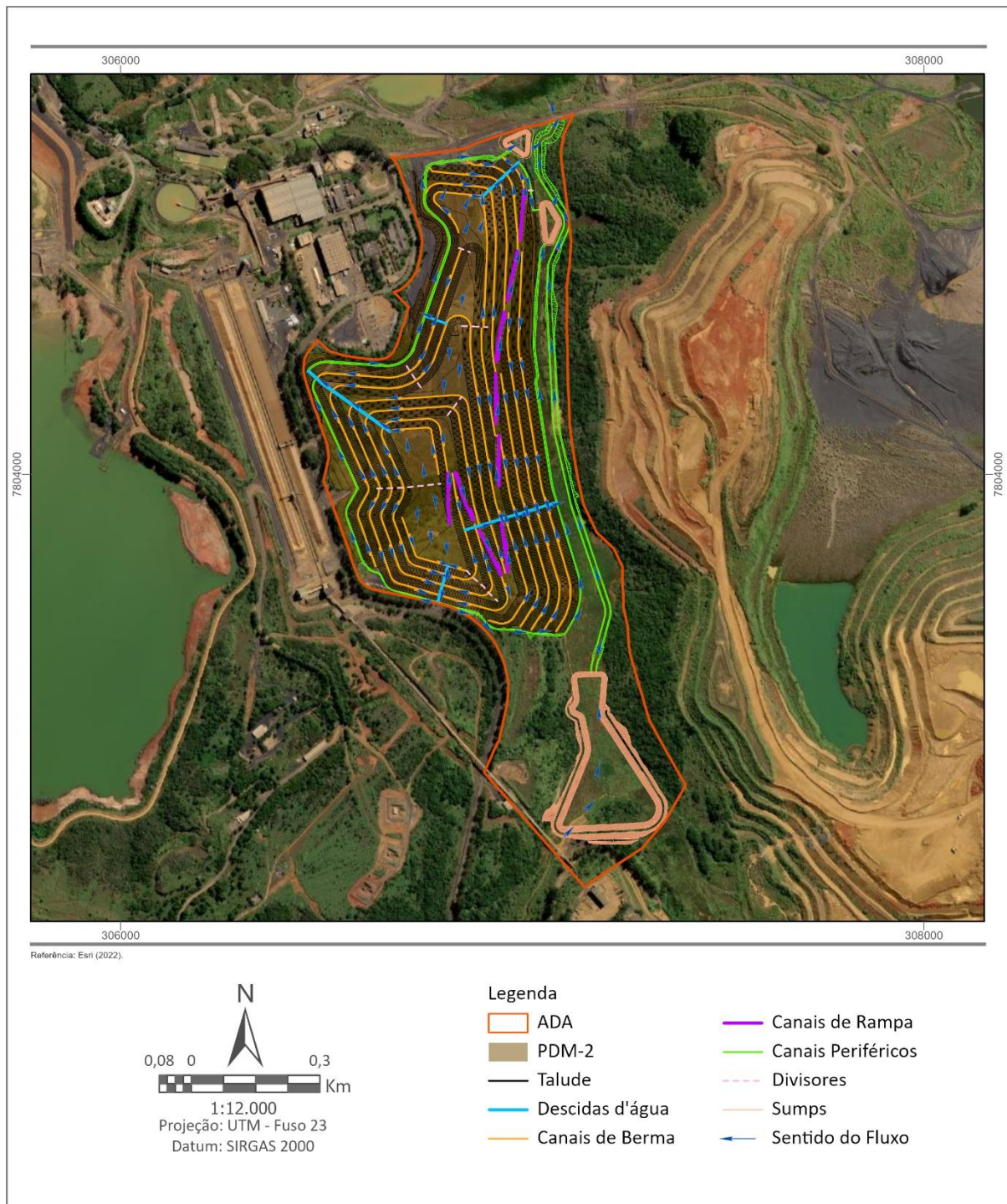
### 5.2.5 Drenagem Superficial

O sistema de drenagem superficial do PDM-2 possui como principal finalidade coletar e conduzir o escoamento pluvial produzido na região do próprio depósito e as contribuições das cavas localizadas na região de montante até o córrego Paiolzinho.

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

- Canaletas de rampa e bermas: conduzem os escoamentos superficiais até as descidas de água ou canais periféricos;
- Descidas de água: coletam os escoamentos provenientes das bermas e das canaletas de rampa, destinando-os aos canais periféricos;
- Canais periféricos: coletam os escoamentos superficiais provenientes das bermas, das descidas de água e de áreas adjacentes, descartando-os no bueiro 1, localizado a jusante do canal CP-04.

A **Figura 5.9** apresenta a diagramação do sistema de drenagem superficial.



**Figura 5.9 – Sistema de drenagem superficial do PDM-2.**

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

#### 5.2.5.1 Sistema de Contenção de Sedimentos

Foram dimensionados *sumps* para a contenção dos sedimentos gerados nas áreas de contribuição da pilha e das cavas. Foram propostos dois *sumps* a jusante, dimensionados para receber as vazões provenientes dos canais, de modo a armazenar os volumes por períodos

mais longos e permitir a decantação dos sedimentos produzidos; e um *sump* a montante, que tem como finalidade a contenção de sedimentos da cava da mina.

Prevê-se a construção dos *sumps* em áreas próximas aos talwegues naturais, de modo a concentrar a drenagem proveniente de toda a área de contribuição das cavas e da pilha de magnetita a serem escavados em solo e revestidos com enrocamento.

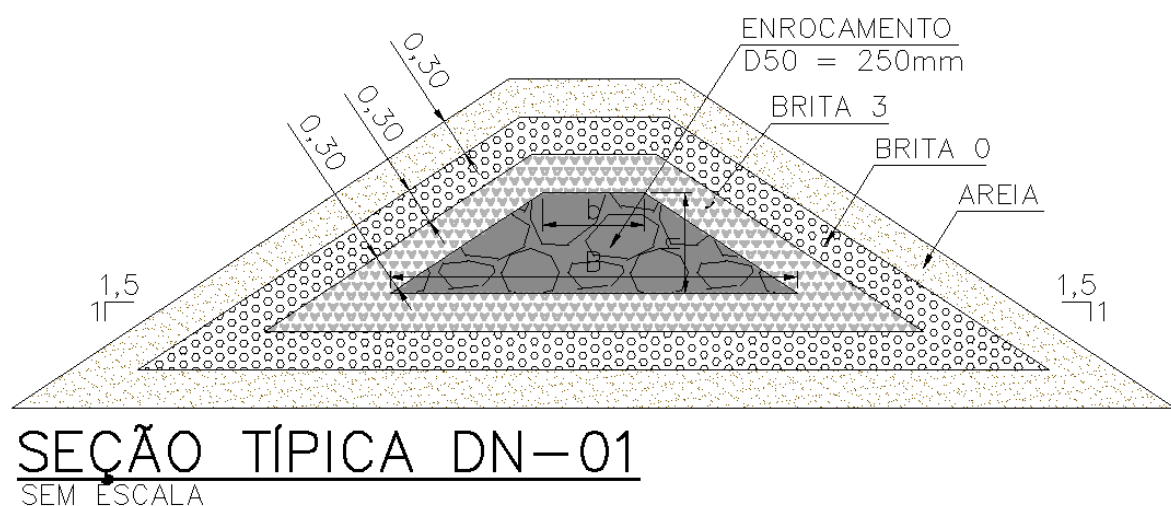
Não há dados de monitoramento sedimentológico local e, portanto, selecionaram-se taxas de produção específica anual de sedimentos indicadas na bibliografia técnica, comumente adotadas em projetos de mineração (PINHEIRO, 2011) e convertidas em valores anuais. O volume total dos *sumps* da pilha (jusante) ficará em torno de 32.428,38 m<sup>3</sup>, e da cava (montante), 318.577,25 m<sup>3</sup>. Eles foram dimensionados com a premissa de que a limpeza dos mesmos será realizada anualmente.

### 5.2.6 Drenagem Interna

Para garantir que não haja saturação e desestabilização do maciço do PDM-2, foram projetados drenos de fundo, com objetivo de garantir a drenagem interna do depósito. A drenagem interna recebe os escoamentos provenientes do desaguamento subterrâneo e das contribuições oriundas da infiltração do material da pilha, e direciona a vazão percolada para o canal a jusante do PDM-2.

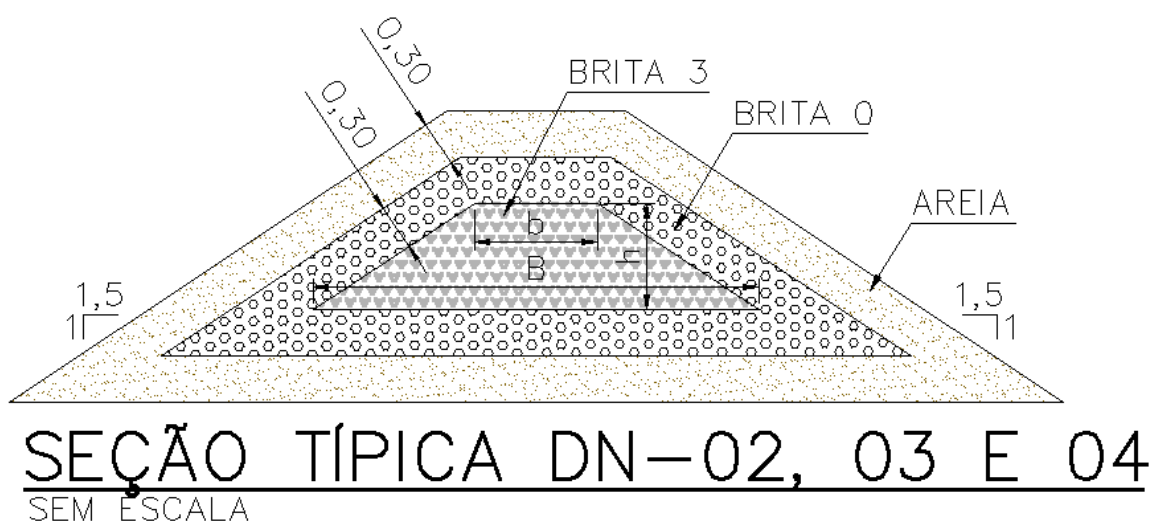
O dimensionamento da drenagem interna é realizado em etapas, começando pela determinação da chuva de projeto (precipitação média mensal) e da evapotranspiração (média mensal), de modo a subsidiar o cálculo do balanço hídrico do depósito, prosseguindo no cálculo das vazões de projeto e do dimensionamento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

A **Figura 5.10** e **Figura 5.11** apresentam as seções típicas dos drenos de fundo.



Fonte: Walm (2022).

**Figura 5.10 – Seção típica do dreno de fundo I.**



Fonte: Walm (2022).

Figura 5.11 – Seção típica dos drenos II, III e IV.

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

Quadro 5.7 – Características geométricas dos drenos de fundo do PDM-2.

Parâmetro	Dreno			
	DN-01	DN-02	DN-03	DN-04
Comprimento do Dreno (m)	294,1	174,29	148,51	114,96
Cota Inicial (m)	1187	1181	1194	1190
Cota Final (m)	1178	1175	1179	1179,63
$\Delta H$ (m)	-9	-6	-15	-10,37
Inclinação do terreno (°)	-1,75	-1,97	-5,77	-5,15
Comprimento real do Dreno (m)	294,24	174,39	149,27	115,43
Gradiente Hidráulico $i$ (m/m)	-0,03	-0,03	-0,1	-0,09

Fonte: Walm (2022).

A vazão nominal de projeto para os drenos de fundo do PDM-2 foi determinada em função das áreas de influência do terreno natural e da pilha e a partir dos valores de recarga nos drenos de fundo.

Para o dimensionamento dos drenos do PDM-2, foi utilizada a vazão calculada e para verificação do dimensionamento, considerou-se o fator de segurança 5,0, estando, desta forma, de acordo com o estabelecido pela NBR 13.029. O fator de segurança foi assim majorado, pois a região possui grande declividade e o material disposto possui permeabilidade elevada.

Conforme observações de campo e informações repassadas pela Mosaic, não há registro de corpo d'água ou nascentes na região da pilha.

Após as fases de supressão vegetal da condição inicial e final da pilha, serão implantados canais correia de modo que todo o fluxo superficial e proveniente dos pátios de secagem do local seja drenado.

Por fim, é válido ressaltar que toda drenagem da planta do CMT e proveniente do pátio de homogeneização serão coletadas pelos canais periféricos da pilha e canal de drenagem da cava. Desta maneira, a drenagem interna da pilha ficará a cargo apenas das vazões proveniente das chuvas.

A localização dos drenos é apresentada na **Figura 5.12**.



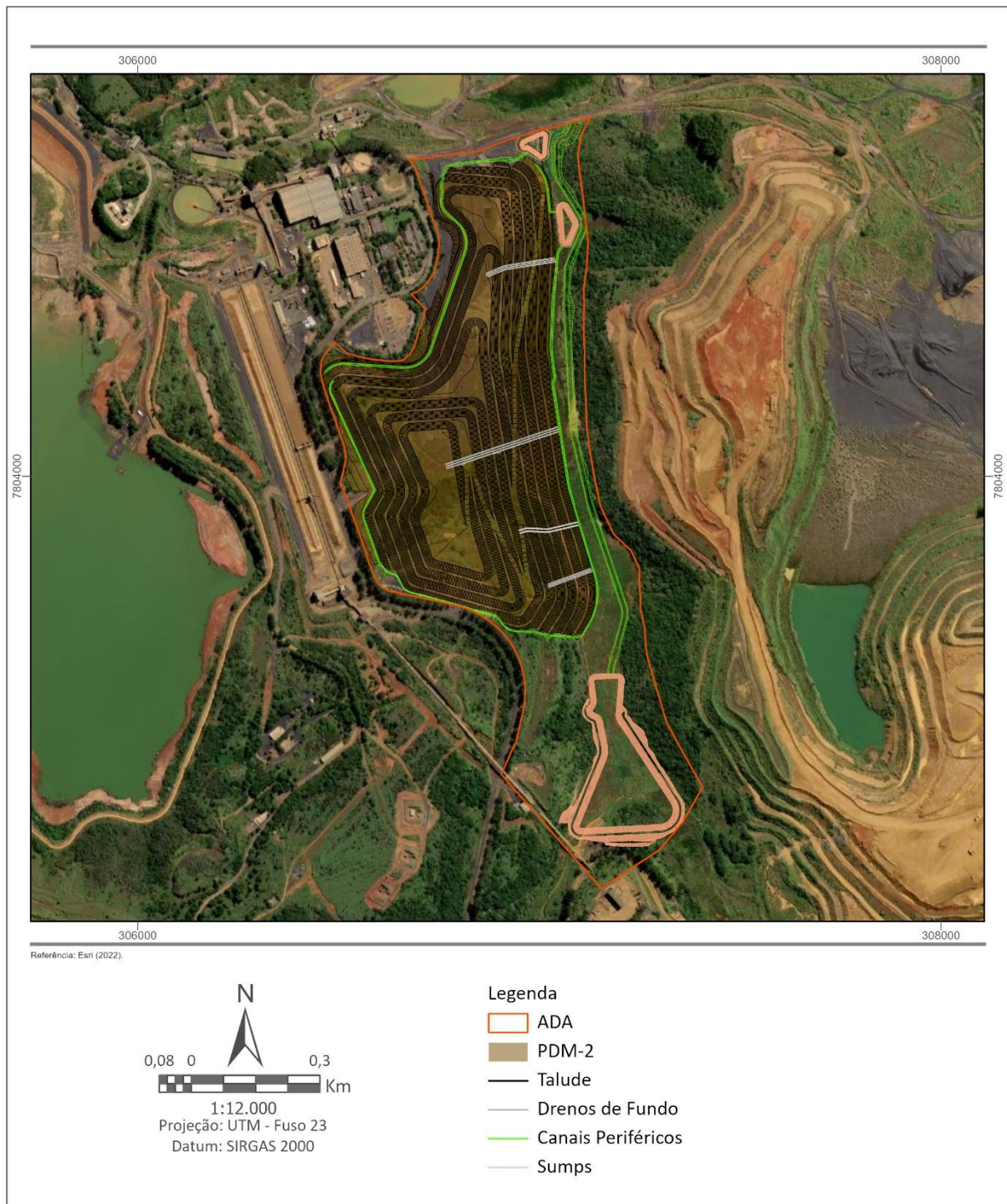


Figura 5.12 – Localização dos drenos no PDM-2.

### 5.2.7 Plano de Monitoramento

A implementação de um plano de instrumentação visa permitir o monitoramento e controle de uma série de fatores associados à estabilidade do PDM-2, como controle da vazão da drenagem interna, controle do nível de água no interior do maciço, verificação das pressões desenvolvidas na fundação e deformações no corpo do acesso, de modo a serem identificados possíveis problemas em tempo hábil para adoção de medidas corretivas.

O **Quadro 5.8** apresenta uma síntese dos instrumentos a serem instalados e suas respectivas funções.

Quadro 5.8 – Instrumentos de monitoramento.

Instrumento	Quantidades	Localização	Função
Piezômetro Casagrande	13	Pilha e terreno natural	Monitoramento das poropressões no interior do maciço e no pé da estrutura.
Indicadores de nível d'água (INA)	11	Pilha	Monitoramento dos níveis freáticos estabelecidos no interior do maciço.
Marco Superficial	21	Pilha	Acompanhamento de recalques e deslocamentos horizontais da estrutura.
Medidor de Vazão	4	Terreno natural	Acompanhamento das vazões provenientes dos drenos de fundo da estrutura.

Os INAs e piezômetros deverão ser instalados assim que constituídas as primeiras bancadas do depósito, nos pontos designados logo após a formação definitiva dos taludes e bermas. Desse modo, estes deverão ser continuamente alteados, à medida em que a pilha for sendo implantada.

Os instrumentos deverão ser instalados em furos independentes, distantes no mínimo 2,0 m entre si, observando as condições de limpeza e estabilidade das paredes do furo.

A **Figura 5.13** apresenta a locação dos instrumentos no PDM-2.



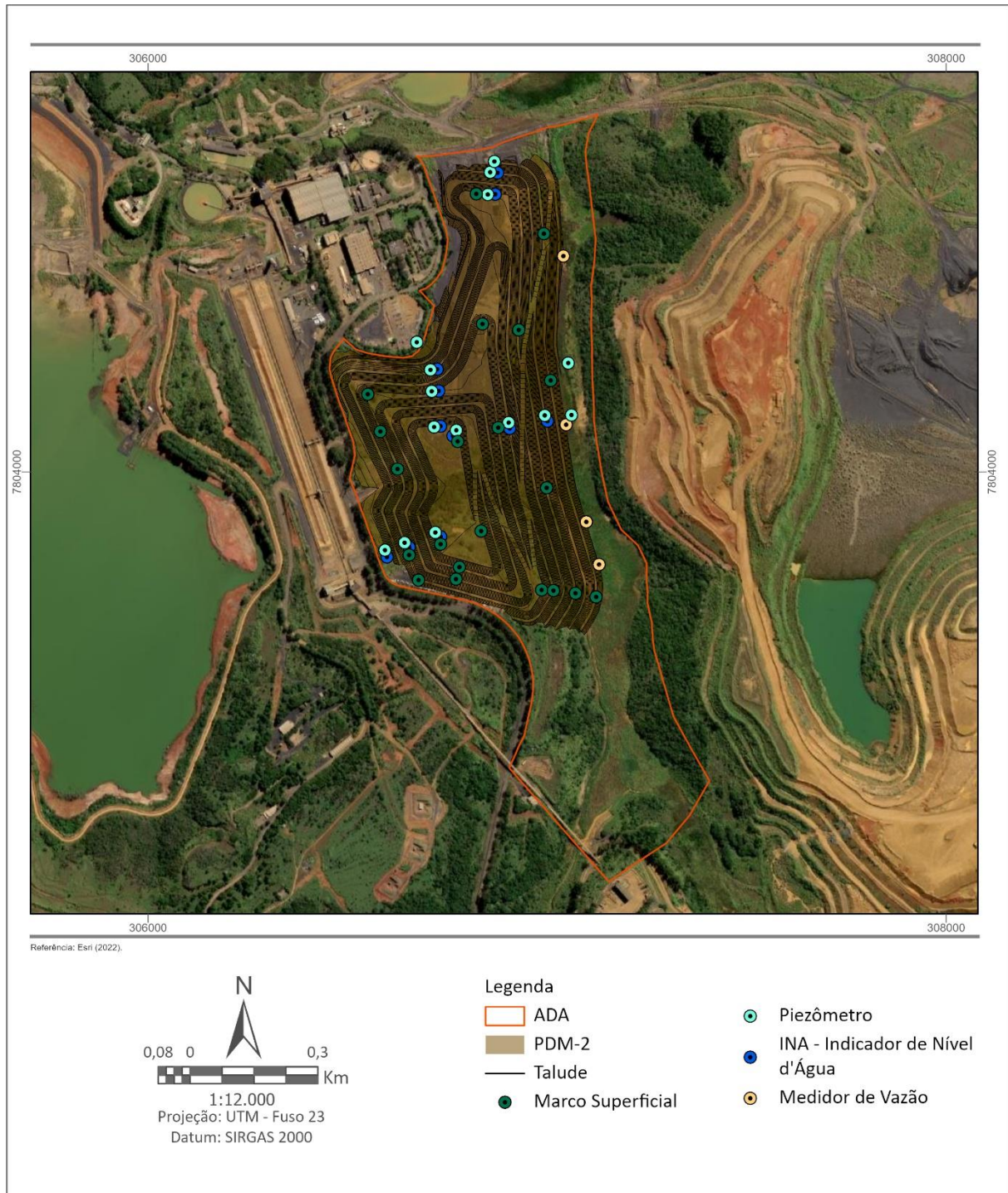


Figura 5.13 – Localização dos instrumentos no PDM-2.

### 5.2.8 Infraestrutura de apoio

Como dito anteriormente, para a implantação da ampliação do depósito PDM-2, faz-se necessária a execução de serviços como supressão de vegetação, limpeza, escavação, sump de contenção de sedimentos, acessos, mobilização e desmobilização dos trabalhadores, dentre outros.

Os itens a seguir descrevem as estruturas de apoio para esta etapa.

#### 5.2.8.1 Canteiro de obras

O canteiro de obras para alocação dos funcionários que irão trabalhar nas obras da PDM-2 será implantado próximo a área. O canteiro de obras será dotado de escritórios (setor administrativo, setor técnico, segurança do trabalho, área de topografia, apoio mecânico, sanitários masculinos e femininos, vestiários).

#### 5.2.8.2 Sistema de tratamento de efluentes

Durante as obras de preparação da área para o PDM-2, serão implantados contêineres sanitários e/ou banheiros químicos, dentro do canteiro de obras, para atendimento da demanda de todos os trabalhadores alocados na área, evitando-se, portanto, a necessidade de implantação de estações para tratamento de esgoto no local. Os efluentes gerados nessas instalações sanitárias serão esgotados de acordo com a necessidade, por caminhão de empresa contratada para fornecer os banheiros em contêineres (limpa-fossa) que, por sua vez, conduzirá os dejetos até um sistema de tratamento de esgotos - ETE. Este trabalho é realizado de acordo com as Normas de Operação específicas.

A respeito dos efluentes oleosos, também não será necessária a implantação de sistemas de tratamento específicos (separadores de água e óleo), pois a área de apoio mecânico do canteiro de obras será utilizada para manutenções simples. Para reparos mais complexos, onde se prevê a geração de efluentes oleosos, serão utilizadas a oficina de manutenção do CMT ou, alternativamente, oficinas especializadas fora da unidade do CMT, sob responsabilidade da empresa contratada.

#### 5.2.8.3 Água e Energia

O fornecimento de água para consumo pelos trabalhadores do projeto, durante as obras, será feito através de galões de 20 L. A água a ser utilizada na realização dos serviços de campo será coletada em caminhões-pipa em pontos existentes dentro da unidade do CMT.

O fornecimento de energia para o canteiro de obras será feito através da própria rede do CMT.

#### 5.2.8.4 Mão de obra, máquinas e equipamentos

A mão de obra e equipamentos direta e indiretamente utilizada para a etapa de implantação do empreendimento será a mesma atualmente empregada no Complexo de Mineração de Tapira, não sendo necessária a contratação de novos funcionários para tanto ou aquisição de novas máquinas e equipamentos.

---

## 6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Este capítulo apresenta o resultado dos estudos de base realizados para caracterizar o contexto ambiental em que se insere o depósito PDM-2 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 do depósito Pilha de Magnetita Desaguada (PDM-2), seus acessos, canais periféricos e o sump. A área diretamente afetada pela pilha após ampliação totalizará 48,8499 ha, dos quais parte corresponde a áreas já ocupadas pela pilha atual, com ADAs parcialmente sobrepostas. As áreas de influência e de estudo, por sua vez, 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 da ampliação e operação do PDM-2. 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 All 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 dos córregos Paiolzinho e Boa Vista (afluentes do ribeirão do Inferno) por aproximadamente 4.500 m até a Barragem de Decantação – BD.

A Área de Influência Indireta – All circunda a AID e, após a barragem BD, segue para jusante por mais aproximadamente 2.000 m até o ribeirão do Inferno.

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 de satélite.

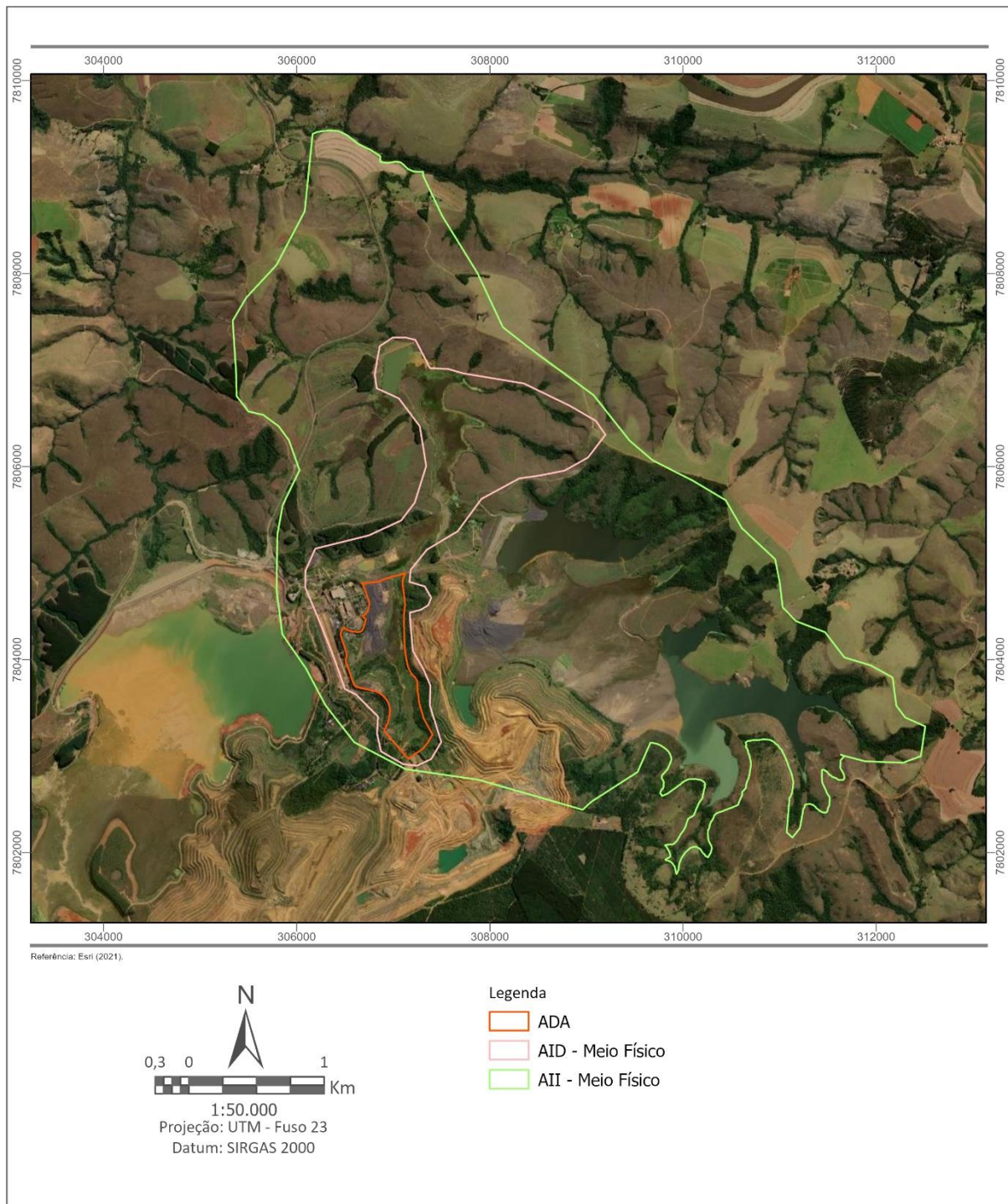


Figura 6.1 – Áreas de influência do meio físico.

## 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

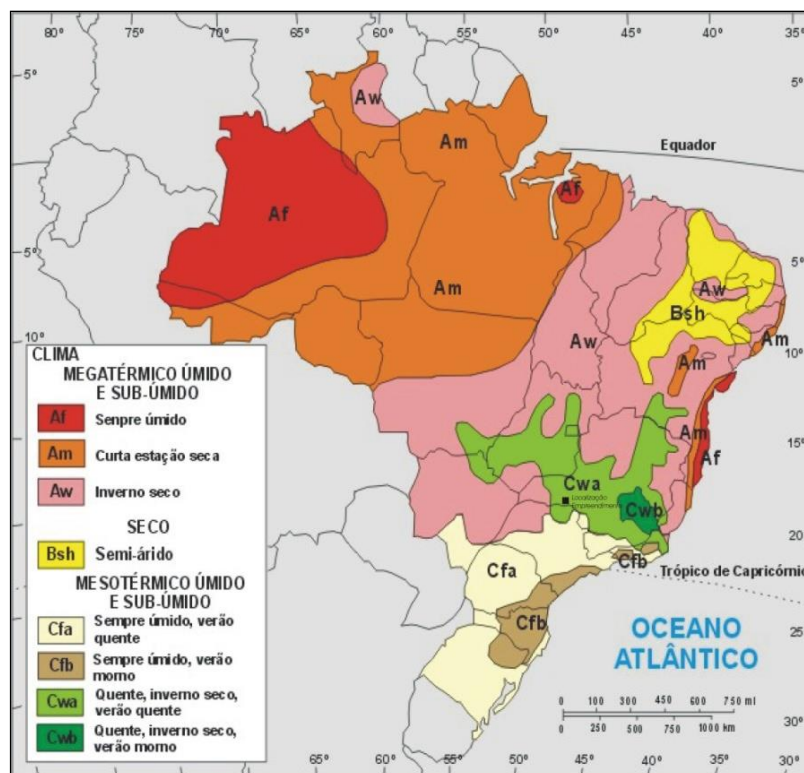
temperatura do ar, umidade relativa do ar, direção dos ventos, nebulosidade e regime pluviométrico, entre outros parâmetros.

#### 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).

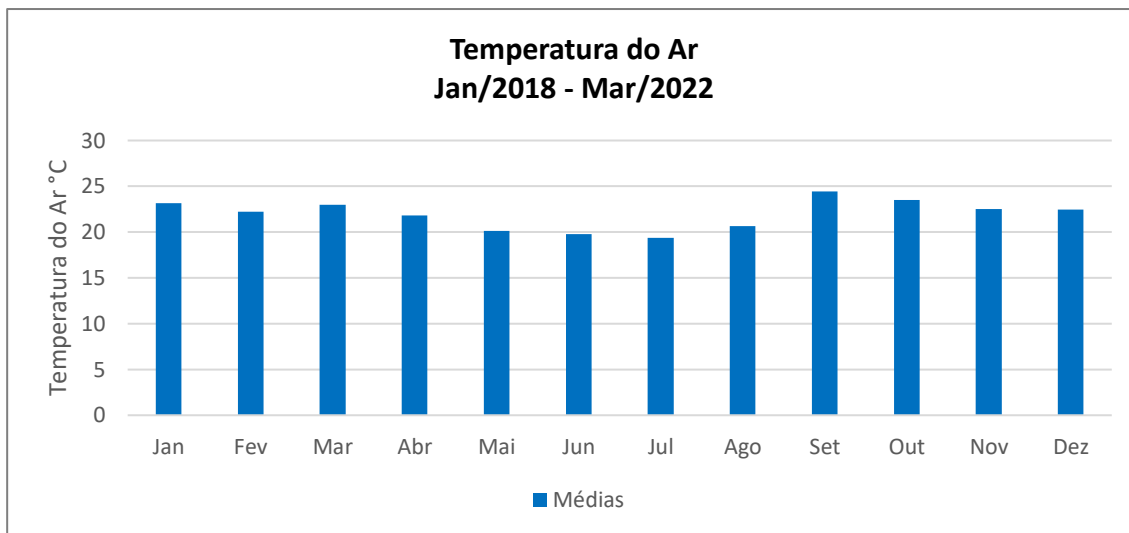


Figura 6.3 – Temperatura média do ar - janeiro de 2018 a março de 2022.

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.

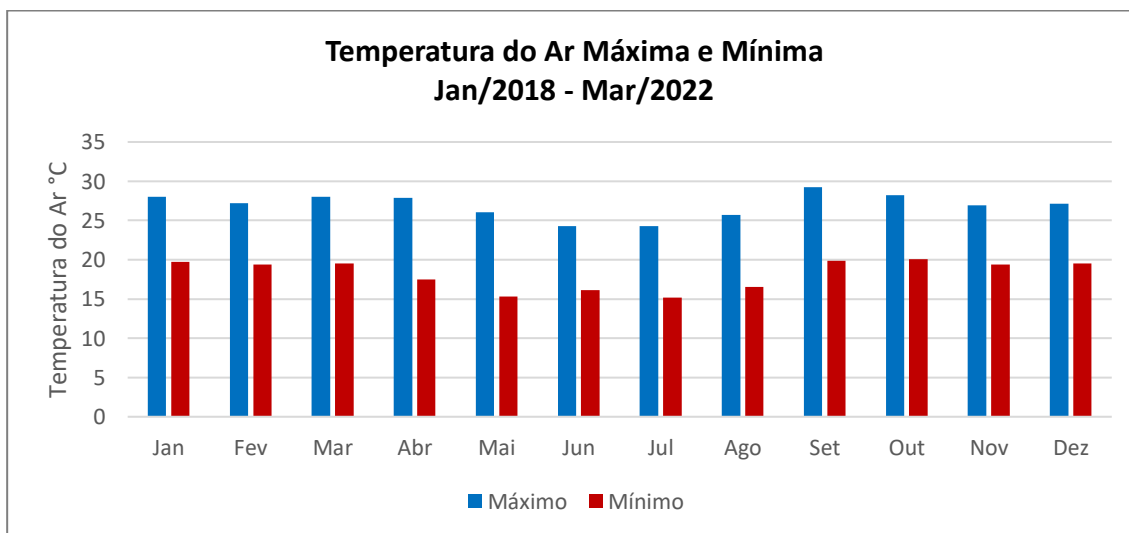


Figura 6.4 – Temperatura do ar mínima e máxima - janeiro de 2018 a março de 2022.

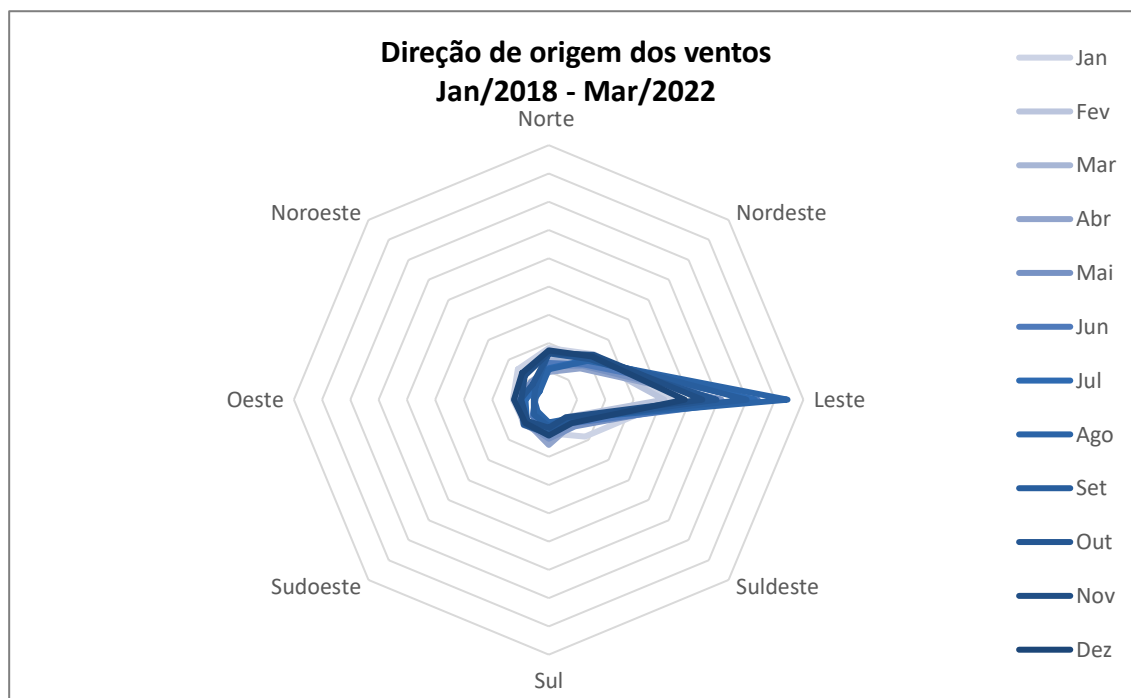
### 6.2.2.3 Perfil da direção de origem dos ventos

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.**

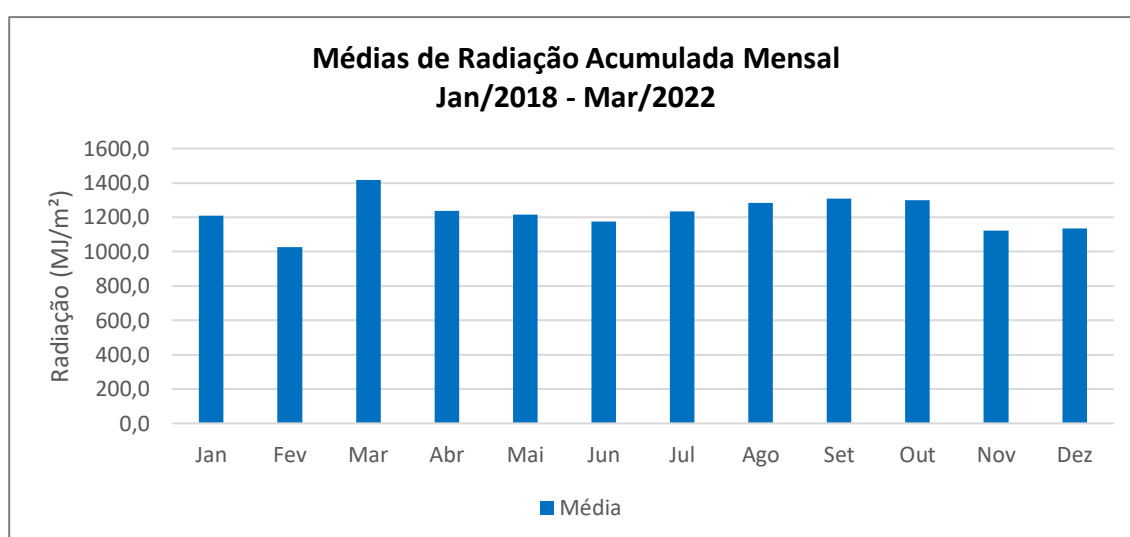
Mês	Acumulado mensal da radiação solar (MJ/m <sup>2</sup> )					Média (MJ/m <sup>2</sup> )
	2018	2019	2020	2021	2022	
Jan	662,6	708,1	790,3	1.980,8	1.904,1	1.209,2
Fev	530,5	544,3	589,9	1.729,4	1.731,5	1.025,1
Mar	646,1	560,2	1.824,9	2.005,7	2.057,3	1.418,8
Abr	520,0	517,7	1.892,4	2.013,5	-	1.235,9
Mai	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
Ago	530,2	553,8	2.023,4	2.033,4	-	1.285,2



Mês	Acumulado mensal da radiação solar (MJ/m <sup>2</sup> )					Média (MJ/m <sup>2</sup> )
	2018	2019	2020	2021	2022	
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).**

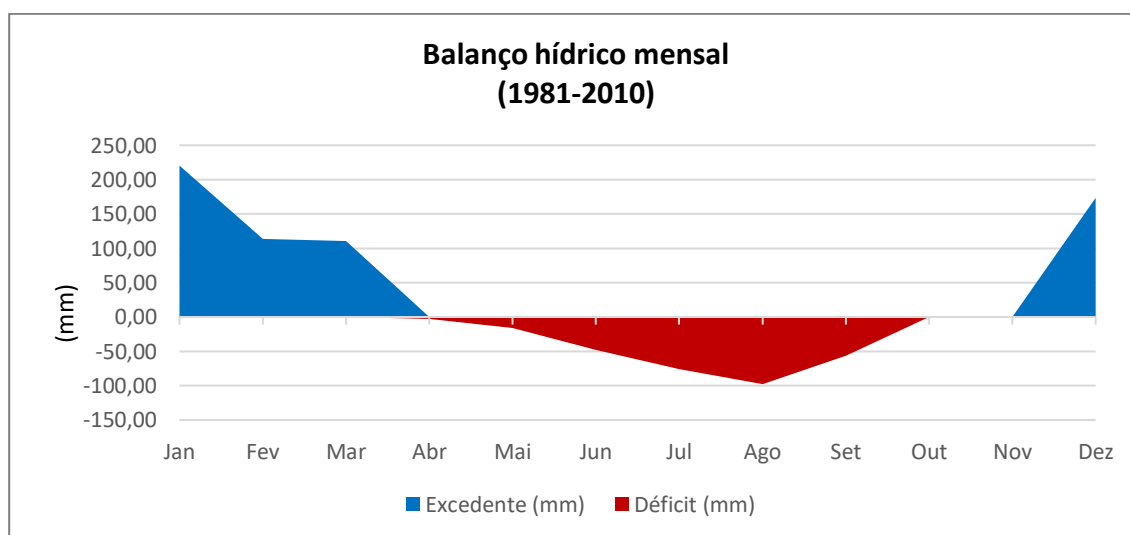
Mês	Temp. (°C)	Pluv. (mm)	Evapot. potencial (mm)	Armaz. híd. (%)	Evapot. real (mm)	Déf. (mm)	Exced. (mm)
Jan	22,23	347,06	126,69	100,00	126,69	0,00	220,37
Fev	22,41	235,72	122,32	100,00	122,32	0,00	113,40
Mar	22,07	232,08	121,89	100,00	121,89	0,00	110,19

Mês	Temp. (°C)	Pluv. (mm)	Evapot. potencial (mm)	Armaz. híd. (%)	Evapot. real (mm)	Déf. (mm)	Exced. (mm)
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.

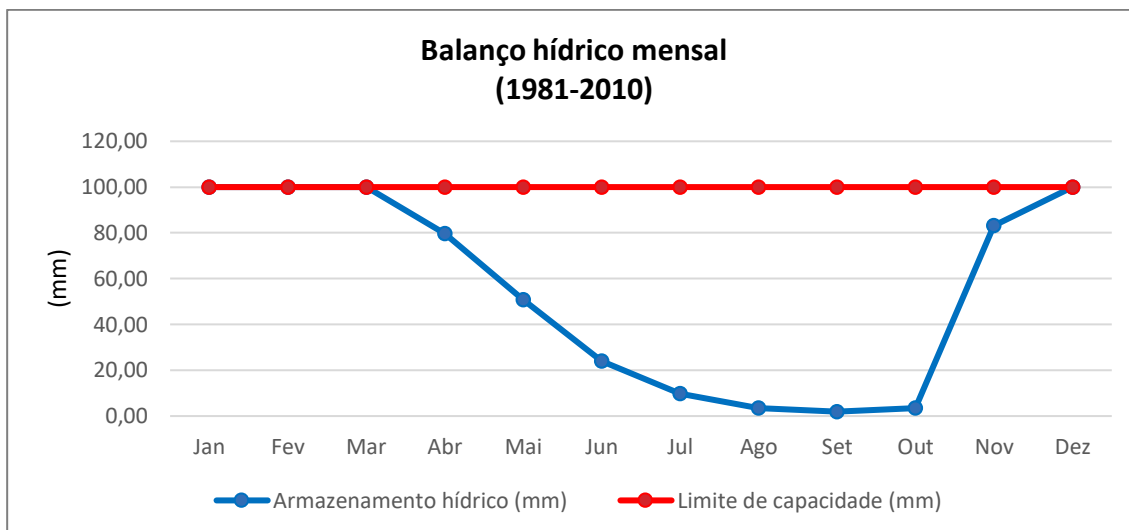


Figura 6.8 – Armazenamento de água no solo no período de 1981 – 2010.

#### 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.

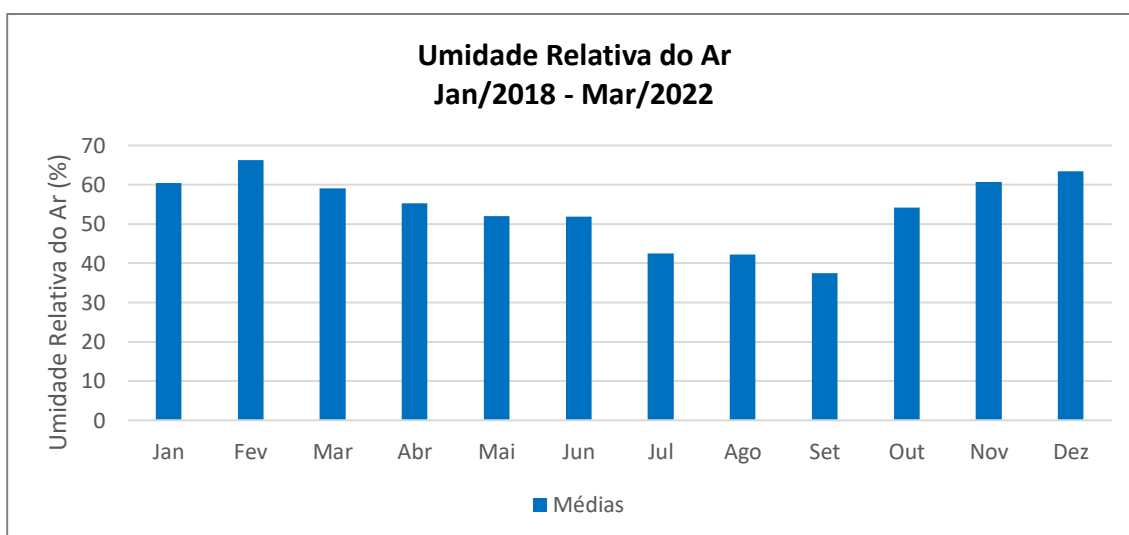


Figura 6.9 – Umidade relativa do ar – janeiro de 2018 a março de 2022.

#### 6.2.2.7 Regime pluviométrico

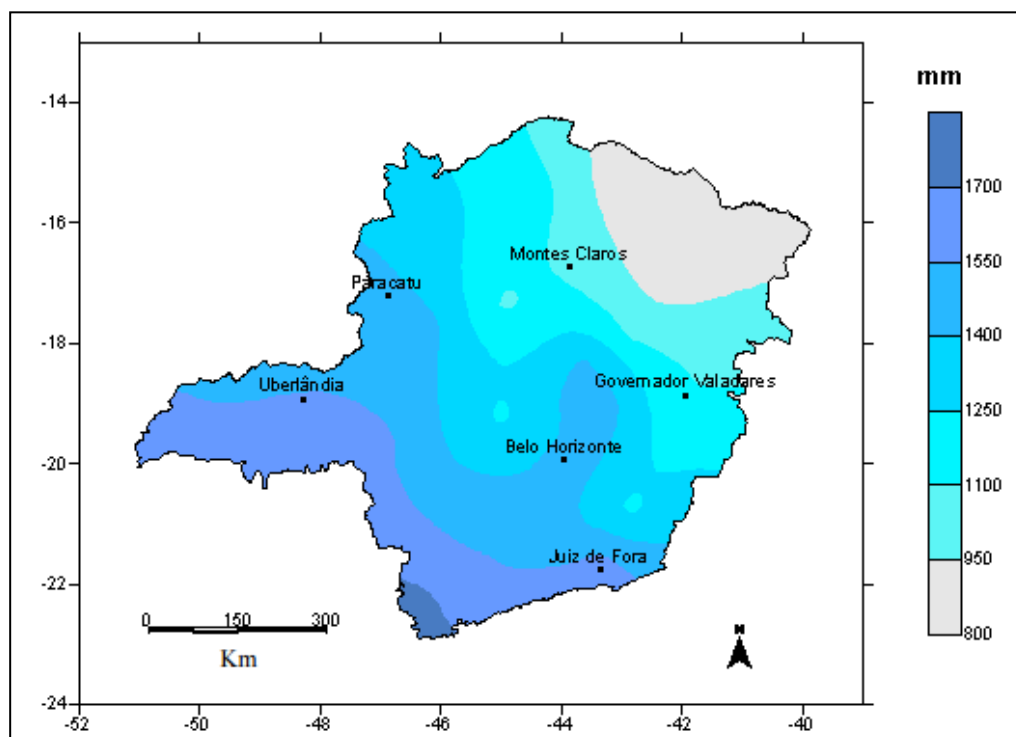
Segundo Mello & Viola (2012), fenômenos atmosféricos importantes afetam a pluviosidade do estado de Minas Gerais, tais como chuvas frontais (frentes frias), chuvas convectivas e chuvas geradas pela influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

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**).

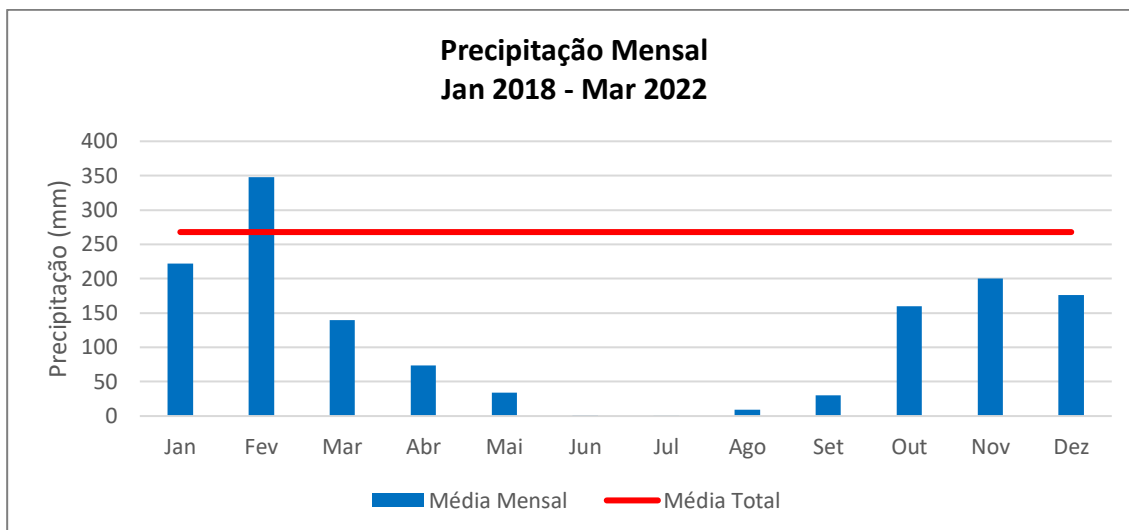


Figura 6.11 – Precipitação Mensal – janeiro de 2018 a março de 2022.

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).

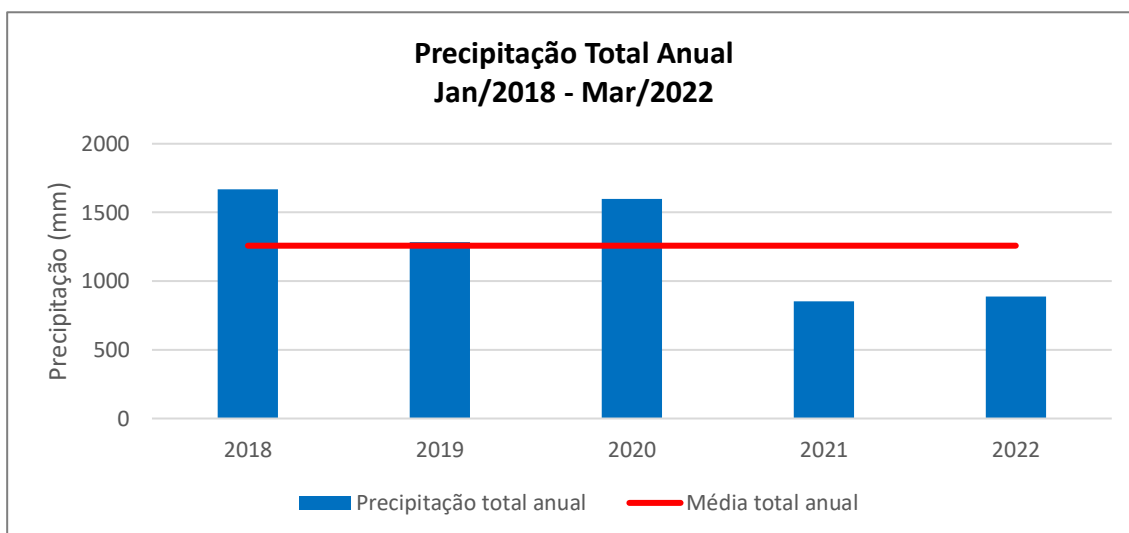


Figura 6.12 – Precipitação total anual – janeiro de 2018 a março de 2022.

## 6.2.3 Geologia

### 6.2.3.1 Geologia regional

Segundo Fischel et al. (2001), 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).

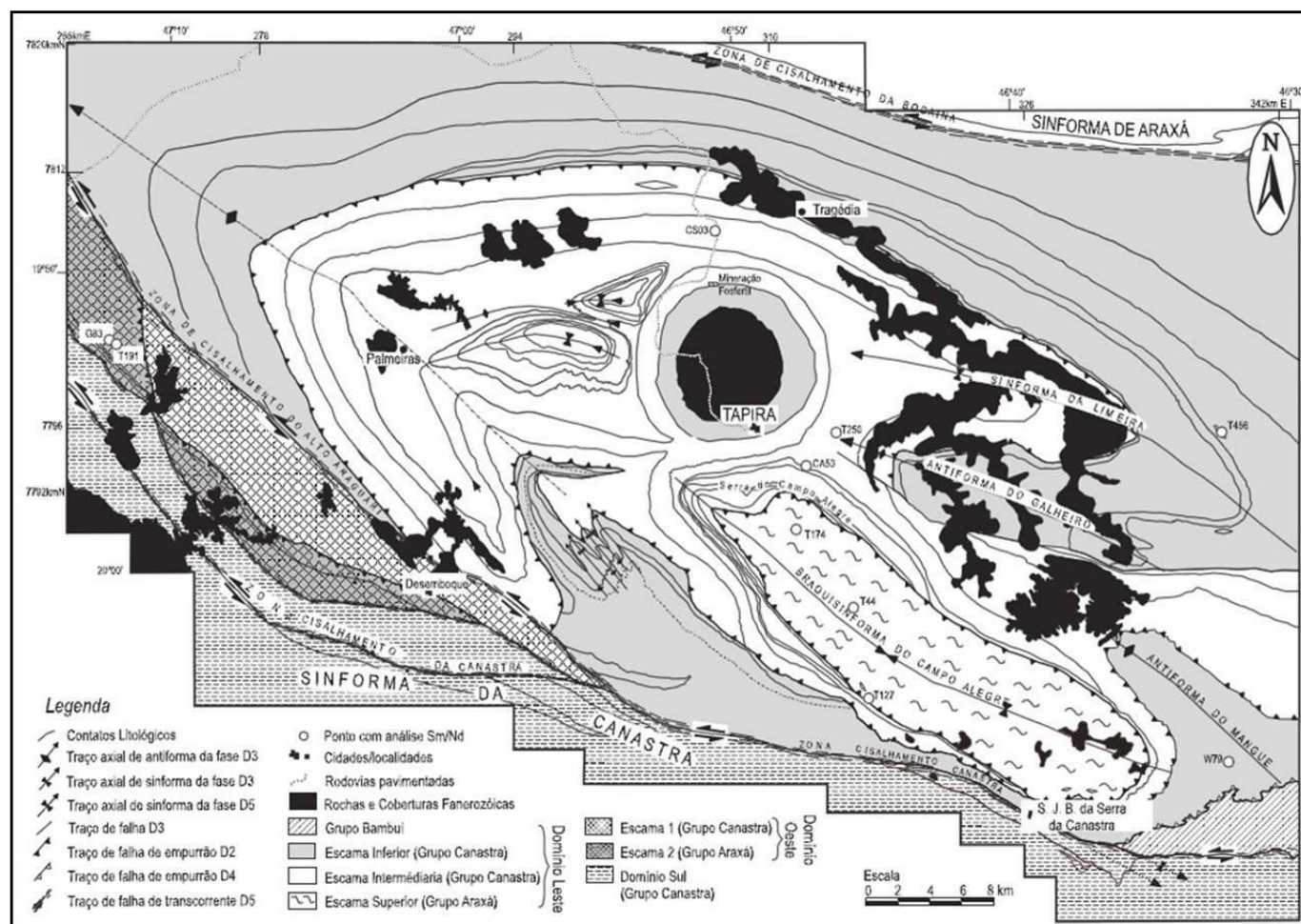
Litologicamente a região possui as intrusões ígneas ultramáficas e alcalinas que formam o complexo de Tapira e os domínios pré-cambrianos de maior expressão, encaixantes para as intrusões ígneas e que são limitados a sul pela Bacia do Paraná. Esses domínios são constituídos pelos metassedimentos do Grupo 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 antiformas 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).



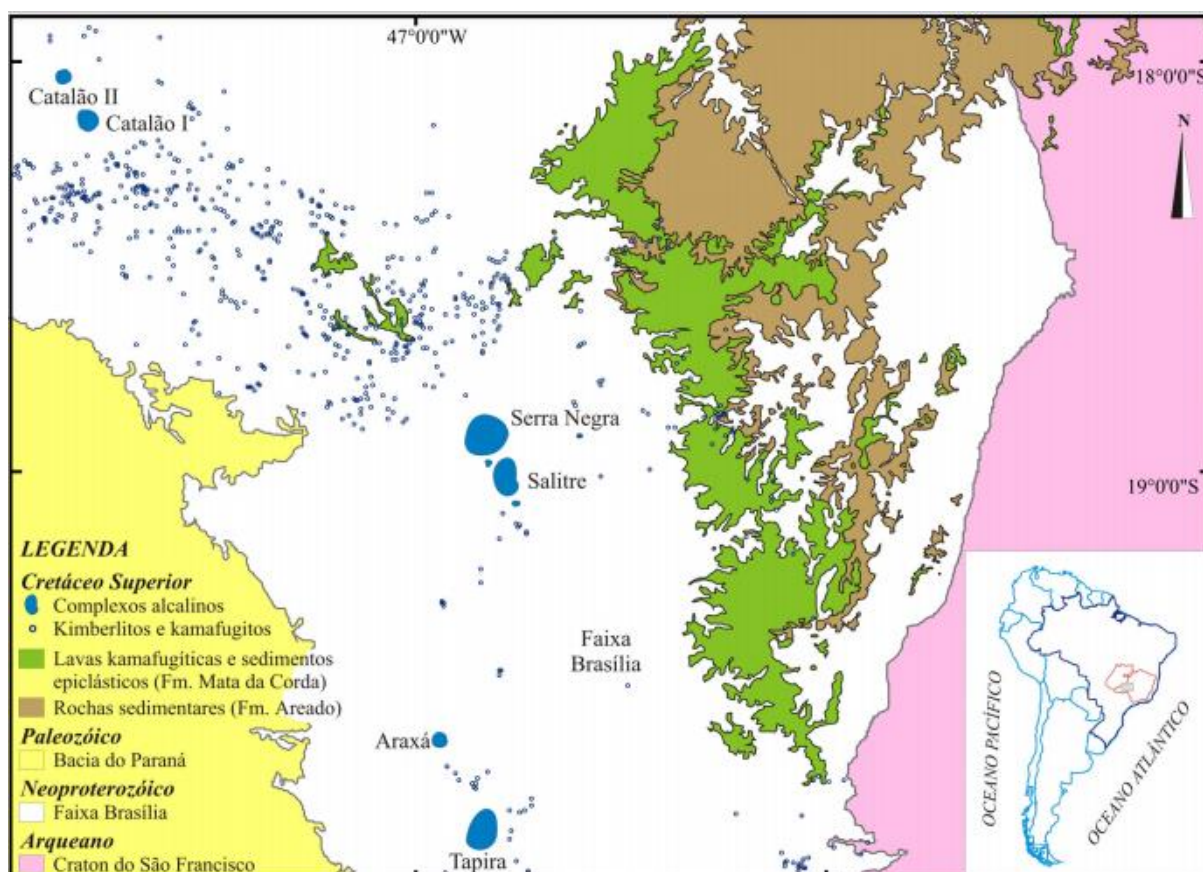
Fonte: Silva (2003).

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 PDM-2 encontra-se sobre as rochas intrusivas da suíte alcalina do Complexo Alcalino de Tapira (**Figura 6.15**).

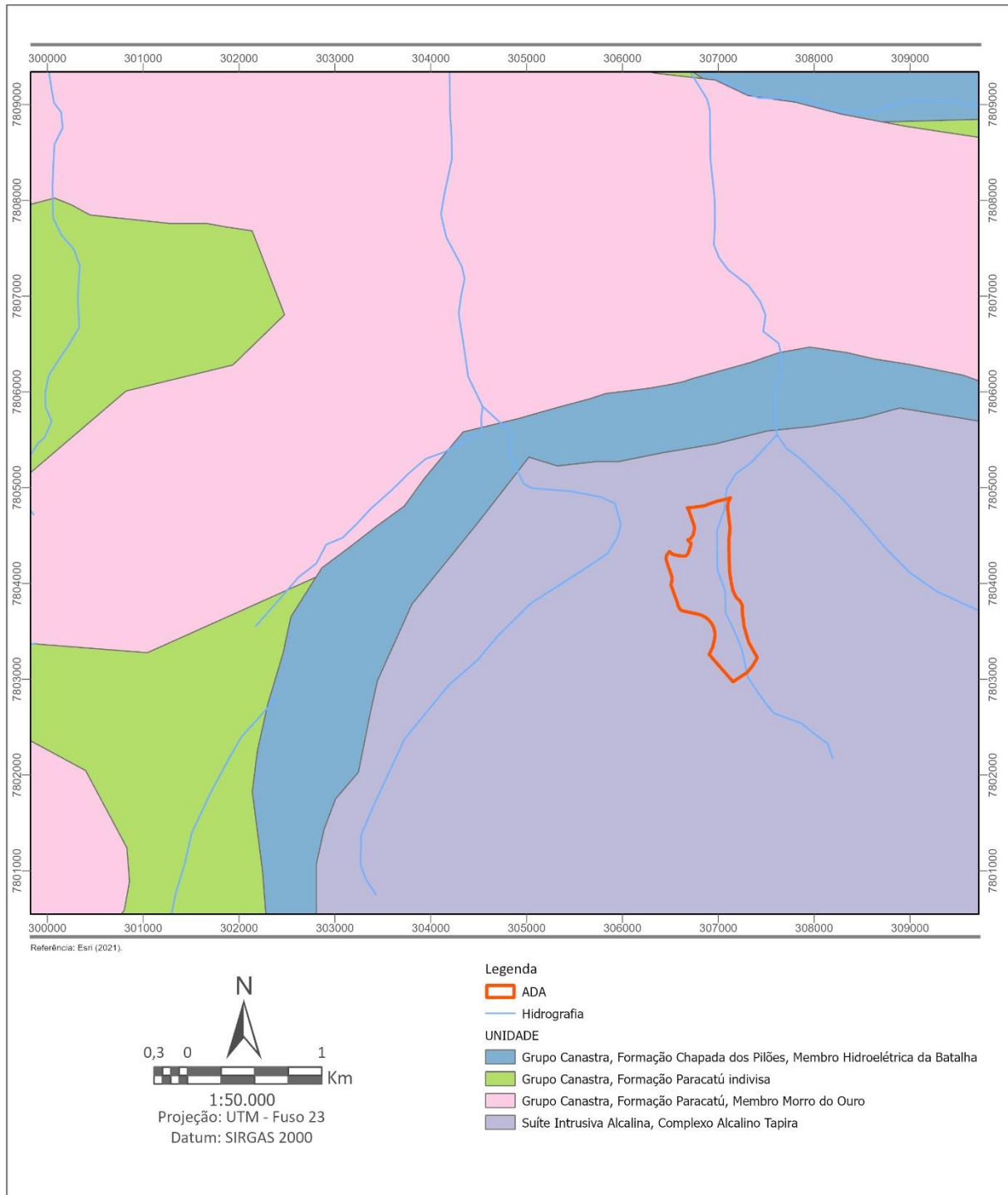


Figura 6.15 – Mapa geológico local – PDM-2.

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 cumulatos 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, anfíbio, 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 talwegues 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).

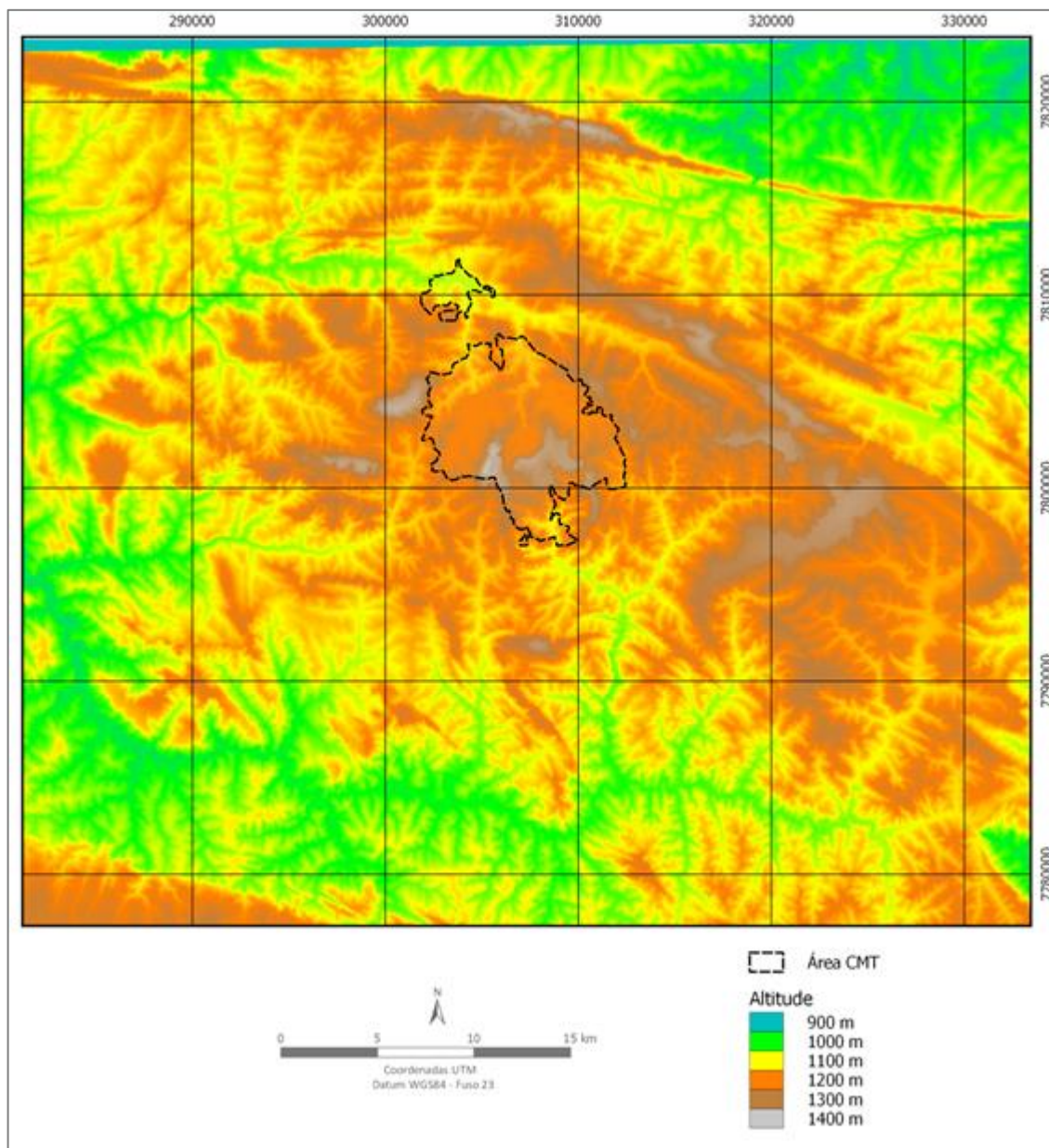


Figura 6.16 – Mapa altimétrico regional.

#### 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 superimpostas 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 PDM-2, é possível observar altitudes que variam entre 1.170 e 1.260 m, com as altitudes mais baixas nas drenagens (**Figura 6.17**).

As declividades na área do PDM-2 variam de “plano (0 – 3%)” a “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.



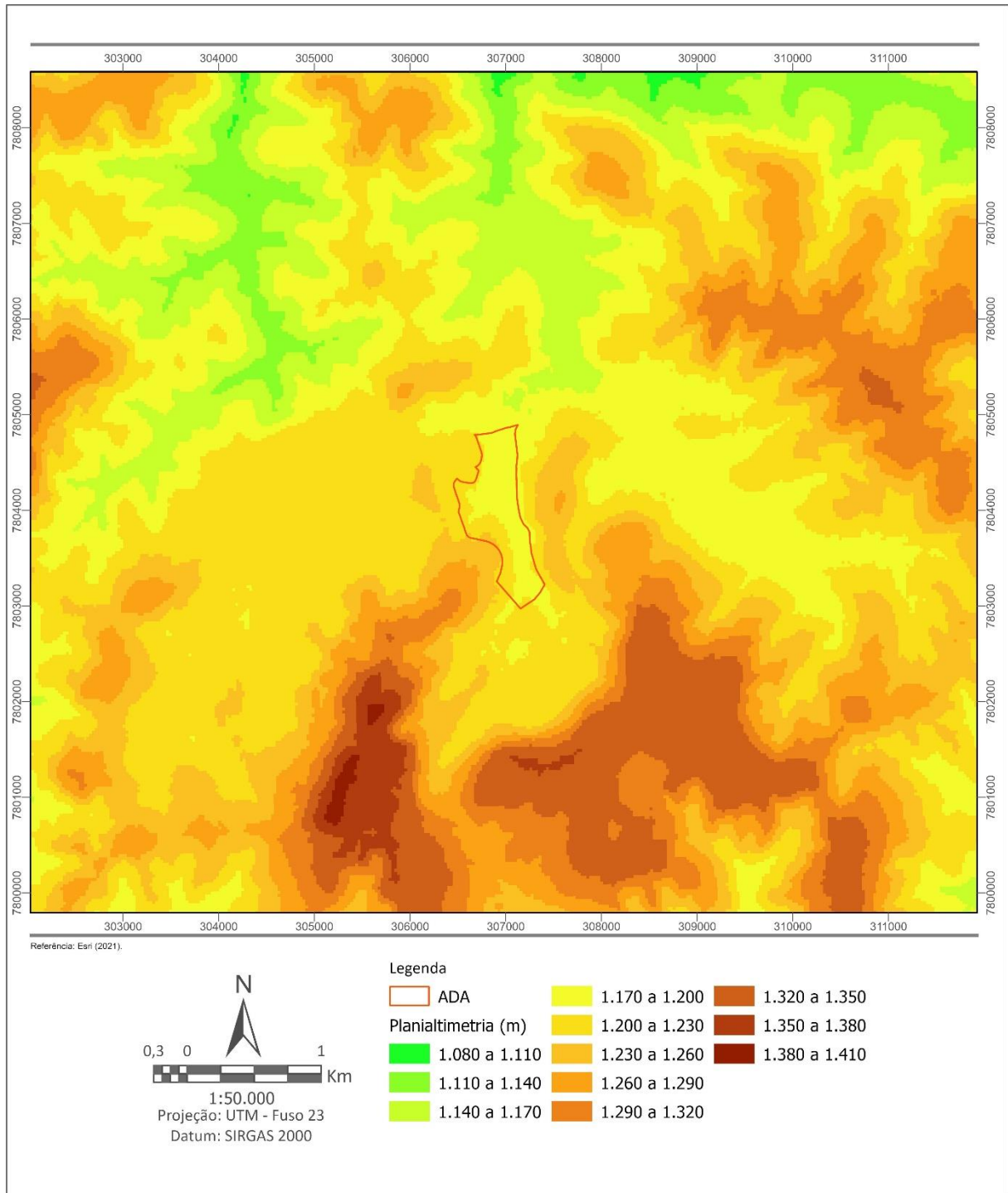


Figura 6.17 – Mapa altimétrico para o depósito PDM-2.



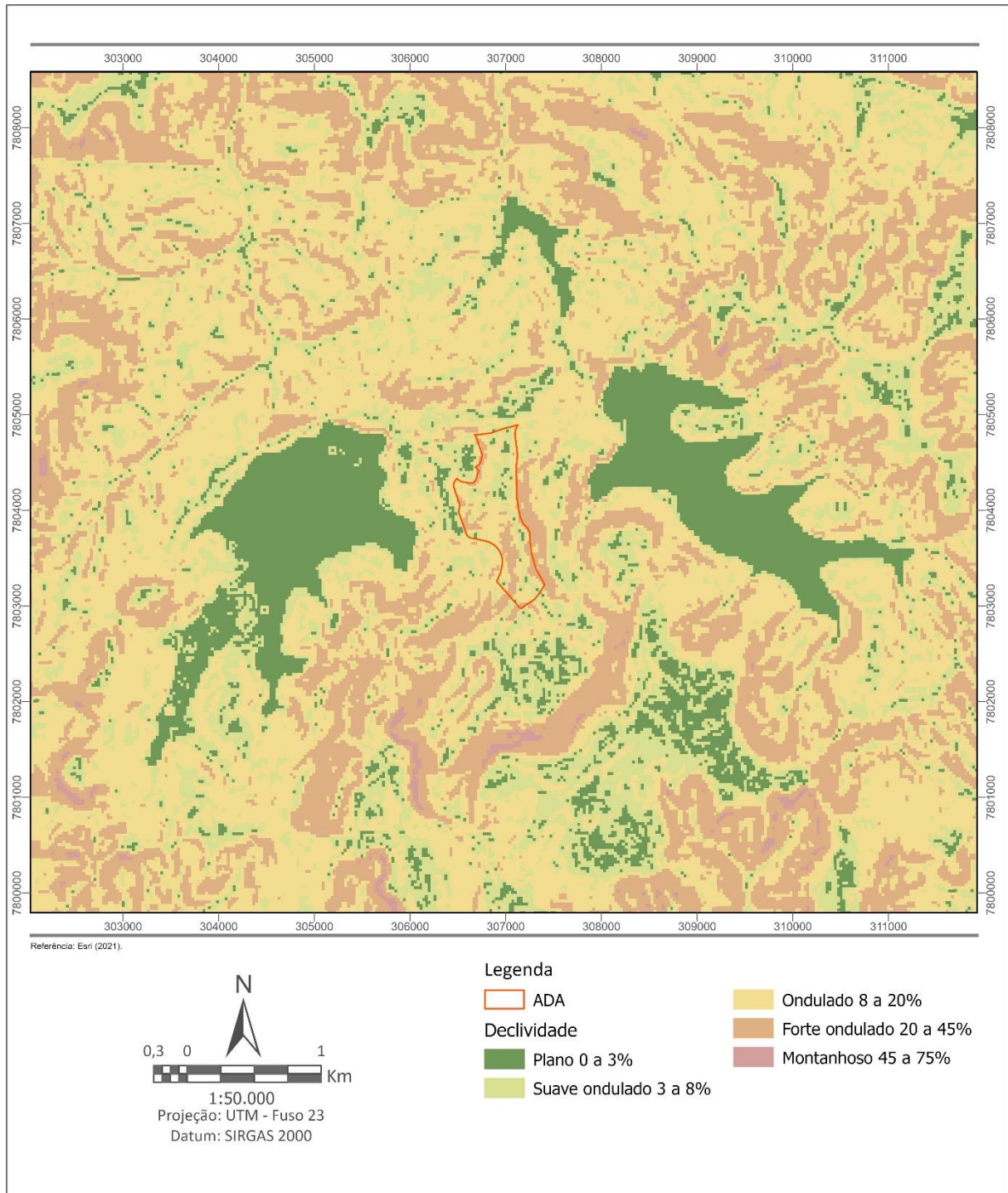


Figura 6.18 – Mapa de declividade para o depósito PDM-2.

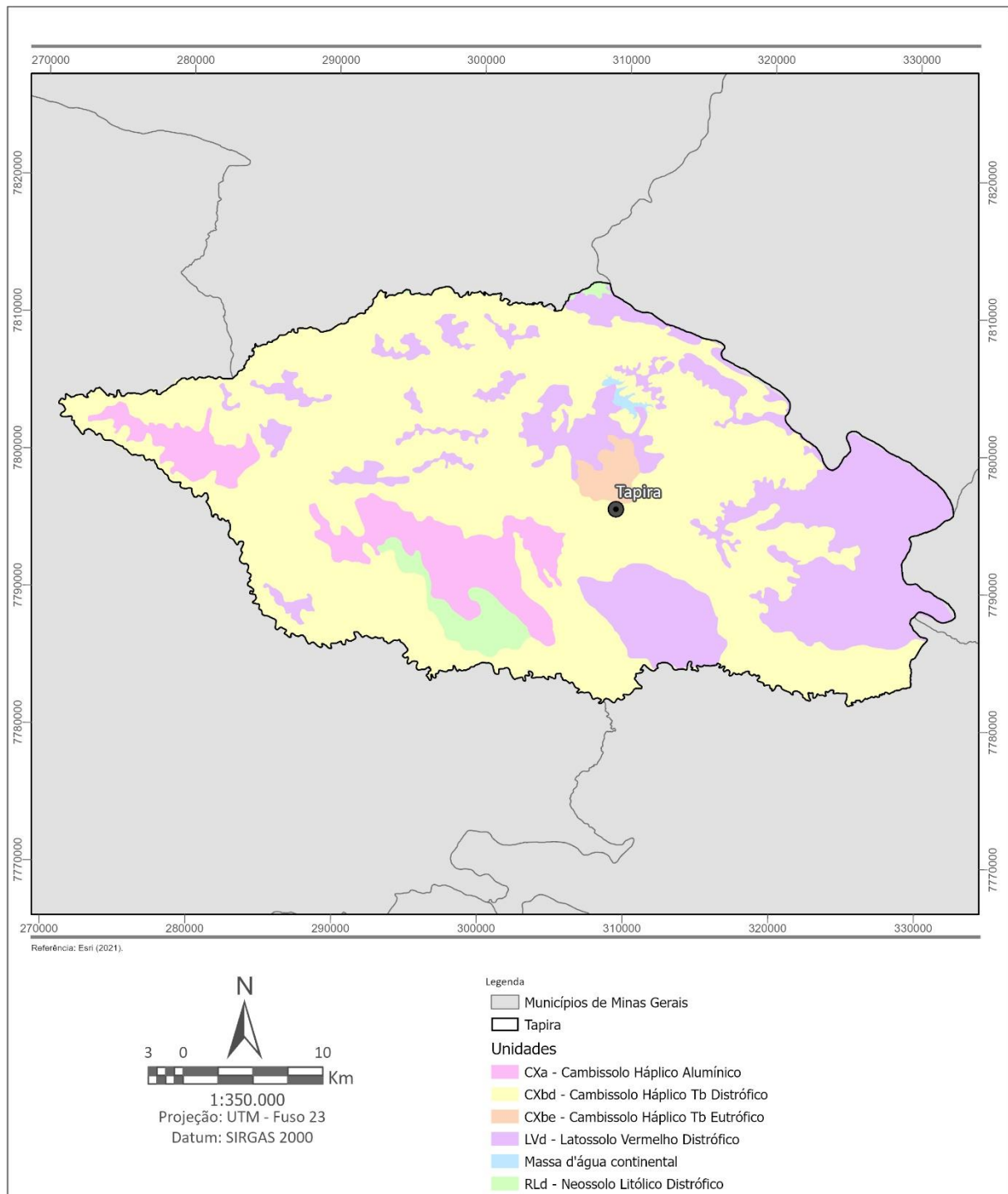
### 6.2.5 Pedologia

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).





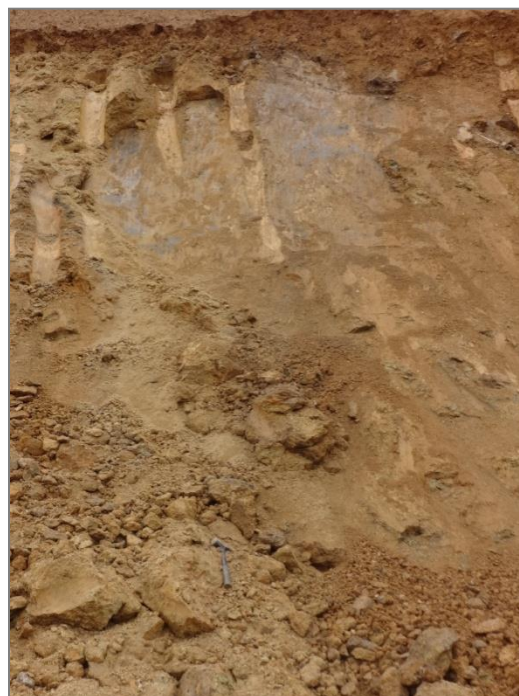
**Foto 6.11 – Horizonte pedológico estéril.**



**Foto 6.12 – Horizonte titanífero.**



**Foto 6.13 – Horizonte pedológico fosfático.**



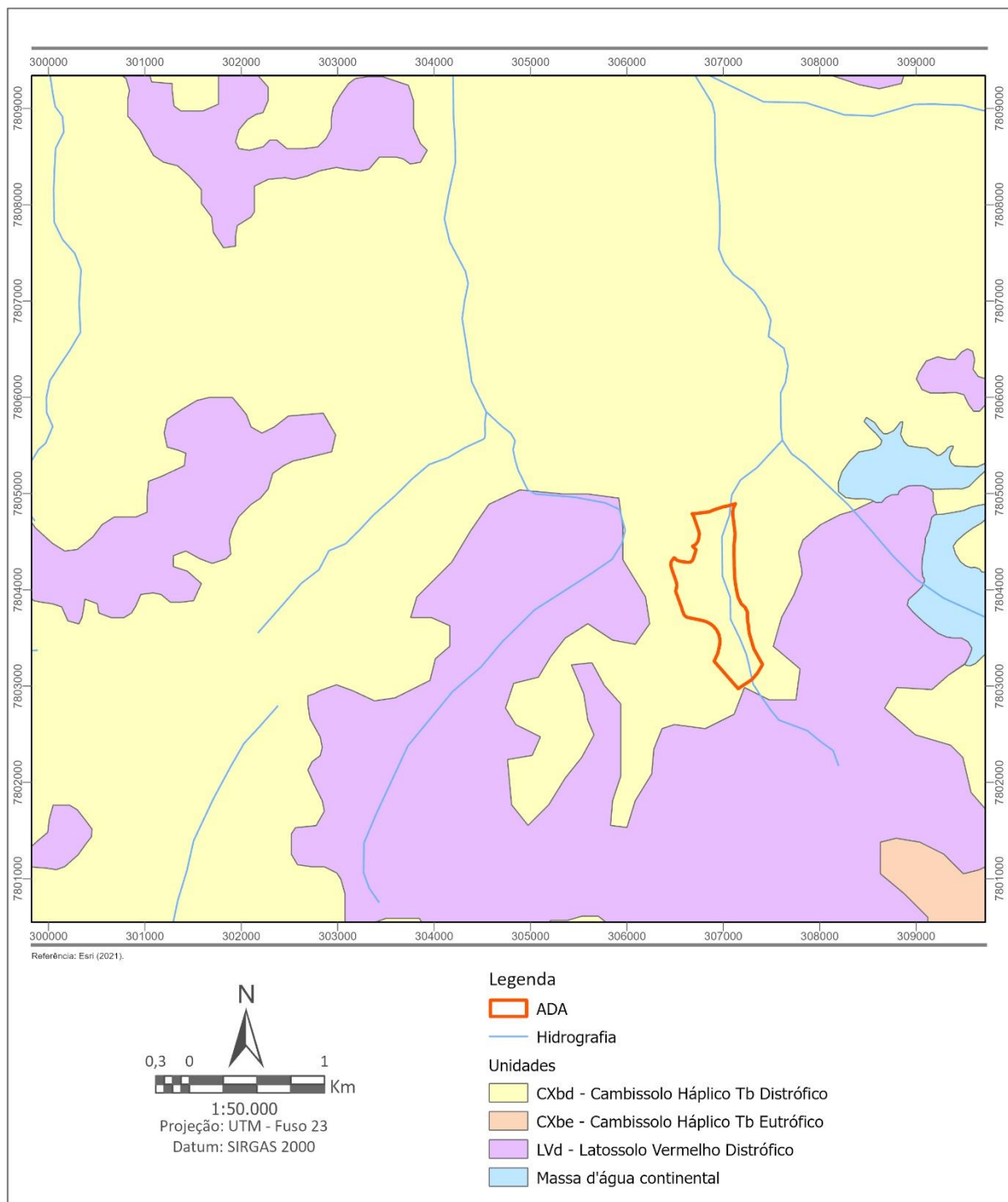
**Foto 6.14 – Interface solo-rocha.**

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 PDM-2 encontra-se no contexto pedológico dos cambissolos háplicos distróficos, conforme **Figura 6.20**.



**Figura 6.20 – Mapa pedológico local – PDM-2.**

### 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 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 apresentam-se 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 (2020a).

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



Fonte: Brandt Meio Ambiente (2020a).

**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 detriticas 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 (2005), 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
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 (2005).

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 complexos de conservação, sendo mais indicados a pastagens e culturas perenes.
- Classe IV – Pouco Suscetível:** os terrenos apresentam problemas pouco complexos de conservação, sendo mais indicado para pastagens e culturas perenes e, eventualmente, a culturas anuais, porém exigindo práticas intensivas mecanizadas e controle da erosão.
- Classe V – Pouco a Não Suscetível:** terrenos sem problemas e 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 e IV, ou seja, com riscos médios a baixos de eventos erosivos.



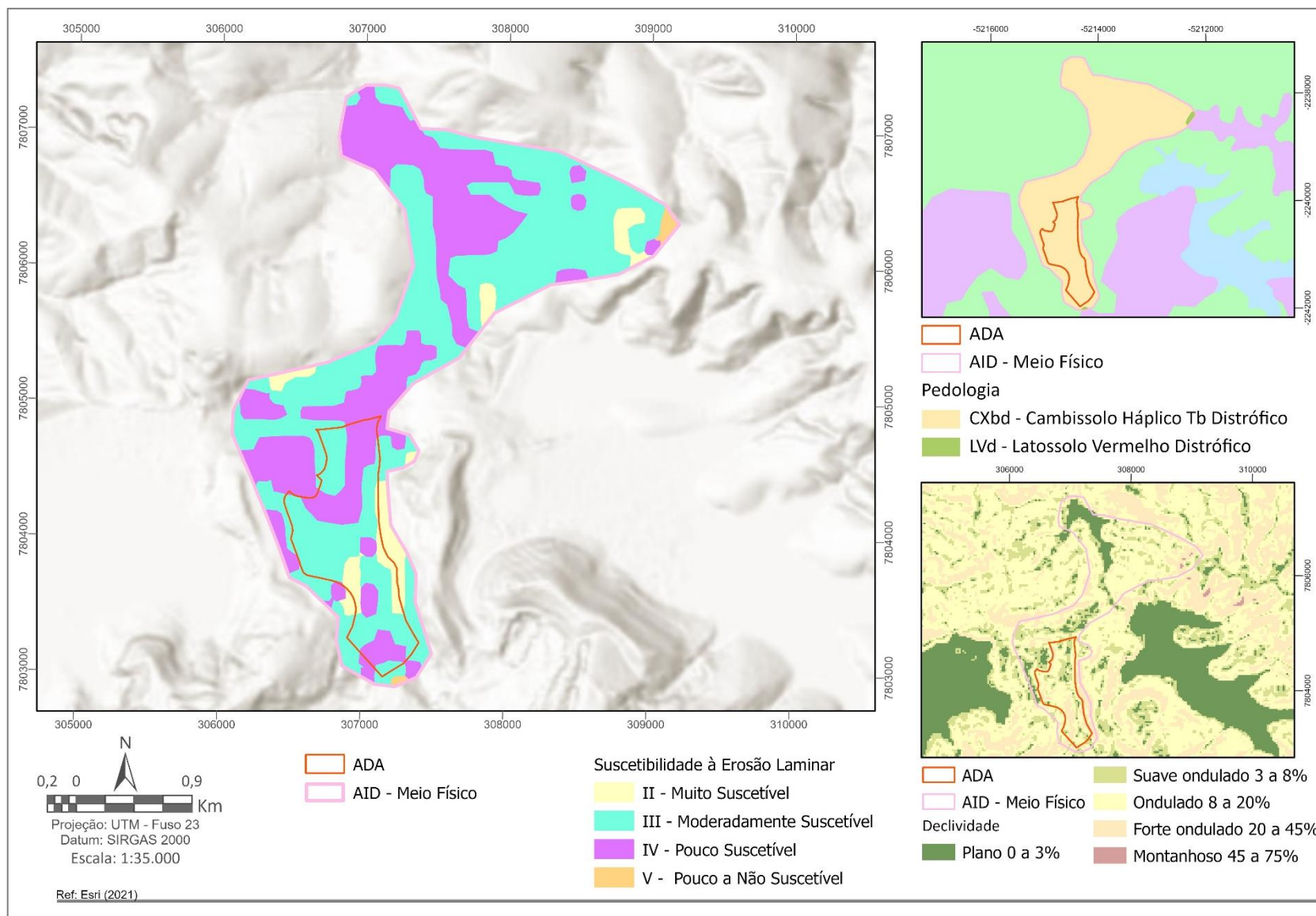


Figura 6.21 – Mapa de susceptibilidade à erosão laminar.

### 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: área alagada (Classe V), mata natural (Classe V), pastagem (Classe III) e áreas degradadas e construídas (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**.

**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; e 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.

Há ainda uma pequena faixa de alto potencial, externa a ADA do PDM-2, que deverá ser monitorada com maior frequência e deverão ser tomadas providências, caso necessário. O pequeno trecho interno a ADA deverá passar por intervenções durante a preparação do terreno para ampliação do PDM-2.

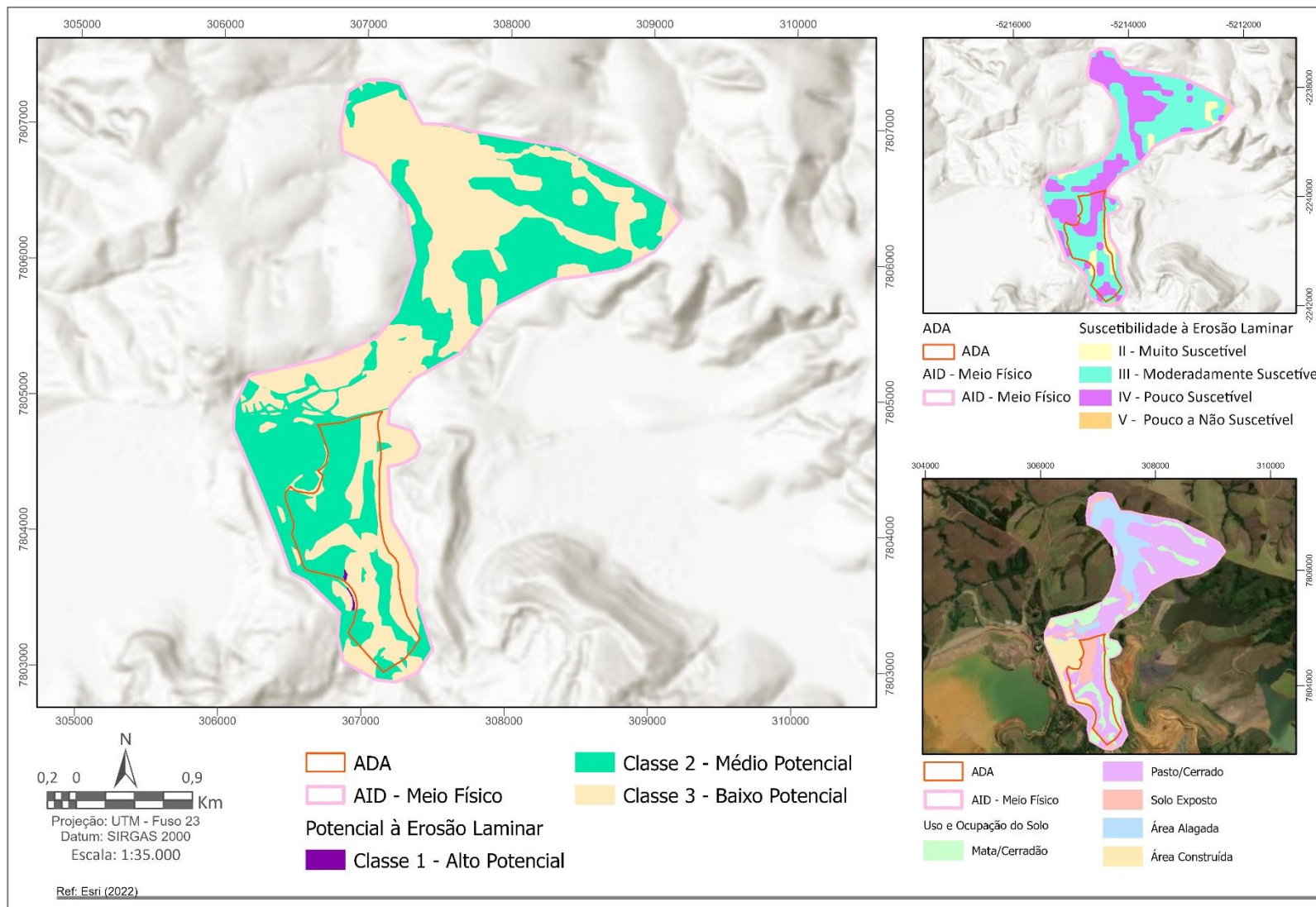


Figura 6.22 – Mapa do potencial à erosão laminar.



### 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.

Além disso, 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 PDM-2 (**Figura 6.23**).

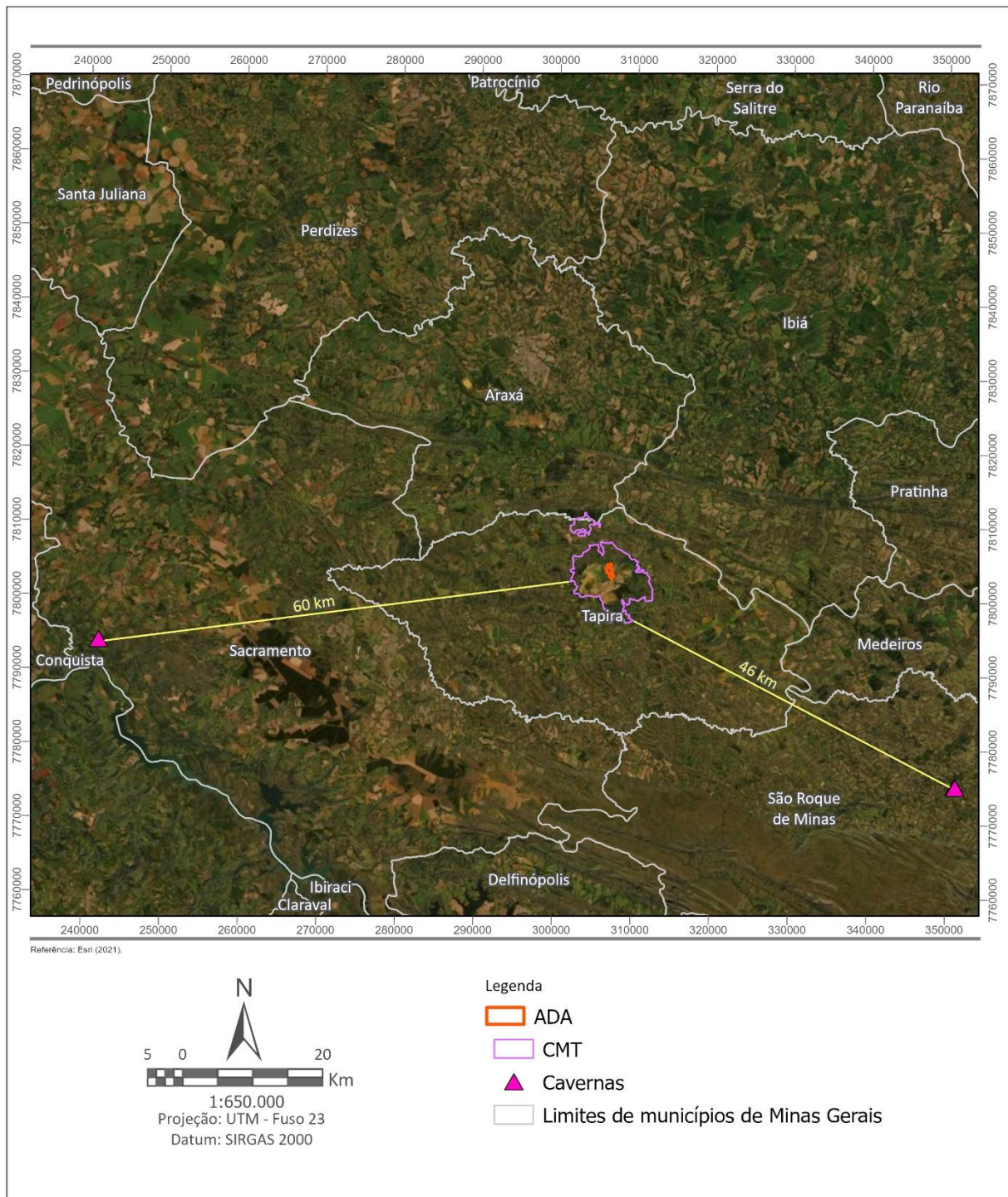


Figura 6.23 – Cavernas na região de Tapira.

### 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**.



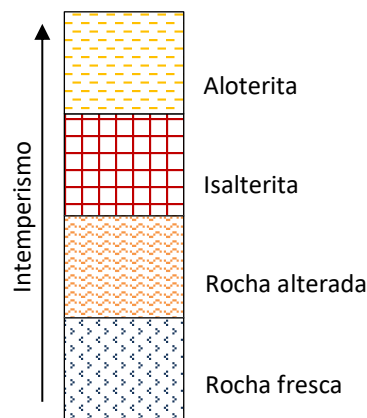


Figura 6.24 – Perfil esquemático da classificação intempérica dos litotipos do CMT.

O horizonte aloterita comumente encontra-se seco na região da cava e pode ser classificado com um aquíclude, 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   o principal produtor de água no contexto hidrogeológico do CMT e comporta-se predominantemente como aquífero poroso, podendo também ser classificado como aquitardo, dependendo da porosidade e permeabilidade apresentada, que, por sua vez, estão relacionadas às características litológicas da rocha fonte e ao seu grau de evolu o 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   exposto pela lavra.

A rocha alterada compreende a transi o entre o aquífero granular isalter tico e o aquífero fissural rocha fresca, possuindo um razoável potencial hidrogeológico. Já em rela o a suas características hidrodinâmicas,   possível correlacionar este horizonte aos xistos sericíticos do domínio das rochas encaixantes, situados em por oes mais superficiais.

A rocha fresca   formada por rochas maciças desprovidas de porosidade primária, com condi oes de circula o de água subterrânea condicionadas a descontinuidades abertas geradas por falhamento/fraturamento e, eventualmente, dissolu o de rochas carbonatadas.

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

#### 6.2.8.2 Atualiza o do modelo hidrogeológico

O objetivo deste item   apresentar o diagnóstico hidrogeologia da área, através do modelo hidrogeológico numérico atualizado para 2021. O relatório com a atualiza o 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.

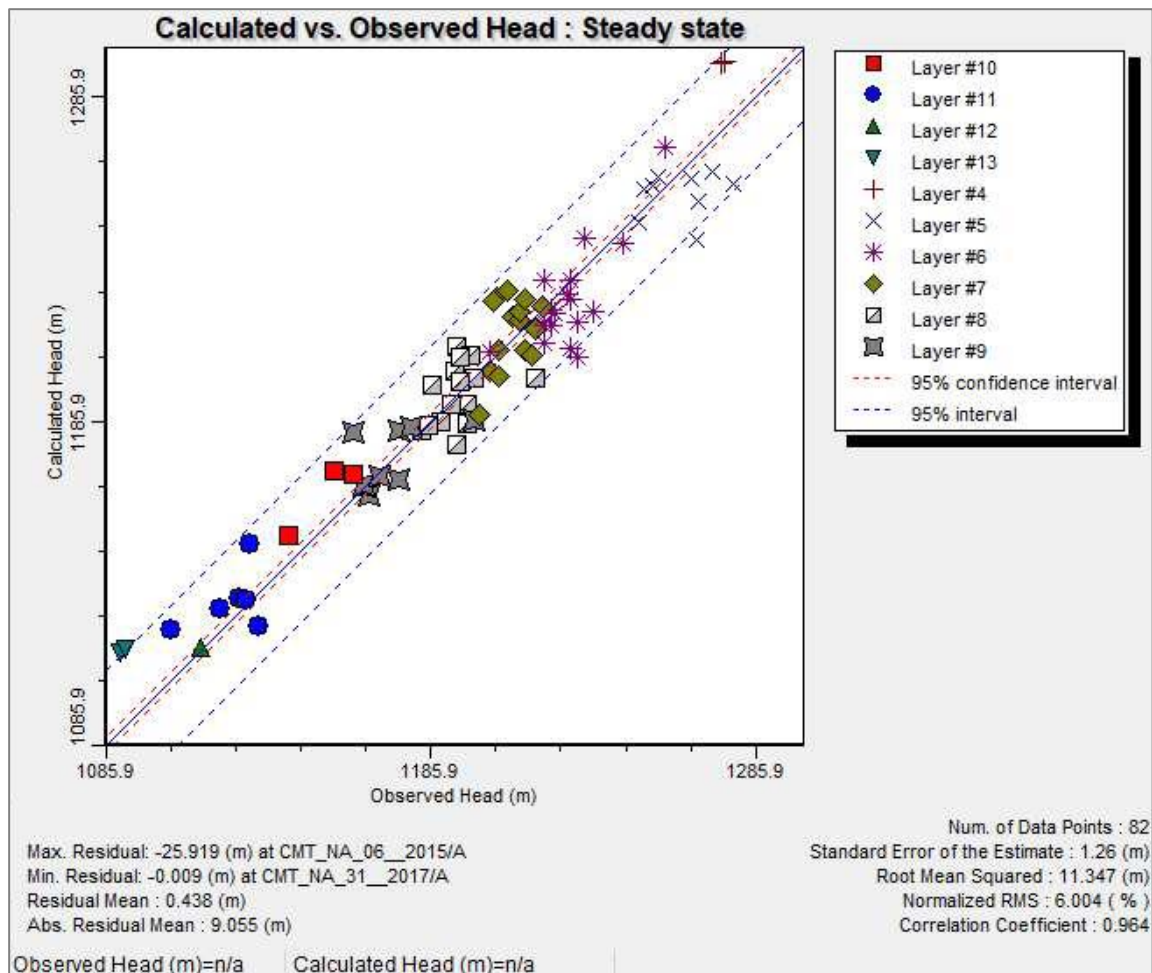
**Quadro 6.8 – Valores de recarga obtidos na etapa de calibração em permanente do modelo.**

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**.



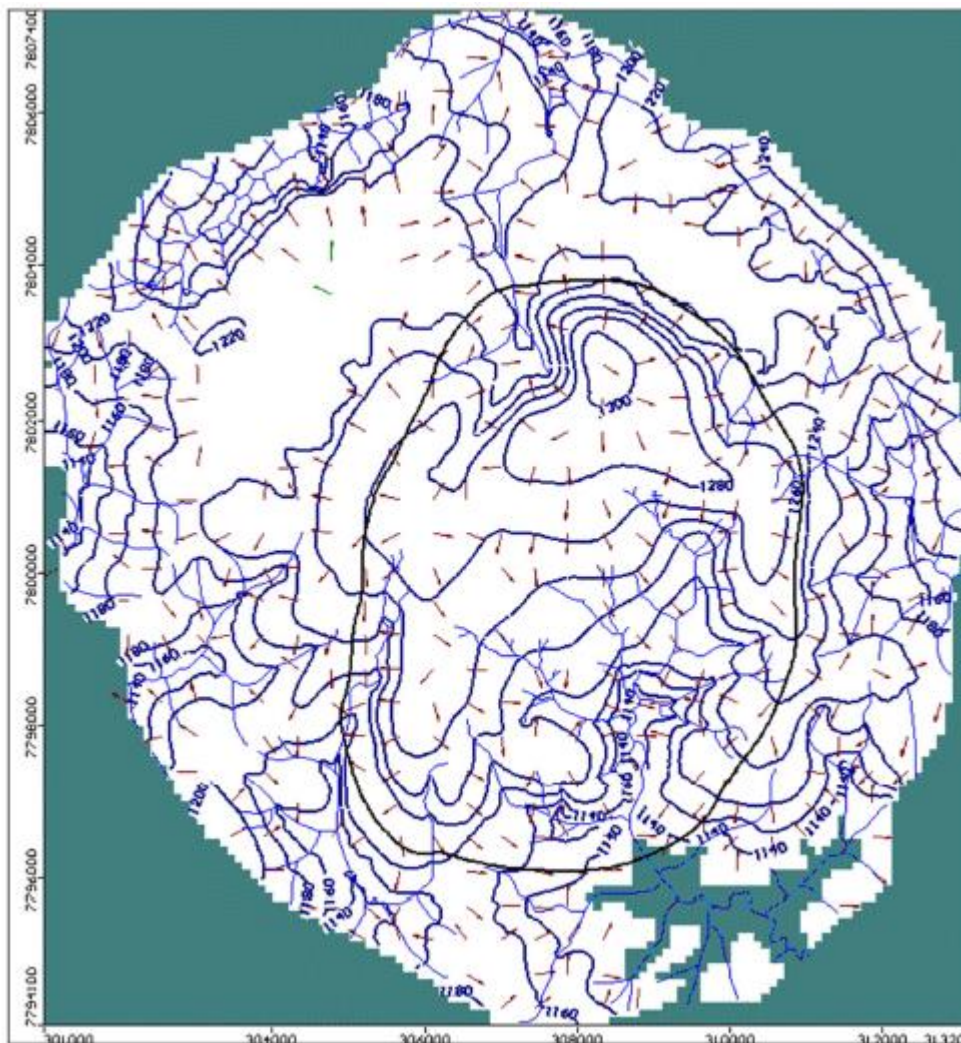
Fonte: MDGEO (2021).

**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).

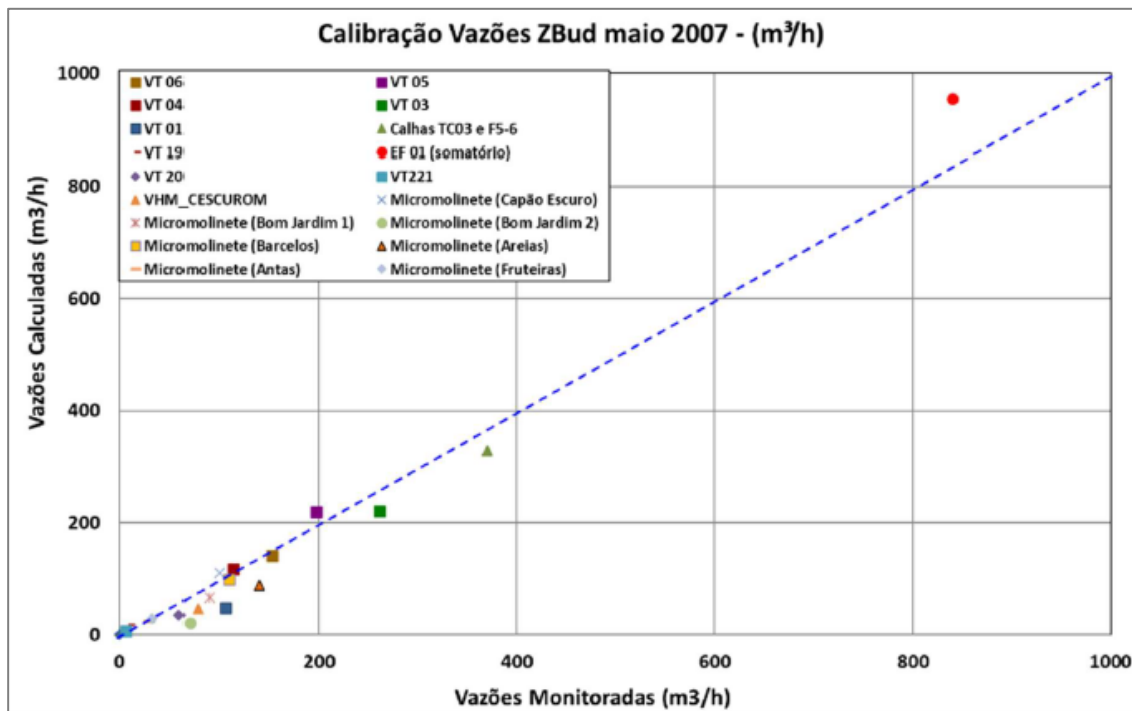
**Figura 6.26 – Isolinhas equipotenciais e sentido do fluxo de d'água subterrâneo – resultado da calibração em regime permanente.**

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** 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.

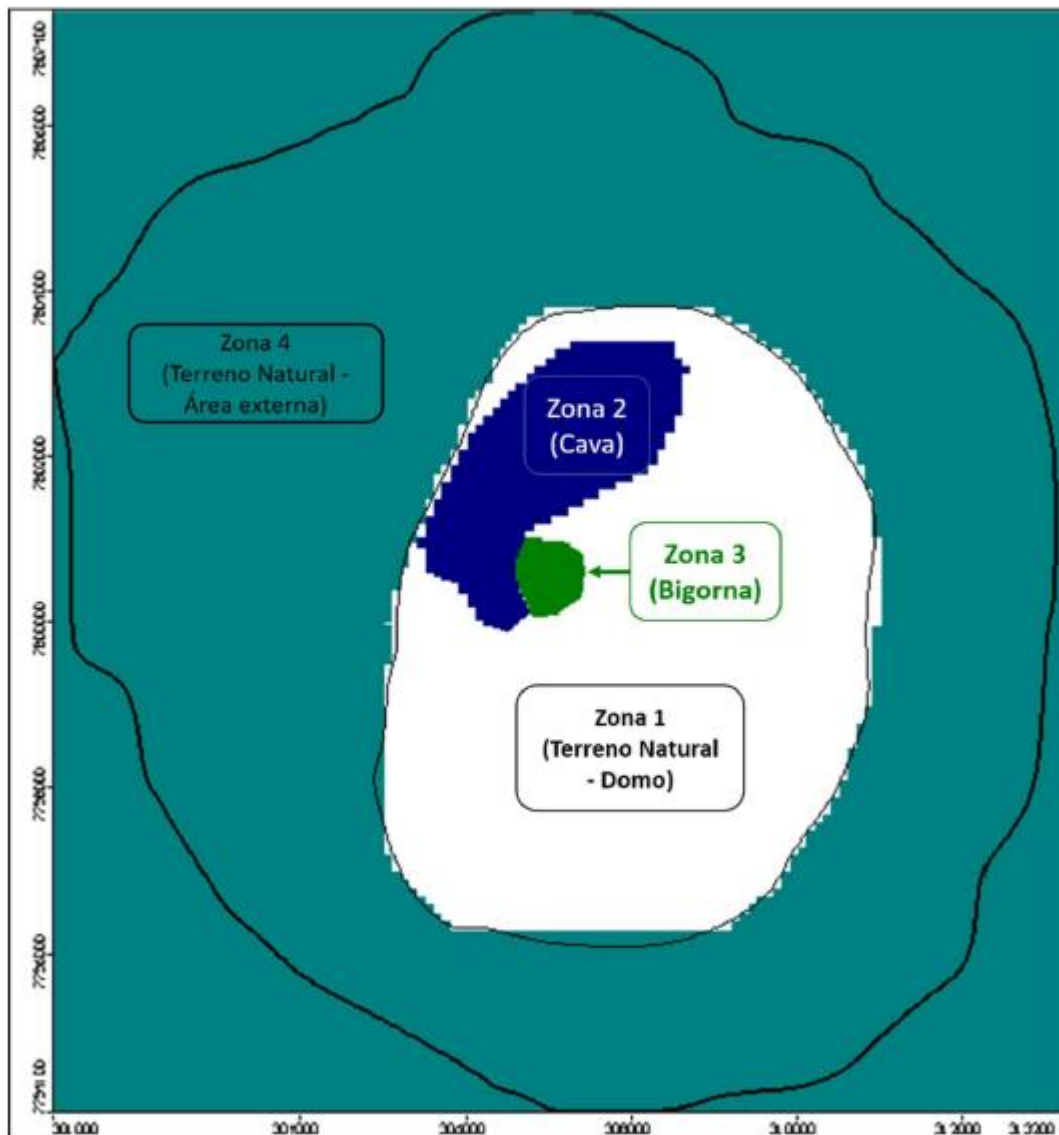
#### 6.2.8.4 Calibração em regime de escoamento transiente

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.

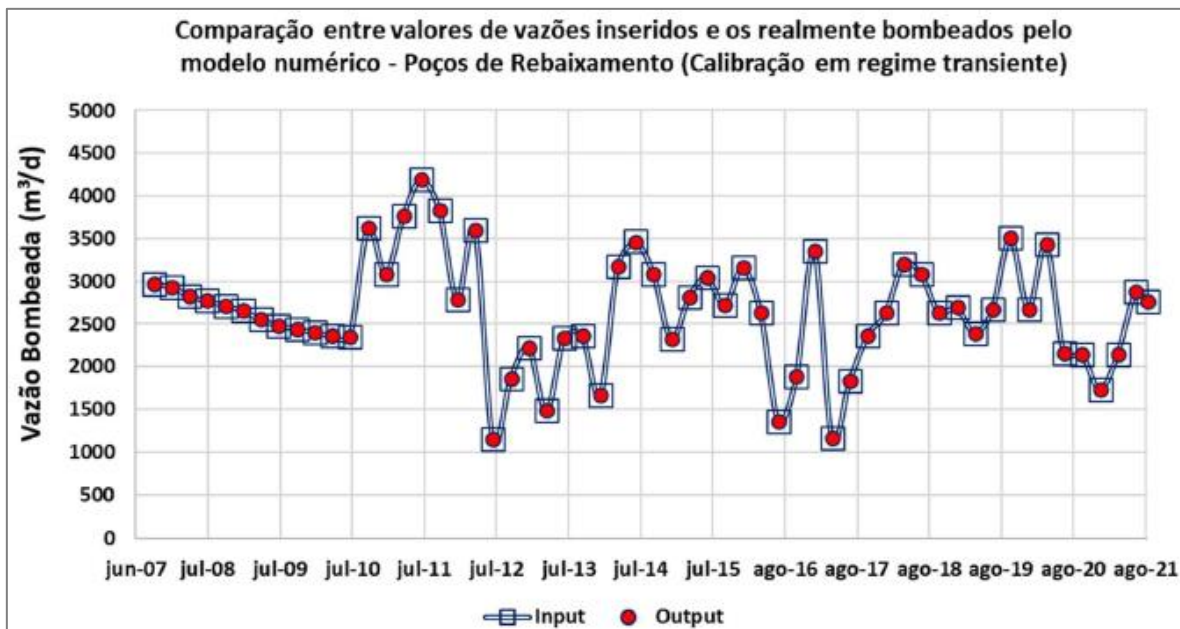


Fonte: MDGEO (2021).

**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).

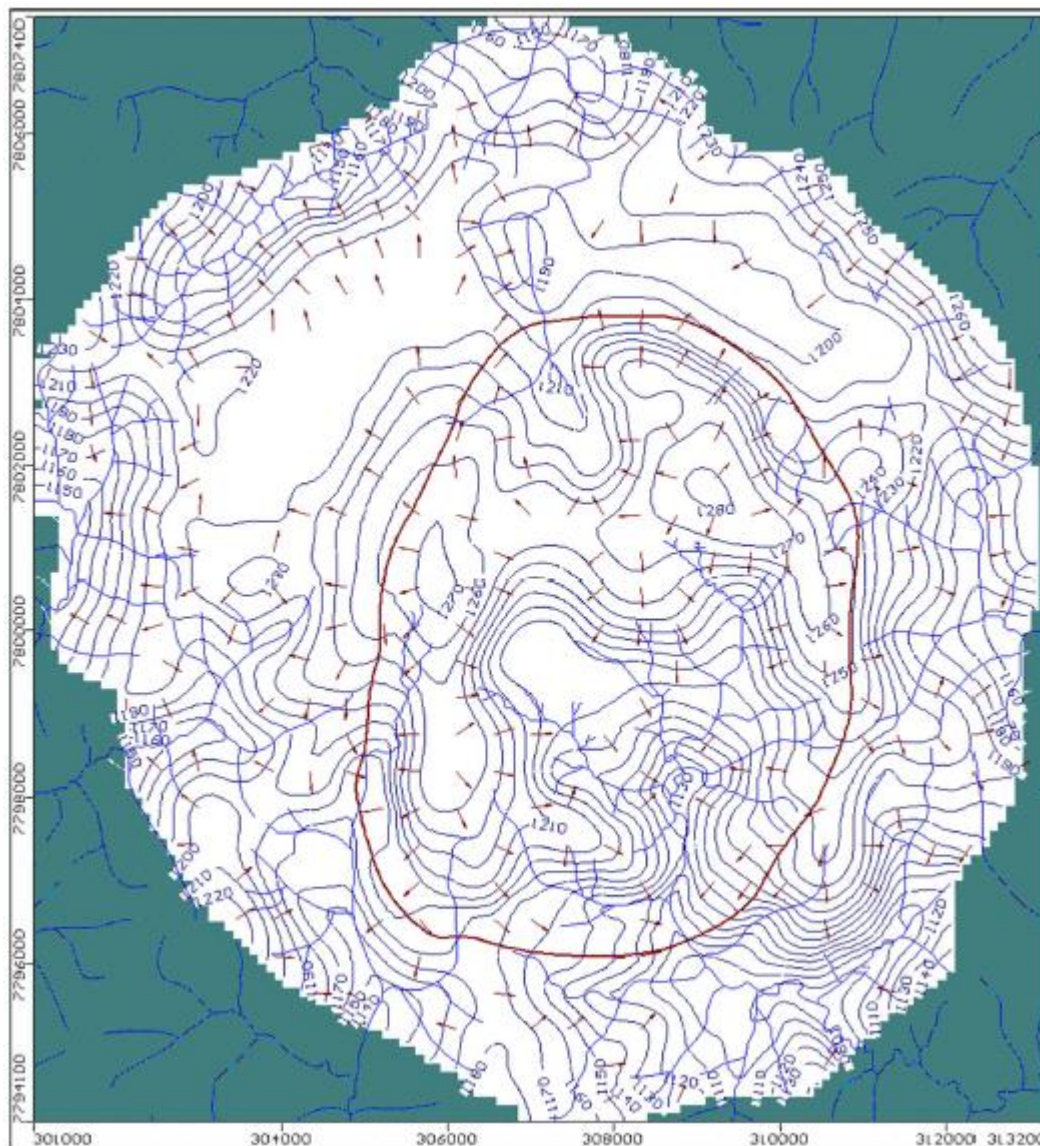
**Figura 6.29 – Calibração das vazões trimestrais bombeadas pela bateria de poços de rebaixamento (valores monitorados e calculados pelo modelo, em m³/dia).**

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.



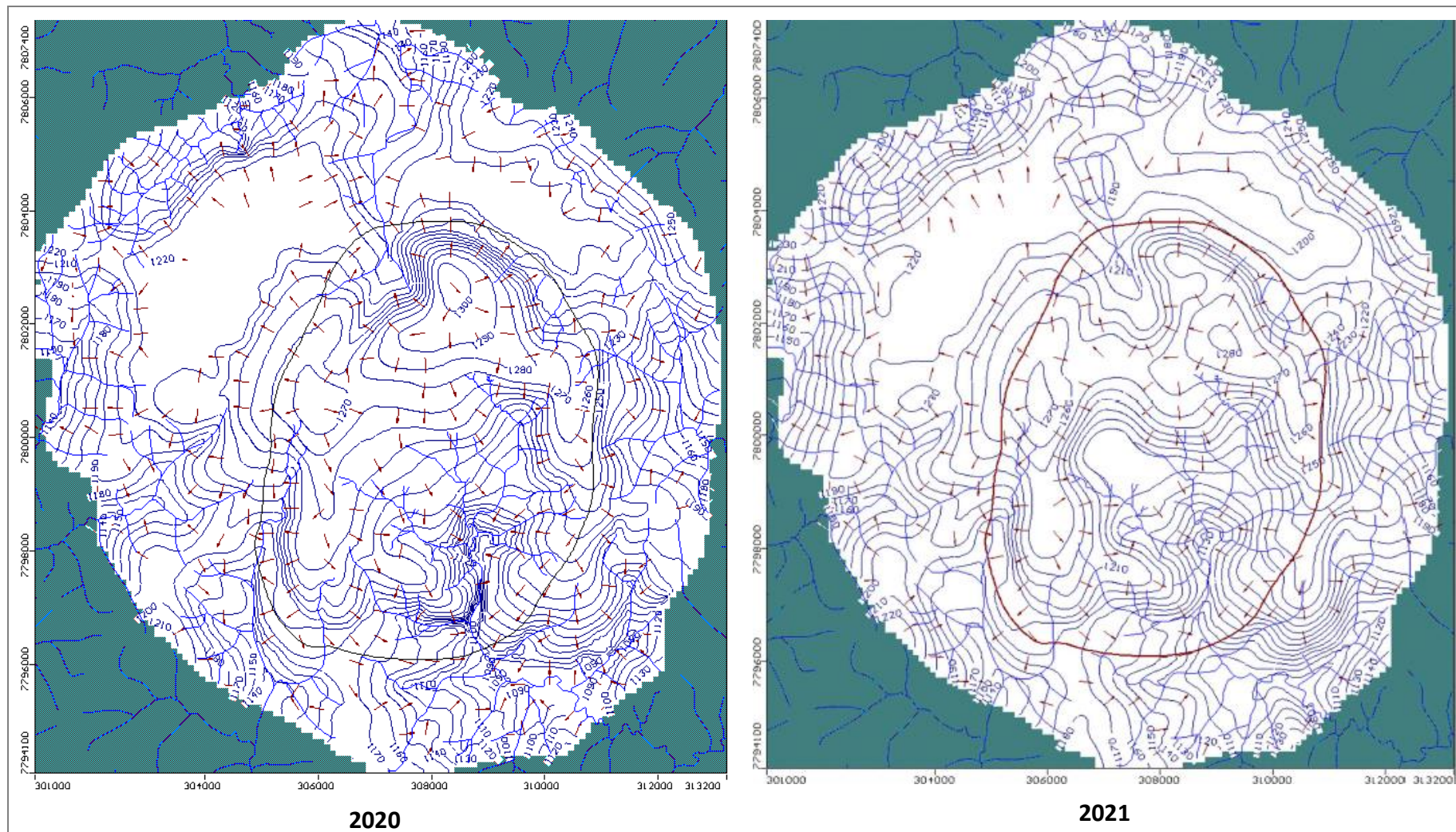


Figura 6.31 – Comparação dos modelos calibrados para julho de 2020 e agosto de 2021.

#### 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 de 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 Balsamo. Ainda, são monitorados com micromolinetes 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

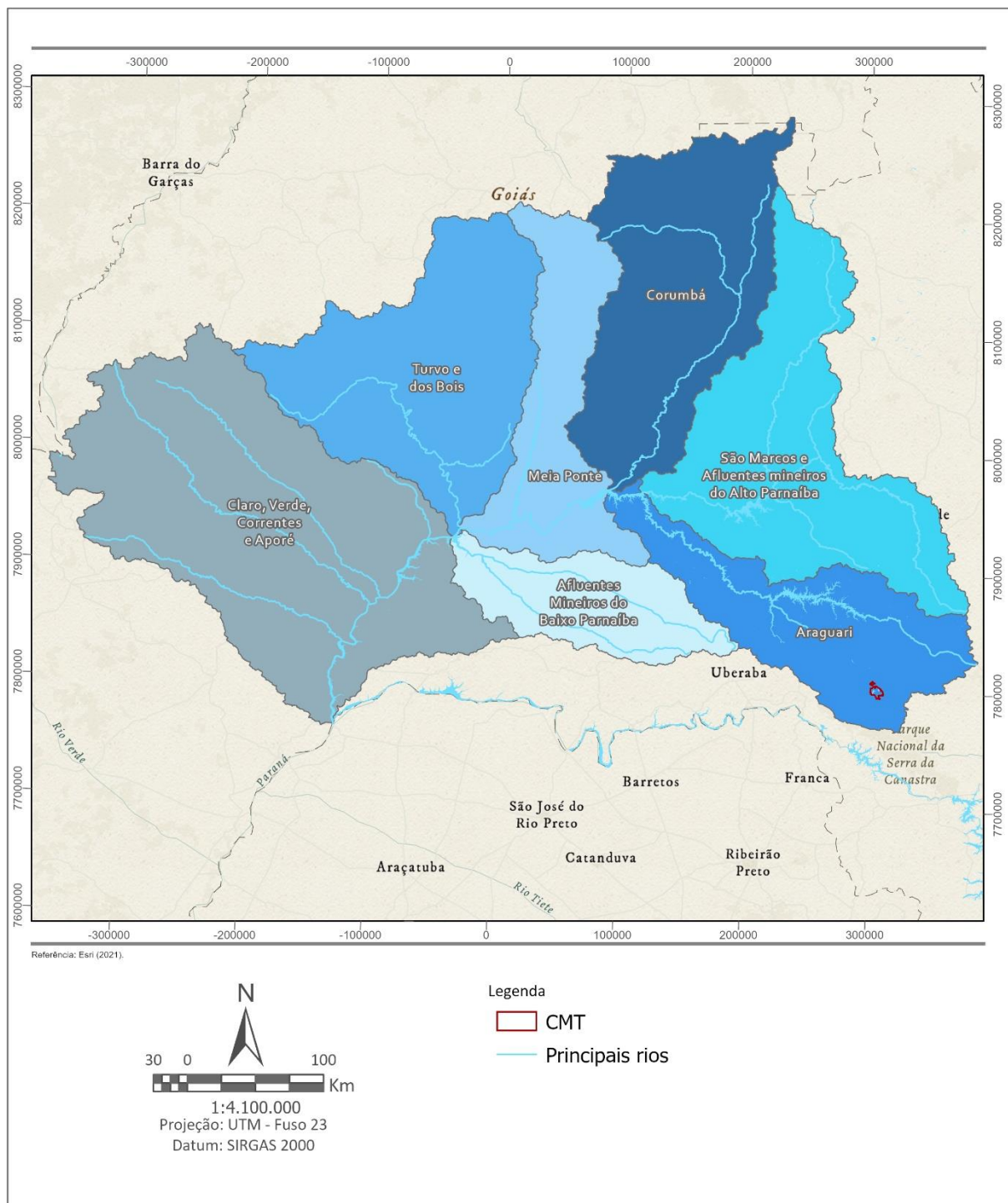
A Hidrografia é o ramo da Hidrologia que descreve, mede, mapeia e classifica os corpos de água superficiais. De acordo com a Resolução nº 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, o território brasileiro encontra-se dividido em 12 Regiões Hidrográficas (RHs), conforme **Figura 6.32**, como forma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







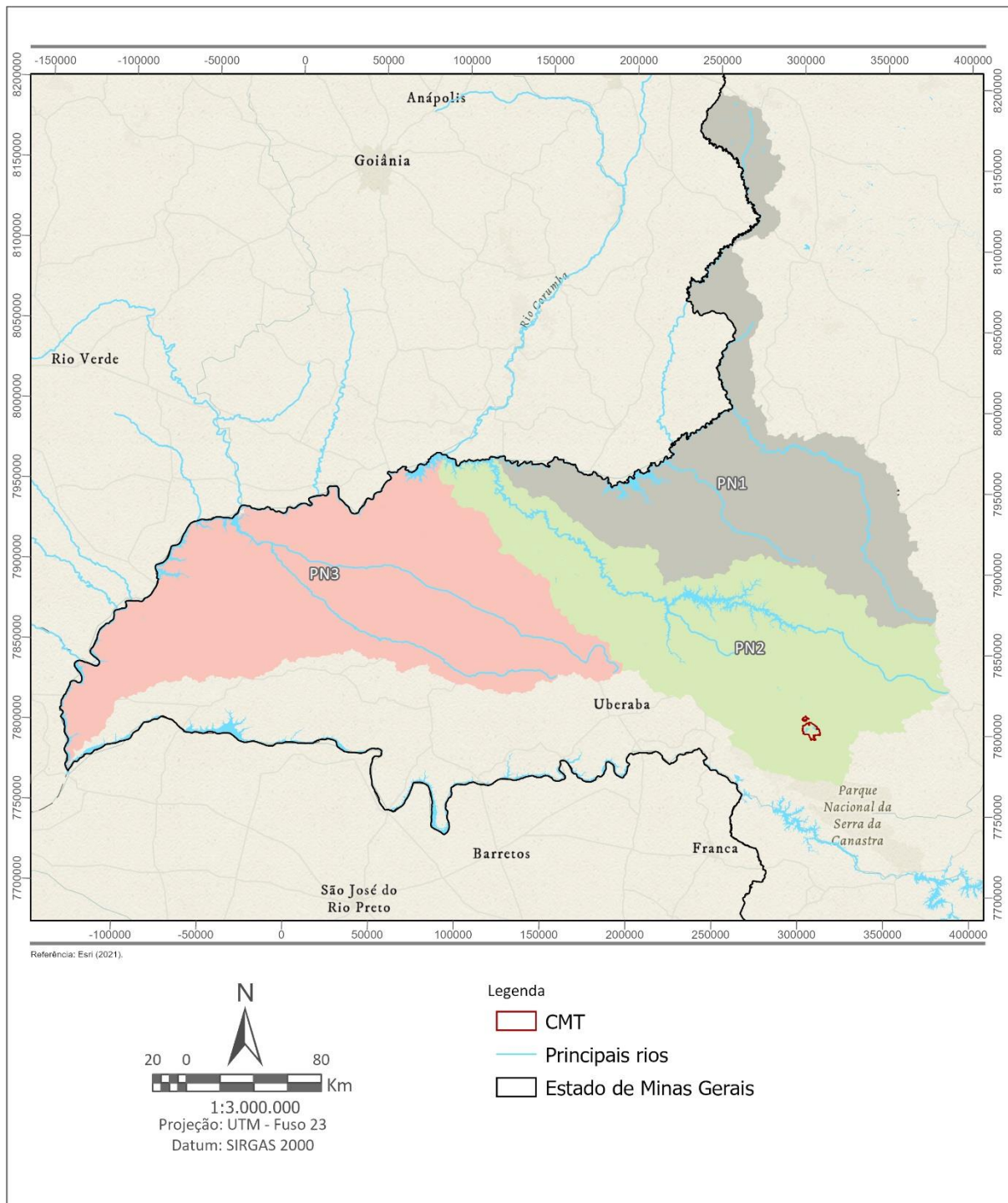




**Figura 6.34 – Subdivisão em Unidades de Gestão Hídrica (UGHs) da Bacia do Paranaíba.**

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.**

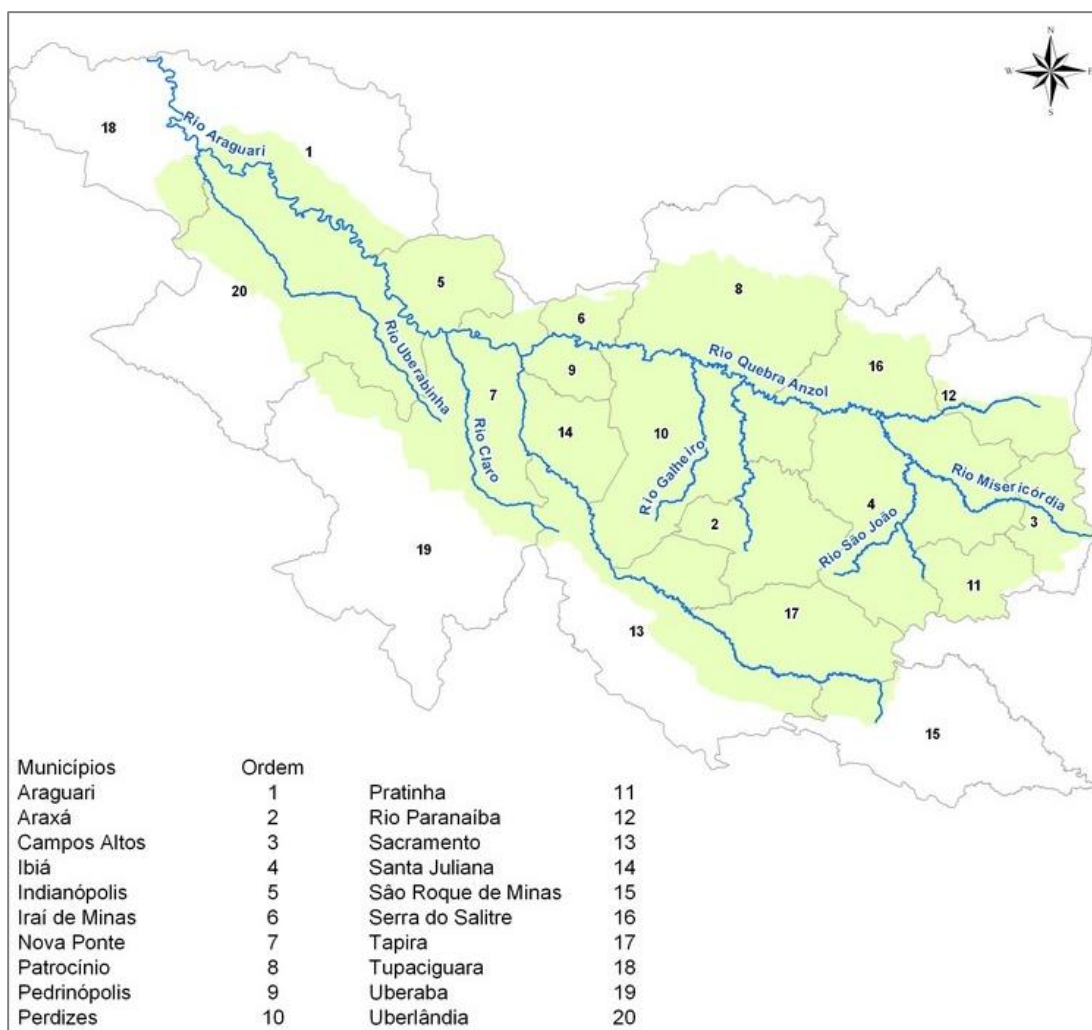
### 6.2.9.1 Rede hidrográfica Regional

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 PDM-2, no CMT, insere-se 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 PDM-2 se insere no contexto da microbacia do córrego Paiolzinho, que compõe a microbacia do córrego Boa Vista, conforme a **Figura 6.37**.



O **Quadro 6.9** apresenta uma visão esquemática da potamografia onde se insere a área do PDM-2.

**Quadro 6.9 – Esquema da potamografia na área do PDM-2.**



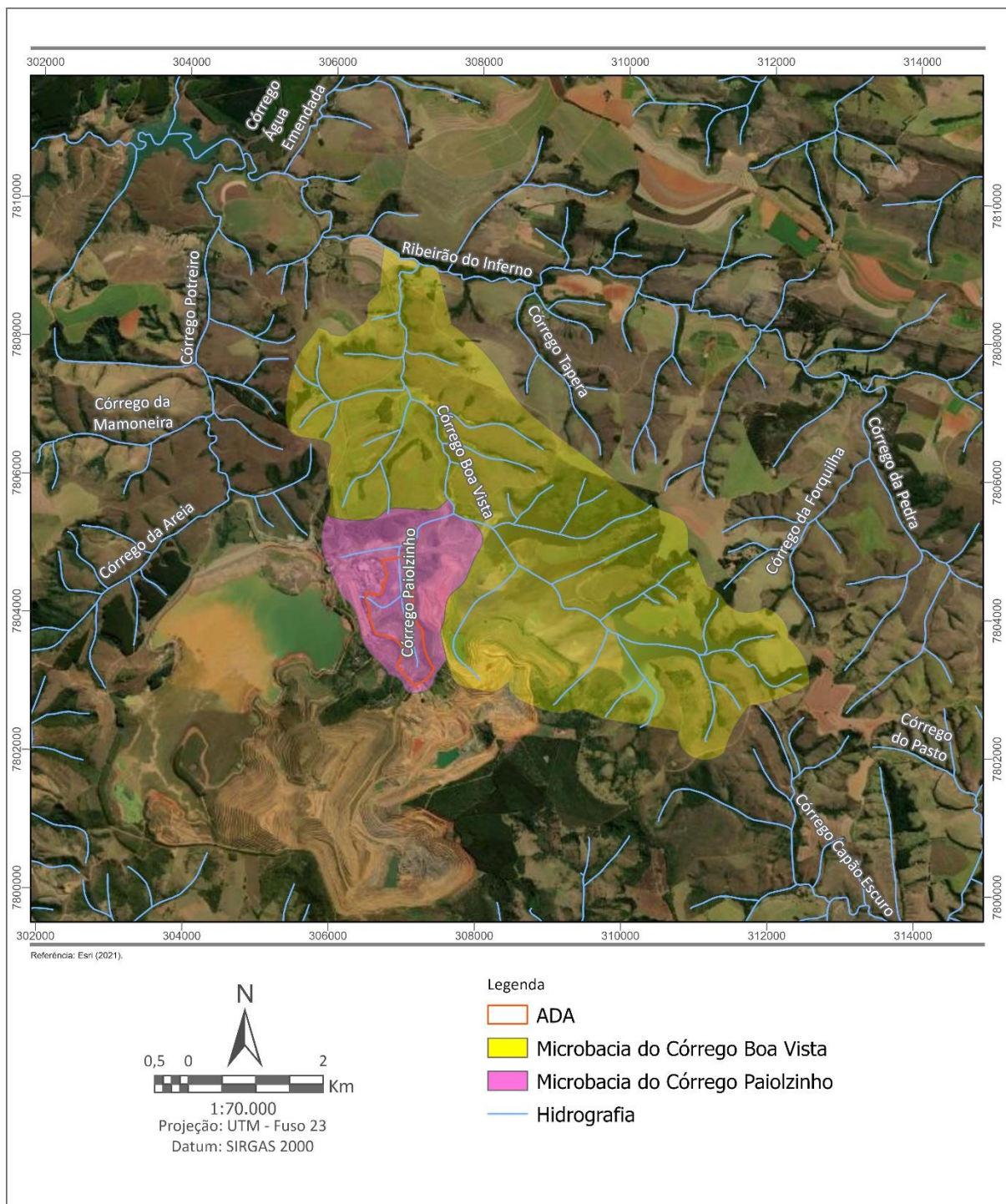


Figura 6.37 – Microbacias na área de interesse.

### 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-09	310.589	7.801.190
CMT-NA-35	303.530	7.797.569	CMT-NA-10	310.615	7.801.190
CMT-NA-52	303.528	7.797.466	CMT-NA-08	310.252	7.802.046
CMT-PC-12	303.513	7.797.232	CMT-NA-09	309.945	7.801.748
CMT-PC-13	303.527	7.796.814	CMT-NA-07	311.105	7.801.633
CMT-PC-10	303.525	7.796.599	CMT-NA-06	311.542	7.801.337
CMT-NA-04	313.130	7.802.300	NA-32	311.528	7.800.052
CMT-NA-53	313.240	7.802.339	CMT-NA-19	309.888	7.797.713
CMT-NA-05	311.817	7.802.140	CMT-PC-14	310.507	7.798.972
CMT-NA-54	311.211	7.802.463	CMT-NA-57	310.531	7.799.195
CMT-NA-55	311.401	7.802.504	CMT-NA-15	310.474	7.799.329
CMT-NA-19	312.038	7.802.874	CMT-NA-16	311.506	7.799.066
CMT-NA-17	312.629	7.803.335	CMT-NA-14	311.799	7.798.603
CMT-NA-01	311.441	7.804.539	CMT-NA-13	311.991	7.799.194
CMT-NA-02	311.467	7.804.480	CMT-NA-11	313.048	7.798.648
CMT-NA-06	310.905	7.804.907	CMT-NA-12	312.257	7.798.616
CMT-NA-07	310.542	7.804.236	CMT-NA-58	312.822	7.797.432
CMT-NA-20	310.667	7.804.422	CMT-NA-59	313.082	7.798.084
CMT-NA-56B	311.074	7.804.106	CMT-NA-20	310.110	7.798.035
CMT-NA-56A	311.037	7.804.446	NA-25	308.395	7.799.720
CMT-NA-16	311.846	7.803.076	NA-26	308.600	7.800.127
CMT-NA-18	309.555	7.802.222	NA-28	308.753	7.800.944
CMT-NA-12	309.700	7.801.867	NA-29	309.035	7.801.061
CMT-NA-11	309.650	7.801.597	CMT-NA-60	309.067	7.801.033
CMT-NA-10	309.836	7.801.528	NA-39	309.337	7.800.822

Pontos de nascentes registradas	Coordenadas UTM SIRGAS 2000, 23K	
	Longitude (m)	Latitude (m)
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
NA-03	305.203	7.798.995
NA-06	305.287	7.799.147

Pontos de nascentes registradas	Coordenadas UTM SIRGAS 2000, 23K	
	Longitude (m)	Latitude (m)
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
N-03	302.579	7.805.255
N-04	305.651	7.805.138



Pontos de nascentes registradas	Coordenadas UTM SIRGAS 2000, 23K	
	Longitude (m)	Latitude (m)
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
N-25	306.392	7.805.720

Pontos de nascentes registradas	Coordenadas UTM SIRGAS 2000, 23K	
	Longitude (m)	Latitude (m)
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. Nota-se que não houve registro de nascentes dentro da Área Diretamente Afetada – ADA do futuro depósito PDM-2, sendo que o ponto mais próximo se encontra a cerca de 300 m ao sul da estrutura.

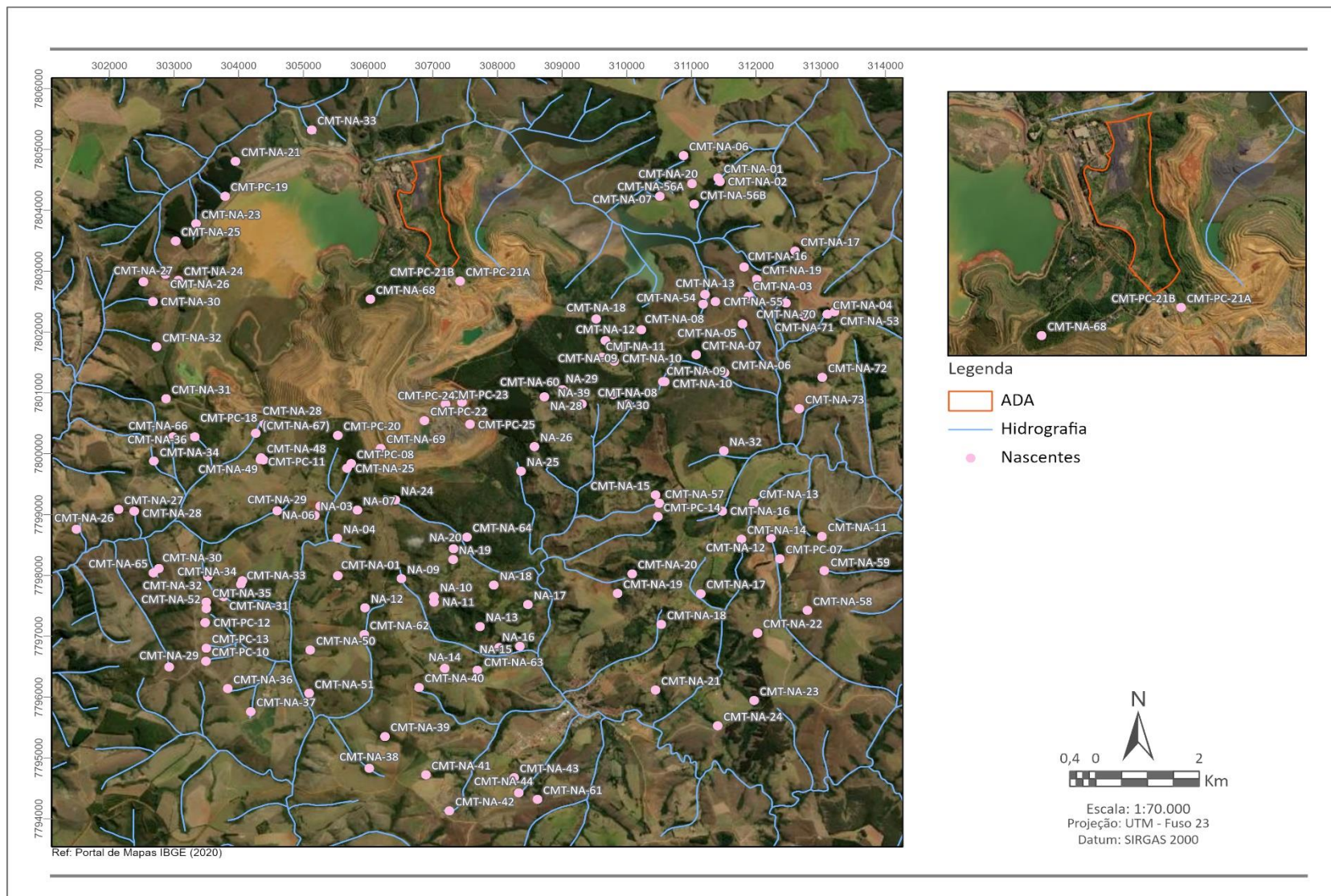


Figura 6.38 – Localização de nascentes registradas.

### 6.2.10 Qualidade das águas superficiais

Neste item é feita a caracterização dos corpos d'água superficiais situados no entorno do futuro depósito PDM-2. 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 de 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 SIRGAS 2000 - Fuso 23 K	
		Longitude (m E)	Latitude (m S)
10	Córrego Boa Vista - Montante do Ribeirão Inferno (Ponte madeira)	306.882	7.808.765
115	Manancial	305.925	7.804.972



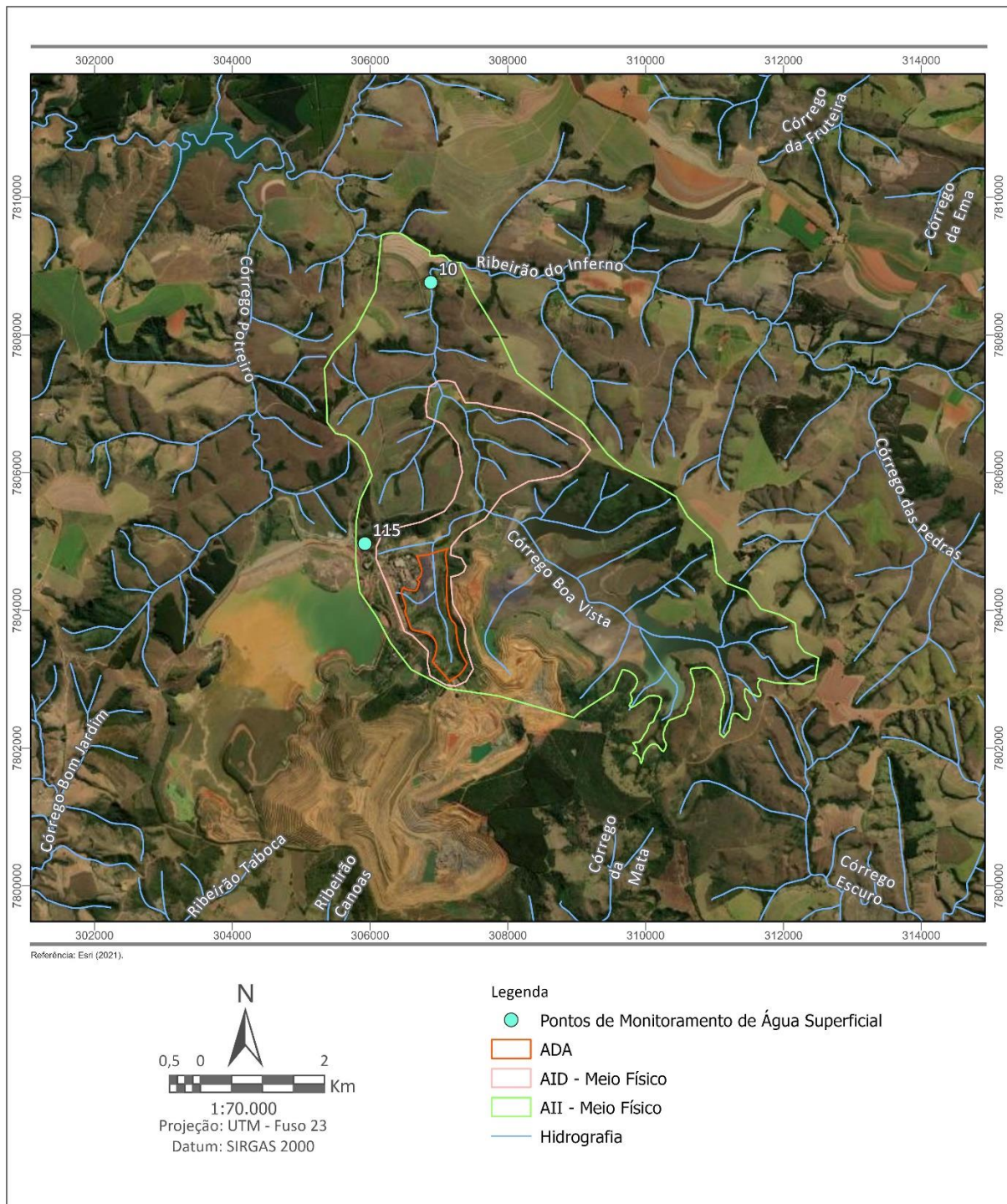


Figura 6.39 – Localização dos pontos de monitoramento de água superficial.

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 em suspensão, Sólidos sedimentáveis, Temperatura e Turbidez
Químicos	Alumínio dissolvido, Bário, Berílio, Cálcio, Chumbo, Cloreto, Cromo, Fenóis Totais, Ferro dissolvido, Fluoreto, Fósforo Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Dissolvido, Manganês Total, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio amoniacal, Óleos e graxas, Sulfato, Sulfeto (H <sub>2</sub> S não dissociado e total), Surfactantes e Vanádio
Biológicos	Cianobactérias e <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, vigentes na época da realização das campanhas.

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

Em relação aos parâmetros cálcio, fósforo dissolvido, manganês dissolvido e sulfeto total 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 115, ressalta-se que o escopo de parâmetros analisados durante o ano de 2020 era menor em relação ao escopo dos anos seguintes, mais completos.

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

Quadro 6.13 – Resultados obtidos para os Pontos 10 e 115 nas campanhas semestrais de 2020 a 2022.

Parâmetros	Unidade	Conama 357/2005	COPAM/CERH 01/2008	Ponto 10					Ponto 115				
				mar/20	set/20	mar/21	set/21	mar/22	mar/20	set/20	mar/21	set/21	mar/22
<b>Físico-Químicos</b>													
Condutividade elétrica	µS/cm	-	-	177,40	213,40	418,00	306,90	190,90	90,96	110,30	226,00	136,40	84,00
DBO	mg/L	5,00	5,00	4,03	3,32	<2,0	3,08	<2,0	-	-	2,98	2,21	<2,0
DQO	mg/L	-	-	21,61	23,19	<20,0	<20,0	<20,0	-	-	<20,0	<20,0	<20,0
Oxigênio Dissolvido	mg/L	≥ 5	≥ 5	6,70	4,20	6,00	7,40	6,30	-	-	5,00	7,80	5,60
pH de Campo		6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	7,83	8,31	8,29	8,45	8,62	8,07	7,97	7,48	-	-
pH de laboratório	-	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	8,10	8,18	8,28	8,41	7,43	-	-	7,51	7,43	7,42
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500,00	500,00	144,00	128,00	130,00	180,00	114,00	-	-	58,00	82,00	52,00
Sólidos em Suspensão	mg/L	-	100,00	<10,0	<10,0	10,00	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,10	0,40
Temperatura	°C	-	-	21,00	20,00	22,00	20,70	25,00	-	-	21,00	18,30	23,50
Turbidez	NTU	100,00	100,00	11,90	7,19	5,85	1,31	12,60	17,30	3,48	9,27	1,73	19,10
<b>Químicos</b>													
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,10	0,10	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	<0,05	<b>0,16</b>
Bário	mg/L	0,70	0,70	-	-	-	-	-	-	-	<0,20	<0,20	<0,20
Berílio	mg/L	0,04	0,04	-	-	-	-	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01
Cálcio	mg/L	-	-	11,65	24,08	18,87	31,31	16,33	-	-	9,06	13,14	8,78
Chumbo	mg/L	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	<0,008	<0,008	<0,008
Cloreto	mg/L	250,00	250,00	1,49	1,29	1,60	2,44	<0,8	-	-	1,12	1,11	0,96
Cromo	mg/L	0,05	0,05	-	-	-	-	-	-	-	<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
Ferro Dissolvido	mg/L	0,30	0,30	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	-	-	<0,10	<0,10	0,18
Fluoreto	mg/L	1,40	1,40	0,32	0,28	0,23	0,54	0,10	-	-	0,14	0,25	0,12
Fósforo Dissolvido	mg/L	-	-	0,04	0,16	0,08	<0,01	0,04	-	-	-	<0,01	0,02
Fósforo Total	mg/L	0,344*	0,344*	0,09	0,28	0,27	<0,01	0,10	-	-	0,19	<0,01	0,35
Manganês Dissolvido	mg/L	-	-	<0,03	-	<0,03	<0,03	<0,03	-	-	-	-	-

Parâmetros	Unidade	Conama 357/2005	COPAM/CERH 01/2008	Ponto 10					Ponto 115				
				mar/20	set/20	mar/21	set/21	mar/22	mar/20	set/20	mar/21	set/21	mar/22
Manganês Total	mg/L	0,10	0,10	0,07	0,06	0,06	<0,03	0,05	-	-	<b>0,11</b>	<0,03	0,05
Nitrato	mg/L	10,00	10,00	<0,20	0,35	<0,20	6,16	<0,20	-	-	<0,20	<0,20	<0,20
Nitrito	mg/L	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	<0,03	<0,03	<0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,50	0,50	<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
Sulfato	mg/L	250,00	250,00	4,88	5,29	7,12	7,09	5,53	-	-	2,58	2,04	1,15
Sulfeto H2S não dissociado	mg/L	0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	-	-	-	-
Sulfeto total	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,10	<0,10
Surfactantes	mg/L	0,50	0,50	<0,03	0,09	<0,03	<0,05	<0,05	-	-	<0,03	<0,05	<0,05
Vanádio	mg/L	0,10	0,10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	<0,05	<0,05	<0,05
<b>Biológicos</b>													
Cianobactérias	Cél/mL	50.000,00	50.000,00	-	-	-	-	-	205,20	93,44	<1	<1	-
Escherichia Coli	NMP/100mL	1.000,00	1.000,00	33,10	9,30	<1	<b>1.110,00</b>	20,40	113,30	<1	<1	1,00	12,00

\* 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.

Os parâmetros detectados em desacordo com os padrões legais, em algum dos 2 pontos amostrados semestralmente de 2020 a 2022, foram:

- Alumínio Dissolvido;
- Manganês Total;
- *Escherichia Coli*.

As Figuras 6.40 a 6.42 apresentam os gráficos de concentrações dessas substâncias.

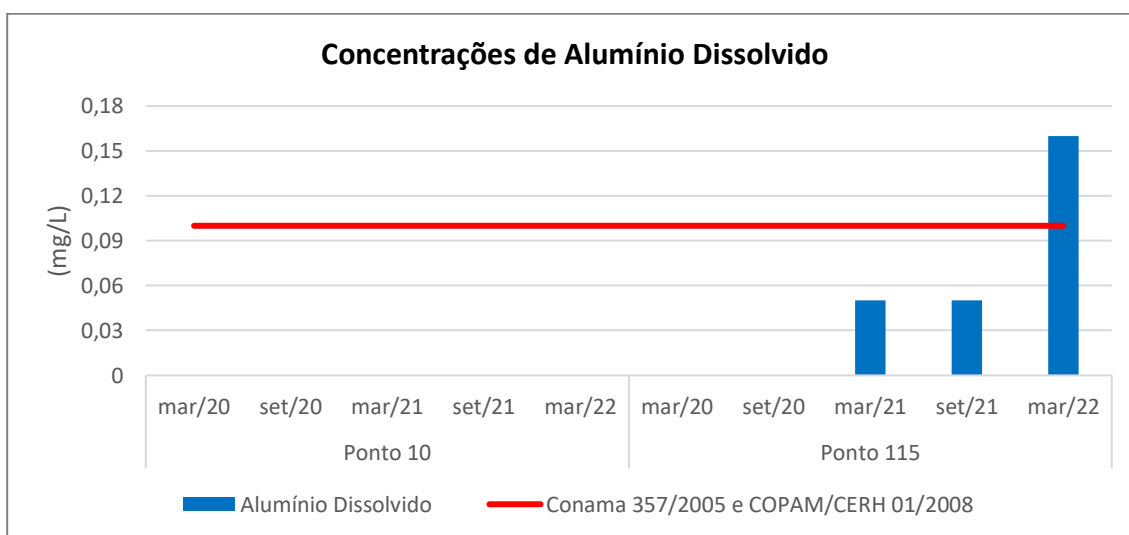


Figura 6.40 – Concentrações de alumínio dissolvido nas campanhas semestrais 2020 a 2022.

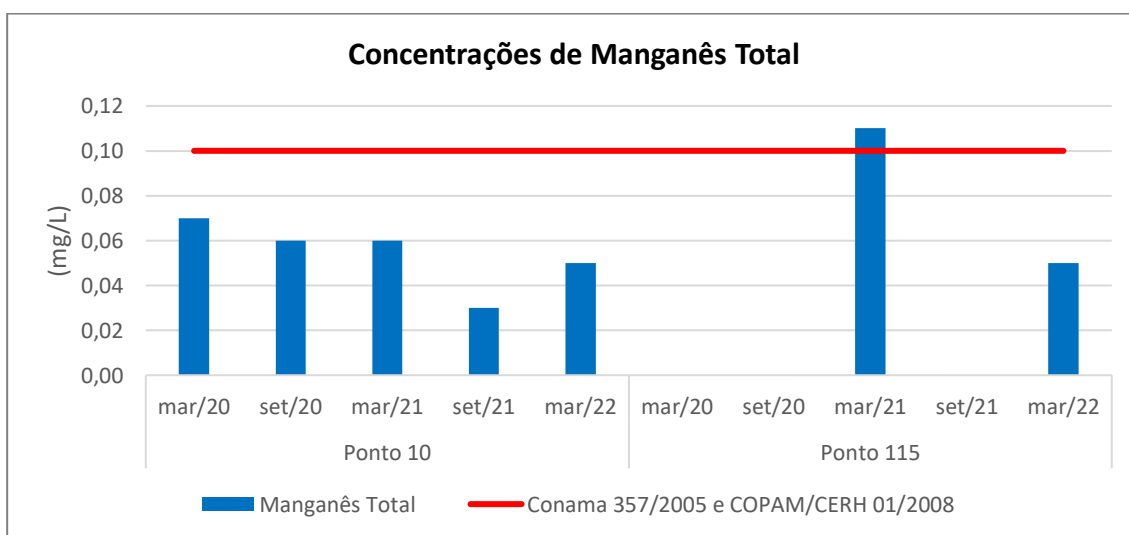


Figura 6.41 – Concentrações de manganês total nas campanhas semestrais 2020 a 2022.

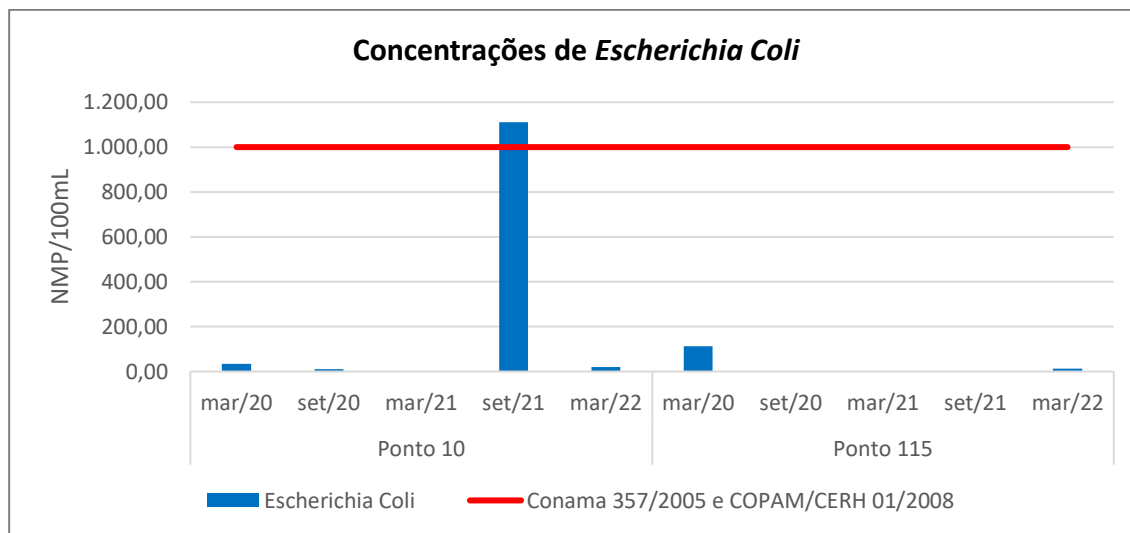


Figura 6.42 – Concentrações de *E. Coli* nas campanhas semestrais 2020 a 2022.

Os teores de alumínio dissolvido superaram os limites das normas apenas em março de 2022 no Ponto 115, o que caracteriza uma ocorrência pontual, assim como em relação às concentrações de manganês total, que ultrapassaram o padrão estabelecido apenas no Ponto 115 e somente na campanha de março de 2021. Conforme estudo de diagnóstico do *background* regional, elaborado pela empresa Água e Terra Planejamento Ambiental Ltda. em dezembro/2022, o qual analisou dados do Complexo de Mineração de Tapira de 2005 a 2012, a presença alumínio e manganês nas águas relaciona-se com sua ocorrência natural nos solos, associada à geologia regional. 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 desses parâmetros, o que explica essas concentrações no mês de março.

Ademais, o resultado obtido para manganês no Ponto 115 em março de 2021 foi de 0,11 mg/L, que, apesar de superior, é bem próximo aos limites estabelecidos por ambas as normas (0,10 mg/L).

Além disso, vale ressaltar que os metais 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.

Para o parâmetro biológico *E. Coli*, apenas no Ponto 10, na campanha de setembro de 2021, houve concentração acima dos padrões legais. No entanto, todos os outros resultados para esse ponto estiveram muito abaixo do limite da norma, inferiores a 35 NMP/100mL, o que caracteriza essa ocorrência em setembro de 2021 como uma anomalia pontual. Vale destacar que o Ponto 10 se localiza em área externa ao empreendimento, sendo, portanto, de contribuição difusa.

As demais substâncias analisadas 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 bário, berílio, chumbo, cromo, fenóis, ferro, manganês dissolvido, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, óleos e graxas, sulfeto, surfactantes e vanádio.

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

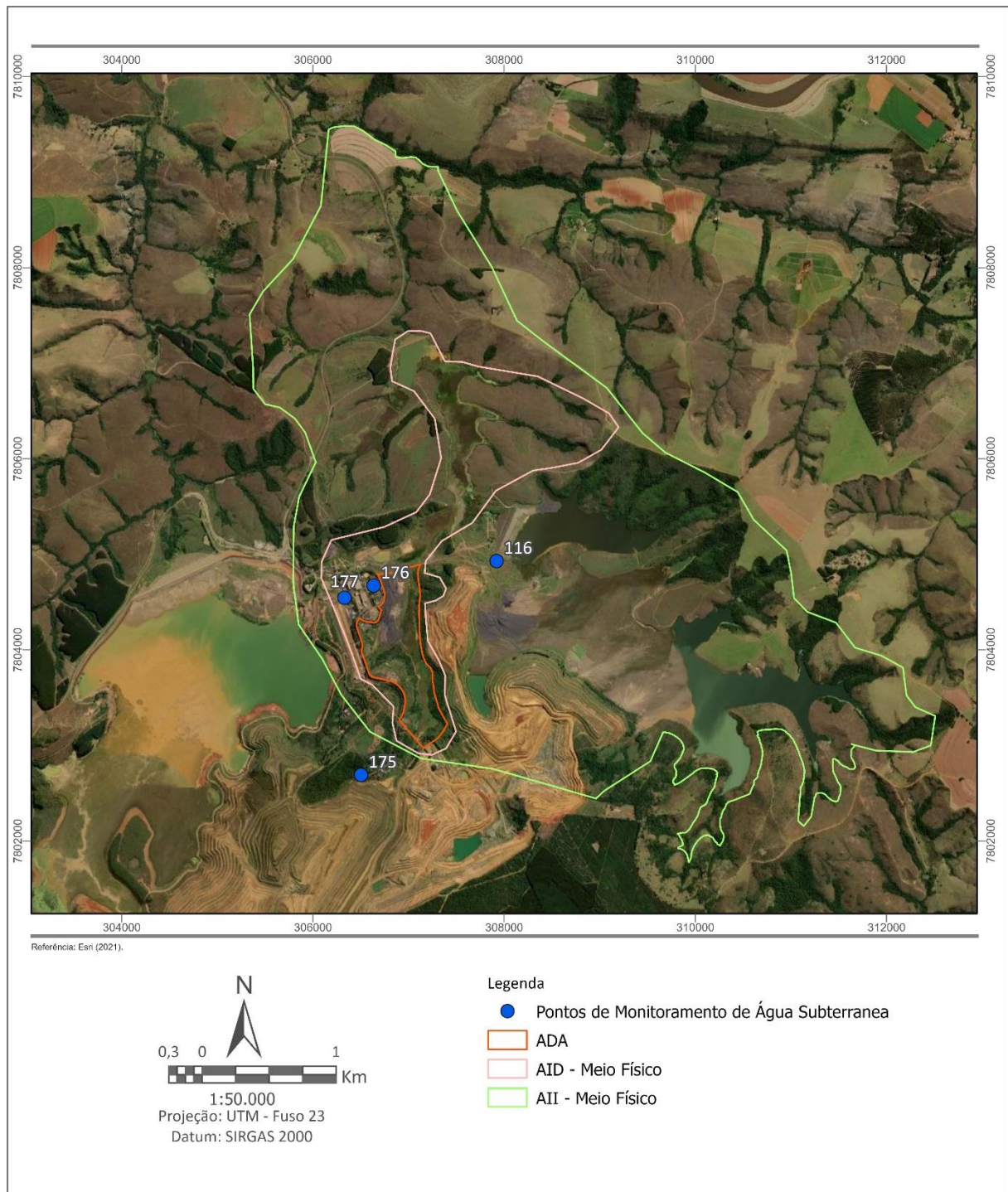
Neste item é feita a caracterização da qualidade da água subterrânea no entorno da área do futuro depósito PDM-2. A caracterização está baseada nos resultados das análises de parâmetros químicos obtidos durante campanhas de monitoramentos realizadas no Complexo de Mineração de Tapira – CMT.

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 6.43**.

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

Ponto	Localização	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 - Fuso 23 K	
		Longitude (m E)	Latitude (m S)
116	Poço da ETA	307.920	7.804.930
175	Poço da mina 16 - antes da cloração	306.504	7.802.692
176	Poço 17 - ambulatório (antes da cloração)	306.635	7.804.672
177	Poço 18 - caixa elevada (antes da cloração)	306.329	7.804.546



**Figura 6.43 – 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 (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 químicos (metais e compostos inorgânicos e orgânicos) avaliados para as águas subterrâneas.

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

Grupos	Parâmetros
Químicos – Metais e Inorgânicos não metálicos	Antimônio, Arsênio, Bário, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo, Fluoreto, Mercúrio, Níquel, Nitrato, Nitrito, Selênio e Urânio.
Químicos – Orgânicos	1,1-Dicloroetano, 1,2-Dicloroetano, 1,2-Dicloroetano (Cis+Trans), 2,4,6-Triclorofenol, 2,4-D + 2,4,5-T, Ácidos haloacéticos, Acrilamida, Alaclor, Aldicarb + ald. sulfona + ald. Sulfóxido, Aldrin + Dieldrin, Atrazina, Benzeno, Benzo(a)pireno, Carbendazim + benomil, Carborfuran, Clordano Gama, Cloreto de Vinila, Clorpirifós + clorpirifós-oxon, DDT+DDD+DDE, Di(2-etilhexil) ftalato, Diclorometano, Diuron, Endosulfan, Endrin, Estireno, Glifosato + AMPA, Lindano (gama HCH), Mancozebe, Metamidofós, Metolacloro, Parationa Metílica, Pendimentalina, Pentaclorofenol, Permetrina, Profenofós, Simazina, Terbufós, Tetracloroeto de Carbono, Tetracloroetano, Triclorobenzenos, Tricloroetano, Trifluralina e Trihalometanos Totais.

#### 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 os pontos 116, 175, 176 e 177, são realizadas amostragens mensais para análise com escopo reduzido (apenas alguns parâmetros físico-químicos) e também são feitas coletas semestrais (nos meses de junho e dezembro) para avaliação de um escopo mais completo de parâmetros químicos.

Da mesma forma como apresentado para as águas superficiais, para melhor contextualização da área de estudo, são apresentados os resultados semestrais, de 2021 e 2022, existentes para os pontos de coleta avaliados.

Destaca-se que houve uma alteração no escopo de análise para os pontos selecionados de 2020 para 2021, sendo adicionados novos parâmetros nas amostragens semestrais. Portanto, não foram considerados para composição dos resultados aqui apresentados os semestres anteriores a 2021, devido ao escopo bastante reduzido, composto por, no máximo, 4 parâmetros.

O **Quadro 6.16** exhibe os resultados obtidos nas amostras de água subterrânea para as campanhas de coleta realizadas em 2021 e 2022, com frequência semestral. Vale ressaltar que não há um histórico completo de campanhas para todos os pontos de monitoramento, visto que pode haver campanhas nas quais o ponto não é amostrado, seja por dificuldades de acesso ao poço ou por ausência de coluna d'água suficiente para coleta, entre outras razões.

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

Quadro 6.16 – Resultados obtidos para os Pontos 116, 175, 176 e 177 nas campanhas semestrais de 2021 e 2022.

Parâmetros	Unidade	Conama 396/2008	COPAM/CERH 02/2010	Ponto 116			Ponto 175			Ponto 176	Ponto 177	
				jun/21	dez/21	jun/22	jun/21	dez/21	jun/22	dez/21	dez/21	jun/22
<b>Metais e Inorgânicos não metálicos</b>												
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	0,23	0,29	<0,20	0,30	<0,20	<0,20
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
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	0,070	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Cobre	mg/L	2,00	2,00	<0,008	<0,008	0,03	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	0,01
Cromo	mg/L	0,050	0,050	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoreto	mg/L	1,50	-	0,26	0,08	0,10	0,37	0,10	0,30	0,20	0,11	0,16
Mercurio	mg/L	0,001	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel	mg/L	0,02	0,02	<0,008	<0,0080	0,01	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008
Nitrato	mg/L	10,000	10,000	<0,20	<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
Selênio	mg/L	0,010	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Urânio	mg/L	0,02	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
<b>Orgânicos</b>												
1,1-Dicloroetano	µg/L	30,00	30,00	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
1,2-Dicloroetano	µg/L	10,00	10,00	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
1,2-Dicloroetano (Cis+Trans)	µg/L	-	50,00	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
2,4,6-Triclorofenol	µg/L	-	200,00	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
2,4-D + 2,4,5-T	µg/L	-	-	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Ácidos haloacéticos	µg/L	-	-	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Acrilamida	µg/L	0,50	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Alaclor	µg/L	20,00	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Parâmetros	Unidade	Conama 396/2008	COPAM/CERH 02/2010	Ponto 116			Ponto 175			Ponto 176	Ponto 177	
				jun/21	dez/21	jun/22	jun/21	dez/21	jun/22	dez/21	dez/21	jun/22
Aldicarb + ald. sulfona + ald. Sulfóxido	µg/L	10,00	-	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Aldrin + Dieldrin	µg/L	0,03	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Atrazina	µg/L	2,00	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzeno	µg/L	5,00	5,00	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2
Benzo(a)pireno	µg/L	-	0,70	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Carbendazim + benomil	µg/L	-	-	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Carborfuran	µg/L	7,00	-	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Clordano Gama	µg/L	0,20	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cloreto de Vinila	µg/L	5,00	5,00	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Clorpirifós + clorpirifós-oxon	µg/L	30,00	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
DDT+DDD+DDE	µg/L	2,00	2,00	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Di(2-etilhexil) ftalato	µg/L	-	-	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Diclorometano	µg/L	20,00	-	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Diuron	µg/L	-	-	<30	<5,0	<12	<30	<5,0	<12	<5,0	<5,0	<12
Endosulfan	µg/L	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Endrin	µg/L	0,60	0,60	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Estireno	µg/L	20,00	20,00	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Glifosato + AMPA	µg/L	500,00	-	<105	<105	<105	<105	<105	<105	<105	<105	<105
Lindano (gama HCH)	µg/L	2,00	2,00	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mancozebe	µg/L	-	-	<106,80	<5,0	<5,00	<106,80	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Metamidofós	µg/L	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Metolacloro	µg/L	10,00	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Parationa Metílica	µg/L	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Pendimentalina	µg/L	20,00	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Pentaclorofenol	µg/L	9,00	9,00	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Permetrina	µg/L	20,00	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01



Parâmetros	Unidade	Conama 396/2008	COPAM/CERH 02/2010	Ponto 116			Ponto 175			Ponto 176	Ponto 177	
				jun/21	dez/21	jun/22	jun/21	dez/21	jun/22	dez/21	dez/21	jun/22
Profenofós	µg/L	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Simazina	µg/L	2,00	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Terbufós	µg/L	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tetracloroeto de Carbono	µg/L	2,00	2,00	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Tetracloroetano	µg/L	40,00	40,00	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Triclorobenzenos	µg/L	20,00	20,00	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Tricloroetano	µg/L	-	70,00	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Trifluralina	µg/L	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Trihalometanos Totais	µg/L	-	-	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0

**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.

Todos os parâmetros avaliados apresentaram concentrações de acordo com os limites máximos da Resolução Conama 396/2008 e da DN COPAM/CERH 02/2010.

Em relação aos parâmetros químicos orgânicos, apesar de alguns não possuírem valores de referência em nenhuma das legislações vigentes, todos os resultados obtidos foram inferiores aos respectivos limites de quantificação do método do laboratório.

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.

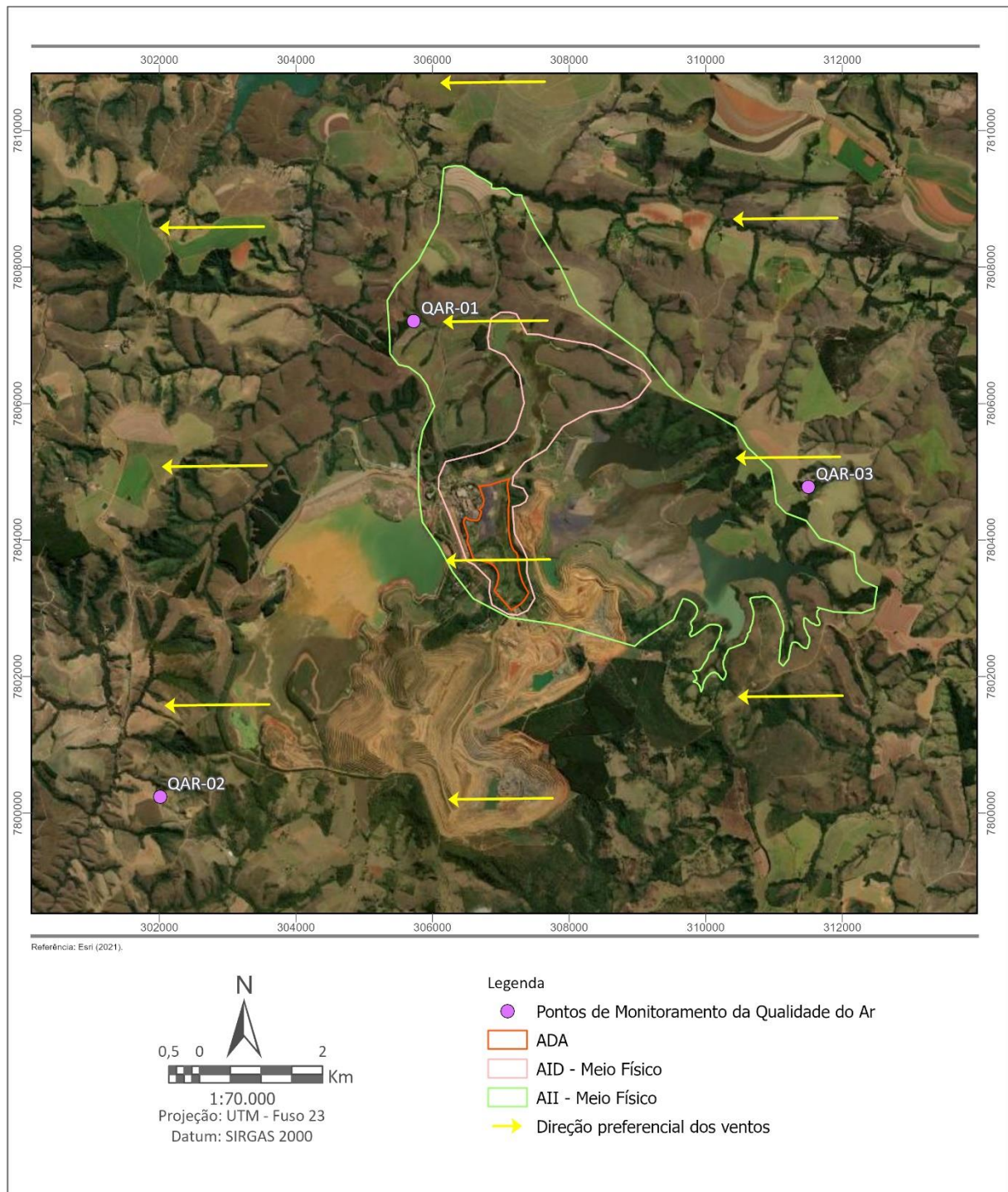
#### 6.2.12.2 Metodologia

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, 2022a), 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 6.17** e a **Figura 6.44** traz o mapa de localização.

**Quadro 6.17 – 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 6.44 – 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:

- O filtro é pesado (após equilíbrio de umidade) antes e após a coleta para se determinar o ganho líquido em massa;
- 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;
- A concentração de PTS no ar ambiente é calculada dividindo-se a massa de partículas coletadas pelo volume de ar amostrado.

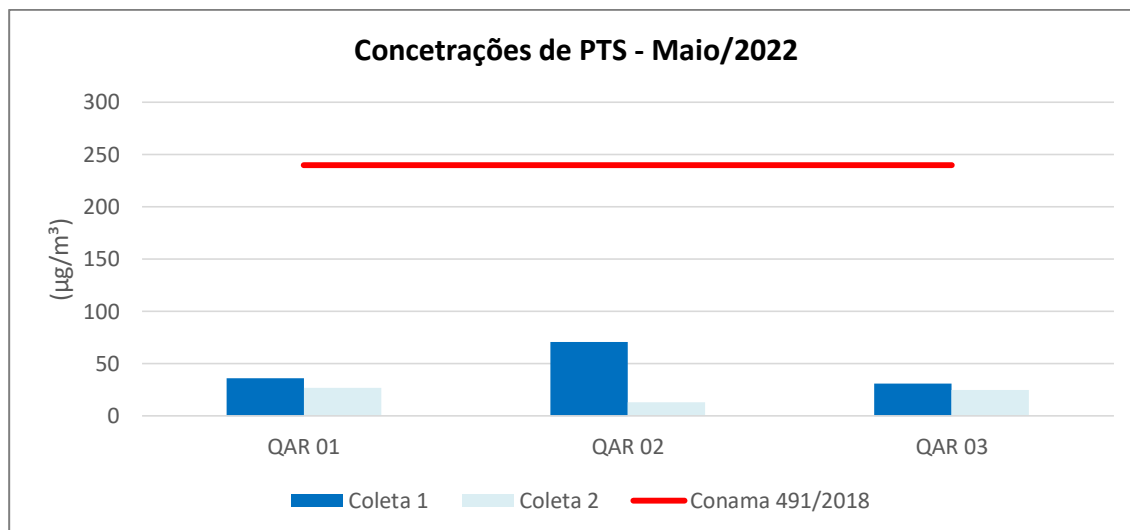
A faixa de concentração na qual o método é considerado preciso é entre 2 e 750  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . O limite superior é determinado pelo ponto no qual o amostrador não pode mais manter a vazão especificada devido à perda de carga provocada pelo filtro carregado. O limite inferior, por sua vez, 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 6.18** exhibe os resultados obtidos em comparação com o limite estabelecido pela Resolução Conama nº 491/2018 (240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Em seguida, a **Figura 6.45** representa graficamente estes resultados.

**Quadro 6.18 – Resultados obtidos no monitoramento da qualidade do ar.**

Pontos		Data	PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Conama 491/2018 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
QAR 01	Coleta 1	24/05/22	36	240
	Coleta 2	25/05/22	27	
QAR 02	Coleta 1	24/05/22	71	
	Coleta 2	25/05/22	13	
QAR 03	Coleta 1	24/05/22	31	
	Coleta 2	25/05/22	25	



**Figura 6.45 – 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, 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 PDM-2 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 6.19**.

**Quadro 6.19 – 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 6.20** traz a relação dos  $RL_{Aeq}$  de acordo com os tipos de habitações da área e ao período da medição.

**Quadro 6.20 – Limites de  $RL_{Aeq}$  em função do período**

RLAeq (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, 2022b), 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 ( $LA_{eq}$ ) 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 6.21** e sua localização é apresentada na **Figura 6.46**.

**Quadro 6.21 – Coordenadas dos pontos de monitoramento de ruídos.**

Ponto	Descrição	Coordenadas 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	Descrição	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 - Fuso 23 K	
		Longitude (m E)	Latitude (m S)
Ponto 05	R05 Geraldo Souza	310.556	7.799.755
Ponto 06	R06 Mineroduto	301.684	7.803.316

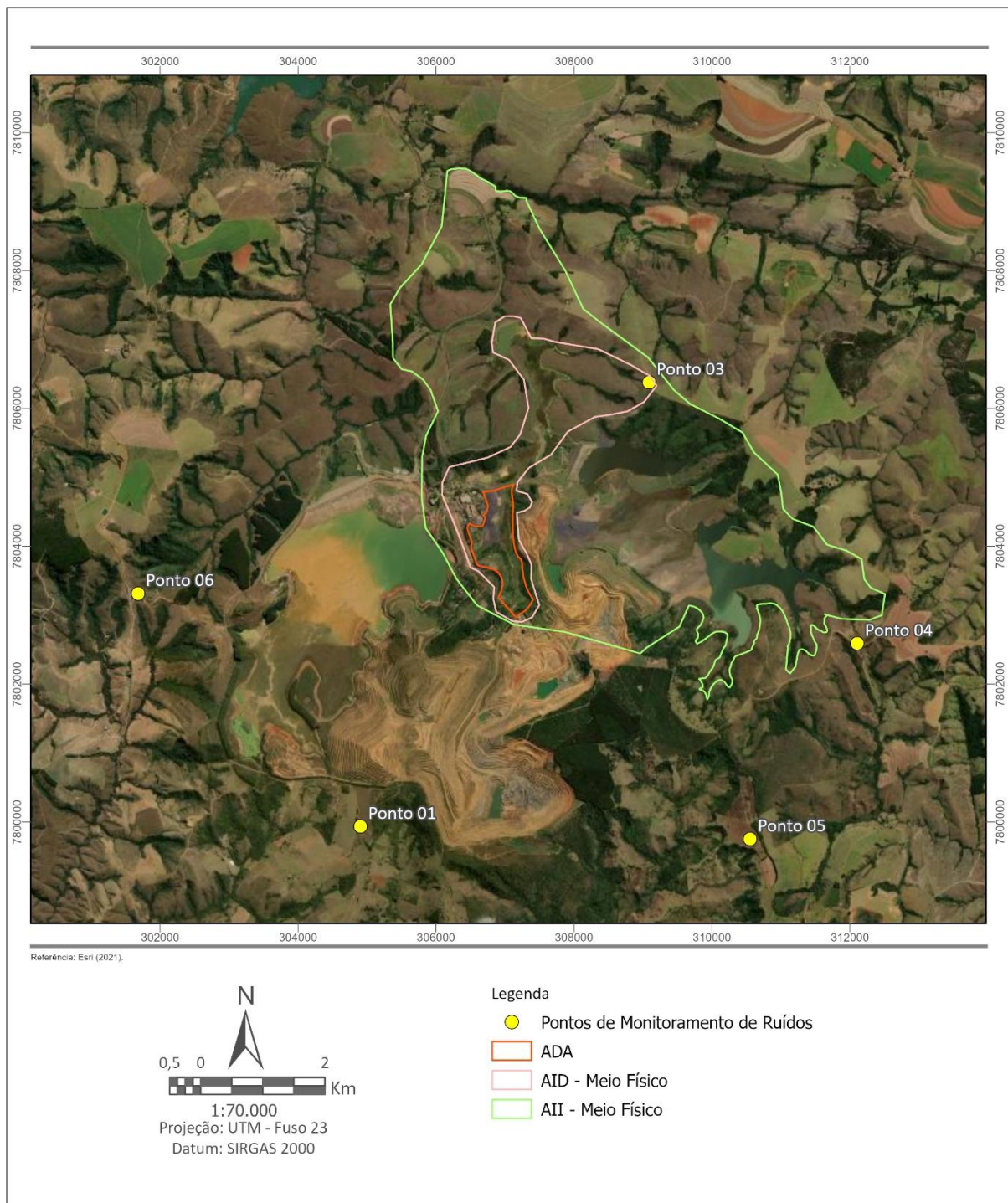


Figura 6.46 – Localização dos pontos de monitoramento de ruídos.

### 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 diurno e 35 dB(A) no período noturno. 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.

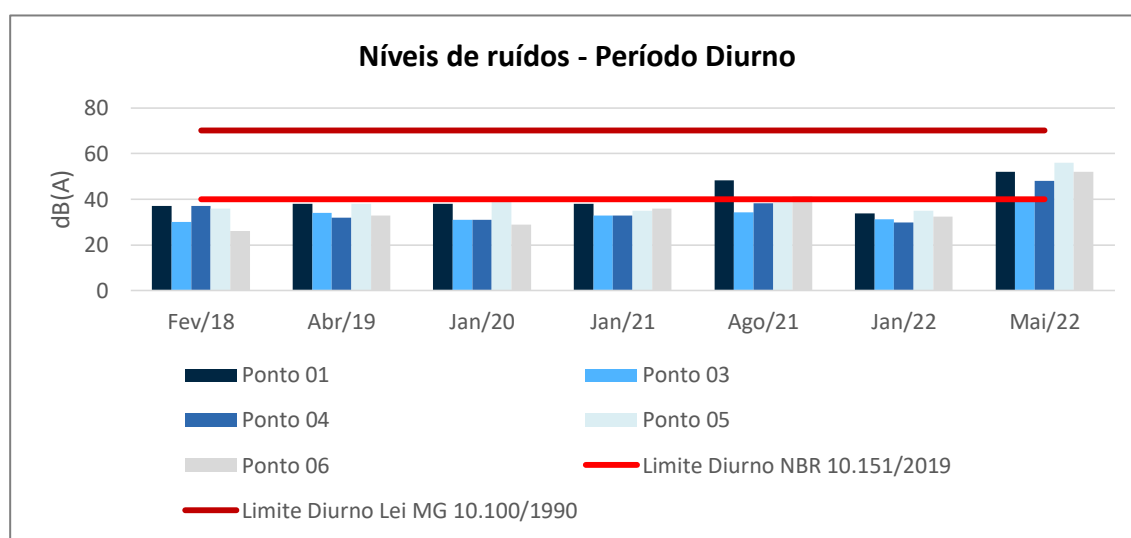
Para avaliação dos níveis de ruídos na área do CMT, foi considerado um histórico de 7 campanhas de monitoramento, incluindo a campanha atual, a saber: fevereiro/2018, abril/2019, janeiro/2020, janeiro/2021, agosto/2021, janeiro/2022 e maio/2022.

Os valores obtidos nos pontos monitorados, nas 7 campanhas consideradas, estão apresentados no **Quadro 6.22**. Em seguida, as **Figuras 6.47** e **6.48** exibem os gráficos com os resultados obtidos nas 7 campanhas de monitoramento dos níveis de ruídos no CMT consideradas no histórico.

**Quadro 6.22 – 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 6.47 – Valores dos níveis de ruídos no período diurno.**

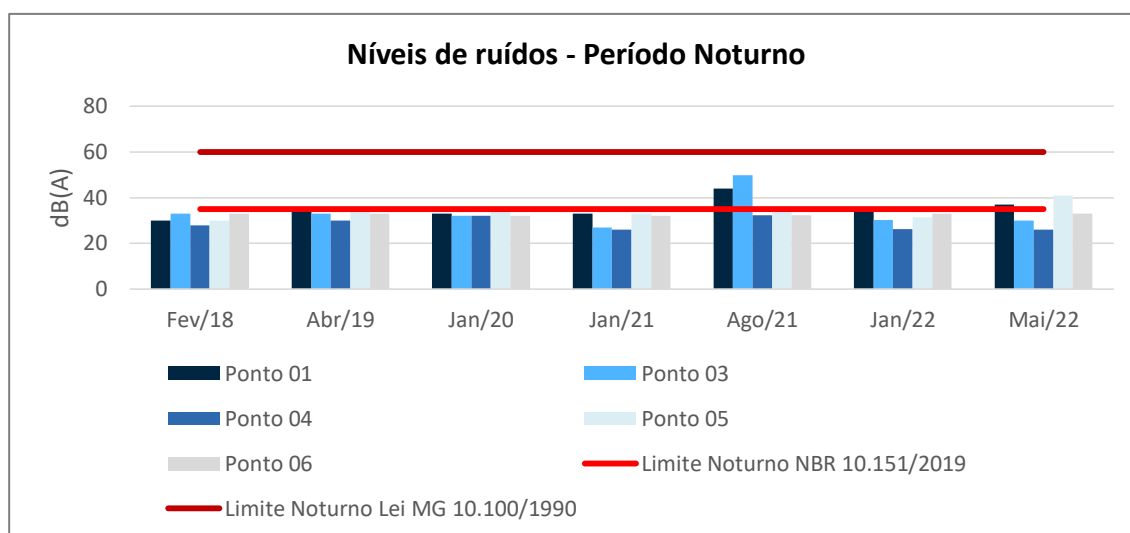


Figura 6.48 – Valores dos níveis de ruídos no período noturno.

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 6.23**. 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 6.23 – 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 PDM-2 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 6.24** exhibe os limites de velocidade da PPV segundo a norma supracitada. Vale lembrar que 1 Hz corresponde a uma oscilação por segundo.



**Quadro 6.24 – 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, 2022c), 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 6.21**, apresentado no item anterior deste documento. A **Figura 6.49** ilustra a localização desses pontos.

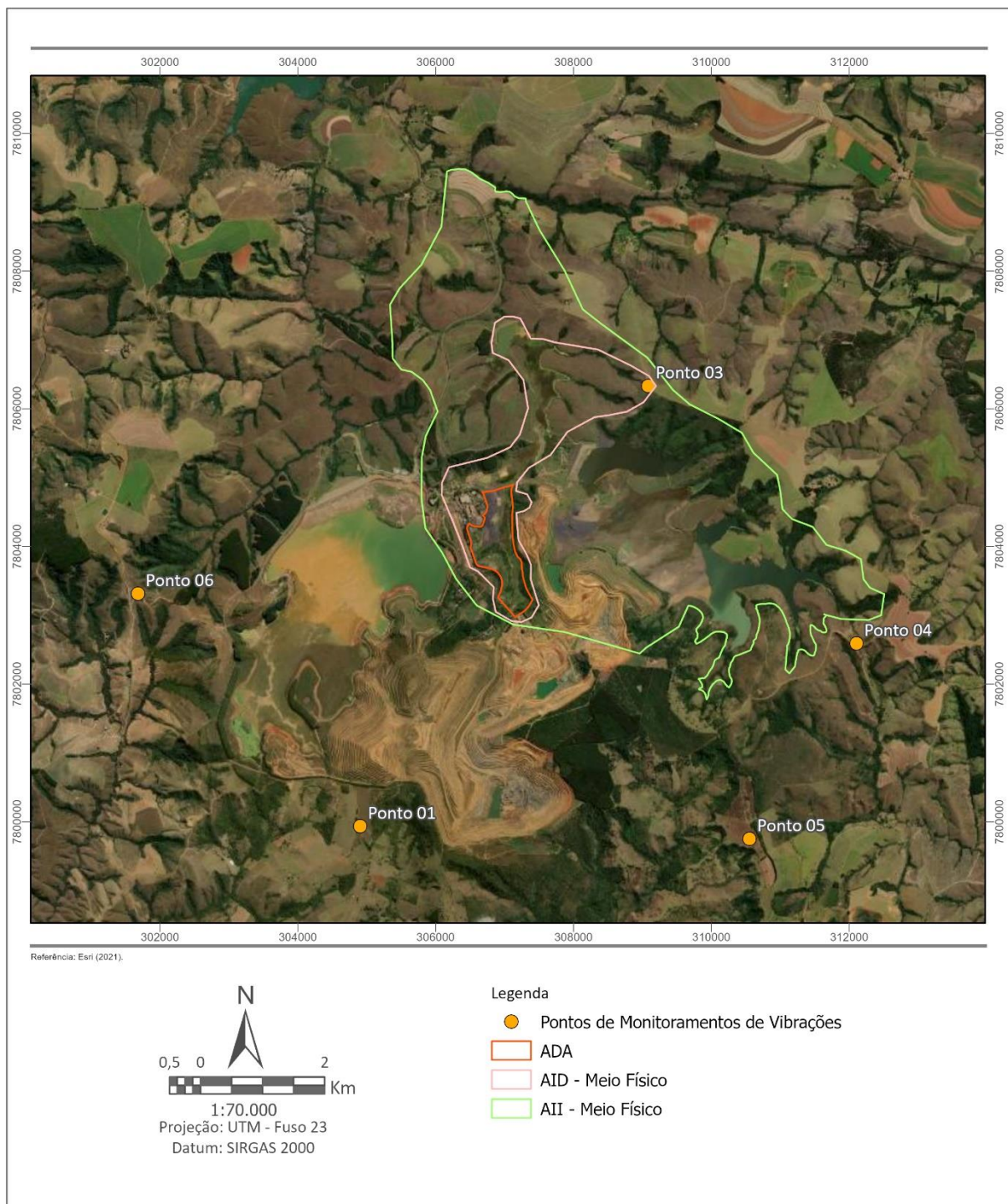


Figura 6.49 – Localização dos pontos de monitoramento de vibrações.

### 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 6.25** 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 6.25 – 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 6.50** mostra a localização dos postos de combustível no CMT e indica a distância dos postos ativos até a ADA do depósito PDM-2. Nota-se que o posto do escritório da mina se encontra relativamente distante da ADA, a cerca de 150 metros. O posto do escritório central, por sua vez, localiza-se a aproximadamente 30 metros do depósito PDM-2.



Figura 6.50 – 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 armazenados temporariamente no 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 e 6.26** ilustram a área do piso inferior da usina de moagem.

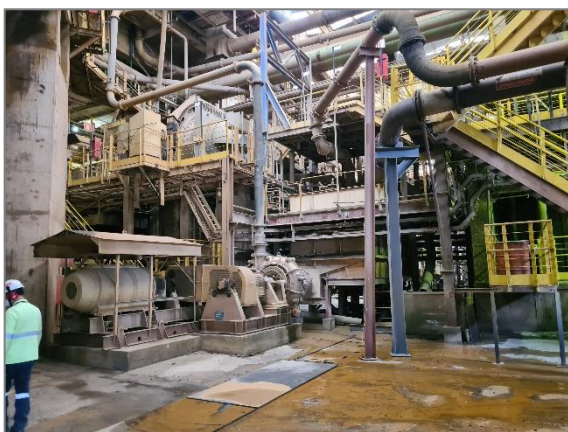


Foto 6.25 – Vista geral das tubulações e maquinário no piso da Usina de moagem.

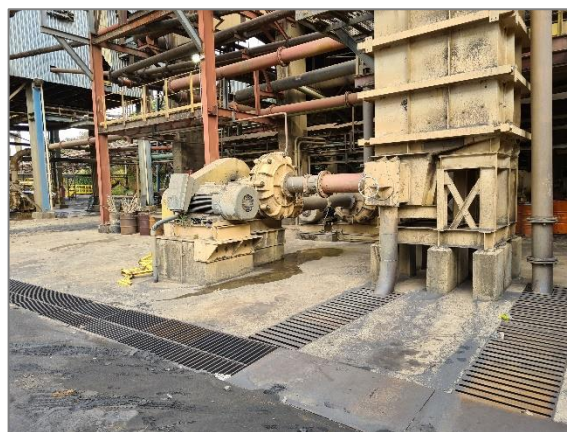


Foto 6.26 – Detalhe das canaletas para coleta de vazamentos.

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.

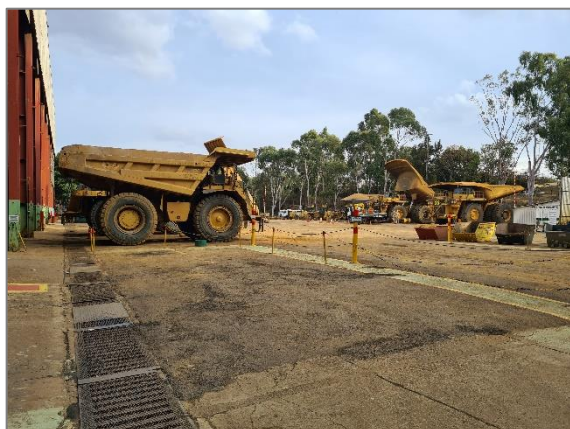
As **Fotos 6.27 a 6.30** ilustram em detalhes algumas instalações da Oficina Central.



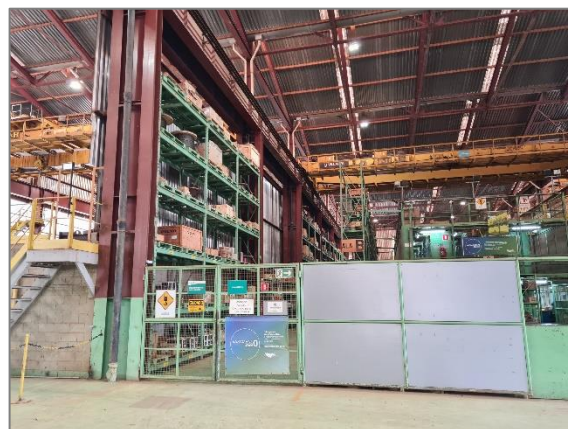
**Foto 6.27 – Área de lavagem de peças, com canaletas de coleta de efluentes.**



**Foto 6.28 – Pátio da oficina e seus diversos departamentos.**



**Foto 6.29 – Pátio de manutenção de veículos pesados, com canaletas de contenção de efluentes.**



**Foto 6.30 – Almojarifado 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. De acordo com a responsável pela área, no passado, costumava-se descartar no local resíduos de óleos, acondicionados em bombonas, sem quaisquer sistemas de contenção de vazamento. No entanto, atualmente, somente resíduos não perigosos são descartados no local. 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, visto que são armazenados resíduos de classe II. Portanto, o solo se encontra exposto, sem qualquer tipo de proteção contra intempéries, porém não foram evidenciadas contaminações expostas. O pátio é provido de um banheiro químico, higienizado periodicamente por empresa especializada.

As **Fotos 6.31 a 6.33** ilustram em detalhes o pátio de sucatas.



**Foto 6.31 – Sucatas armazenadas em solo não pavimentado.**



**Foto 6.32 – Resíduos não perigosos armazenados em solo não pavimentado.**



**Foto 6.33 – 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 6.34 a 6.37** ilustram em detalhes as características deste pátio.





Foto 6.34 – Resíduos perigosos armazenados em bombonas.



Foto 6.35 – Resíduos não perigosos acondicionados em caçambas.



Foto 6.36 – Sistema de tratamento de efluentes por biodigestor.



Foto 6.37 – 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 6.38 e 6.39** ilustram as estruturas da ETE Central e dos *Ponds*.





Foto 6.38 – Visão geral da ETE Central.



Foto 6.39 – Detalhe dos tanques de tratamento e tubulações do sistema.

Os pátios de armazenamento e manutenção, ilustrados nas **Fotos 6.40 a 6.43**, 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 6.40 – Bombonas sobre *pallets* para armazenamento de produtos químicos.



Foto 6.41 – Materiais diversos armazenados no pátio.



Foto 6.42 – Detalhe de materiais dispostos no pátio de manutenção.



Foto 6.43 – Diversos materiais dispostos no pátio de manutenção.



A **Figura 6.51** apresenta a localização das fontes potenciais em relação aos limites da área do depósito PDM-2 (ADA). Nota-se que a ADA se encontra a aproximadamente 0,1 km da área da pond e próxima às outras áreas investigadas, incluindo em seus limites o pátio de resíduos industriais.

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.

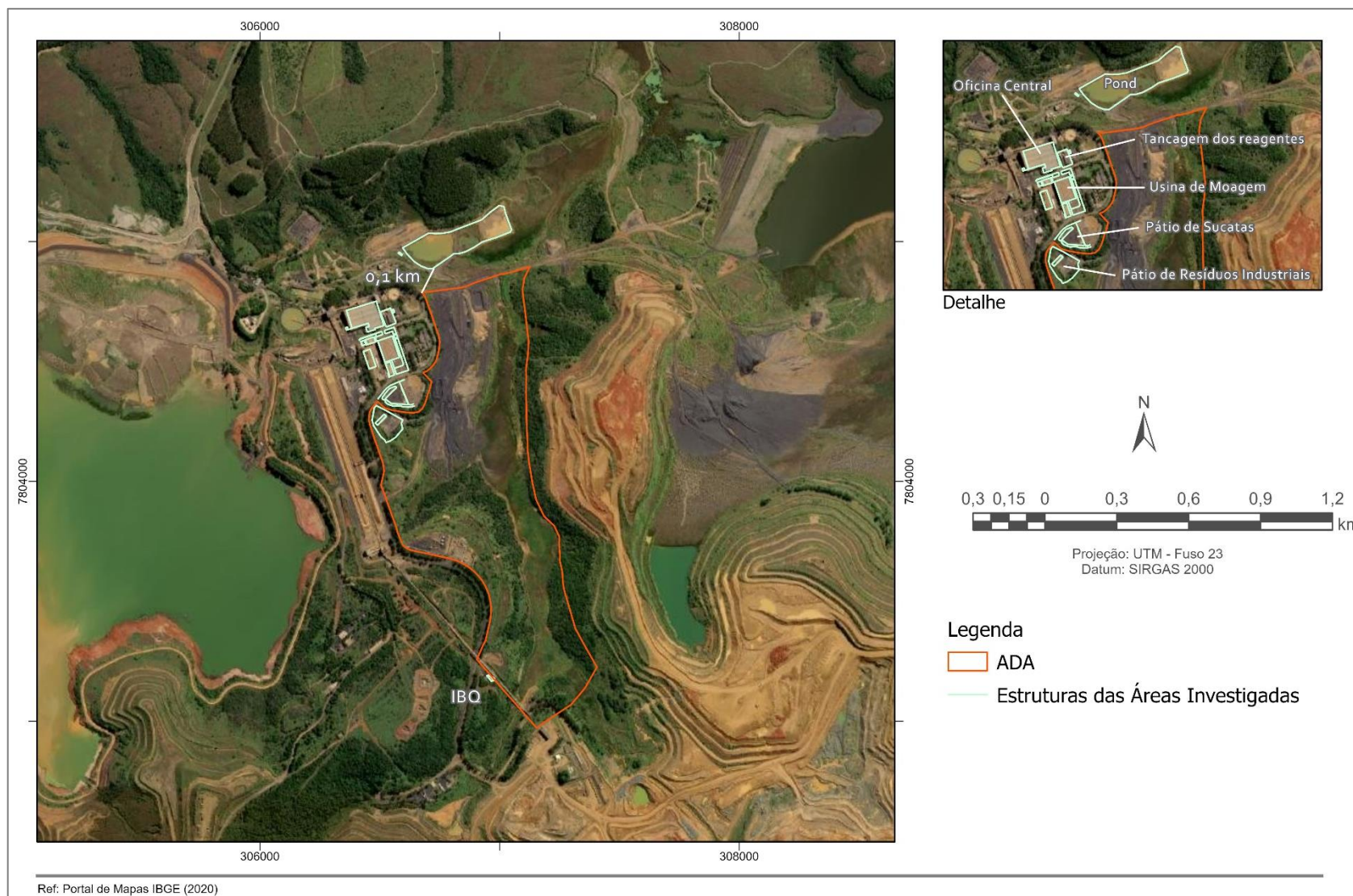


Figura 6.51 – Localização das fontes potenciais.

## 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, a cabeceira do córrego da Boa Vista e, na porção centro-oeste, a cabeceira do córrego Paiolzinho. Na porção norte, engloba afluentes do córrego Potreiro, que desemboca no Ribeirão do Inferno. Já na porção leste/sudeste, na AID engloba afluentes do córrego Boa Vista.

A Área de Influência Indireta – AII 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 próximo a afluentes do córrego da Mata, a aproximadamente 3.800 m do limite sul 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 AII em função dos fragmentos florestais, além do potencial de ocorrência de 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 e também alguns afluentes do córrego da Areia, além de algumas pastagens com árvores isoladas e fragmentos florestais expressivos, que podem servir de corredores ecológicos para a fauna terrestre.

Já na porção norte/nordeste, a AII extrapola ligeiramente a AID englobando alguns pequenos fragmentos florestais localizados nas nascentes afluentes dos córregos Potreiro e Boa Vista.

A **Figura 6.52** ilustra as áreas de influência do meio biótico.



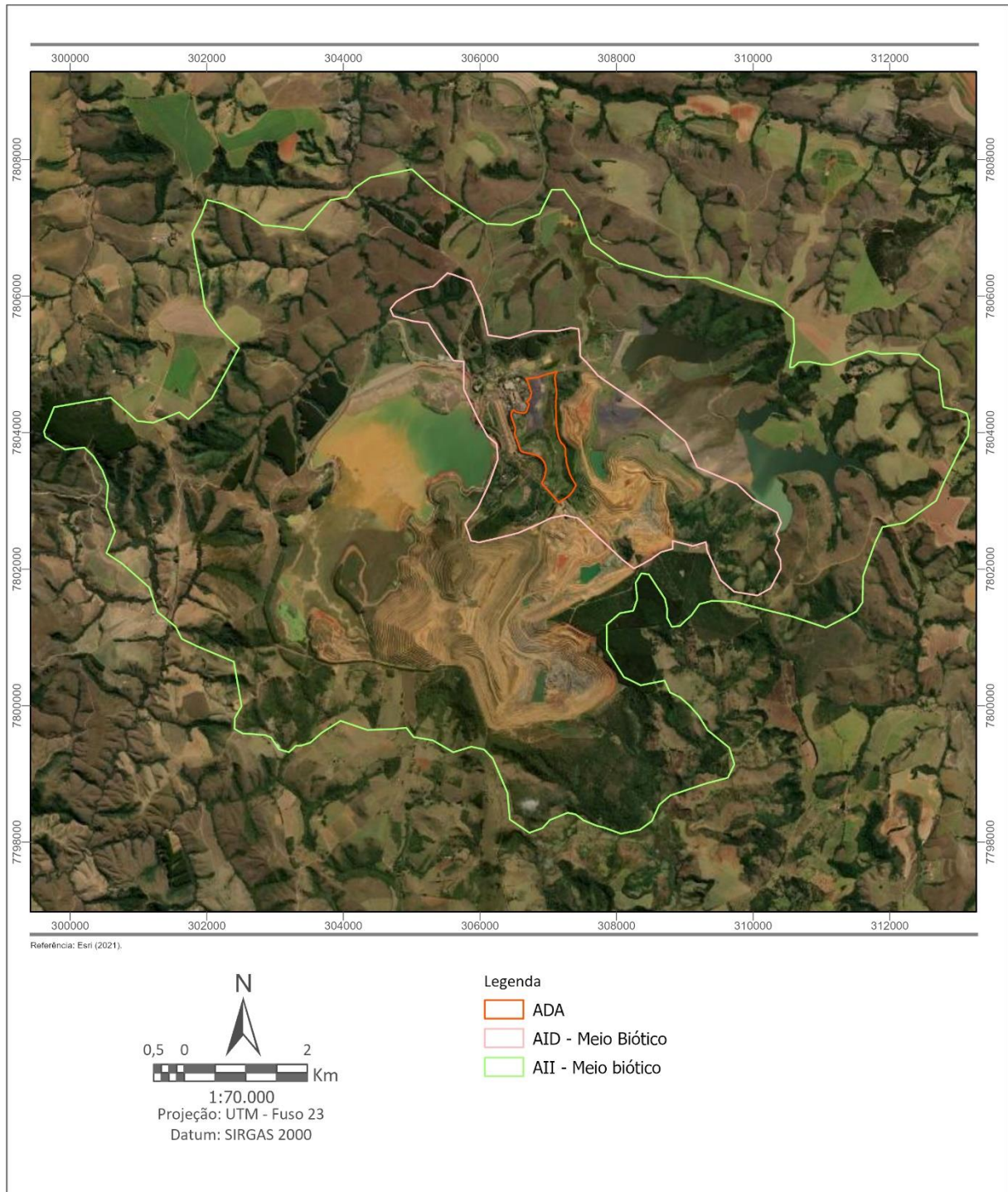


Figura 6.52 – Áreas de influência do meio biótico.

## 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 duas campanhas de campo, sendo a primeira realizada entre os dias 09 e 12 de agosto de 2022 e a segunda entre os dias 12 e 13 de setembro 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, 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 consultados herbários virtuais, como *Neotropical Herbarium Specimens*, *Royal Botanic Gardens*, REFLOA.

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 nas tipologias área antrópica e eucalipto.

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 ADA, alvo do inventário florestal, foi estratificada de acordo com as formações vegetais existentes, para avaliar a estrutura e o rendimento lenhoso específico de cada estrato. As amostragens do inventário foram realizadas nos seguintes estratos/formações vegetais: Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio, Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial, Transição FES/Cerrado estágio médio e área antrópica com regeneração arbórea.

Ressalta-se que nas tipologias área antrópica e eucalipto 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 (**Foto 6.44**). O CAP foi mensurado com o auxílio de fita métrica e a altura total com o auxílio de uma trena a laser (**Foto 6.45**).



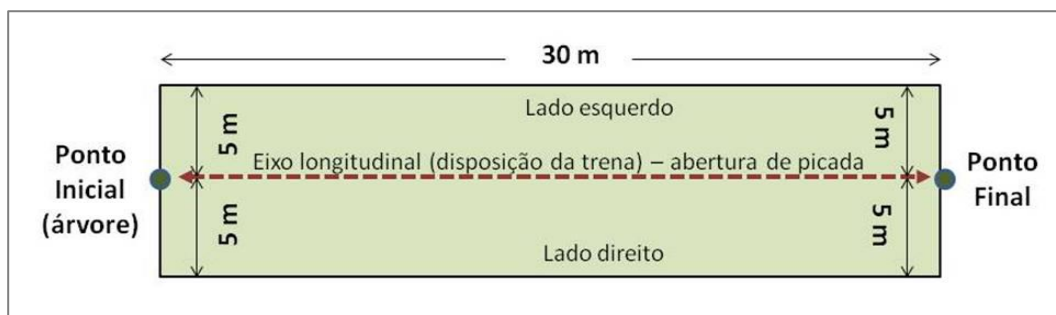
**Foto 6.44** – Medição de CAP (circunferência à altura do peito) em unidade amostral do inventário florestal.



**Foto 6.45** – 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, estacas e plaquetas. 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 do início da parcela. A partir da linha central da parcela foram considerados 5 metros para cada lado (esquerdo e direito). Os vértices das parcelas também foram sinalizados com fita de demarcação amarela fixada nas árvores laterais ou através de estacas de madeira com a ponta colorida. A **Figura 6.53** ilustra o tamanho e a forma das unidades amostrais utilizadas na amostragem dos indivíduos arbóreos.



**Figura 6.53** – Croqui com representação da dimensão da unidade amostral utilizada no inventário florestal.

No indivíduo arbóreo inicial, foi fixada uma fita de demarcação colante e fixada uma plaqueta de metal vermelha com a informação “inventário florestal” (**Foto 6.46**). O último indivíduo arbóreo no final da picada também foi marcado com fita de demarcação colante.





**Foto 6.46 – Marcação de indivíduo arbóreo no início da unidade amostral (ponto central inicial).**

Durante o inventário florestal, todos os indivíduos arbóreos amostrados foram identificados com plaquetas de plástico, com numeração sequencial (**Foto 6.47**). No caso do censo florestal das árvores isoladas, além do plaqueteamento, todos os indivíduos foram georreferenciadas com auxílio de GPS de navegação (Garmin Etrex 30x).



**Foto 6.47 – Indivíduo arbóreo plaqueteado durante o inventário.**

Durante o inventário florestal, foram demarcadas 13 (treze) unidades amostrais (parcelas), sendo 4 (quatro) unidades inseridas nas áreas de Floresta Estacional Semidecidual – FES em estágio médio, 3 (três) em FES estágio inicial, 3 (três) em Transição FES/Cerrado em estágio médio e 3 (três) em área antrópica com regeneração arbórea. Ressalta-se que também foi realizado o censo florestal (inventário 100%) de árvores isoladas em locais com baixa densidade de indivíduos arbóreos (área antrópica) e tipologias com pequena extensão (eucalipto).

Os pontos de amostragem do inventário florestal são representados na **Figura 6.54**.

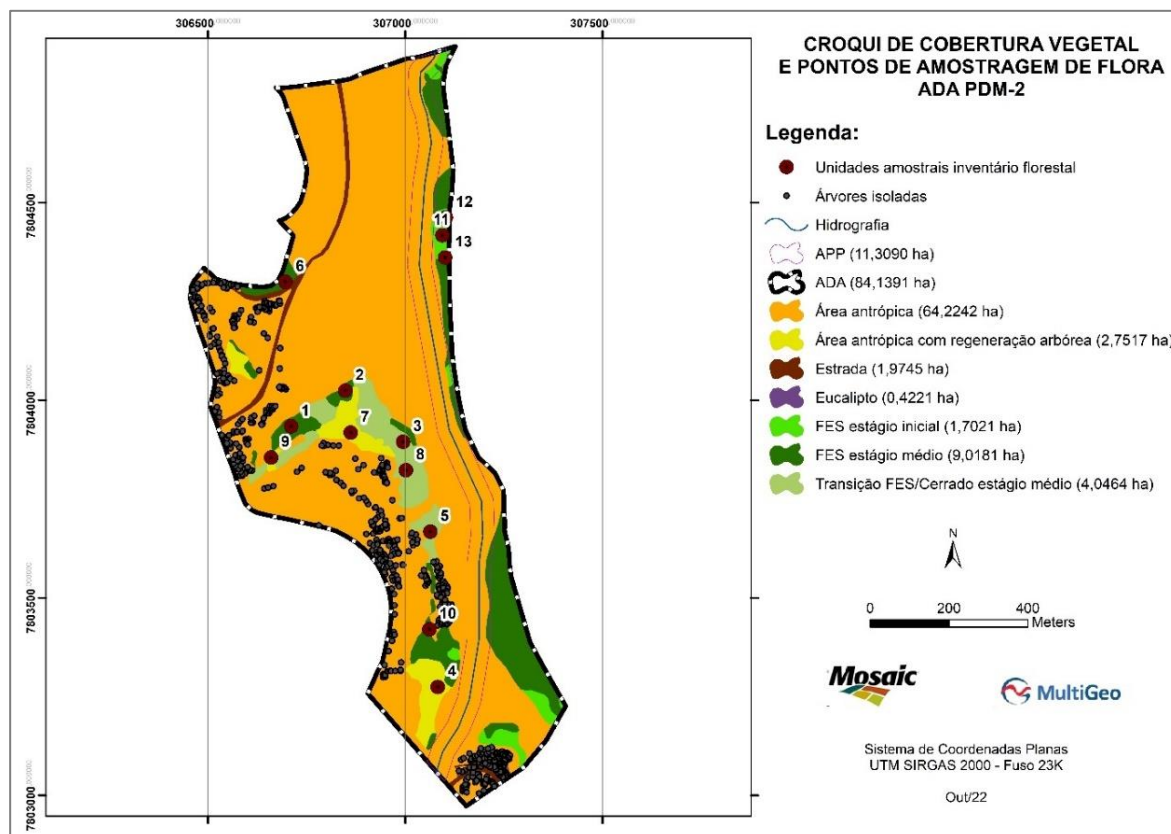


Figura 6.54 – Croqui de uso do solo e localização dos pontos de amostragem do inventário florestal na ADA.

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 6.26**.

Quadro 6.26 – Coordenadas das parcelas amostradas no inventário florestal.

Parcela	Fisionomia	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 – Fuso 23K			
		Ponto Inicial		Ponto Final	
		Longitude (m E)	Latitude (m S)	Longitude (m E)	Latitude (m S)
1	FES estágio médio	306.714,35	7.803.946,88	306.706,93	7.803.916,90
2	FES estágio médio	306.848,23	7.804.023,74	306.858,44	7.803.999,49
3	Transição FES/Cerrado estágio médio	306.999,76	7.803.903,94	306.986,51	7.803.879,44
4	Área antrópica c/ regeneração arbórea	307.103,53	7.803.265,14	307.082,38	7.803.274,32
5	Transição FES/Cerrado estágio médio	307.089,31	7.803.675,51	307.063,52	7.803.667,37
6	FES estágio médio	306.704,90	7.804.293,76	306.681,57	7.804.309,78



Parcela	Fisionomia	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 – Fuso 23K			
		Ponto Inicial		Ponto Final	
		Longitude (m E)	Latitude (m S)	Longitude (m E)	Latitude (m S)
7	Área antrópica c/ regeneração arbórea	306.861,64	7.803.917,82	306.889,05	7.803.901,95
8	Transição FES/Cerrado estágio médio	307.027,22	7.803.835,82	307.001,80	7.803.822,47
9	Área antrópica c/ regeneração arbórea	306.652,79	7.803.866,82	306.665,50	7.803.844,81
10	FES estágio médio	307.056,00	7.803.411,00	307.058,00	7.803.436,00
11	FES estágio inicial	307.074,00	7.804.417,00	307.104,00	7.804.420,00
12	FES estágio inicial	307.102,00	7.804.450,00	307.104,00	7.804.479,00
13	FES estágio inicial	307.101,00	7.804.379,00	307.103,00	7.804.350,00

### 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<sub>i</sub> = 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:

$FA_i$  = 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:

$$DA_i = \frac{n_i}{A} \quad \text{e} \quad DR_i = \frac{DA_i}{DT} \times 100$$
$$DT = \frac{N}{A}$$

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:

$$DoA_i = \frac{AB_i}{A} \quad \text{e} \quad DoR = \frac{DoA_i}{DoT} \times 100$$
$$DoT = \frac{ABT}{A} \quad \text{e} \quad ABT = \sum_{i=1}^s AB_i$$

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, foi utilizada a fórmula do **Quadro 6.27** (CETEC, 1995), adequada para as tipologias amostradas.

**Quadro 6.27 – Fórmula volumétrica utilizada no processamento do inventário.**

Fitofisionomia/tipologia vegetal	Fórmula Volumétrica Utilizada
FES médio/FES inicial/Transição/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 6.28** as fórmulas utilizadas no processamento dos dados estatísticos do estudo (SOARES et al., 2006).



Quadro 6.28 – 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	$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \bar{y}_i}{N}$
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	$S_y^2 = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \frac{N_i}{N} S_i\right)^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^n \frac{N_i}{N} S_i^2}{N}$
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;  $s_y^2$  = 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 392/2007, que define vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais.

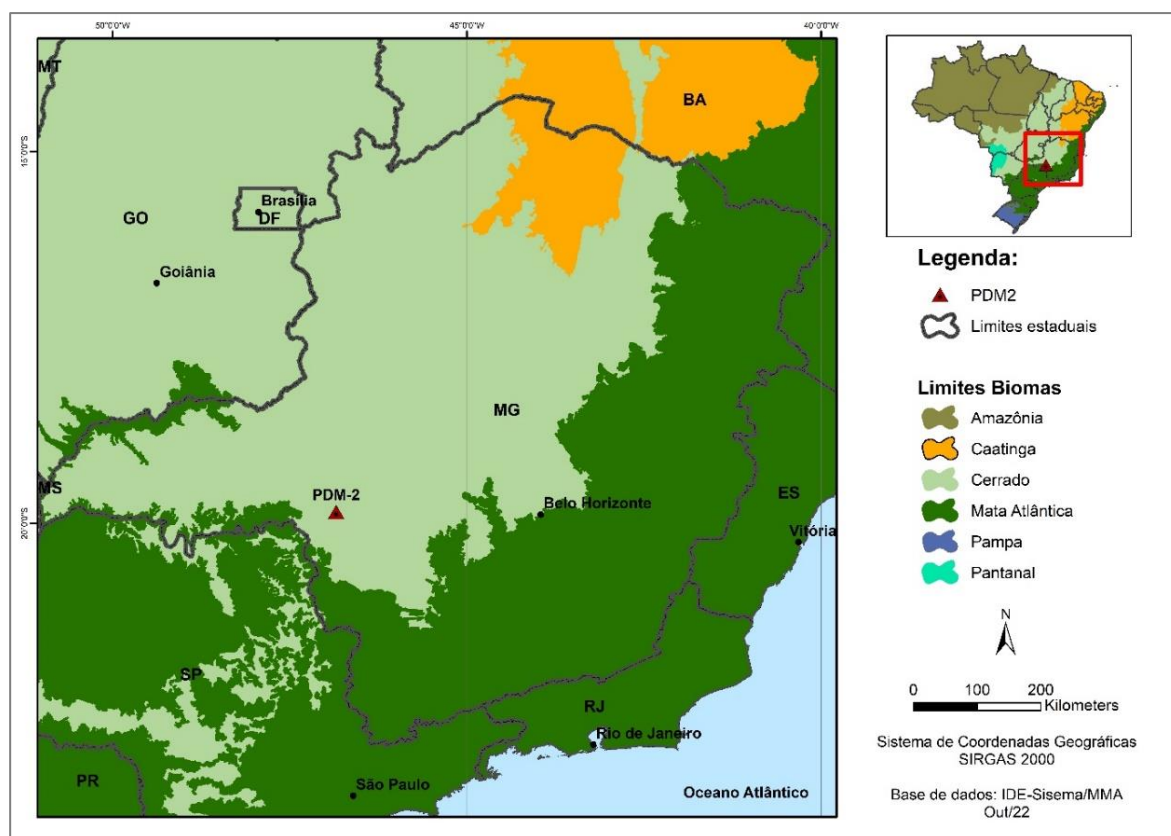
O mapeamento da cobertura vegetal foi realizado com auxílio de imagens de satélite disponíveis para o local e verificado em campo durante a coleta de dados, com apoio de pontos obtidos com GPS de navegação (Garmin Etrex 30) e imagens aéreas obtidas com drone (DJI Mini 2).

### 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, conforme indicado na **Figura 6.55**.



**Figura 6.55 – 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).

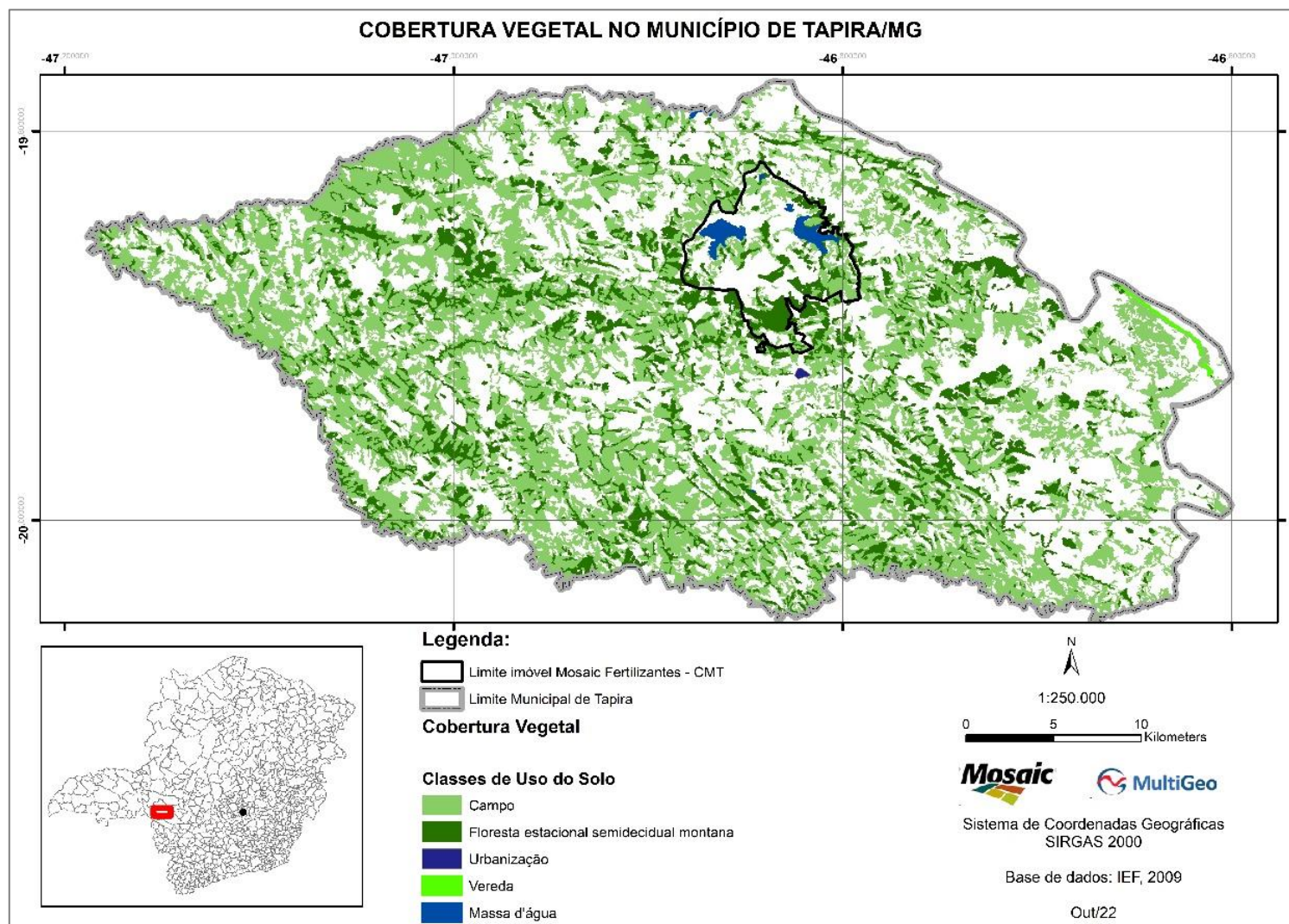
Segundo Ratter e Ribeiro (1996), a ocupação da maior parte das paisagens naturais do Cerrado, bem como sua devastação, está ligada desde a década de 60 principalmente à expansão das atividades agropecuárias, além do aumento da demanda por carvão vegetal e da expansão imobiliária em consequência da ocupação 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 culturas 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, inclui 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).

De acordo com dados do IDE-Sisema, na aba inventário florestal de Minas Gerais (IEF, 2009), o município de Tapira é recoberto em 41,5% por áreas de campo e 13,0% por Floresta Estacional Semidecidual montana. A **Figura 6.56** apresenta um croqui de cobertura vegetal no município de Tapira/MG.



Fonte: Adaptado do IEF (2009).

Figura 6.56 – Cobertura vegetal no município de Tapira/MG.



#### 6.3.2.2.1.1 Unidades de Conservação

De acordo com a Lei nº 9.985/2000, 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 IDE-Sisema, a instalação do empreendimento não causará interferência em Unidades de Conservação (UCs) existentes na região (**Figura 6.57**).

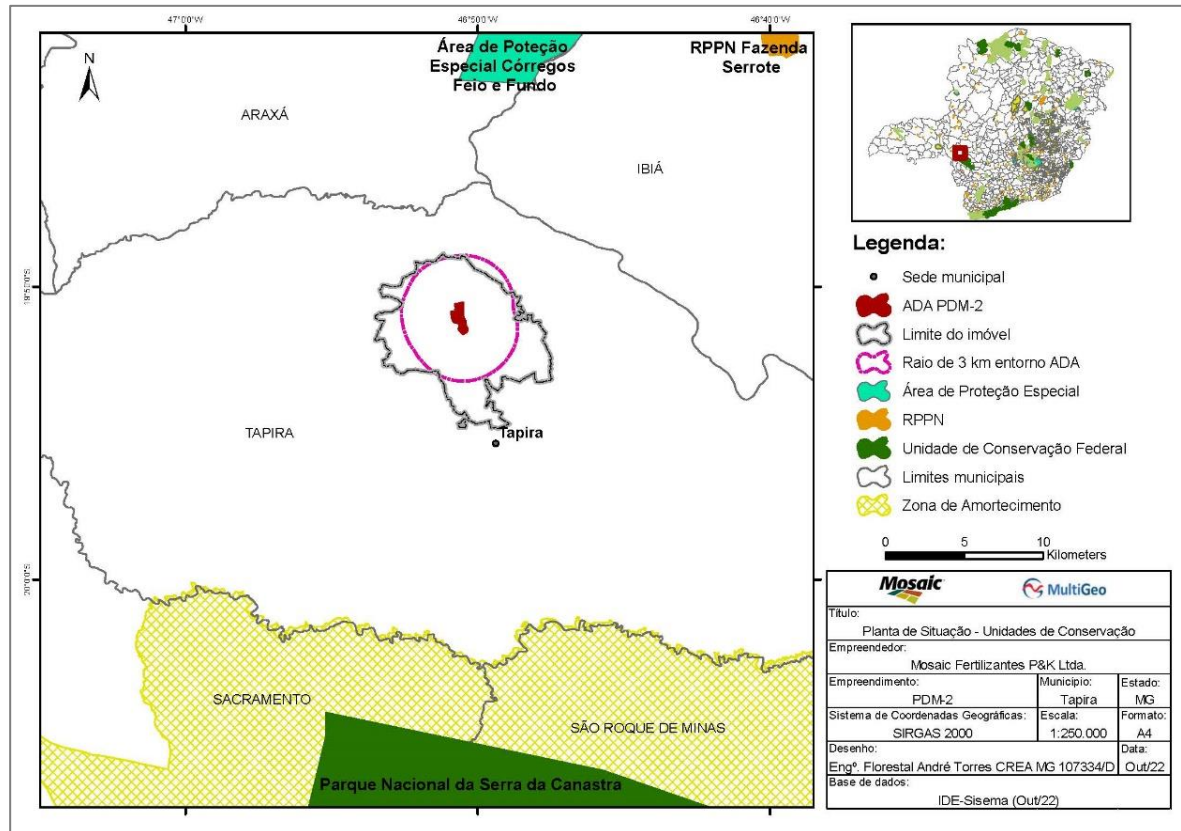


Figura 6.57 – Localização do empreendimento em relação às unidades de conservação.

A unidade de conservação mais próxima ao empreendimento é a Área de Proteção Especial Córregos Feio e Fundo, distante a 14 km do limite da área diretamente afetada. O Parque Nacional da Serra da Canastra está distante a cerca de 25 km da área de intervenção.

#### 6.3.2.2.1.2 Áreas de Restrição Ambiental

Segundo dados do IDE-Sisema, na aba “Áreas prioritárias para conservação (Biodiversitas)”, o depósito PDM-2 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 11 km, denominada “Entorno da Serra da Canastra”, listada na categoria “Extrema”.

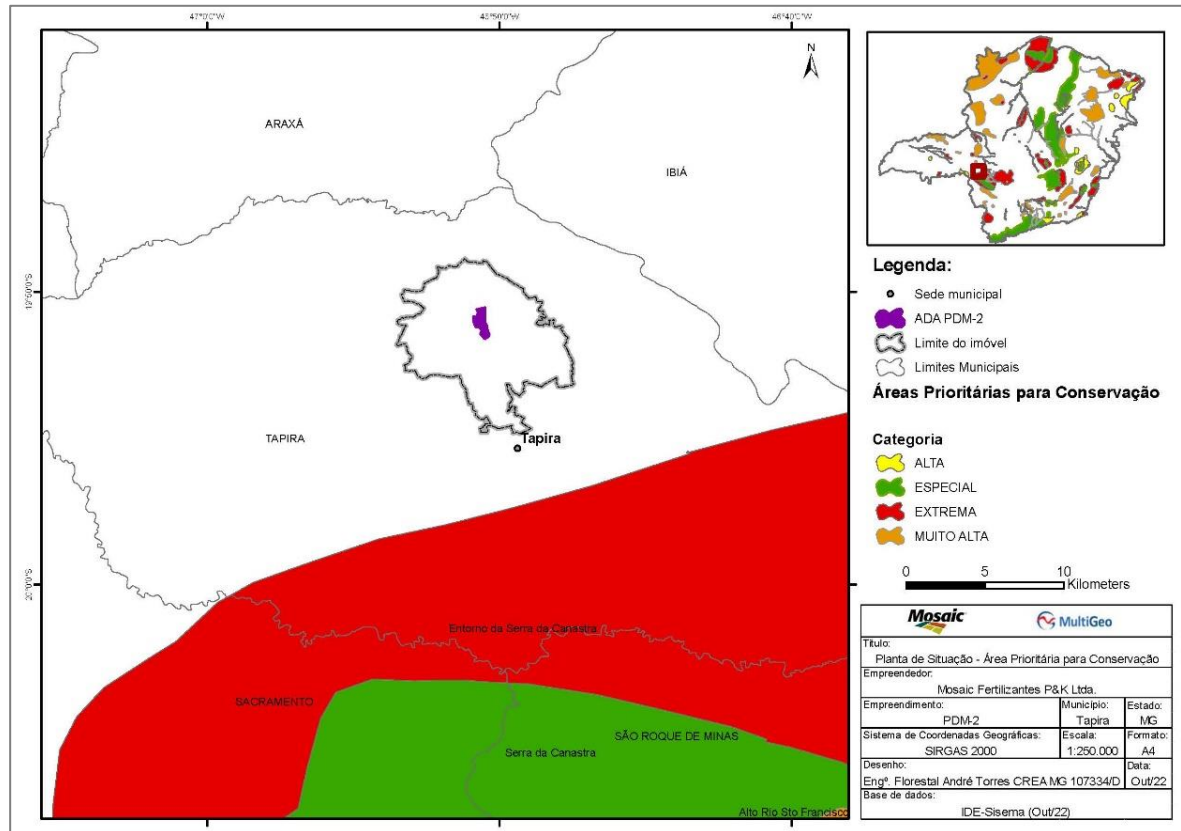


Figura 6.58 – Localização do empreendimento em relação às áreas prioritárias para conservação.

O empreendimento também não se encontra dentro de corredores ecológicos instituídos legalmente pelo IEF – Instituto Estadual de Florestas (Figura 6.59), comunidades quilombolas ou terras indígenas (Figura 6.60), segundo dados do IDE-Sisema.

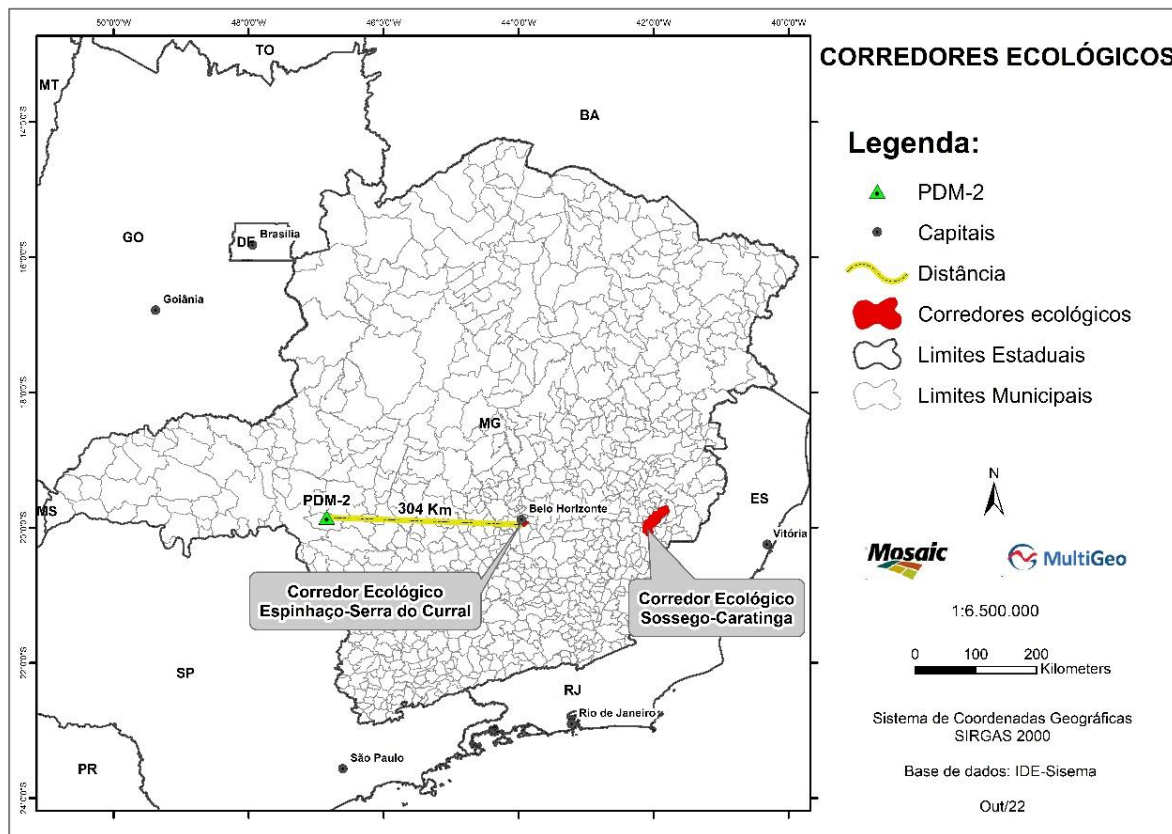


Figura 6.59 – Localização do empreendimento em relação a corredores ecológicos.

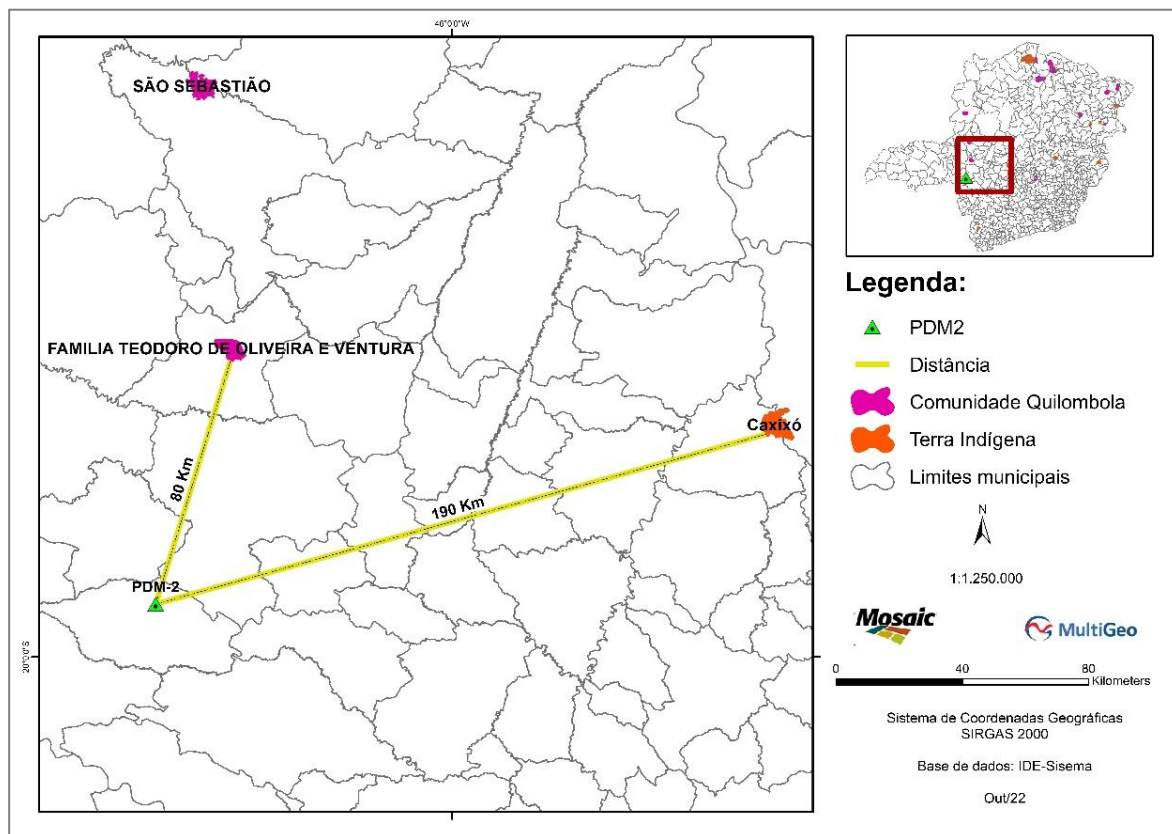


Figura 6.60 – Localização do empreendimento em relação às terras quilombolas/índigenas.



### 6.3.2.2.2 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.

Na região de estudo, ocorrem formações campestres (Campo Limpo/Campo Sujo), formações florestais (FES - Floresta Estacional Semidecidual, Transição FES/Cerrado), formações savânicas (Cerrado *stricto sensu*) e áreas antrópicas (barragem de rejeito, benfeitorias, campo antrópico, estradas, massa d'água, mineração, pastagem, reflorestamento de eucalipto/pinus, rodovia).

A **Foto 6.48** ilustra o aspecto geral da área de estudo.



**Foto 6.48 – Aspecto geral do uso do solo na área de estudo.**

De acordo com dados do IDE-Sisema, as tipologias de uso do solo inseridas na ADA e AID do empreendimento são classificadas como Campo e Floresta Estacional Semidecidual Montana.

#### 6.3.2.2.2.1 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 ambientes antropizados, que recobrem 76% da área.

Na AID, a cobertura vegetal foi classificada nas seguintes tipologias: área antrópica, área industrial/benfeitoria, barragem de rejeito, formação campestre, formação florestal, formação savânica, massa d'água, mineração e reflorestamentos de eucalipto/pinus.

Os remanescentes de vegetação nativa (formações campestres, florestais e savânicas) representam 24 % da cobertura vegetal na AID.

O **Quadro 6.29** apresenta a quantificação da cobertura vegetal inserida na AID e a **Figura 6.61** apresenta o croqui com a vegetação mapeada na AID.

Quadro 6.29 – Cobertura vegetal na AID do empreendimento.

Tipologia/Classe de uso do solo	Área (ha)	%
Área antrópica	386,4996	36,9%
Área industrial/benfeitoria	30,3504	2,9%
Barragem de rejeito	86,0955	8,2%
Formação campestre	41,4133	4,0%
Formação florestal	161,7238	15,5%
Formação savânica	47,0510	4,5%
Massa d'água	0,6766	0,1%
Mineração	260,5458	24,9%
Reflorestamento eucalipto/pinus	31,6895	3,0%
<b>Total</b>	<b>1046,0455</b>	<b>100%</b>

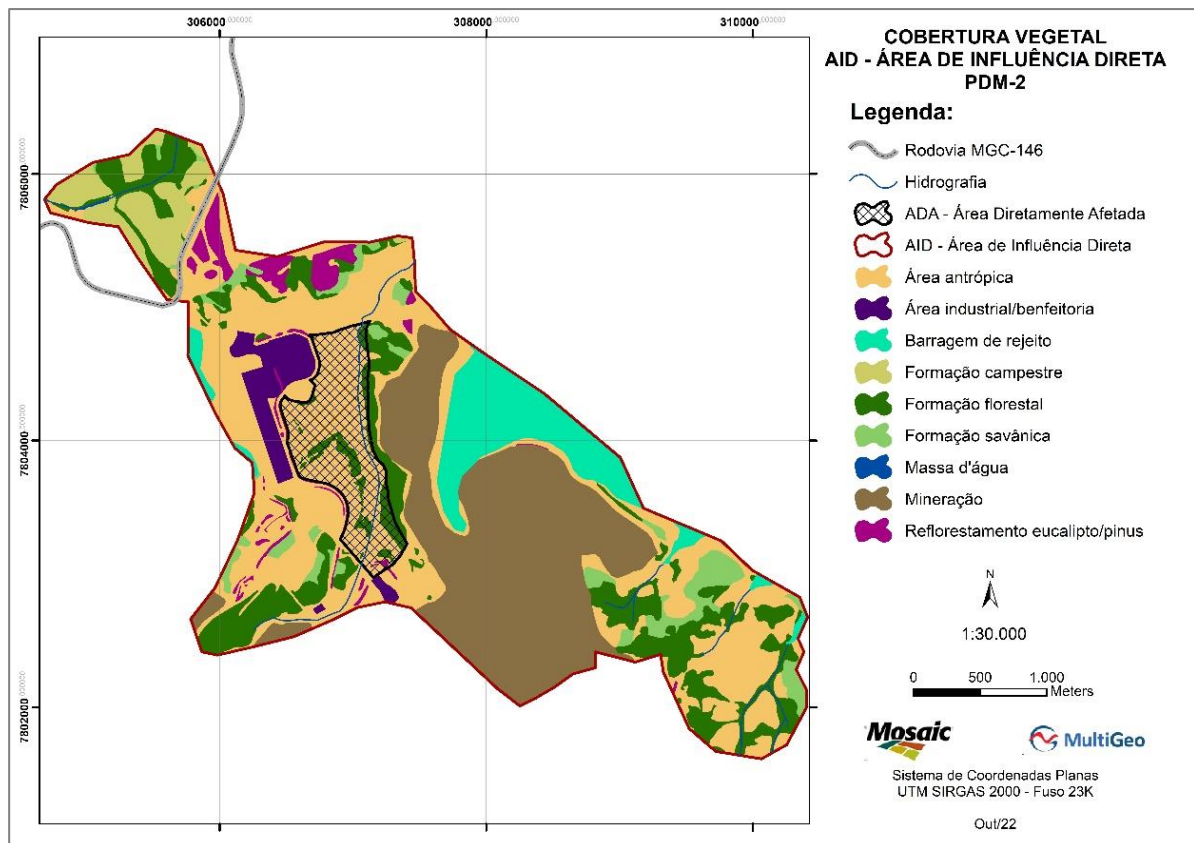


Figura 6.61 – Cobertura vegetal na AID do empreendimento.

#### 6.3.2.2.2 ADA – Área Diretamente Afetada

A ADA do depósito PDM-2 possui extensão total de 84,1391 ha e a cobertura vegetal no local de intervenção foi classificada nas seguintes tipologias/classes de uso do solo: área antrópica, área antrópica com regeneração arbórea, estrada não pavimentada, eucalipto, Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração, Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio e Transição FES/Cerrado estágio médio.

A quantificação do uso do solo na ADA revela que as tipologias vegetais nativas (FES médio, FES inicial e Transição FES/Cerrado) recobrem 17,6% da área de intervenção. As áreas antropizadas, ou seja, aquelas descaracterizadas em relação à cobertura vegetal, recobrem 82,4% da extensão do local de intervenção.

A **Foto 6.49** ilustra o aspecto geral da ADA.



**Foto 6.49 – Aspecto geral de parte da área de intervenção no depósito PDM-2.**

A área de intervenção do depósito PDM-2 possui 84,1391 ha, sendo 11,3090 ha em APP e 72,8301 ha fora de APP (**Quadro 6.30**).

**Quadro 6.30 – Uso e ocupação do solo na ADA do depósito PDM-2.**

Tipologia/Classe de uso do solo	Área de Intervenção PDM-2			
	Em APP (ha)	Fora de APP (ha)	Área total (ha)	%
Área antrópica	10,1421	54,0821	64,2242	76,3%
Área antrópica com regeneração arbórea	0,0000	2,7517	2,7517	3,3%
Estrada não pavimentada	0,0000	1,9745	1,9745	2,3%
Eucalipto	0,0000	0,4221	0,4221	0,5%
FES estágio inicial	0,2272	1,4749	1,7021	2,0%
FES estágio médio	0,9397	8,0784	9,0181	10,7%
Transição FES/Cerrado estágio médio	0,0000	4,0464	4,0464	4,8%
<b>Total</b>	<b>11,3090</b>	<b>72,8301</b>	<b>84,1391</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.

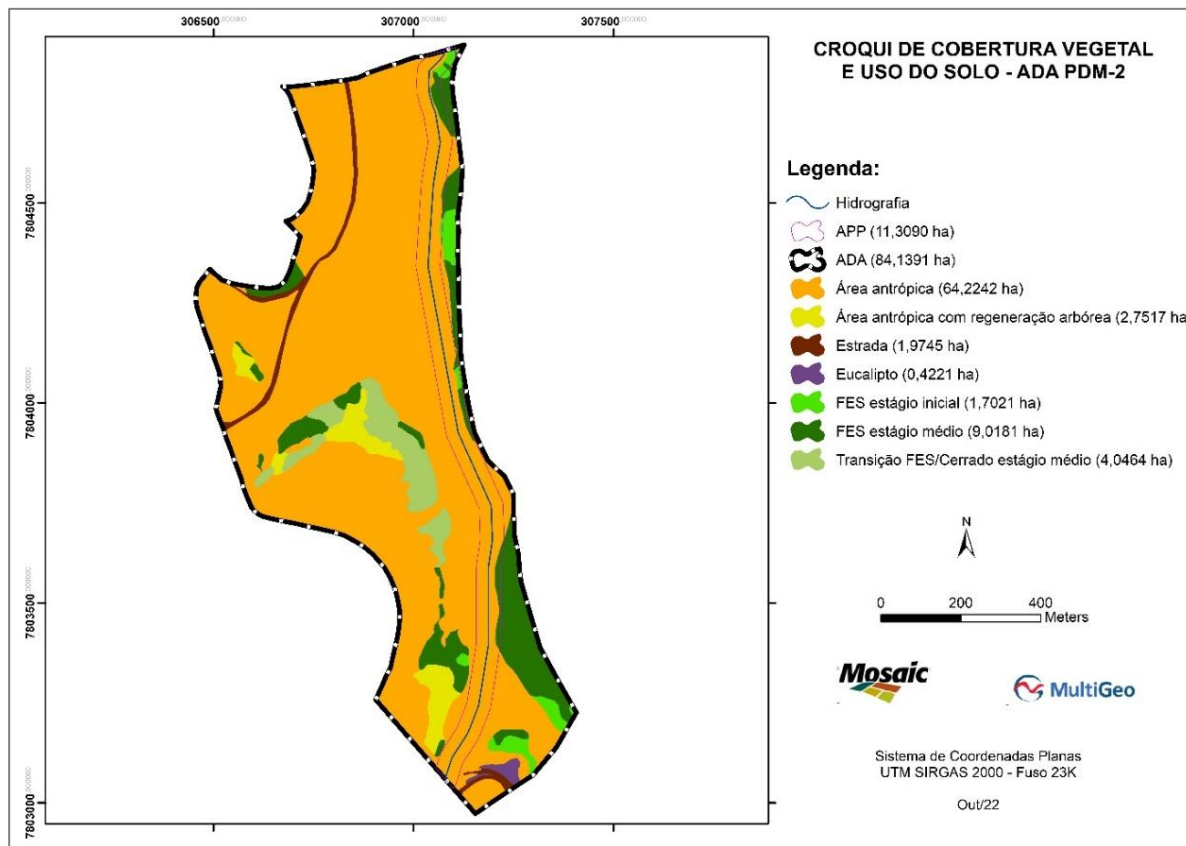


Figura 6.62 – Croqui de localização e uso do solo da área de intervenção do depósito PDM-2.

O mapa de cobertura vegetal e uso e ocupação do solo da ADA encontra-se no **Anexo I**.

A seguir é apresentada uma caracterização das tipologias vegetais e classes de uso do solo encontradas na área diretamente afetada.

#### 6.3.2.2.2.1 Área antrópica

A tipologia área antrópica (**Fotos 6.50 e 6.51**) consiste em ambientes totalmente alterados em relação à cobertura vegetal original e desprovidos de formação nativa, frequentemente recobertos por gramíneas exóticas e espécies ruderais, como *Pennisetum* sp. (capim-napier), *Melinis minutiflora* (capim-gordura), ou solo exposto.

Nessa tipologia, ocorre a presença de indivíduos arbóreos nativos e exóticos isolados. Durante a execução do inventário foi realizado o censo florestal (inventário 100%) das árvores isoladas ao longo dessa tipologia.





Foto 6.50 – Área antrópica no local de intervenção (1).



Foto 6.51 – Área antrópica no local de intervenção (2).

#### 6.3.2.2.2.2 Área antrópica com regeneração arbórea

A tipologia denominada área antrópica com regeneração arbórea (**Fotos 6.52 e 6.53**) consiste em ambientes descaracterizados em relação à vegetação original, em geral abertos, com predomínio de gramíneas exóticas e espécies ruderais e ocorrência significativa de espécies arbóreas.

As áreas antrópicas com regeneração arbórea não formam ambientes florestais, uma vez que não apresentam fechamento de copas e predominam ambientes abertos dominados por gramíneas exóticas, com destaque para a espécie *Melinis minutiflora* (capim-gordura).

Uma vez que a presença de indivíduos arbóreos nessa tipologia é significativa, a estimativa do volume de madeira foi realizada através da amostragem de unidades amostrais (parcelas). Entre as espécies arbóreas de destaque nessa tipologia tem-se: *Acosmium subelegans* (chapadinha), *Chrysophyllum marginatum* (aguai), *Dalbergia miscolobium* (caviúna-do-cerrado), *Lithraea molleoides* (aroeirinha), *Machaerium hirtum* (bico-de-pato), *Myrsine coriacea* (capororoca-vermelha), *Tapirira guianensis* (pau-pombo), *Vernonia polyanthes* (assa-peixe), *Kielmeyera coriacea* (pau-santo).



Foto 6.52 – Área antrópica com regeneração arbórea na área de intervenção (1).



Foto 6.53 – Área antrópica com regeneração arbórea na área de intervenção (2).

#### 6.3.2.2.2.3 Estrada não pavimentada

A tipologia estrada (**Foto 6.54**) representa as vias de acesso vicinais não pavimentadas, compondo a infraestrutura viária interna da Mosaic Fertilizantes, com restrição de acesso a pessoas não autorizadas.



**Foto 6.54 – Estrada na área de intervenção.**

#### 6.3.2.2.2.4 *Eucalipto*

A tipologia eucalipto corresponde aos locais com presença da espécie exótica *Eucalyptus* sp., introduzida em uma pequena porção na parte sul da área de intervenção.

Devido à pequena extensão dessa tipologia na área de intervenção, foi realizado o censo florestal das árvores inseridas nessa classe de uso do solo.

#### 6.3.2.2.2.5 *Floresta Estacional Semidecidual – FES estágio médio*

A Floresta Estacional Semidecidual – FES (**Foto 6.55**) 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 (PROBIO, 2007).

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 6.55 - FES médio presente na ADA.**

Os fragmentos de FES classificados em estágio médio de regeneração no local de intervenção apresentam estratificação da vegetação, com presença de dossel e sub-bosque (**Foto 6.56**).

O dossel florestal apresenta-se no geral com altura em torno de 10 metros, com algumas árvores emergentes atingindo até 12 metros de altura.

O diâmetro médio das árvores amostradas na fisionomia FES médio durante o inventário florestal foi de 10,7 cm e a altura média foi de 7,8 metros.

Entre as espécies de destaque nessa fisionomia estão: *Casearia lasiophylla*, *Machaerium villosum*, *Ocotea pulchella*, *Senna macranthera*, *Styrax camporum*, *Tapirira guianensis*.

Nessa tipologia florestal, existe a formação de sub-bosque, com presença de indivíduos arbóreos regenerantes, além de muitas espécies arbustivas e herbáceas, como *Lasiacis ligulata*, *Piper aduncum*, *Psychotria carthagenensis*.



**Foto 6.56 – 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, especialmente de bromélias, como *Aechmea* sp., *Tillandsia* sp..

Ocorrem trepadeiras ao longo da fisionomia, entre espécies herbáceas e lenhosas, como *Pyrostegia venusta*, *Serjania* sp., *Smilax brasiliensis*.

A serapilheira (**Foto 6.57**) é evidente, em geral contínua e de espessura média.



**Foto 6.57 – Serapilheira em FES estágio médio na área de intervenção.**

#### 6.3.2.2.2.6 Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial

Os fragmentos de FES em estágio inicial na área de intervenção (**Foto 6.58**) são locais com predomínio de espécies pouco desenvolvidas em diâmetro e altura, em geral com baixa diversidade de espécies e acentuada presença de espécies pioneiras. Eventualmente pode ocorrer a presença de alguns remanescentes arbóreos de maior porte já estabelecidos a mais tempo no ambiente, porém não descaracteriza o estágio de sucessão inicial.

A tipologia FES estágio inicial não apresenta estratificação definida da vegetação, com presença de muitas clareiras e o estrato herbáceo é bastante evidente, com presença inclusive de gramíneas exóticas, especialmente *Melinis minutiflora* (capim-gordura).

A incidência de trepadeiras é significativa, com predomínio de espécies herbáceas e a presença de epífitas não é evidente e sem representatividade na comunidade vegetal. A serrapilheira, quando presente, apresenta-se de forma descontínua e é composta por uma fina camada.

O diâmetro médio das árvores amostradas nessa fisionomia durante o inventário florestal foi de 8,5 cm e a altura média dos indivíduos arbóreos amostrados foi de 3,6 metros.

Entre as espécies comuns encontradas nos fragmentos de FES inicial na área do empreendimento, tem-se: *Lithraea molleoides* (aroeirinha), *Myrcia tomentosa* (goiabeira-brava), *Myrsine umbellata* (capororoca), *Tapirira guianensis* (pau-pombo).





**Foto 6.58 – FES inicial presente na ADA.**

#### 6.3.2.2.2.7 Transição FES/Cerrado em estágio médio

As formações classificadas como transição são ambientes de contato florístico entre as fisionomias Floresta Estacional Semidecidual – FES e Cerrado (**Fotos 6.59 e 6.60**), também denominadas áreas de tensão ecológica.

Segundo o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012), as áreas de tensão ecológica são sistemas de transição entre dois ou mais tipos de vegetação, com comunidades quase sempre indiferenciadas, onde as floras se interpenetram, constituindo transições florísticas ou contatos edáficos. As áreas de transição são classificadas como ecótono, quando ocorre mistura florística entre tipos de vegetação.

Na formação florestal classificada como transição FES/Cerrado, ocorrem espécies características de Floresta Estacional Semidecidual, como *Casearia lasiophylla* (cambroé), *Casearia sylvestris* (erva-lagarto), *Chrysophyllum marginatum* (aguai), *Lithraea molleoides* (aroeirinha), *Machaerium villosum* (jacarandá-paulista), *Styrax camporum* (benjoeiro), além de espécies típicas de Cerrado, como *Acosmium subelegans* (chapadinha), *Dalbergia miscolobium* (caviúna-do-cerrado), *Kielmeyera coriacea* (pau-santo), *Myrcia variabilis* (mercúrio), *Plenckia populnea* (marmelo-do-cerrado).

Diante dos aspectos fisionômicos e composição florística, essa tipologia mapeada na área de intervenção foi considerada como um ecótono (área de tensão ecológica) e classificada como transição FES/Cerrado.

A composição florística dessa tipologia é resultado de variações edáficas e da magnitude dos distúrbios antrópicos ocorridos no local, o que influencia no processo de sucessão ecológica. As áreas de transição sofreram perturbações mais acentuadas no passado e evoluíram através da sucessão natural de áreas mais abertas para formações mais fechadas. Com o adensamento da vegetação ocorre modificação da estrutura e da composição florística, uma vez que espécies que precisam de luz direta, como as do cerrado, tendem a desaparecer e favorecer o desenvolvimento de espécies florestais tolerantes à sombra.

As áreas de transição apresentam estratificação incipiente da vegetação, com formação de dossel do componente arbóreo em torno de 8 metros e formação de sub-bosque, com presença de espécies arbóreas e arbustivas em regeneração, inclusive com presença de gramíneas exóticas.

A ocorrência de epífitas é baixa e pouco significativa, sendo observado apenas espécies do gênero *Tillandsia*.

A incidência de trepadeiras é moderada, com maior ocorrência de espécies herbáceas, como *Serjania* sp. e *Smilax brasiliensis*.

Ocorre a formação de serrapilheira, em geral contínua, com uma fina camada pouco decomposta.

Durante a amostragem do inventário nessa fisionomia a média diamétrica dos indivíduos arbóreos foi de 10,1 cm e a média de altura foi de 6,2 metros.



Foto 6.59 – Transição FES/Cerrado na ADA (1).



Foto 6.60 – Transição FES/Cerrado na ADA (2).

#### 6.3.2.2.3 Levantamento Florístico ADA/AID

Durante o levantamento florístico realizado na área diretamente afetada (ADA) e área de influência direta (AID), foram levantadas 154 espécies vegetais, distribuídas entre 54 famílias botânicas.

O **Quadro 6.31** indica a família, o nome científico, nome comum, fisionomia, hábito da espécie e local de ocorrência.

Quadro 6.31 – 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	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Mangifera indica</i>	Mangueira	A	ARB	ADA
	<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Aroeira	F	ARB	ADA
	<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Aroeira-mansa	A	ARB	ADA
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Pau-pombo	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D. Mitch	Pombeiro	A	ARB	ADA/AID
Annonaceae	<i>Annona neosalicifolia</i> H.Rainer	Araticum-falso	A/F	ARB	ADA
	<i>Guatteria sellowiana</i>	Embira-preta	F	ARB	AID
	<i>Xylopia sericea</i>	Pindaíba	F	ARB	ADA
Apocynaceae	<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	Guatambu	A/F	ARB	ADA
	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	Peroba-do-cerrado	A	ARB	AID
Araceae	<i>Philodendron</i> sp.	Imbé	F	HRB	ADA
Araliaceae	<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch	Maria-mole	A/F	ARB	ADA/AID
Arecaceae	<i>Geonoma</i> sp.	Aricanga	F	ABT	ADA/AID
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá	A	ARB	ADA/AID
Asteraceae	<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	Macela	A/C/F	HRB	ADA/AID
	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Alecrim	A	ABT	ADA/AID
	<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	Carqueja	A/C/F	HRB	ADA/AID
	<i>Bidens pilosa</i> L.	Picão-preto	A	HRB	ADA/AID
	<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Pol.	Paraqueda	A	HRB	ADA
	<i>Eremanthus glomeratus</i> Less.	Coração-de-negro	A/C	ARB	AID
	<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G.Sancho	Cambará	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	Vassourão-preto	A/F	ARB	AID
	<i>Vernonia glabrata</i> Less.	Assa-peixe-roxo	A	ABT	ADA/AID
	<i>Vernonia polyanthes</i> Less.	Assa-peixe	A	ARB	ADA/AID
Bignoniaceae	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O Grose	Ipê-amarelo	F	ARB	ADA/AID

Família	Nome científico	Nome comum	Fisionomia	Hábito	Local
	<i>Jacaranda caroba</i>	Carobinha	A/C	ABT	AID
	<i>Jacaranda macrantha</i> Cham.	Caroba	F	ARB	AID
	<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker Gawl.)	Cipó-de-são-joão	A/F	TRP	ADA/AID
	<i>Tabebuia roseoalba</i>	Ipê-branco	A	ARB	ADA
	<i>Zeyheria montana</i>	Bolsa-de-pastor	A/C	ABT	ADA/AID
Bromeliaceae	<i>Aechmea</i> sp.	Bromélia	F	HRB	ADA/AID
	<i>Tillandsia</i> sp.	Tilandsia	F	HRB	ADA/AID
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Amescla	F	ARB	AID
Cannabaceae	<i>Celtis pubescens</i> Spreng.	Grão-de-galo	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Crindiúva	A/F	ARB	ADA/AID
Celastraceae	<i>Plenckia populnea</i> Reissek	Marmelo-do-cerrado	A/C/F	ARB	ADA/AID
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i> Pers.	Guaperê	A/C/F	ARB	AID
Clusiaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	Pau-santo	A/C/F	ARB	ADA/AID
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	Curriola	A/F	TRP	ADA/AID
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	Melãozinho	A/F	TRP	ADA/AID
Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i>	Caquizeiro-da-mato	A	ARB	ADA
Equisetaceae	<i>Equisetum</i> sp.	Cavalinha	A	HRB	ADA
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i>	Fruta-de-pomba	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Erythroxylum</i> sp.	Cocão	A/F	ARB	ADA
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Tapi	A/F	ARB	ADA
	<i>Croton urucurana</i> Baill.	Sangra-d'água	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Ricinus communis</i> L.	Mamona	A	ABT	ADA/AID
	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong.	Leiteiro	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Sapium haematospermum</i> Müll. Arg.	Leiteiro-chorão	A	ABT	ADA
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Chamaecrista</i> sp.	Mata-pasto	A	HRB	ADA
	<i>Copaifera langsdorffii</i>	Copaíba	F	ARB	ADA/AID
	<i>Senna macranthera</i> (DC. Ex Collad.)	Aleluia	A/F	ARB	ADA/AID
Fabaceae-Cercideae	<i>Bauhinia rufa</i>	Pata-de-vaca	A/F	ARB	ADA/AID



Família	Nome científico	Nome comum	Fisionomia	Hábito	Local
Fabaceae-Faboideae	<i>Acosmium subelegans</i> (Mohlenbr.) Yakovlev	Chapadinha	A/C/F	ARB	ADA/AID
	<i>Crotolaria</i> sp.	Crotalária	A	HRB	ADA
	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Caviúna-do-cerrado	A/C/F	ARB	ADA/AID
	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	Mulungu	A	ARB	ADA/AID
	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	Bico-de-pato	A	ARB	ADA
	<i>Machaerium villosum</i> Vogel	Jacarandá-paulista	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Jacarandazinho	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Vatairea macrocarpa</i>	Angelim	A/F	ARB	ADA
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speng.	Angico-vermelho	F	ARB	AID
	<i>Inga edulis</i> Mart.	Ingá	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Inga</i> sp.	Ingá	A	ARB	ADA
	<i>Leucochloron incuriale</i> (Vell.)	Cortiça	F	ARB	AID
	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	Espineiro	A	ARB	ADA/AID
	<i>Mimosa</i> sp.	Arranha-gato	A	ABT	ADA/AID
	<i>Stryphonodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	Barbatimão	A/C	ARB	ADA/AID
Gleicheniaceae	<i>Dicranopteris flexuosa</i> (Schrad.) Underw.	Samambaia	A	HRB	AID
Lamiaceae	<i>Aegiphila lhotzkiana</i> Cham.	Tamanqueira	A/C/F	ARB	ADA/AID
	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	Pau-tamanco	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.	Mentinha	A	HRB	ADA/AID
	<i>Vitex polygama</i> Cham.	Tarumã	F	ARB	AID
Lauraceae	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	Canela-ferrugem	A/F	ARB	ADA
	<i>Ocotea pulchella</i> (Ness) Mez	Canelinha	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Ocotea velloziana</i> (Meisn.) Mez	Canela	F	ARB	ADA
	<i>Persea willdenovii</i> Kosterm.	Maçaranduba	A	ARB	ADA/AID
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i>	Jequitibá	F	ARB	ADA
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	Pacari	A	ARB	AID
Malpighiaceae	<i>Byrsonima laxiflora</i>	Murici	F	ARB	AID
	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) Rich	Muricizão	C	ARB	AID

Família	Nome científico	Nome comum	Fisionomia	Hábito	Local
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i>	Açoita-cavalo	A/F	ARB	ADA
	<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.	Açoita-cavalo	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns	Embiruçu	A	ARB	ADA
Melastomataceae	<i>Miconia cuspidata</i>	Pixirica	F	ARB	ADA
	<i>Miconia dodecandra</i>	Sabiazeira	F	ARB	ADA
	<i>Miconia pepericarpa</i> DC.	Lingua-de-tamanduá	A/C/F	ARB	ADA/AID
	<i>Miconia sellowiana</i>	Pixirica	F	ARB	ADA/AID
	<i>Tibouchina candolleana</i> (DC.) Cogn.	Quaresmeira-roxa	A/F	ARB	ADA/AID
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Canjerana	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Trichilia hirta</i>	Catiguá	A/F	ARB	ADA
	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Catiguá-vermelho	A/F	ARB	ADA
Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	Ucuúba	F	ARB	AID
Myrtaceae	<i>Campomanesia sessiliflora</i> (O.Berg) Mattos	Gabirola-verde	C	ARB	AID
	<i>Eucalyptus</i> sp.	Eucalipto	R	ARB	ADA/AID
	<i>Eugenia florida</i> DC.	Guamirim	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Gomidesia lindeniana</i> O. Berg.	Pimenteira	F	ARB	ADA/AID
	<i>Myrcia splendens</i>	Folha-miúda	F/C	ARB	ADA/AID
	<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	Goiabeira-brava	A/C/F	ARB	ADA/AID
	<i>Myrcia variabilis</i> DC.	Mercúrio	A/C/F	ARB	ADA/AID
	<i>Psidium guajava</i> L.	Goiabeira	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Psidium rufum</i> DC.	Araçá-roxo	A	ARB	ADA
	Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	Maracujá-do-mato	A/F	TRP
Phyllanthaceae	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	Licurana	F	ARB	AID
Pinaceae	<i>Pinus</i> sp.	Pinus	A	ARB	ADA/AID
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	Jaborandi	F	ABT	ADA/AID
Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i> L.	Capim-rabo-de-burro	A	HRB	ADA/AID
	<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	Capim-vassourinha	C	HRB	AID
	<i>Brachiaria</i> sp.	Braquiária	A	HRB	ADA/AID

Família	Nome científico	Nome comum	Fisionomia	Hábito	Local
	<i>Echinolaena inflexa</i> (Poir.) Chase	Capim-flechinha	C	HRB	AID
	<i>Lasiacis ligulata</i> Hitchc. & Chase	Capim-taquari	F	HRB	ADA/AID
	<i>Loudetiopsis chrysothrix</i> (Nees) Conert	Brinco-de-princesa	A/C	HRB	AID
	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.	Capim-gordura	A/F	HRB	ADA/AID
	<i>Pennisetum</i> sp.	Capim-napier	A	HRB	ADA/AID
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Mart.) Mez	Capororoca-vermelha	A/C/F	ARB	ADA/AID
	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororoca	A/C/F	ARB	ADA/AID
Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum</i> C. Presl	Avenca	F	HRB	AID
	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kunth.	Samambaia	A	HRB	ADA/AID
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Pessegueiro-bravo	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Rubus sellowii</i> Cham. & Schldl.	Amora-do-mato	A/F	TRP	ADA/AID
Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	Marmelada	F	ARB	ADA/AID
	<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schldl	Veludo	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	Café-do-mato	F	ABT	ADA
	<i>Psychotria</i> sp.	Erva-de-rato	F	ABT	ADA
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Maminha	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Mamica-de-porca	F	ARB	AID
Salicaceae	<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	Cambroé	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Casearia rupestris</i>	Mossoroca	F	ARB	ADA
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Erva-lagarto	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	Espinho-de-judeu	F	ARB	ADA
Santalaceae	<i>Phoradendron</i> sp.	Erva-de-passarinho	A	HRB	ADA
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Camboatá-vermelho	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá-branco	F	ARB	AID
	<i>Serjania</i> sp.	Cipó-timbó	A/F	TRP	ADA/AID
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Aguaí	A/F	ARB	ADA/AID
Siparunaceae	<i>Siparuna cujabana</i> (Mart.) A.DC.	Siparuna	F	ABT	ADA/AID
	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Siparuna	A/F	ABT	ADA/AID

Família	Nome científico	Nome comum	Fisionomia	Hábito	Local
Smilacaceae	<i>Smilax brasiliensis</i> Spreng.	Japecanga	A/F	TRP	ADA/AID
Solanaceae	<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.	Coerana	A	ARB	ADA/AID
	<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	Lobeira	A	ARB	ADA/AID
	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Fumo-bravo	A	ARB	ADA/AID
	<i>Solanum paniculatum</i> L.	Jurubeba	A	ABT	ADA
	<i>Solanum viarum</i> Dunal	Joá	A	HRB	ADA/AID
Styracaceae	<i>Styrax camporum</i> Pohl	Benjoeiro	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Benjoeiro-do-cerrado	A/C/F	ARB	ADA
Typhaceae	<i>Typha angustifolia</i> L.	Taboa	A	HRB	ADA/AID
Urticaceae	<i>Cecropia lyratiloba</i>	Embaúba	A	ARB	ADA
	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba	A/F	ARB	ADA/AID
	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. Ex Wedd.	Urtigão	F	ARB	ADA
Verbenaceae	<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Pers	Lixinha	F	ARB	AID
	<i>Lantana camara</i> L.	Camará	A	HRB	ADA/AID
Vochysiaceae	<i>Callisthene major</i> Mart.	Carvoeira	A/C/F	ARB	AID
	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	Pau-tucano	C/F	ARB	AID

**Legenda:** A: área antrópica; F: Formação florestal; C: Cerrado; ARB: arbóreo; ABT: arbustiva; HRB: herbácea; TRP: trepadeira; ADA: área diretamente afetada; AID: área de influência direta.



As Fotos 6.61 a 6.66 ilustram algumas das espécies encontradas.



Foto 6.61 – Espécie *Dalbergia miscolobium* (caviúna-do-cerrado) no local de intervenção.



Foto 6.62 – Espécie arbórea *Tapirira guianensis* (pau-pombo) no local de estudo.



Foto 6.63 – Espécie *Lithraea molleoides* (aroeirinha) no local de intervenção.

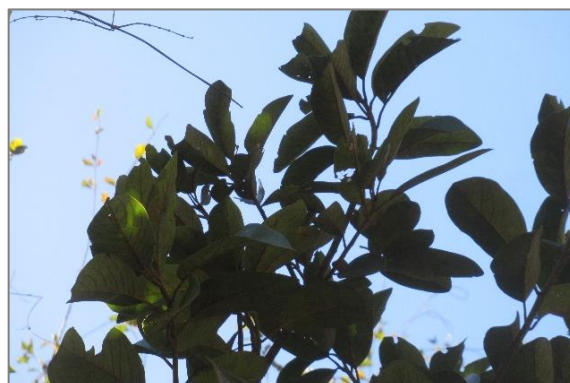


Foto 6.64 – Espécie *Styrax camporum* (benjoeiro) levantada na área de estudo.



Foto 6.65 – Espécie *Vernonia polyanthes* (assa-peixe) no local de intervenção.



Foto 6.66 – Samambaia *Pteridium aquilinum* na ADA.

➤ **Espécies Ameaçadas de Extinção, Imunes de Corte e de Interesse Econômico – ADA e AID**

De acordo com a Portaria do MMA nº 148, de 7 de junho de 2022, que apresenta a Lista Nacional de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção, nenhuma das espécies levantadas na área de intervenção é considerada como ameaçada de extinção.

A espécie *Handroanthus serratifolius* (ipê-amarelo) é declarada de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte no Estado de Minas Gerais segundo a Lei Estadual nº 20.308, de 27 de julho de 2012.

A seguir são apresentados os dados obtidos no inventário florestal realizado na ADA.

#### 6.3.2.2.4 Inventário florestal - ADA

Durante o inventário florestal realizado na área de intervenção do depósito PDM-2 (parcelas + censo), foram mensurados um total de 1.151 indivíduos arbóreos, distribuídos entre 87 espécies e 33 famílias botânicas.

Na amostragem estratificada realizada através de unidades amostrais (parcelas) nas tipologias FES estágio médio, FES estágio inicial, Transição FES/Cerrado estágio médio e área antrópica com regeneração arbórea, foram mensurados 397 indivíduos arbóreos, distribuídos entre 51 espécies e 26 famílias botânicas.

Durante o censo florestal, foram mensuradas outras 754 árvores (602 nativas + 152 exóticas), distribuídas entre 67 espécies e 30 famílias botânicas.

O **Quadro 6.32** apresenta a lista florística das espécies arbóreas amostradas no inventário florestal (parcelas e censo) realizado na ADA.

**Quadro 6.32 – Lista florística das espécies arbóreas amostradas no inventário florestal na ADA.**

Família	Nome científico	Nome popular
Anacardiaceae	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Aroeirinha
	<i>Mangifera indica</i>	Mangueira
	<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Aroeira
	<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Aroeira-mansa
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Pau-pombo
	<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D. Mitch	Pombeiro
Annonaceae	<i>Annona neosalicifolia</i> H.Rainer	Araticum-falso
	<i>Xylopia sericea</i>	Pindaíba
Apocynaceae	<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	Guatambu
Araliaceae	<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch	Maria-mole
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá
Asteraceae	<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G.Sancho	Cambará
	<i>Vernonia polyanthes</i> Less.	Assa-peixe
Bignoniaceae	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O Grose*	Ipê-amarelo
	<i>Tabebuia roseoalba</i>	Ipê-branco
Cannabaceae	<i>Celtis pubescens</i> Spreng.	Grão-de-galo
	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Crindiúva
Celastraceae	<i>Plenckia populnea</i> Reissek	Marmelo-do-cerrado
Clusiaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	Pau-santo
Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i>	Caquizeiro-da-mato
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i>	Fruta-de-pomba
	<i>Erythroxylum</i> sp.	Cocão
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Tapi
	<i>Croton urucurana</i> Baill.	Sangra-d'água
	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong.	Leiteiro

Família	Nome científico	Nome popular
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	Copaíba
	<i>Senna macranthera</i> (DC. Ex Collad.)	Aleluia
Fabaceae-Cercideae	<i>Bauhinia rufa</i>	Pata-de-vaca
Fabaceae-Faboideae	<i>Acosmium subelegans</i> (Mohlenbr.) Yakovlev	Chapadinha
	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Caviúna-do-cerrado
	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	Mulungu
	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	Bico-de-pato
	<i>Machaerium villosum</i> Vogel	Jacarandá-paulista
	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Jacarandazinho
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Vatairea macrocarpa</i>	Angelim
	<i>Inga edulis</i> Mart.	Ingá
	<i>Inga</i> sp.	Ingá
	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	Espinheiro
Lamiaceae	<i>Stryphonodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	Barbatimão
	<i>Aegiphila lhotzkiana</i> Cham.	Tamanqueira
Lauraceae	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	Pau-tamanco
	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	Canela-ferrugem
	<i>Ocotea pulchella</i> (Ness) Mez	Canelinha
	<i>Ocotea velloziana</i> (Meisn.) Mez	Canela
Lecythidaceae	<i>Persea willdenovii</i> Kosterm.	Maçaranduba
	<i>Cariniana estrellensis</i>	Jequitibá
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i>	Açoita-cavalo
	<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.	Açoita-cavalo
	<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart. & Zucc.)	Embruruçu
Melastomataceae	<i>Miconia cuspidata</i>	Pixirica
	<i>Miconia dodecandra</i>	Sabiazeira
	<i>Miconia pepericarpa</i> DC.	Língua-de-tamanduá
	<i>Miconia sellowiana</i>	Pixirica
Meliaceae	<i>Tibouchina candolleana</i> (DC.) Cogn.	Quaresmeira-roxa
	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Canjerana
	<i>Trichilia hirta</i>	Catiguá
Myrtaceae	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Catiguá-vermelho
	<i>Eucalyptus</i> sp.	Eucalipto
	<i>Eugenia florida</i> DC.	Guamirim
	<i>Gomidesia lindeniana</i> O. Berg.	Pimenteira
	<i>Myrcia splendens</i>	Folha-miúda
	<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	Goiabeira-brava
	<i>Myrcia variabilis</i> DC.	Mercúrio
	<i>Psidium guajava</i> L.	Goiabeira
<i>Psidium rufum</i> DC.	Araçá-roxo	
Pinaceae	<i>Pinus</i> sp.	Pinus
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Mart.) Mez	Capororoca-vermelha
	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororoca
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Pessegueiro-bravo
Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	Marmelada



Família	Nome científico	Nome popular
	<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltdl	Veludo
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Maminha
Salicaceae	<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	Cambroé
	<i>Casearia rupestris</i>	Mossoroça
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Erva-lagarto
	<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	Espinho-de-judeu
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Camboatá-vermelho
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.)	Aguai
Solanaceae	<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.	Coerana
	<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	Lobeira
	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Fumo-bravo
Styracaceae	<i>Styrax camporum</i> Pohl	Benjoeiro
	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Benjoeiro-do-cerrado
Urticaceae	<i>Cecropia lyratiloba</i>	Embaúba
	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba
	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. Ex Wedd.	Urtigão

Legenda: \* Espécie imune de corte em MG – Lei 20.308/2012.

De acordo com a florística de famílias, a Anacardiaceae obteve maior destaque no número de indivíduos amostrados no estudo (**Figura 6.63**), com 325 representantes (28,2% da população), seguida por Myrtaceae com 215 indivíduos (18,7 %) e Fabaceae com 167 (14,5%).

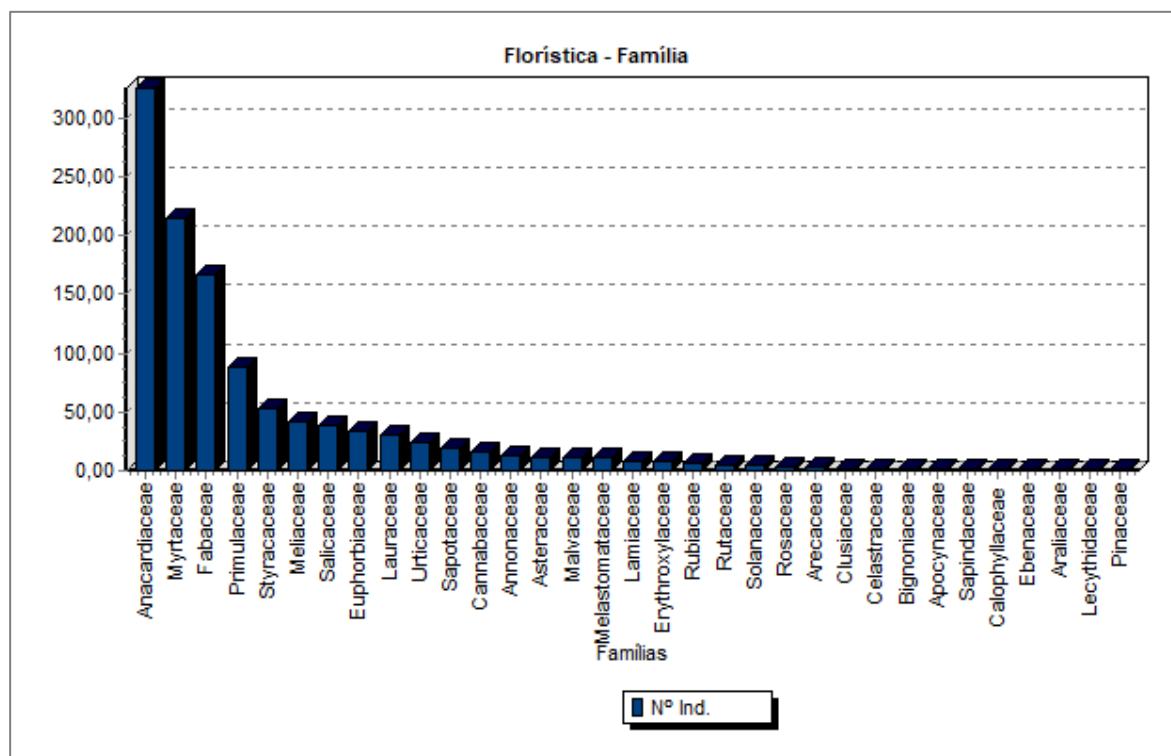


Figura 6.63 – Número de indivíduos amostrados no inventário florestal na ADA por família.

A amostragem realizada nas unidades amostrais (parcelas) apresentou valor do Índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) igual a 3,18 (**Quadro 6.33**). As parcelas 8 e 1 apresentaram os maiores valores de diversidade.



**Quadro 6.33 – Índices de diversidade da população amostrada no inventário florestal na ADA.**

Parcela	N	S	ln(S)	H'	C	J	QM
1	22	13	2,57	2,33	0,91	0,91	1 : 1,69
2	39	13	2,57	2,14	0,85	0,83	1 : 3,00
3	30	13	2,57	2,32	0,91	0,90	1 : 2,31
4	14	7	1,95	1,67	0,81	0,86	1 : 2,00
5	35	12	2,49	2,09	0,86	0,84	1 : 2,92
6	45	5	1,61	0,63	0,29	0,39	1 : 9,00
7	24	11	2,40	2,08	0,87	0,87	1 : 2,18
8	42	17	2,83	2,48	0,91	0,88	1 : 2,47
9	11	8	2,08	1,97	0,93	0,95	1 : 1,38
10	60	13	2,57	1,96	0,79	0,76	1 : 4,62
11	17	6	1,79	1,40	0,74	0,78	1 : 2,83
12	32	10	2,30	1,67	0,74	0,73	1 : 3,20
13	26	8	2,08	1,74	0,82	0,84	1 : 3,25
Geral	397	51	3,93	3,18	0,94	0,81	1 : 7,78

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, Transição FES/Cerrado estágio médio e área antrópica com regeneração arbórea), 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 (FES) estágio médio

A amostragem da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração foi realizada ao longo de 4 (quatro) parcelas, com amostragem de 166 árvores distribuídas entre 25 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*, *Lithraea molleoides*, *Trichilia pallida*, *Tapirira guianensis* e *Ocotea pulchella*, respectivamente.

A estrutura horizontal da vegetação amostrada pode ser visualizada no **Quadro 6.34** e **Figura 6.64**.

**Quadro 6.34 – Estrutura horizontal da fisionomia FES médio amostrada.**

Nome Científico	N	P	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVI	VI (%)
<i>Machaerium villosum</i>	40	2	0,4575	333,3	24,1	50	4,55	3,81	23,02	47,12	51,66	17,22
<i>Lithraea molleoides</i>	18	3	0,4215	150,0	10,8	75	6,82	3,51	21,21	32,05	38,87	12,96
<i>Trichilia pallida</i>	26	1	0,2154	216,7	15,7	25	2,27	1,80	10,84	26,50	28,77	9,59
<i>Tapirira guianensis</i>	13	4	0,1927	108,3	7,83	100	9,09	1,61	9,69	17,52	26,62	8,87
<i>Ocotea pulchella</i>	9	3	0,1417	75,0	5,42	75	6,82	1,18	7,13	12,55	19,37	6,46

Nome Científico	N	P	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVI	VI (%)
<i>Casearia sylvestris</i>	10	3	0,0931	83,3	6,02	75	6,82	0,78	4,68	10,71	17,53	5,84
<i>Styrax camporum</i>	9	3	0,0899	75,0	5,42	75	6,82	0,75	4,52	9,95	16,76	5,59
<i>Casearia lasiophylla</i>	7	3	0,0419	58,3	4,22	75	6,82	0,35	2,11	6,33	13,14	4,38
<i>Senna macranthera</i>	4	2	0,0226	33,3	2,41	50	4,55	0,19	1,14	3,55	8,10	2,70
<i>Guettarda viburnoides</i>	3	2	0,0311	25,0	1,81	50	4,55	0,26	1,56	3,37	7,92	2,64
<i>Ocotea velloziana</i>	2	2	0,0312	16,7	1,20	50	4,55	0,26	1,57	2,78	7,32	2,44
<i>Annona neosalicifolia</i>	5	1	0,0296	41,7	3,01	25	2,27	0,25	1,49	4,50	6,77	2,26
<i>Myrcia tomentosa</i>	2	2	0,0162	16,7	1,20	50	4,55	0,14	0,82	2,02	6,57	2,19
<i>Prunus myrtifolia</i>	2	2	0,0121	16,7	1,20	50	4,55	0,10	0,61	1,81	6,36	2,12
<i>Cecropia pachystachya</i>	2	1	0,0464	16,7	1,20	25	2,27	0,39	2,33	3,54	5,81	1,94
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	4	1	0,0134	33,3	2,41	25	2,27	0,11	0,68	3,09	5,36	1,79
<i>Gomidesia lindeniana</i>	2	1	0,0339	16,7	1,20	25	2,27	0,28	1,71	2,91	5,18	1,73
<i>Cabrlea canjerana</i>	1	1	0,0379	8,3	0,60	25	2,27	0,32	1,91	2,51	4,78	1,59
<i>Xylosma ciliatifolia</i>	1	1	0,0286	8,3	0,60	25	2,27	0,24	1,44	2,04	4,32	1,44
<i>Inga edulis</i>	1	1	0,0168	8,3	0,60	25	2,27	0,14	0,85	1,45	3,72	1,24
<i>Celtis pubescens</i>	1	1	0,0039	8,3	0,60	25	2,27	0,03	0,19	0,80	3,07	1,02
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1	1	0,0029	8,3	0,60	25	2,27	0,02	0,14	0,75	3,02	1,01
<i>Luehea grandiflora</i>	1	1	0,0029	8,3	0,60	25	2,27	0,02	0,14	0,75	3,02	1,01
<i>Machaerium hirtum</i>	1	1	0,0023	8,3	0,60	25	2,27	0,02	0,12	0,72	2,99	1,00
<i>Amaioua guianensis</i>	1	1	0,0020	8,3	0,60	25	2,27	0,02	0,10	0,71	2,98	0,99
Total	166	4	1,9876	1383	100	1100	100	16,6	100	200	300	100

**Legenda:** N (nº indivíduos); P (unidade amostral); G (área basal – m<sup>2</sup>); DA (densidade absoluta n/ha); DR (densidade relativa %); FA (frequência absoluta); FR (frequência relativa %); DoA (dominância absoluta); DoR (dominância relativa); IVC (índice de valor de cobertura); IVI (índice de valor de importância).

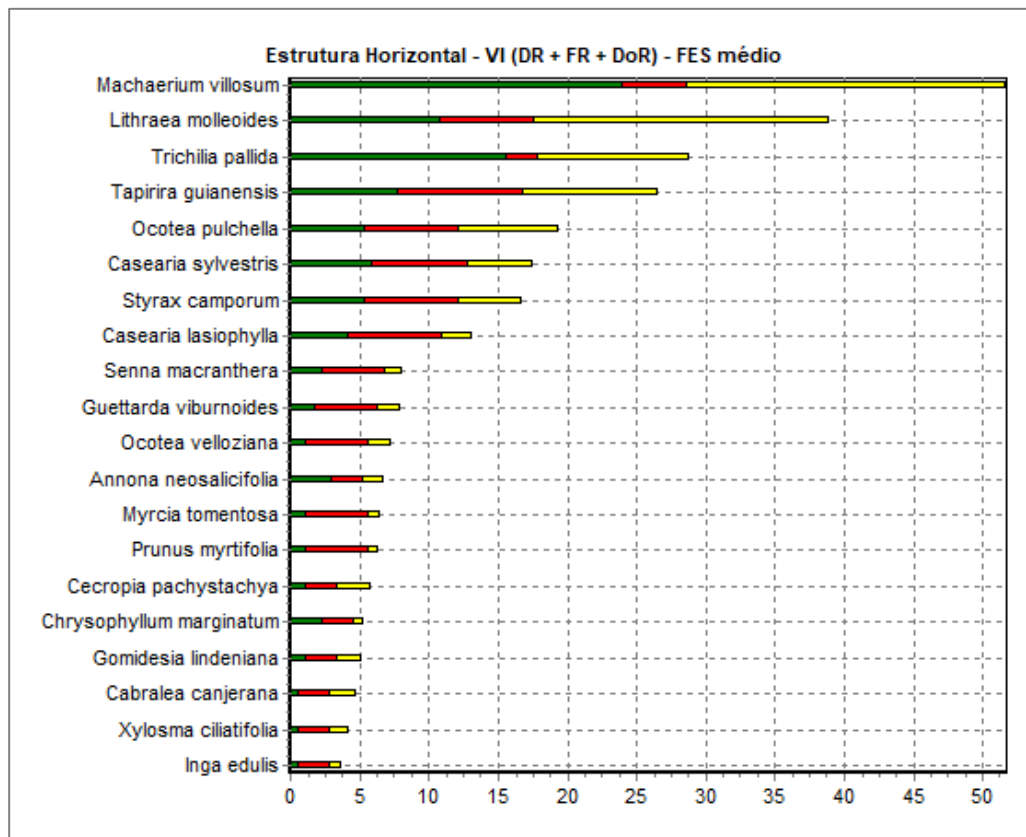


Figura 6.64 – Representação gráfica das 20 espécies com maior IVI na fisionomia FES médio.

#### - 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 na fisionomia FES médio 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**.

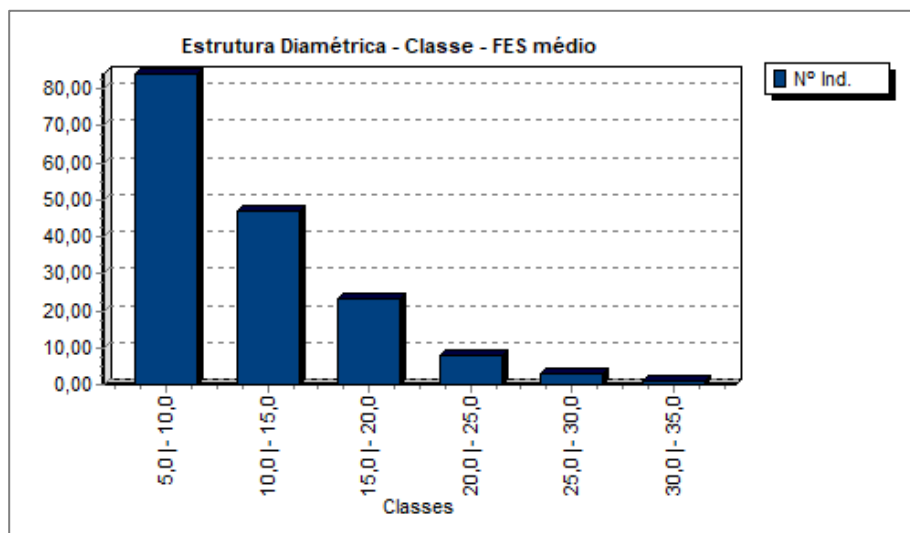


Figura 6.65 – Representação gráfica da estrutura diamétrica da fisionomia FES médio.

De acordo com o **Quadro 6.35**, a classe diamétrica de maior representatividade na amostragem foi de 5,0 - 10,0 cm de DAP, com 84 indivíduos, seguida pelas classes de 10,0 - 15,0 cm com 47 indivíduos e 15,0 - 20,0 cm com 23 indivíduos da população total amostrada.

**Quadro 6.35 – Número de indivíduos (Nº), área basal (AB) e volume total (VT) por classe diamétrica na fisionomia 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> )
5,0   - 10,0	84	700	0,3481	2,9010	1,6739	13,9493
10,0   - 15,0	47	392	0,5638	4,6980	3,2952	27,4600
15,0   - 20,0	23	192	0,5334	4,4450	3,0585	25,4876
20,0   - 25,0	8	67	0,3002	2,5020	1,7585	14,6539
25,0   - 30,0	3	25	0,1508	1,2570	0,7705	6,4205
30,0   - 35,0	1	8	0,0913	0,7610	0,5299	4,4158
Total	166	1383	1,9876	16,5630	11,0865	92,3871

A média diamétrica (DAP) dos indivíduos amostrados na fisionomia FES médio foi de 10,7 cm.

O volume estimado por hectare na fisionomia FES médio foi de 92,3871 m<sup>3</sup>/ha e a área basal estimada foi de 16,5630 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 5,83 metros de altura, o médio entre 5,83 e 9,72 metros e o superior acima de 9,72 m (**Figura 6.66**). As espécies com maior número de indivíduos no estrato superior foram *Machaerium villosum*, *Tapirira guianensis* e *Trichilia pallida*.

A altura média da população arbórea amostrada na fisionomia FES médio foi de 7,8 metros.



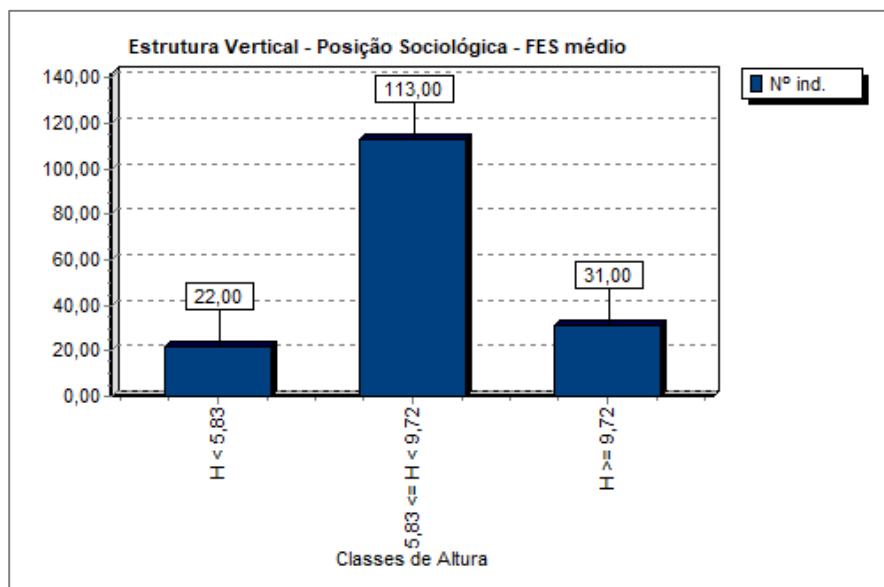


Figura 6.66 – Representação gráfica da estrutura vertical da fisionomia FES médio amostrada, de acordo com o número de indivíduos (Nº ind.).

#### ➤ Transição FES/Cerrado estágio médio

A amostragem na fisionomia Transição FES/Cerrado estágio médio foi realizada através de 3 (três) parcelas, com amostragem de 107 árvores distribuídas entre 22 espécies.

Os dados fitossociológicos obtidos na amostragem revelam que as espécies com maior valor de IVI (Índice de Valor de Importância) foram: *Lithraea molleoides*, *Styrax camporum*, *Dalbergia miscolobium*, *Chrysophyllum marginatum* e *Myrcia tomentosa*, respectivamente.

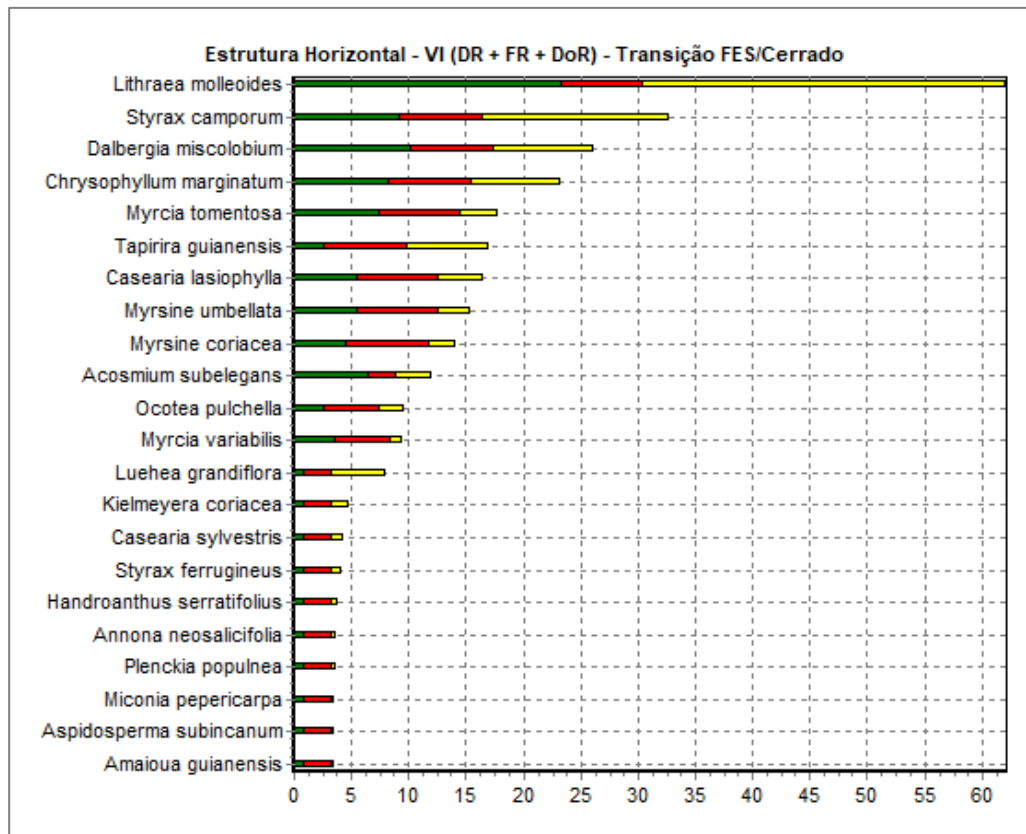
A estrutura horizontal da vegetação amostrada pode ser visualizada no **Quadro 6.36** e **Figura 6.67**.

Quadro 6.36 – Estrutura horizontal da fisionomia Transição FES/Cerrado amostrada.

Nome Científico	N	P	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVI	VI (%)
<i>Lithraea molleoides</i>	25	3	0,4138	277,8	23,36	100	7,14	4,60	31,63	55,00	62,14	20,71
<i>Styrax camporum</i>	10	3	0,2126	111,1	9,35	100	7,14	2,36	16,25	25,60	32,74	10,91
<i>Dalbergia miscolobium</i>	11	3	0,1151	122,2	10,28	100	7,14	1,28	8,80	19,08	26,23	8,74
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	9	3	0,1017	100,0	8,41	100	7,14	1,13	7,77	16,18	23,33	7,78
<i>Myrcia tomentosa</i>	8	3	0,0423	88,9	7,48	100	7,14	0,47	3,23	10,71	17,85	5,95
<i>Tapirira guianensis</i>	3	3	0,0917	33,3	2,80	100	7,14	1,02	7,01	9,81	16,95	5,65
<i>Casearia lasiophylla</i>	6	3	0,0501	66,7	5,61	100	7,14	0,56	3,83	9,44	16,58	5,53
<i>Myrsine umbellata</i>	6	3	0,0345	66,7	5,61	100	7,14	0,38	2,64	8,25	15,39	5,13
<i>Myrsine coriacea</i>	5	3	0,0303	55,6	4,67	100	7,14	0,34	2,32	6,99	14,13	4,71
<i>Acosmium subelegans</i>	7	1	0,0415	77,8	6,54	33,3	2,38	0,46	3,17	9,71	12,09	4,03
<i>Ocotea pulchella</i>	3	2	0,0266	33,3	2,80	66,7	4,76	0,30	2,03	4,84	9,60	3,20
<i>Myrcia variabilis</i>	4	2	0,0131	44,4	3,74	66,7	4,76	0,15	1,00	4,74	9,50	3,17
<i>Luehea grandiflora</i>	1	1	0,0618	11,1	0,93	33,3	2,38	0,69	4,72	5,66	8,04	2,68
<i>Kielmeyera coriacea</i>	1	1	0,0205	11,1	0,93	33,3	2,38	0,23	1,57	2,50	4,88	1,63
<i>Casearia sylvestris</i>	1	1	0,0134	11,1	0,93	33,3	2,38	0,15	1,02	1,96	4,34	1,45
<i>Styrax ferrugineus</i>	1	1	0,0121	11,1	0,93	33,3	2,38	0,13	0,93	1,86	4,24	1,41
<i>Handroanthus serratifolius</i>	1	1	0,0081	11,1	0,93	33,3	2,38	0,09	0,62	1,56	3,94	1,31
<i>Annona neosalicifolia</i>	1	1	0,0054	11,1	0,93	33,3	2,38	0,06	0,41	1,35	3,73	1,24
<i>Plenckia populnea</i>	1	1	0,0046	11,1	0,93	33,3	2,38	0,05	0,35	1,29	3,67	1,22

Nome Científico	N	P	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVI	VI (%)
<i>Miconia pepericarpa</i>	1	1	0,0035	11,1	0,93	33,3	2,38	0,04	0,27	1,20	3,58	1,19
<i>Aspidosperma subincanum</i>	1	1	0,0029	11,1	0,93	33,3	2,38	0,03	0,22	1,15	3,54	1,18
<i>Amaioua guianensis</i>	1	1	0,0026	11,1	0,93	33,3	2,38	0,03	0,20	1,13	3,51	1,17
Total	107	3	1,3082	1189	100	1400	100	14,5	100	200	300	100

**Legenda:** N (nº indivíduos); P (unidade amostral); G (área basal – m²); DA (densidade absoluta n/ha); DR (densidade relativa %); FA (frequência absoluta); FR (frequência relativa %); DoA (dominância absoluta); DoR (dominância relativa); IVC (índice de valor de cobertura); IVI (índice de valor de importância).



**Figura 6.67 – Representação gráfica do IVI das espécies amostradas no estrato Transição FES/Cerrado estágio médio.**

### - Estrutura diamétrica

A estrutura diamétrica da população inventariada na Transição FES/Cerrado revela uma concentração de indivíduos nas menores classes de diâmetro, com redução do número de indivíduos nas maiores classes, conforme demonstra a **Figura 6.68**.

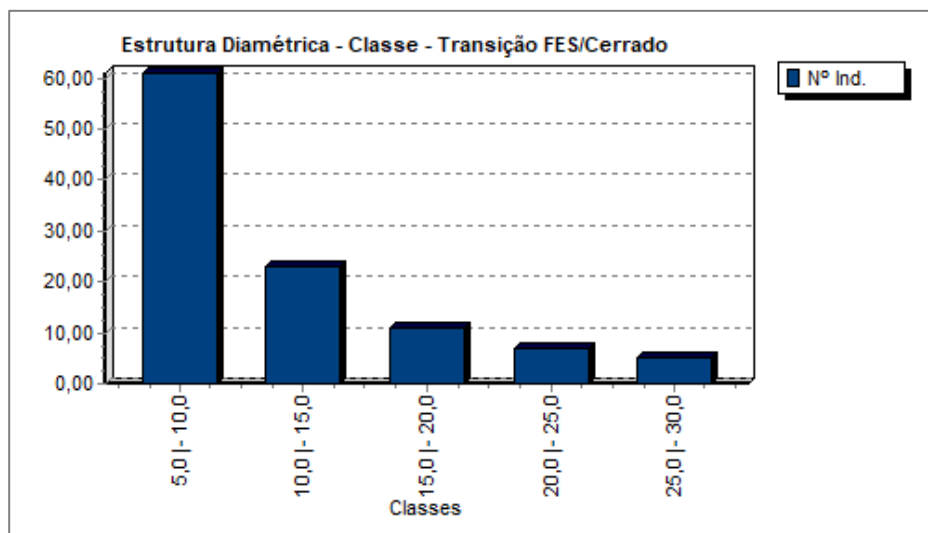


Figura 6.68 – Representação gráfica da estrutura diamétrica da tipologia Transição FES/Cerrado.

De acordo com o **Quadro 6.37**, a classe diamétrica de maior representatividade na amostragem foi de 5,0 - 10,0 cm de DAP, com 61 indivíduos, seguida pela classe 10,0 – 15,0 com 23 indivíduos.

**Quadro 6.37 – Número de indivíduos (Nº), área basal (AB) e volume total (VT) por classe diamétrica na fisionomia Transição FES/Cerrado.**

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	61	678	0,2479	2,7550	0,9809	10,8994
10,0   - 15,0	23	256	0,2775	3,0830	1,1673	12,9703
15,0   - 20,0	11	122	0,2594	2,8820	1,2234	13,5928
20,0   - 25,0	7	78	0,2389	2,6550	1,0516	11,6849
25,0   - 30,0	5	56	0,2845	3,1610	1,3158	14,6201
Total	107	1189	1,3082	14,5360	5,7391	63,7674

A média diamétrica (DAP) dos indivíduos amostrados na Transição FES/Cerrado foi de 10,1 cm.

O volume estimado por hectare foi de 63,7674 m<sup>3</sup>/ha e a área basal estimada foi de 14,5360 m<sup>2</sup>/ha.

#### - Estrutura vertical

Os dados da estrutura vertical da tipologia Transição FES/Cerrado revelam que o estrato inferior ficou no patamar abaixo de 4,35 metros de altura, o médio entre 4,35 e 8,02 metros e o superior acima de 8,02 m (**Figura 6.69**). As espécies com maior número de indivíduos no estrato superior foram *Lithraea molleoides* e *Styrax camporum*.

A altura média da população arbórea amostrada foi de 6,2 metros.

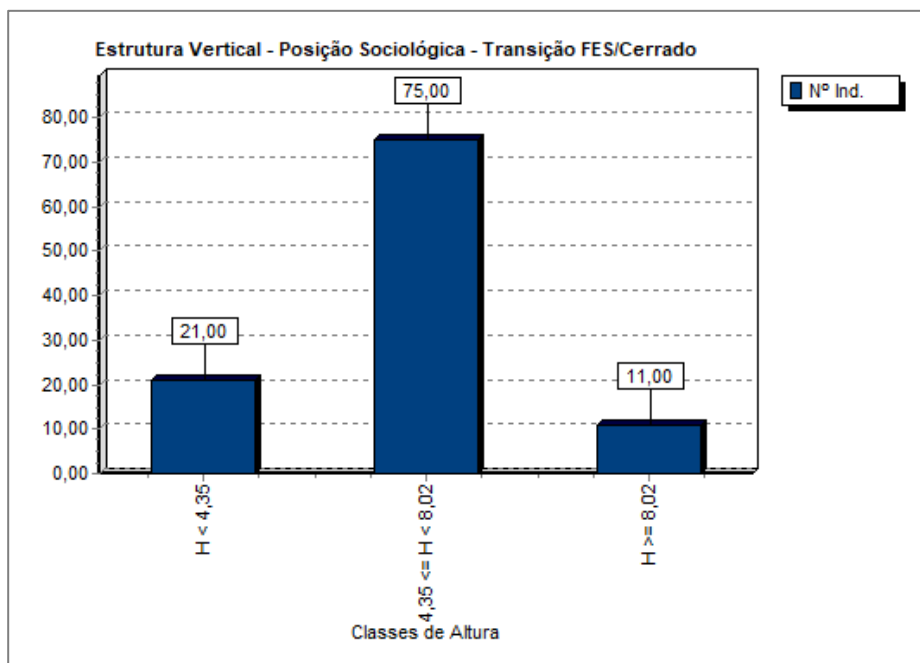


Figura 6.69 – Representação gráfica da estrutura vertical na tipologia Transição FES/Cerrado, de acordo com o número de indivíduos (Nº ind.).

➤ Floresta Estacional Semidecidual (FES) em estágio inicial

A amostragem da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração foi realizada ao longo de 3 (três) parcelas, com amostragem de 75 árvores distribuídas entre 16 espécies.

Os dados fitossociológicos obtidos na amostragem da fisionomia FES inicial revelam que as espécies com maior valor de IVI (Índice de Valor de Importância) foram: *Myrsine umbellata*, *Lithraea molleoides*, *Myrcia tomentosa*, *Tapirira guianensis* e *Copaifera langsdorffii*, respectivamente.

A estrutura horizontal da vegetação amostrada pode ser visualizada no Quadro 6.38 e Figura 6.70.

Quadro 6.38 – Estrutura horizontal da fisionomia FES inicial amostrada.

Nome Científico	N	P	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVI	VI (%)
<i>Myrsine umbellata</i>	23	3	0,2114	255,6	30,67	100	12,5	2,35	34,5	65,19	77,69	25,90
<i>Lithraea molleoides</i>	12	2	0,1162	133,3	16,00	66,7	8,33	1,29	19,0	34,98	43,31	14,44
<i>Myrcia tomentosa</i>	16	2	0,0464	177,8	21,33	66,7	8,33	0,52	7,57	28,91	37,24	12,41
<i>Tapirira guianensis</i>	4	2	0,0389	44,44	5,33	66,7	8,33	0,43	6,35	11,68	20,02	6,67
<i>Copaifera langsdorffii</i>	4	2	0,0347	44,44	5,33	66,7	8,33	0,39	5,67	11,00	19,34	6,45
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	4	1	0,0266	44,44	5,33	33,3	4,17	0,30	4,35	9,68	13,85	4,62
<i>Myrcia splendens</i>	2	2	0,0143	22,22	2,67	66,7	8,33	0,16	2,34	5,01	13,34	4,45
<i>Cariniana estrellensis</i>	1	1	0,0424	11,11	1,33	33,3	4,17	0,47	6,93	8,26	12,43	4,14
<i>Miconia cuspidata</i>	2	2	0,0082	22,22	2,67	66,7	8,33	0,09	1,33	4,00	12,33	4,11
<i>Tibouchina candolleana</i>	1	1	0,0306	11,11	1,33	33,3	4,17	0,34	5,00	6,33	10,50	3,50
<i>Kielmeyera coriacea</i>	1	1	0,0186	11,11	1,33	33,3	4,17	0,21	3,03	4,36	8,53	2,84
<i>Xylopia sericea</i>	1	1	0,0092	11,11	1,33	33,3	4,17	0,10	1,50	2,84	7,00	2,33



Nome Científico	N	P	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVI	VI (%)
<i>Miconia dodecandra</i>	1	1	0,0058	11,11	1,33	33,3	4,17	0,07	0,95	2,28	6,45	2,15
<i>Myrcia variabilis</i>	1	1	0,0039	11,11	1,33	33,3	4,17	0,04	0,63	1,96	6,13	2,04
<i>Miconia sellowiana</i>	1	1	0,0029	11,11	1,33	33,3	4,17	0,03	0,47	1,80	5,97	1,99
<i>Casearia rupestris</i>	1	1	0,0023	11,11	1,33	33,3	4,17	0,03	0,38	1,71	5,88	1,96
Total	75	3	0,6125	833,3	100	800	100	6,805	100	200	300	100

**Legenda:** N (nº indivíduos); P (unidade amostral); G (área basal – m²); DA (densidade absoluta n/ha); DR (densidade relativa %); FA (frequência absoluta); FR (frequência relativa %); DoA (dominância absoluta); DoR (dominância relativa); IVC (índice de valor de cobertura); IVI (índice de valor de importância).

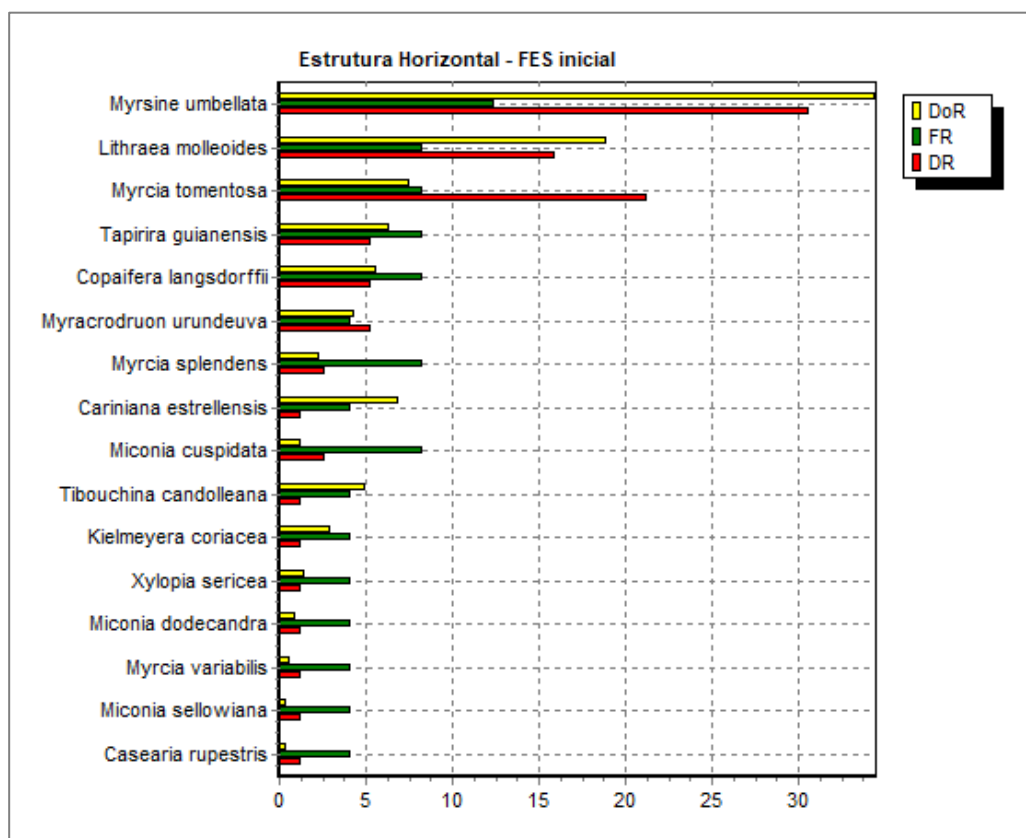


Figura 6.70 – Representação gráfica do IVI das espécies amostradas na fisionomia FES inicial.

### - Estrutura diamétrica

A estrutura diamétrica da população inventariada na fisionomia FES inicial revela uma distribuição de indivíduos em poucas classes de diâmetro, com a maioria dos indivíduos nas menores classes, conforme demonstra a **Figura 6.71**.

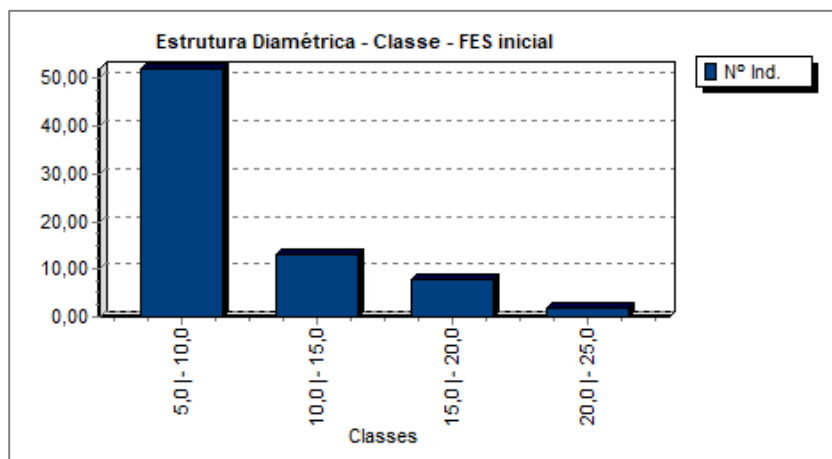


Figura 6.71 – Representação gráfica da estrutura diamétrica da fisionomia FES inicial.

De acordo com o **Quadro 6.39**, a classe diamétrica de maior representatividade na amostragem foi de 5,0 - 10,0 cm de DAP, com 52 indivíduos, seguida pela classe de 10,0 - 15,0 cm com 13 indivíduos da população total amostrada.

**Quadro 6.39 – Número de indivíduos (Nº), área basal (AB) e volume total (VT) por classe diamétrica na fisionomia FES 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> )
5,0   - 10,0	52	578	0,1987	2,2080	0,4789	5,3209
10,0   - 15,0	13	144	0,1530	1,7000	0,3850	4,2780
15,0   - 20,0	8	89	0,1759	1,9540	0,4146	4,6070
20,0   - 25,0	2	22	0,0849	0,9430	0,2977	3,3080
Total	75	833	0,6125	6,8050	1,5763	17,5140

A média diamétrica (DAP) dos indivíduos amostrados na fisionomia FES inicial foi de 8,5 cm.

O volume estimado por hectare na fisionomia FES inicial foi de 17,5140 m<sup>3</sup>/ha e a área basal estimada foi de 6,8050 m<sup>2</sup>/ha.

#### - Estrutura vertical

Os dados da estrutura vertical da fisionomia FES inicial revelam que o estrato inferior ficou no patamar abaixo de 2,48 metros de altura, o médio entre 2,48 e 4,82 metros e o superior acima de 4,82 m (**Figura 6.72**). A espécie com maior número de indivíduos no estrato superior foi *Myracrodruon urundeuva*.

A altura média da população arbórea amostrada na fisionomia FES inicial foi de 3,6 metros.

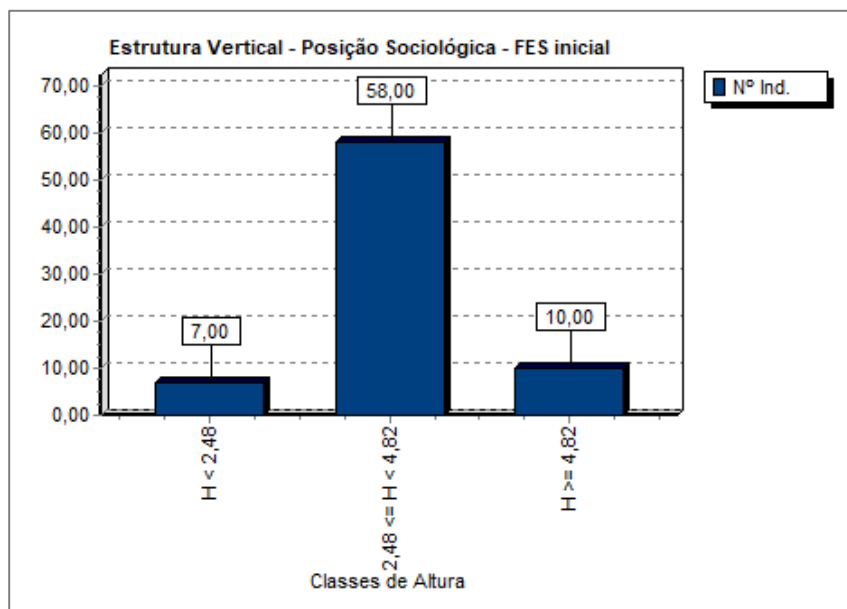


Figura 6.72 – Representação gráfica da estrutura vertical da fisionomia FES inicial amostrada, de acordo com o número de indivíduos (Nº ind.).

#### ➤ Área antrópica com regeneração arbórea

A amostragem da tipologia área antrópica com regeneração arbórea foi realizada através de 3 (três) parcelas, com amostragem de 49 árvores distribuídas entre 17 espécies.

Os dados fitossociológicos obtidos na amostragem da área antrópica com regeneração arbórea revelam que as espécies com maior valor de IVI (Índice de Valor de Importância) foram: *Lithraea molleoides*, *Vernonia polyanthes*, *Bauhinia rufa*, *Myrcia variabilis* e *Styrax ferrugineus*, respectivamente.

A estrutura horizontal da vegetação amostrada pode ser visualizada no **Quadro 6.40** e **Figura 6.73**.

Quadro 6.40 – Estrutura horizontal da tipologia área antrópica com regeneração arbórea.

Nome Científico	N	P	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVI	VI (%)
<i>Lithraea molleoides</i>	8	3	0,1325	88,9	16,33	100	11,54	1,47	31,96	48,28	59,82	19,94
<i>Vernonia polyanthes</i>	9	2	0,0347	100	18,37	66,7	7,69	0,39	8,38	26,75	34,44	11,48
<i>Bauhinia rufa</i>	6	2	0,0362	66,7	12,24	66,7	7,69	0,40	8,73	20,98	28,67	9,56
<i>Myrcia variabilis</i>	3	2	0,0329	33,3	6,12	66,7	7,69	0,37	7,93	14,06	21,75	7,25
<i>Styrax ferrugineus</i>	3	1	0,0475	33,3	6,12	33,3	3,85	0,53	11,47	17,59	21,44	7,15
<i>Dalbergia miscolobium</i>	3	2	0,0209	33,3	6,12	66,7	7,69	0,23	5,03	11,15	18,85	6,28
<i>Myrsine coriacea</i>	3	2	0,0135	33,3	6,12	66,7	7,69	0,15	3,27	9,39	17,08	5,69
<i>Tapirira guianensis</i>	3	2	0,0079	33,3	6,12	66,7	7,69	0,09	1,91	8,03	15,73	5,24
<i>Styrax camporum</i>	2	2	0,0102	22,2	4,08	66,7	7,69	0,11	2,47	6,55	14,24	4,75
<i>Acosmium subelegans</i>	2	1	0,0149	22,2	4,08	33,3	3,85	0,17	3,59	7,68	11,52	3,84
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	1	1	0,0217	11,1	2,04	33,3	3,85	0,24	5,23	7,27	11,12	3,71
<i>Kielmeyera coriacea</i>	1	1	0,0115	11,1	2,04	33,3	3,85	0,13	2,77	4,81	8,66	2,89
<i>Solanum lycocarpum</i>	1	1	0,0103	11,1	2,04	33,3	3,85	0,11	2,48	4,52	8,37	2,79
<i>Guettarda viburnoides</i>	1	1	0,0067	11,1	2,04	33,3	3,85	0,07	1,61	3,66	7,50	2,50

Nome Científico	N	P	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVI	VI (%)
<i>Ocotea pulchella</i>	1	1	0,0050	11,1	2,04	33,3	3,85	0,06	1,20	3,24	7,09	2,36
<i>Erythroxylum sp.</i>	1	1	0,0050	11,1	2,04	33,3	3,85	0,06	1,20	3,24	7,09	2,36
<i>Machaerium hirtum</i>	1	1	0,0032	11,1	2,04	33,3	3,85	0,04	0,77	2,81	6,66	2,22
Total	49	3	0,4146	544	100	867	100	4,606	100	200	300	100

**Legenda:** N (nº indivíduos); P (unidade amostral); G (área basal – m²); DA (densidade absoluta n/ha); DR (densidade relativa %); FA (frequência absoluta); FR (frequência relativa %); DoA (dominância absoluta); DoR (dominância relativa); IVC (índice de valor de cobertura); IVI (índice de valor de importância).

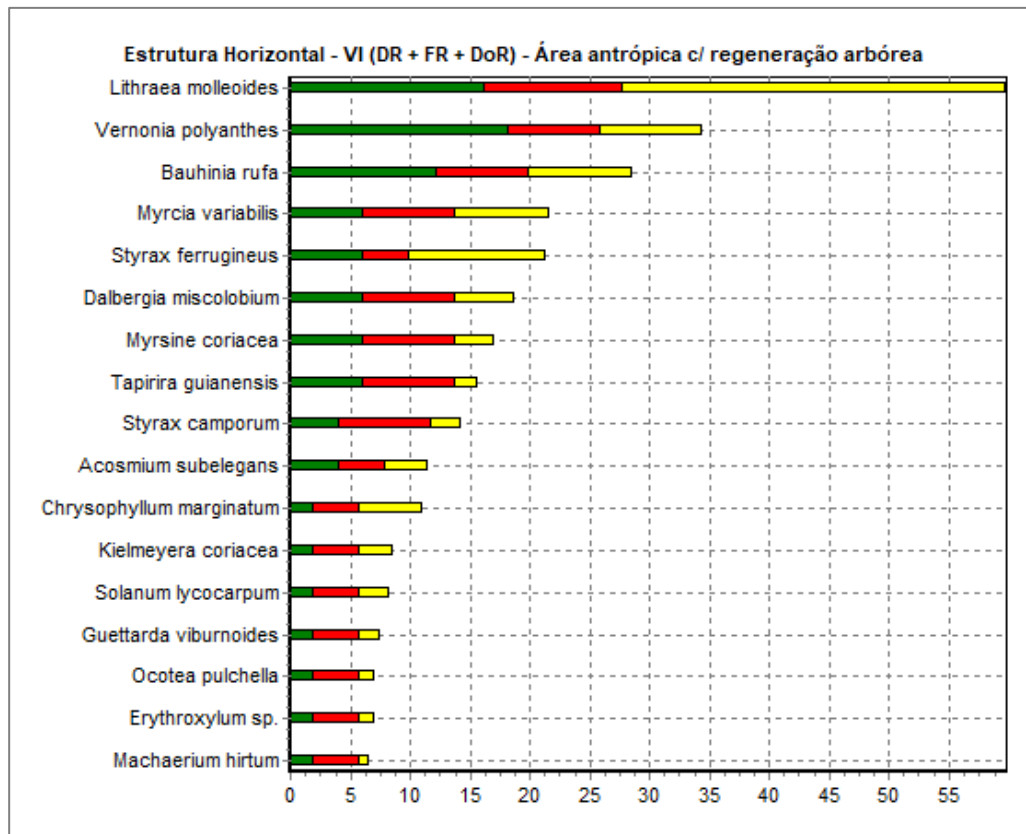


Figura 6.73 – Representação gráfica do IVI das espécies amostradas na área antrópica com regeneração arbórea.

### - Estrutura diamétrica

A estrutura diamétrica da população inventariada apresenta uma concentração de indivíduos nas menores classes, conforme demonstra a **Figura 6.74**.



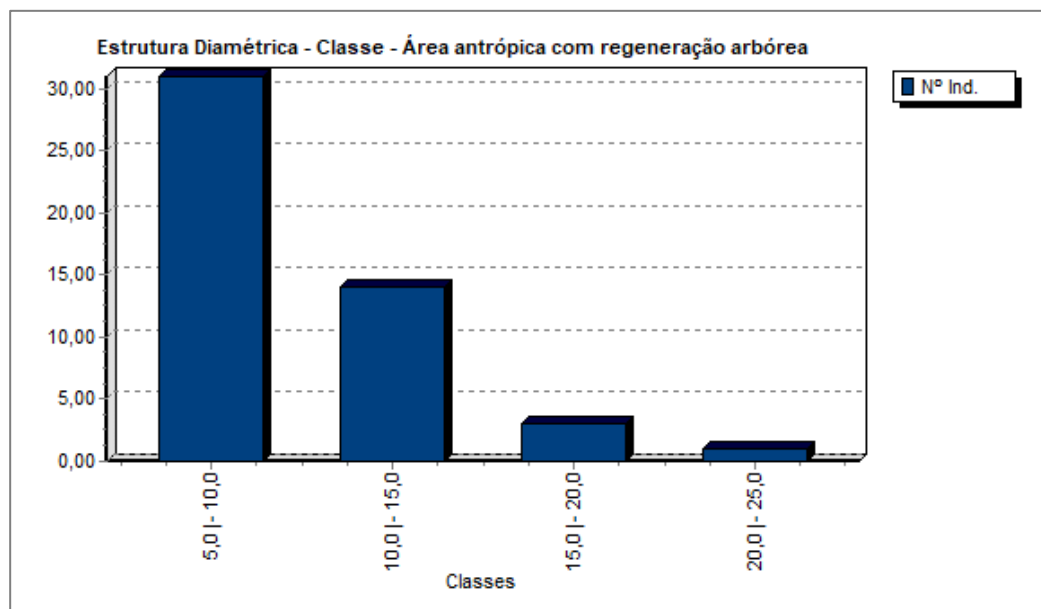


Figura 6.74 – Representação gráfica da estrutura diamétrica da tipologia área antrópica com regeneração arbórea.

De acordo com o **Quadro 6.41**, a classe diamétrica de maior representatividade na amostragem foi de 5,0 - 10,0 cm de DAP, com 31 indivíduos.

Quadro 6.41 – Número de indivíduos (Nº), área basal (AB) e volume total (VT) por classe diamétrica na tipologia área antrópica com regeneração arbórea.

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	31	344	0,1275	1,4170	0,3834	4,2598
10,0   - 15,0	14	156	0,1697	1,8860	0,4886	5,4285
15,0   - 20,0	3	33	0,0738	0,8210	0,2699	2,9984
20,0   - 25,0	1	11	0,0434	0,4830	0,1180	1,3113
Total	49	544	0,4146	4,6060	1,2598	13,9980

A média diamétrica (DAP) dos indivíduos amostrados na área antrópica com regeneração arbórea foi de 9,0 cm.

O volume estimado foi de 13,9980m<sup>3</sup>/ha e a área basal estimada foi de 4,6060 m<sup>2</sup>/ha.

#### - Estrutura vertical

Os dados da estrutura vertical da tipologia área antrópica com regeneração arbórea revelam que o estrato inferior ficou no patamar abaixo de 3,11 metros de altura, o médio entre 3,11 e 5,91 metros e o superior acima de 5,91 m (**Figura 6.75**). A espécie com maior número de indivíduos no estrato superior foi *Lithraea molleoides*.

A altura média da população amostrada na área antrópica com regeneração arbórea foi de 4,5 metros.

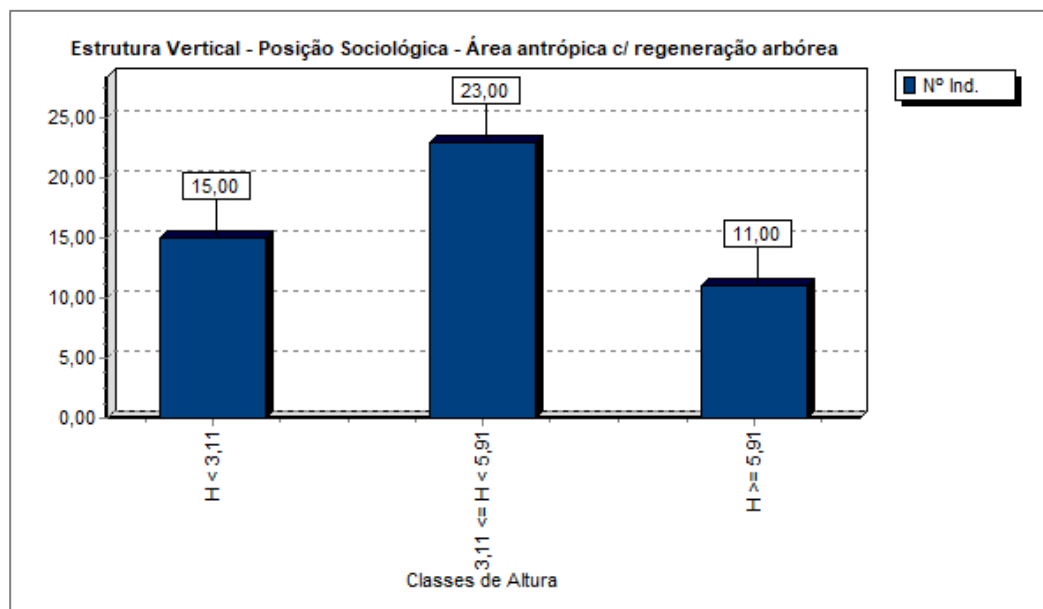


Figura 6.75 – Representação gráfica da estrutura vertical na área antrópica com regeneração arbórea, de acordo com o número de indivíduos (Nº ind.).

#### ➤ Censo Florestal (área antrópica/eucalipto)

Durante o censo florestal realizado nas tipologias com presença de indivíduos arbóreos isolados (área antrópica) e com pequena extensão (eucalipto) no local de intervenção do depósito PDM-2, foram mensuradas 754 árvores, distribuídas entre 67 espécies e 30 famílias botânicas.

Desse total, 152 árvores são de espécies exóticas (150 *Eucalyptus* sp., 1 *Pinus* sp., 1 *Mangifera indica*) e o restante (602) são árvores nativas.

Os dados fitossociológicos obtidos no censo florestal revelam que as espécies com maior IVI (Índice de Valor de Importância) foram: *Eucalyptus* sp., *Lithraea molleoides*, *Tapirira guianensis*, *Machaerium villosum* e *Inga edulis*, respectivamente.

A estrutura horizontal da vegetação amostrada no censo pode ser visualizada no **Quadro 6.42** e **Figura 6.76**.

Quadro 6.42 – Estrutura horizontal da vegetação amostrada no censo florestal.

Nome Científico	N	P	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVI	VI (%)
<i>Eucalyptus</i> sp.	150	1	14,7904	2,34	19,89	100	1,49	0,23	46,0	65,9	67,4	22,5
<i>Lithraea molleoides</i>	180	1	4,6322	2,80	23,87	100	1,49	0,07	14,4	38,3	39,8	13,3
<i>Tapirira guianensis</i>	52	1	1,3978	0,81	6,90	100	1,49	0,02	4,35	11,2	12,7	4,25
<i>Machaerium villosum</i>	23	1	1,2880	0,36	3,05	100	1,49	0,02	4,01	7,06	8,55	2,85
<i>Inga edulis</i>	23	1	1,2649	0,36	3,05	100	1,49	0,02	3,94	6,99	8,48	2,83
<i>Myrsine coriacea</i>	39	1	0,3986	0,61	5,17	100	1,49	0,01	1,24	6,41	7,91	2,64
<i>Croton urucurana</i>	31	1	0,5598	0,48	4,11	100	1,49	0,01	1,74	5,85	7,35	2,45
<i>Styrax camporum</i>	25	1	0,4831	0,39	3,32	100	1,49	0,01	1,50	4,82	6,31	2,10
<i>Erythrina falcata</i>	6	1	1,2381	0,09	0,80	100	1,49	0,02	3,85	4,65	6,14	2,05
<i>Psidium guajava</i>	15	1	0,2438	0,23	1,99	100	1,49	0,00	0,76	2,75	4,24	1,41
<i>Trema micrantha</i>	13	1	0,3186	0,20	1,72	100	1,49	0,01	0,99	2,72	4,21	1,40
<i>Cabralea canjerana</i>	12	1	0,2779	0,19	1,59	100	1,49	0,00	0,86	2,46	3,95	1,32
<i>Casearia lasiophylla</i>	13	1	0,2225	0,20	1,72	100	1,49	0,00	0,69	2,42	3,91	1,30
<i>Ocotea pulchella</i>	11	1	0,2949	0,17	1,46	100	1,49	0,01	0,92	2,38	3,87	1,29

Nome Científico	N	P	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVI	VI (%)
<i>Platypodium elegans</i>	9	1	0,3731	0,14	1,19	100	1,49	0,01	1,16	2,36	3,85	1,28
<i>Myrsine umbellata</i>	12	1	0,1287	0,19	1,59	100	1,49	0,00	0,40	1,99	3,49	1,16
<i>Mimosa bimucronata</i>	6	1	0,3742	0,09	0,80	100	1,49	0,01	1,16	1,96	3,45	1,15
<i>Moquiinastrum polymorphum</i>	3	1	0,4091	0,05	0,40	100	1,49	0,01	1,27	1,67	3,16	1,05
<i>Cecropia lyratiloba</i>	9	1	0,1198	0,14	1,19	100	1,49	0,00	0,37	1,57	3,06	1,02
<i>Myrcia tomentosa</i>	10	1	0,0703	0,16	1,33	100	1,49	0,00	0,22	1,55	3,04	1,01
<i>Tibouchina candolleana</i>	5	1	0,2824	0,08	0,66	100	1,49	0,00	0,88	1,54	3,04	1,01
<i>Urera baccifera</i>	8	1	0,1226	0,13	1,06	100	1,49	0,00	0,38	1,44	2,94	0,98
<i>Luehea divaricata</i>	1	1	0,4230	0,02	0,13	100	1,49	0,01	1,32	1,45	2,94	0,98
<i>Cecropia pachystachya</i>	5	1	0,2453	0,08	0,66	100	1,49	0,00	0,76	1,43	2,92	0,97
<i>Dalbergia miscolobium</i>	6	1	0,1708	0,09	0,80	100	1,49	0,00	0,53	1,33	2,82	0,94
<i>Pseudobombax tomentosum</i>	4	1	0,1865	0,06	0,53	100	1,49	0,00	0,58	1,11	2,60	0,87
<i>Erythroxylum deciduum</i>	7	1	0,0536	0,11	0,93	100	1,49	0,00	0,17	1,10	2,59	0,86
<i>Luehea grandiflora</i>	4	1	0,1502	0,06	0,53	100	1,49	0,00	0,47	1,00	2,49	0,83
<i>Aegiphila sellowiana</i>	6	1	0,0654	0,09	0,80	100	1,49	0,00	0,20	1,00	2,49	0,83
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	5	1	0,0889	0,08	0,66	100	1,49	0,00	0,28	0,94	2,43	0,81
<i>Annona neosalicifolia</i>	6	1	0,0457	0,09	0,80	100	1,49	0,00	0,14	0,94	2,43	0,81
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	3	1	0,1500	0,05	0,40	100	1,49	0,00	0,47	0,87	2,36	0,79
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	4	1	0,0844	0,06	0,53	100	1,49	0,00	0,26	0,79	2,29	0,76
<i>Styrax ferrugineus</i>	3	1	0,1203	0,05	0,40	100	1,49	0,00	0,37	0,77	2,27	0,75
<i>Sapium glandulosum</i>	2	1	0,1082	0,03	0,27	100	1,49	0,00	0,34	0,60	2,10	0,70
<i>Stryphonodendron adstringens</i>	3	1	0,0483	0,05	0,40	100	1,49	0,00	0,15	0,55	2,04	0,68
<i>Bauhinia rufa</i>	3	1	0,0149	0,05	0,40	100	1,49	0,00	0,05	0,44	1,94	0,65
<i>Tapirira obtusa</i>	1	1	0,1016	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,32	0,45	1,94	0,65
<i>Acosmium subelegans</i>	2	1	0,0508	0,03	0,27	100	1,49	0,00	0,16	0,42	1,92	0,64
<i>Mangifera indica</i>	1	1	0,0963	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,30	0,43	1,93	0,64
<i>Solanum mauritianum</i>	2	1	0,0457	0,03	0,27	100	1,49	0,00	0,14	0,41	1,90	0,63
<i>Senna macranthera</i>	2	1	0,0286	0,03	0,27	100	1,49	0,00	0,09	0,35	1,85	0,62
<i>Celtis pubescens</i>	2	1	0,0370	0,03	0,27	100	1,49	0,00	0,12	0,38	1,87	0,62
<i>Nectandra oppositifolia</i>	2	1	0,0199	0,03	0,27	100	1,49	0,00	0,06	0,33	1,82	0,61
<i>Aegiphila lhotzkiana</i>	2	1	0,0153	0,03	0,27	100	1,49	0,00	0,05	0,31	1,81	0,60
<i>Alchornea triplinervia</i>	1	1	0,0526	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,16	0,30	1,79	0,60
<i>Inga sp.</i>	2	1	0,0092	0,03	0,27	100	1,49	0,00	0,03	0,29	1,79	0,60
<i>Guettarda viburnoides</i>	1	1	0,0504	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,16	0,29	1,78	0,59
<i>Pinus sp.</i>	1	1	0,0484	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,15	0,28	1,78	0,59
<i>Vatairea macrocarpa</i>	1	1	0,0436	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,14	0,27	1,76	0,59
<i>Trichilia hirta</i>	1	1	0,0431	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,13	0,27	1,76	0,59
<i>Machaerium hirtum</i>	1	1	0,0336	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,10	0,24	1,73	0,58
<i>Persea willdenovii</i>	1	1	0,0368	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,11	0,25	1,74	0,58
<i>Ocotea velloziana</i>	1	1	0,0316	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,10	0,23	1,72	0,57
<i>Trichilia pallida</i>	1	1	0,0277	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,09	0,22	1,71	0,57
<i>Schinus terebinthifolia</i>	1	1	0,0139	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,04	0,18	1,67	0,56
<i>Prunus myrtifolia</i>	1	1	0,0054	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,02	0,15	1,64	0,55
<i>Plenckia populnea</i>	1	1	0,0115	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,04	0,17	1,66	0,55
<i>Solanum lycocarpum</i>	1	1	0,0042	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,01	0,15	1,64	0,55
<i>Aspidosperma subincanum</i>	1	1	0,0092	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,03	0,16	1,65	0,55
<i>Cupania vernalis</i>	1	1	0,0076	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,02	0,16	1,65	0,55
<i>Psidium rufum</i>	1	1	0,0127	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,04	0,17	1,67	0,55
<i>Dendropanax cuneatus</i>	1	1	0,0062	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,02	0,15	1,65	0,55
<i>Cestrum intermedium</i>	1	1	0,0101	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,03	0,16	1,66	0,55
<i>Eugenia florida</i>	1	1	0,0121	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,04	0,17	1,66	0,55
<i>Tabebuia roseoalba</i>	1	1	0,0042	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,01	0,15	1,64	0,55
<i>Diospyros hispida</i>	1	1	0,0072	0,02	0,13	100	1,49	0,00	0,02	0,16	1,65	0,55
Total	754	1	32,1230	11,74	100	6700	100	0,50	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); VC (valor de cobertura); VI (valor de importância).

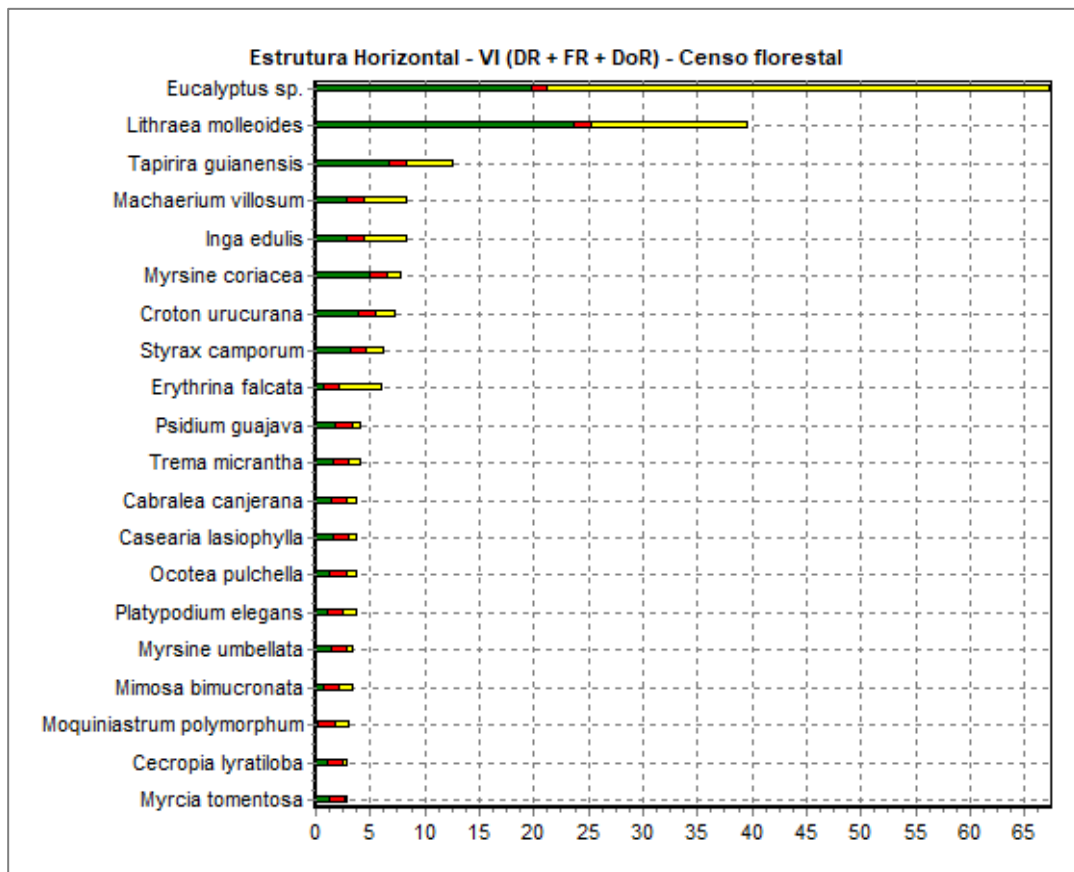


Figura 6.76 – Representação gráfica do IVI das 20 espécies de maior destaque no censo florestal.

#### 6.3.2.2.4.1 Análise Volumétrica do Inventário

O volume por hectare estimado para a fisionomia FES estágio médio foi de 92,3871 m<sup>3</sup>/ha, para a tipologia Transição FES/Cerrado em estágio médio foi de 63,7674 m<sup>3</sup>/ha, para a Área antrópica com regeneração arbórea foi de 13,9980 e para a fisionomia FES estágio inicial foi de 17,5140 m<sup>3</sup>/ha.

Durante o censo florestal de áreas com indivíduos arbóreos isolados, o volume total amostrado foi de 198,8492 m<sup>3</sup>, sendo 119,4711 m<sup>3</sup> de madeira exótica e 79,3781 m<sup>3</sup> de madeira nativa.

De acordo com o quantitativo das áreas de intervenção no depósito PDM-2, considerando 9,0181 ha de intervenção em FES médio, 4,0464 ha de Transição FES/Cerrado estágio médio, 2,7517 ha de área antrópica com regeneração arbórea e 1,7021 ha de FES inicial, além de 10 m<sup>3</sup> de raízes por hectare nas áreas de FES médio e de Transição FES/Cerrado estágio médio e outros 198,8492 m<sup>3</sup> de madeira para a área do censo florestal, estima-se um volume total de madeira equivalente a 1.489,0075 m<sup>3</sup> ao longo de toda área de intervenção.

O **Quadro 6.43** apresenta a estimativa de produtos florestais na área de intervenção.



**Quadro 6.43 – 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	1.347,8538	119,4711	Madeira para outros fins	21,6826	-

#### 6.3.2.2.4.2 Análise Estatística do Inventário

Os resultados estatísticos do inventário florestal da vegetação amostrada (**Quadro 6.44**) indicam que o erro de amostragem do inventário, considerando um nível de probabilidade de 90%, foi de **8,95%**.

**Quadro 6.44 – Dados estatísticos do inventário florestal.**

Parâmetro	Resultado
Média volumétrica estratificada (Ym) – m <sup>3</sup>	1,9857
Variância da média estratificada (S <sup>2</sup> y)	0,0100
Coefficiente de variação (CV%)	18,4176
Erro-padrão da média estratificada (Sy)	0,0998
t tabelado (10%; 12 g.l)	1,782
Erro de amostragem (E) (m <sup>3</sup> )	0,1778
<b>Erro de amostragem (E%)</b>	<b>8,95</b>

### 6.3.3 Fauna

O inventário de fauna no período de estiagem foi realizado no entorno do depósito PDM-2, no CMT, entre os dias 16 e 27 de maio de 2022. O levantamento foi realizado pela empresa Naturália Socioambiental Ltda., com o objetivo de identificar informações das espécies de aves, mamíferos, répteis, anfíbios e peixes da região, de forma a subsidiar a avaliação dos efeitos causados à comunidade faunística em razão da ampliação do depósito PDM-2, permitindo estabelecer medidas que minimizem os impactos associados à perda da biodiversidade e aos desequilíbrios populacionais na sua área de influência.

A campanha referente ao período chuvoso tem previsão para os dias 14 a 25 de novembro de 2022, mas seus resultados serão apresentados como informações complementares.

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 ao depósito PDM-2.

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, visto que 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 dendrograma 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 as seguintes listas vigentes na época da realização da campanha:

- 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, 2003). 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);
- *Coryphaspiza 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*).

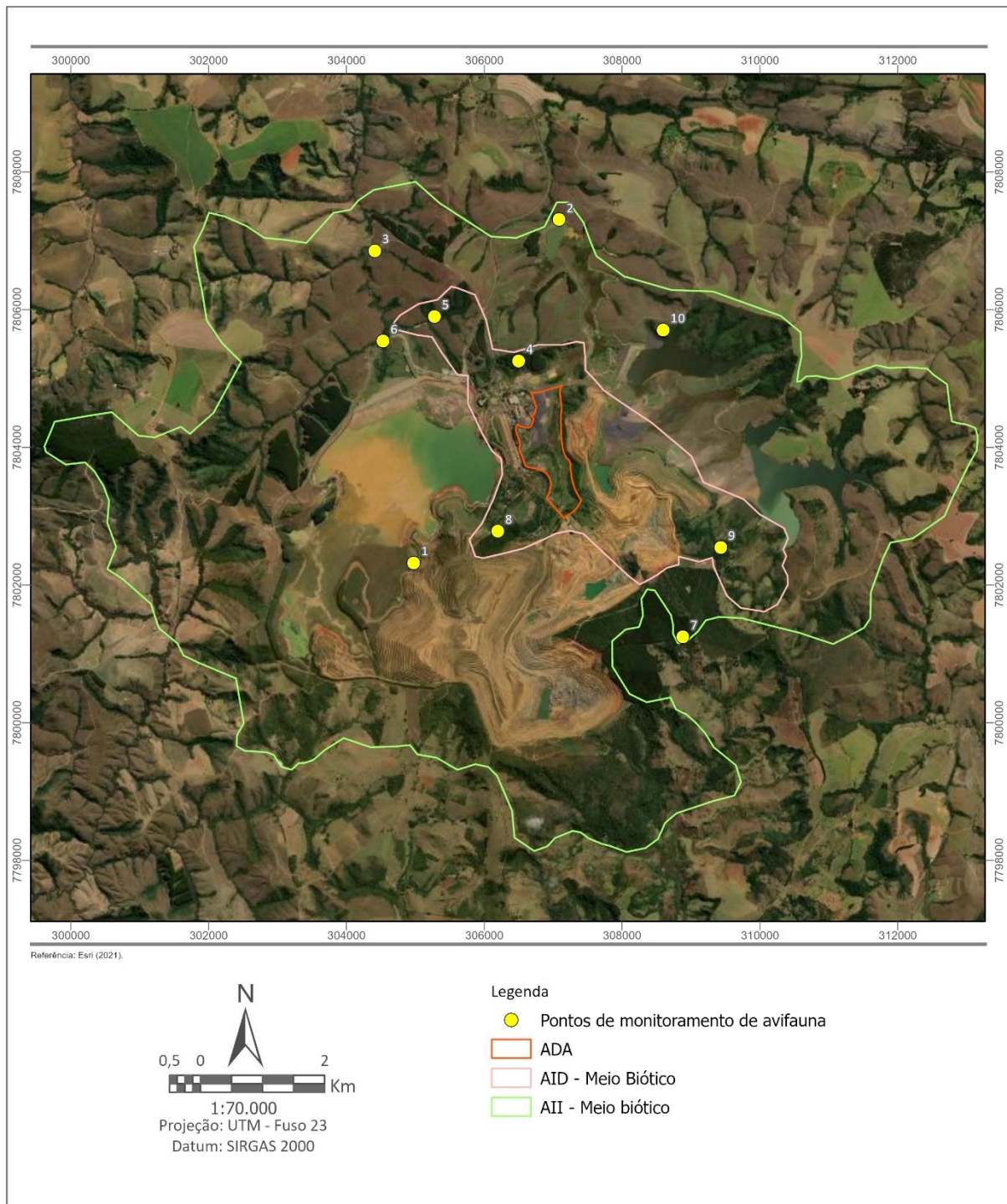
Destaca-se ainda a existência de espécies com valor cinegético (apreciadas por caçadores), como: *Crypturellus parvirostris* (inhambu-chororó); *Rhynchotus rufescens* (perdiz); *Nothura maculosa* (codorna-amarela); *Crypturellus tataupa* (inhambu-chintã) e *Penelope superciliaris* (jacupemba). Todos 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 10 pontos amostrais na área diretamente afetada (ADA) e nas áreas de influência direta e indireta do depósito PDM-2. Os pontos abrangem áreas de possíveis ocorrências da avifauna, contemplando as diferentes fitofisionomias da região de estudo. O **Quadro 6.45** apresenta as coordenadas dos pontos de inventariamento de avifauna e a **Figura 6.77**, em seguida, sua localização.

**Quadro 6.45 – Pontos de inventariamento de avifauna.**

Pontos	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 - Fuso 23K	
	Longitude (m E)	Latitude (m S)
1	304.977	7.802.323
2	307.084	7.807.308
3	304.410	7.806.857
4	306.498	7.805.257
5	305.278	7.805.902
6	304.530	7.805.544
7	308.883	7.801.246
8	306.194	7.802.784
9	309.429	7.802.548
10	308.593	7.805.705



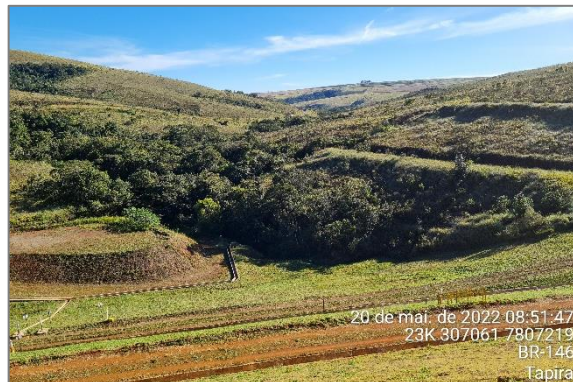
**Figura 6.77 – Localização dos pontos amostrais para o levantamento da avifauna.**

As fitofisionomias dos pontos amostrais para a avifauna são apresentadas nas **Fotos 6.67 a 6.76**.

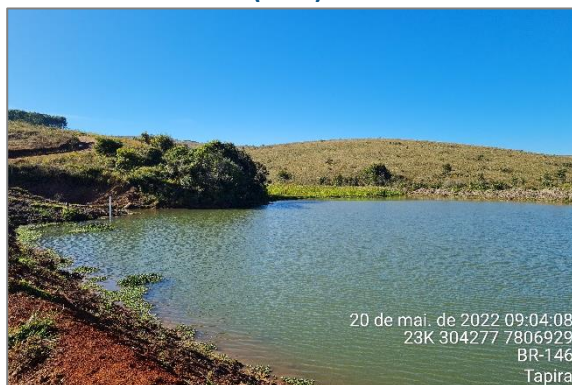




**Foto 6.67 – Ponto 1, Área Diretamente Afetada (ADA).**



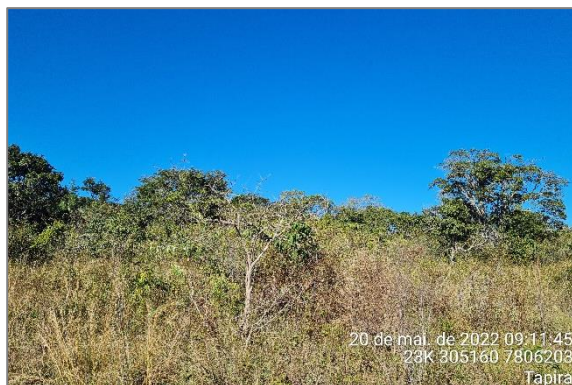
**Foto 6.68 – Ponto 2, ambiente modificado e mata ciliar.**



**Foto 6.69 – Ponto 3, ambiente modificado e mata ciliar.**



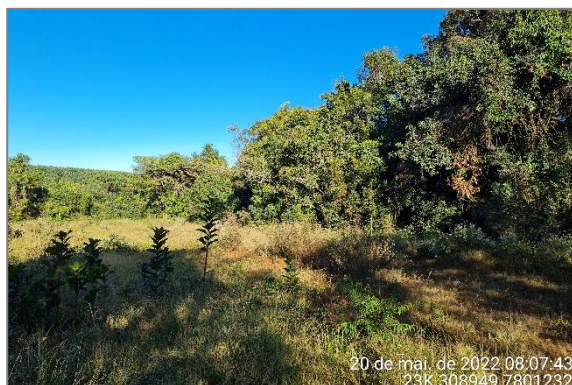
**Foto 6.70 – Ponto 4, ambiente modificado e cerrado.**



**Foto 6.71 – Ponto 5, ambiente modificado e cerrado strictu sensu.**



**Foto 6.72 – Ponto 6, ambiente modificado e mata de galeria.**



**Foto 6.73 – Ponto 7, ambiente modificado e mata semidecidual.**



**Foto 6.74 – Ponto 8, ambiente modificado e mata semidecidual.**





**Foto 6.75 – Ponto 9, ambiente modificado e mata semidecidual.**



**Foto 6.76 – Ponto 10, ambiente modificado e mata ciliar.**

Para maximizar o sucesso no registro de espécies presentes em diferentes habitats (aquático, terrestres, florestal e campestre), a metodologia adotada para o levantamento da avifauna foi a observação direta por transecções.

Esse método consiste em percorrer trilhas pré existentes, ao longo de diferentes fitofisionomias (**Foto 6.77**), mantendo uma velocidade constante enquanto são registrados, visual ou auditivamente, os indivíduos de cada espécie de aves (ANJOS et al., 2010). Deve-se adotar uma velocidade que permita a identificação das espécies e a contagem dos indivíduos, de modo que o observador não conte o mesmo indivíduo duas vezes. O tempo de amostragem foi padronizado para todos os pontos. As amostragens foram realizadas nas primeiras horas da manhã, ao entardecer, no crepúsculo e período noturno, horários esses que compreendem maior atividade das espécies da avifauna.



**Foto 6.77 – Amostragem por transecções para levantamento da avifauna.**

Seguindo o proposto por Develey (2006), aves de raro registro que foram avistadas dentro da área de estudo, durante o deslocamento de um ponto amostral para o outro, foram contabilizadas para complementar a lista de riqueza de espécies, porém não foram inseridas nas análises ecológicas.

Por ser comum que as armadilhas fotográficas utilizadas no censo de mamíferos registrem espécimes da avifauna, estas foram inclusas na lista de riqueza, sendo denominadas como registros ocasionais (RO). Indivíduos que foram encontrados mortos dentro da área de estudo por atropelamentos ou o encontro de carcaças, também foram caracterizados como registros ocasionais e entraram para a lista de riqueza.

A documentação desses registros foi lançada em planilha de campo, constando dados como nome científico, nome comum, ponto amostral, tipo de ambiente, tipo de registro (avistamento ou vocalização), número de indivíduos, data e hora. Todos os pontos de amostragem de aves foram georreferenciados.

#### 6.3.3.1.3 Dados Primários

Na primeira campanha de diagnóstico (período seco), foram registradas 175 espécies de aves, distribuídas em 21 ordens e 52 famílias, conforme **Quadro 6.46**.

Quadro 6.46 – Avifauna registrada na primeira campanha (período seco).

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Guilda	Status de conservação			
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus undulatus</i>	Jaó	ON	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Crypturellus parvirostris</i>	Inhambu-chororó	ON	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Rhynchotus rufescens</i>	Perdiz	ON	-	-	LC. Pop Dec	-
Anseriformes	Anhimidae	<i>Anhima cornuta</i>	Anhuma	ON	-	-	LC. Pop Dec	-
	Anatidae	<i>Dendrocygna viduata</i>	Irerê	ON	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Marreca-cabocla	ON	-	-	LC. Pop Inc	Apêndice III
		<i>Cairina moschata</i>	Pato-do-mato	ON	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Amazonetta brasiliensis</i>	Ananaí, pé-vermelho	ON	-	-	LC. Pop Dec	-
Galliformes	Cracidae	<i>Penelope obscura</i>	Jacuguaçu	ON	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Crax fasciolata</i>	Mutum-de-penacho	ON	EN	-	VU. Pop Dec	-
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Nannopterum brasilianus</i>	Biguá	PC	-	-	LC. Pop Inc	-
	Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Biguatinga	PC	-	-	LC. Pop Dec	-
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garça-vaqueira	IN	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Ardea cocoi</i>	Garça-moura	CA	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Ardea alba</i>	Garça-branca-grande	CA	-	-	LC. Pop Unk	-
		<i>Egretta thula</i>	Garça-branca-pequena	CA	-	-	LC. Pop Inc	-
	Threskiornithidae	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	Coró-coró	ON	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Phimosus infuscatus</i>	Tapicuru	ON	-	-	LC. Pop Sta	-
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Theristicus caudatus</i>	Curicaca	ON	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Cathartes aura</i>	Urubu-de-cabeça-vermelha	SA	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Cathartes burrovianus</i>	Urubu-de-cabeça-amarela	SA	-	-	LC. Pop Sta	-
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-de-cabeça-preta	SA	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Pandion haliaetus</i>	Águia-pescadora	CA	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Heterospizias meridionalis</i>	Gavião-caboclo	CA	-	-	LC. Pop Sta	-

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Guilda	Status de conservação			
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
		<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavião-carijó	CA	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Gavião-de-rabo-branco	CA	-	-	LC. Pop Unk	-
		<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águia-serrana	CA	-	-	LC. Pop Sta	-
Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	Saracura-três-potes	ON	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Aramides saracura</i>	Saracura-do-mato	ON	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Gallinula galeata</i>	Galinha-d'água	ON	-	-	LC. Pop Sta	-
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus melanurus</i>	Pernilongo-de-costas-brancas	IN	-	-	-	-
	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero	ON	-	-	LC. Pop Inc	-
	Jacaniidae	<i>Jacana jacana</i>	Jaçanã	ON	-	-	LC. Pop Sta	-
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Rolinha-roxa	GR	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Columbina squammata</i>	Fogo-apagou	GR	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Patagioenas picazuro</i>	Asa-branca	GR	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Patagioenas cayennensis</i>	Pomba-galega	GR	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Zenaida auriculata</i>	Pomba-de-bando	GR	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Leptotila verreauxi</i>	Juriti-pupu	GR	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Leptotila rufaxilla</i>	Juriti-gemeadeira	GR	-	-	LC. Pop Dec	-
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Alma-de-gato	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Crotophaga ani</i>	Anu-preto	ON	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Guira guira</i>	Anu-branco	ON	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Tapera naevia</i>	Saci	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops choliba</i>	Corujinha-do-mato	CA	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Bubo virginianus</i>	Jacurutu	CA	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Athene cunicularia</i>	Coruja-buraqueira	CA	-	-	LC. Pop Dec	-
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Bacurau	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Hydropsalis torquata</i>	Bacurau-tesoura	IN	-	-	LC. Pop Sta	-



Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Guilda	Status de conservação			
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
		<i>Nannochordeiles pusillus</i>	Bacurauzinho	IN	-	-	-	-
		<i>Podager nacunda</i>	Coruçã	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Taperuçu-de-coleira-branca	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
	Trochilidae	<i>Phaethornis pretrei</i>	Rabo-branco-acanelado	NC	-	-	LC. Pop Unk	-
		<i>Chlorostilbon lucidus</i>	Besourinho-de-bico-vermelho	NC	-	-	LC. Pop Unk	-
		<i>Thalurania furcata</i>	Beija-flor-tesoura-verde	NC	-	-	LC. Pop Unk	-
		<i>Eupetomena macroura</i>	Beija-flor-tesoura	NC	-	-	LC. Pop Unk	-
		<i>Chionomesa fimbriata</i>	Beija-flor-de-garganta-verde	NC	-	-	-	
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	Martim-pescador-grande	PC	-	-	LC. Pop Sta	-
Galbuliformes	Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>	Ariramba-de-cauda-ruiva	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos toco</i>	Tucanuçu	ON	-	-	LC. Pop Dec	Apêndice II
	Picidae	<i>Picumnus albosquamatus</i>	Picapauzinho-escamoso	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Melanerpes candidus</i>	Pica-pau-branco	IN	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Colaptes melanochloros</i>	Pica-pau-verde-barrado	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<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>	Caracará	CA	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Milvago chimachima</i>	Carrapateiro	CA	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Falco femoralis</i>	Falcão-de-coleira	CA	-	-	LC. Pop Dec	-
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Periquitão-maracanã	FR	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Aratinga auricapillus</i>	Jandaia-de-testa-vermelha	FR	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Eupsittula aurea</i>	Periquito-rei	FR	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Forpus xanthopterygius</i>	Tuim	FR	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Brotogeris chiriri</i>	Periquito-de-encontro-amarelo	FR	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Alipiopsitta xanthops</i>	Papagaio-galego	FR	-	-	NT. Pop Dec	-

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Guilda	Status de conservação			
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
		<i>Pionus maximiliani</i>	Maitaca-verde	FR	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Amazona aestiva</i>	Papagaio-verdadeiro	FR	-	-	NT. Pop Dec	-
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Herpsilochmus atricapillus</i>	Chorozinho-de-chapéu-preto	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Thamnophilus doliatus</i>	Choca-barrada	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Thamnophilus pelzelni</i>	Choca-do-planalto	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Taraba major</i>	Choró-boi	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
	Melanopareiidae	<i>Melanopareia torquata</i>	Tapaculo-de-colarinho	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
	Conopophagidae	<i>Conopophaga lineata</i>	Chupa-dente	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
	Rhinocryptidae	<i>Scytalopus novacapitalis</i>	Tapaculo-de-brasília	IN	VU	EN	EN. Pop Dec	-
	Dendrocolaptidae	<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	Arapaçu-de-cerrado	IN	-	-	LC. Pop Inc	-
	Furnariidae	<i>Furnarius rufus</i>	João-de-barro	IN	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Lochmias nematura</i>	João-porca	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Phacellodomus rufifrons</i>	João-de-pau	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Phacellodomus ruber</i>	Graveteiro	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	Curutié	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Synallaxis frontalis</i>	Petrim	IN	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Synallaxis albescens</i>	Uí-pi	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Cranioleuca vulpina</i>	Arredio-do-rio	IN	-	-	LC. Pop Unk	-
	Pipridae	<i>Antilophia galeata</i>	Soldadinho	FR	-	-	LC. Pop Dec	-
	Rhynchocyclidae	<i>Todirostrum cinereum</i>	Ferreirinho-relógio	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Todirostrum poliocephalum</i>	Teque-teque	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
	Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	Risadinha	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
<i>Elaenia flavogaster</i>		Guaracava-de-barriga-amarela	IN	-	-	LC. Pop Sta	-	
<i>Elaenia chilensis</i>		Guaracava-de-crista-branca	IN	-	-	-	-	
<i>Elaenia mesoleuca</i>		Tuque	IN	-	-	LC. Pop Dec	-	

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Guilda	Status de conservação			
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
		<i>Elaenia cristata</i>	Guaracava-de-topete-uniforme	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Elaenia chiriquensis</i>	Chibum	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Suiriri suiriri</i>	Suiriri-cinzento	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Serpophaga nigricans</i>	João-pobre	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Serpophaga subcristata</i>	Alegrinho	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Myiarchus swainsoni</i>	Irré	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Myiarchus ferox</i>	Maria-cavaleira	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Casiornis rufus</i>	Maria-ferrugem	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi	ON	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Philohydor lictor</i>	Bentevizinho-do-brejo	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Machetornis rixosa</i>	Suiriri-cavaleiro	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Megarynchus pitangua</i>	Neinei	ON	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Myiozetetes cayanensis</i>	Bentevizinho-de-asa-ferrugínea	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Myiozetetes similis</i>	Bentevizinho-de-topete-vermelho	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Tyrannus albogularis</i>	Suiriri-de-garganta-branca	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri	IN	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Colonia colonus</i>	Viuvinha	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Myiophobus fasciatus</i>	Filipe	IN	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Sublegatus modestus</i>	Guaracava-modesta	IN	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Fluvicola nengeta</i>	Lavadeira-mascarada	IN	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Arundinicola leucocephala</i>	Freirinha	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Gubernetes yetapa</i>	Tesoura-do-brejo	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Lathrotriccus euleri</i>	Enferrujado	IN	-	-	LC. Pop Sta	-

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Guilda	Status de conservação			
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
		<i>Contopus cinereus</i>	Papa-moscas-cinzento	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Knipolegus lophotes</i>	Maria-preta-de-penacho	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Satrapa icterophrys</i>	Suiriri-pequeno	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Xolmis cinereus</i>	Primavera	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Xolmis velatus</i>	Noivinha-branca	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
	<b>Vireonidae</b>	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Pitiguari	ON	-	-	LC. Pop Dec	-
	<b>Corvidae</b>	<i>Cyanocorax cristatellus</i>	Gralha-do-campo	ON	-	-	LC. Pop Sta	-
	<b>Hirundinidae</b>	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Andorinha-serradora	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Progne tapera</i>	Andorinha-do-campo	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Progne chalybea</i>	Andorinha-grande	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Tachycineta albiventer</i>	Andorinha-do-rio	IN	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	Andorinha-de-sobre-branco	IN	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Hirundo rustica</i>	Andorinha-de-bando	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
	<b>Troglodytidae</b>	<i>Troglodytes musculus</i>	Corruíra	IN	-	-	-	-
		<i>Cantorchilus leucotis</i>	Garrinchão-de-barriga-vermelha	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
	<b>Donacobiidae</b>	<i>Donacobius atricapilla</i>	Japacanim	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
	<b>Poliopitilidae</b>	<i>Poliopitila dumicola</i>	Balança-rabo-de-máscara	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
	<b>Turdidae</b>	<i>Turdus rufiventris</i>	Sabiá-laranjeira	FR	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Turdus leucomelas</i>	Sabiá-barranco	FR	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Turdus amaurochalinus</i>	Sabiá-poca	FR	-	-	LC. Pop Sta	-
	<b>Mimidae</b>	<i>Mimus saturninus</i>	Sabiá-do-campo	ON	-	-	LC. Pop Sta	-
	<b>Passeridae</b>	<i>Passer domesticus</i>	Pardal	ON	-	-	LC. Pop Dec	-
	<b>Motacillidae</b>	<i>Anthus lutescens</i>	Caminheiro-zumbidor	ON	-	-	LC. Pop Dec	-
	<b>Fringillidae</b>	<i>Euphonia chlorotica</i>	Fim-fim	FR	-	-	LC. Pop Sta	-
	<b>Passerellidae</b>	<i>Zonotrichia capensis</i>	Tico-tico	GR	-	-	LC. Pop Inc	-



Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Guilda	Status de conservação			
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
		<i>Ammodramus humeralis</i>	Tico-tico-do-campo	GR	-	-	LC. Pop Sta	-
	Parulidae	<i>Basileuterus culicivorus</i>	Pula-pula	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Myiothlypis flaveola</i>	Canário-do-mato	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Myiothlypis leucophrys</i>	Pula-pula-de-sobrancelha	IN	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Psarocolius decumanus</i>	Japu	FR	-	-	LC. Pop Dec	-
	Icteridae	<i>Icterus pyrrhopterus</i>	Encontro	FR	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Gnorimopsar chopi</i>	Graúna	ON	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Chrysomus ruficapillus</i>	Garibaldi	ON	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Molothrus bonariensis</i>	Vira-bosta	ON	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Pseudoleistes guirahuro</i>	Chopim-do-brejo	ON	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Tangara cyanoventris</i>	Saíra-douradinha	FR	-	-	LC. Pop Sta	-
	Thraupidae	<i>Thraupis sayaca</i>	Sanhaçu-cinzento	FR	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Thraupis palmarum</i>	Sanhaçu-do-coqueiro	FR	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Stilpnia cayana</i>	Saíra-amarela	FR	-	-	-	-
		<i>Sicalis citrina</i>	Canário-rasteiro	GR	-	-	LC. Pop Sta	-
		<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>Tachyphonus rufus</i>	Pipira-preta	FR	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Tersina viridis</i>	Saí-andorinha	FR	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Dacnis cayana</i>	Saí-azul	FR	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Coereba flaveola</i>	Cambacica	FR	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Sporophila plumbea</i>	Patativa	GR	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Sporophila lineola</i>	Bigodinho	GR	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Sporophila collaris</i>	Coleiro-do-brejo	GR	-	-	LC. Pop Sta	-

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Guilda	Status de conservação			
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
		<i>Sporophila caerulea</i>	Coleirinho	GR	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Emberizoides herbicola</i>	Canário-do-campo	GR	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Saltator similis</i>	Trinca-ferro-verdadeiro	FR	-	-	LC. Pop Dec	-

**Legenda:** Guilda: CA = carnívoro; FR = frugívoro; GR = granívoro; IN = insetívoro; NC = nectarívoro; ON = onívoro; PC = piscívoro; SA = saprófago ou detritívoro. 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; NT = Quase Ameaçada; VU = Vulnerável; EN = Em perigo; 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).

Algumas das espécies observadas estão registradas nas **Fotos 6.78 a 6.85**.



Foto 6.78 – Tucanuçu (*Ramphastos toco*).



Foto 6.79 – Jacupemba (*Penelope superciliaris*).



Foto 6.80 – Fim-fim (*Euphonia chlorotica*).



Foto 6.81 – Jacurutu (*Bubo virginianus*).



Foto 6.82 – Gavião-de-rabo-branco  
(*Geranoaetus albicaudatus*).



Foto 6.83 – Ferreirinho-relógio (*Todirostrum  
cinereum*).



Foto 6.84 – Falcão-de-coleira (*Falco femoralis*).

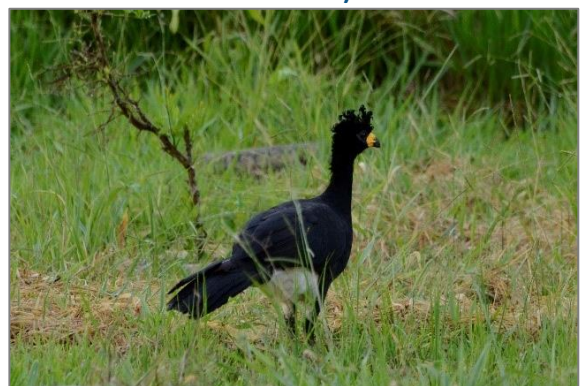
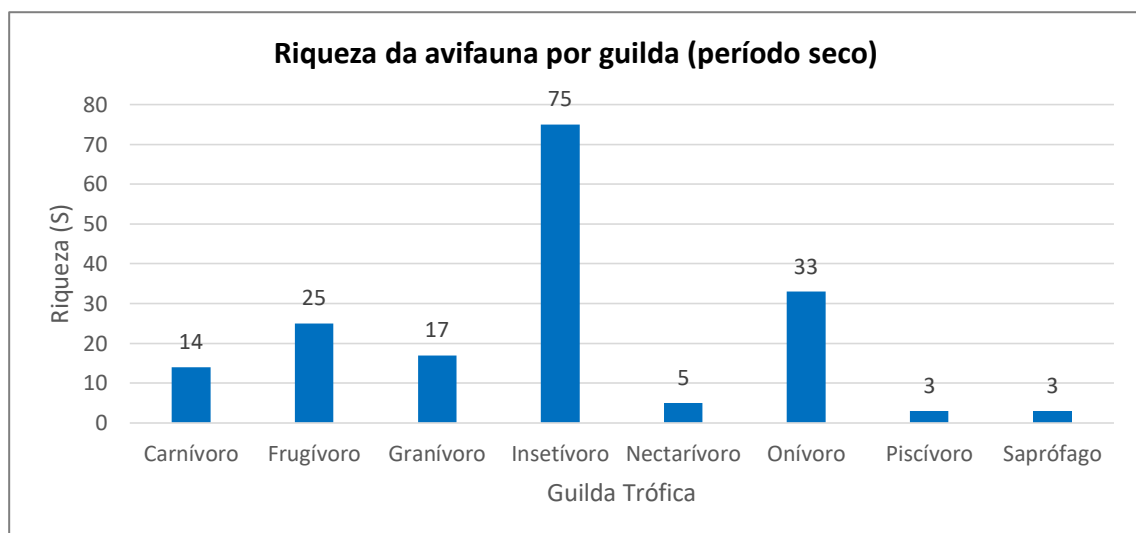


Foto 6.85 – Mutum-de-penacho (*Crax  
fasciolata*).

A ordem de aves mais representativa no presente estudo foi a Passeriforme, tanto em número de famílias ( $S=23$ ), que corresponde a 44,23% do total de famílias, como em número de espécies ( $S=99$ ), correspondente a 56,57% do total de espécies registradas. Os Passeriformes compreendem a maior ordem de aves em todo mundo e, no Brasil, ocorrem aproximadamente 938 espécies (SICK, 1997). Por ser a ordem que mais apresenta a diversidade biológica, é fácil compreender tamanha dispersão e adaptação e em levantamentos, normalmente, abrange o maior número de espécies encontradas (RIDGELY & TUDOR, 1994).

Dentre as famílias desta ordem, a Tyrannidae apresentou o maior número de espécies ( $S=32$ ), que corresponde a 18,28% do total de espécies. Os Tiranídeos atingiram um alto grau de diversificação a diferentes tipos de ambientes, justificando que esse grupo se destacasse em maior número entre as espécies registradas na área de estudo. Os indivíduos dessa família são, em sua maioria, pequenos e arborícolas, permitindo a adaptação e ocupação de diversos habitats (FITZPATRICK, 2004). Essas aves desenvolveram estratégias exploratórias nos diferentes ambientes, incluindo os com alto grau de alteração antrópica, permitindo que adquirissem grandes vantagens de sobrevivência em relação às demais (SICK, 1997).

Para uma melhor compreensão e avaliação da composição e estrutura da avifauna na área de estudo, em relação às mudanças sofridas pela alteração do meio, foi adotada a classificação proposta por Anjos & Schuchmann (1997), que permitiu avaliar as relações existentes entre as diferentes dietas e os diversos tipos de ambiente. A distribuição da riqueza de espécies por guilda trófica pode ser observada na **Figura 6.78**.

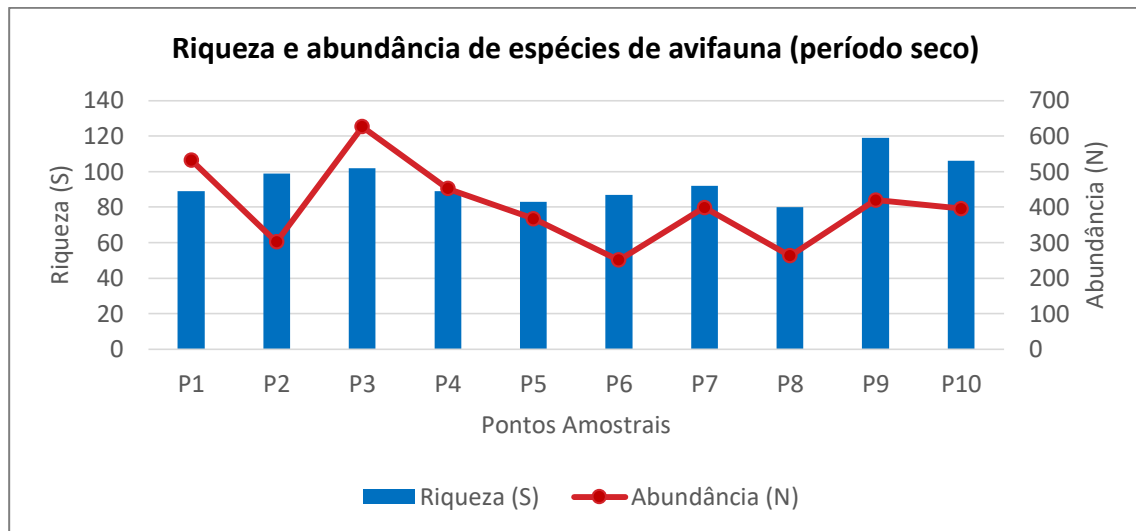


**Figura 6.78 – Riqueza de espécies da avifauna por guilda trófica (período seco).**

As espécies insetívoras ( $S=75$ ) apresentaram uma maior distribuição nos pontos amostrados em relação aos demais grupos tróficos devido a seu alto grau de adaptação a adversidades ambientais, pois mesmo em ambientes alterados, a fauna entomológica é abundante, beneficiando essas espécies. Os onívoros ( $S=33$ ) também apresentaram homogeneidade em sua distribuição nos pontos amostrados, seguidos pelos frugívoros ( $S=25$ ).

A amostragem por observação direta por transecções apresentou uma grande diversidade de espécies e mostrou uma homogeneidade de riqueza e abundância entre os 10 pontos amostrais. O ponto amostral a apresentar maior riqueza ( $S=119$ ) foi o ponto P9 e abundância ( $N=420$ ), seguido pelo P10, com 106 espécies e abundância de 396 indivíduos (**Figura 6.79**).





**Figura 6.79 – Riqueza e abundância nos pontos amostrais de avifauna (período seco).**

Dentre as espécies de aves com potencial ocorrência para a região do empreendimento, encontram-se espécies que apresentam exigências ecológicas importantes, com características biológicas relevantes, como as espécies ameaçadas, endêmicas, migratórias, nômades e cinegéticas.

Em relação aos status de conservação, constam nas listas estadual, nacional e/ou global, em classes de risco, as seguintes espécies registradas na primeira campanha de levantamento de avifauna:

- *Crax fasciolata* (mutum-de-penacho): EN (COPAM, 2010) e VU (IUCN, 2022);
- *Scytalopus novacapitalis* (tapaculo-de-brasília): VU (COPAM, 2010), EN (MMA, 2022; 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.

Outras quatro espécies registradas são endêmicas do país, sendo elas: *Aratinga auricapillus* (jandaia-de-testa-vermelha), *Thamnophilus pelzelni* (choca-do-planalto), *Todirostrum poliocephalum* (teque-teque) e *Myiothlypis leucophrys* (pula-pula-de-sobrancelha).

Foram também registradas duas espécies endêmicas do bioma Cerrado, sendo elas: *Scytalopus novacapitalis* (tapaculo-de-brasília) e *Antilophia galeata* (soldadinho).

Dentre os indicadores observados durante o estudo, foi observada a presença de frugívoros de grande porte, a ocorrência de espécies consideradas topo de cadeia e a existência de uma organização de aves formando grupos mistos, que poderão ser utilizados como bioindicadores de qualidade ambiental em áreas que sofreram modificações em sua paisagem devido à intervenção humana. Esses bioindicadores demonstram que o ambiente se encontra autossustentável (ANDRADE et al., 2011), contudo, é necessário o acompanhamento da avifauna local para o entendimento das respostas que esses grupos apresentarão com os impactos advindos da instalação do empreendimento.

As principais ameaças às aves brasileiras são o desmatamento e a fragmentação de habitat oriundos de atividades antrópicas, especialmente aquelas relacionadas às atividades

agropecuárias e a expansão urbana. Nesse cenário, vale destacar espécies sensíveis às alterações ambientais, tais como as espécies de beija-flores registradas: *Phaethornis pretrei* (rabo-branco-acanelado), *Chlorostilbon lucidus* (besourinho-de-bico-vermelho), *Thalurania furcata* (beija-flor-tesoura-verde), *Eupetomena macroura* (beija-flor-tesoura) e *Chionomesa fimbriata* (beija-flor-de-garganta-verde).

Outras ameaças relevantes são as queimadas e a captura de animais, seja para consumo ou para o comércio ilegal, incluindo para uso como animais de estimação.

Por contemplarem espécies ameaçadas pela pressão da caça (cinegéticas), as aves das famílias Cracidae e Columbidae estão entre as mais visadas. Desse modo, muitas delas estão regionalmente e globalmente ameaçadas de extinção, como o mutum-de-penacho (*Crax fasciolata*). Geralmente, são encontradas em florestas preservadas, com bons índices de qualidade de água e diversidade biológica, de modo que estas espécies atuam como indicadoras de qualidade de ambiente.

O jacaguaçu (*Penelope obscura*) e a pomba-galega (*Patagioenas cayennensis*) são alvos de intensa caça para consumo humano.

Devido ao belo colorido de suas penas, todas as aves da família Psittacidae também são alvos de caça. Ainda, algumas dessas aves podem ser classificadas como xerimbabos, que são espécies comumente utilizadas como animais de estimação, por consequência do tráfico ilegal de animais silvestres, tais como: *Aratinga auricapillus* (jandaia-de-testa-vermelha) e *Eupsittula aurea* (periquito-rei).

Os tucanos também são aves muito visadas pelo o tráfico de animais devido ao seu colorido exuberante e seus robustos bicos, de modo que o *Ramphastos toco* (tucanuçu) figura o 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.

Por fim, a espécie *Dendrocygna autumnalis* (marreca-cabocla) está presente do Apêndice III do CITES (2022), que lista 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.

Quanto à análise de distribuição geográfica e rotas migratórias, as aves registradas nas áreas de influência do empreendimento foram classificadas, segundo o proposto por Sigrist (2009), Sick (1997) e Negret & Negret (1981), como residentes, visitantes do norte, visitante do sul, endêmicas do país, endêmicas do cerrado e espécie invasora.

As espécies visitantes vindas do hemisfério norte são: *Pandion haliaetus* (águia-pescadora) e *Hirundo rustica* (andorinha-de-bando). Já a *Elaenia chilensis* (guaracava-de-crista-branca) é visitante do hemisfério sul.

No total, 98,28% das espécies registradas são residentes ou apresentam evidências de reprodução no Brasil. Quanto à migração, foram registradas três espécies com padrões distintos, sendo 1,14% visitantes do norte e 0,57% visitantes do sul.

#### 6.3.3.1.4 Análises Estatísticas

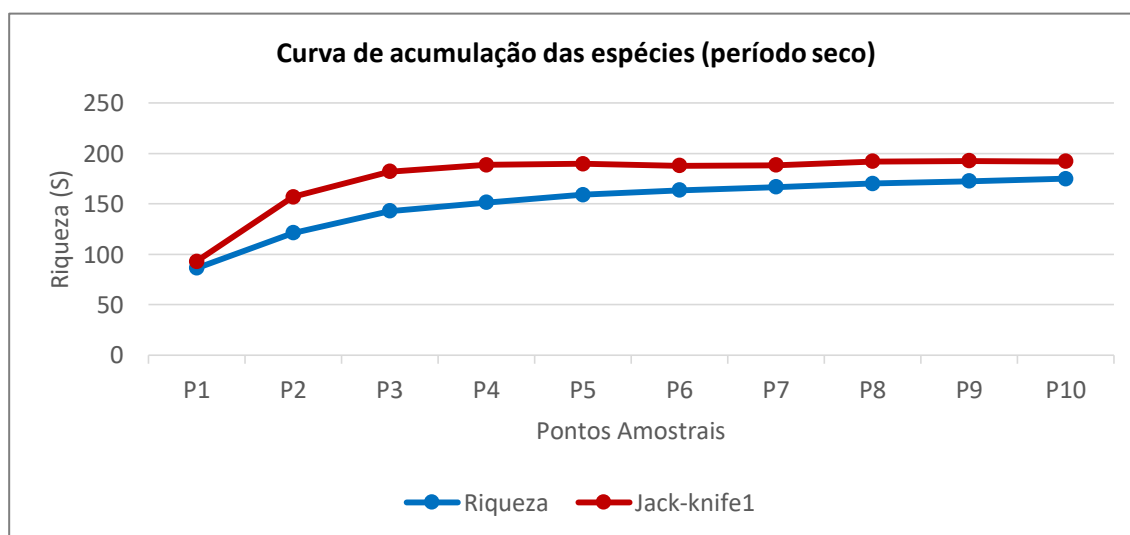
Os índices de diversidade e equitabilidade dos pontos de observação da avifauna podem ser observados no **Quadro 6.47**.

**Quadro 6.47 – Dados de riqueza (S), abundância (N) e índices de Diversidade Shannon (H') e Equitabilidade (J') para a avifauna (período seco).**

Pontos	Riqueza (S)	Abundância (N)	Diversidade (H')	Equitabilidade (J')
P1	89	532	1,715	0,896
P2	99	302	1,852	0,928
P3	102	626	1,858	0,925
P4	89	452	1,748	0,897
P5	83	367	1,765	0,92
P6	87	251	1,842	0,95
P7	92	399	1,820	0,927
P8	80	263	1,744	0,916
P9	119	420	1,936	0,933
P10	106	396	1,843	0,91

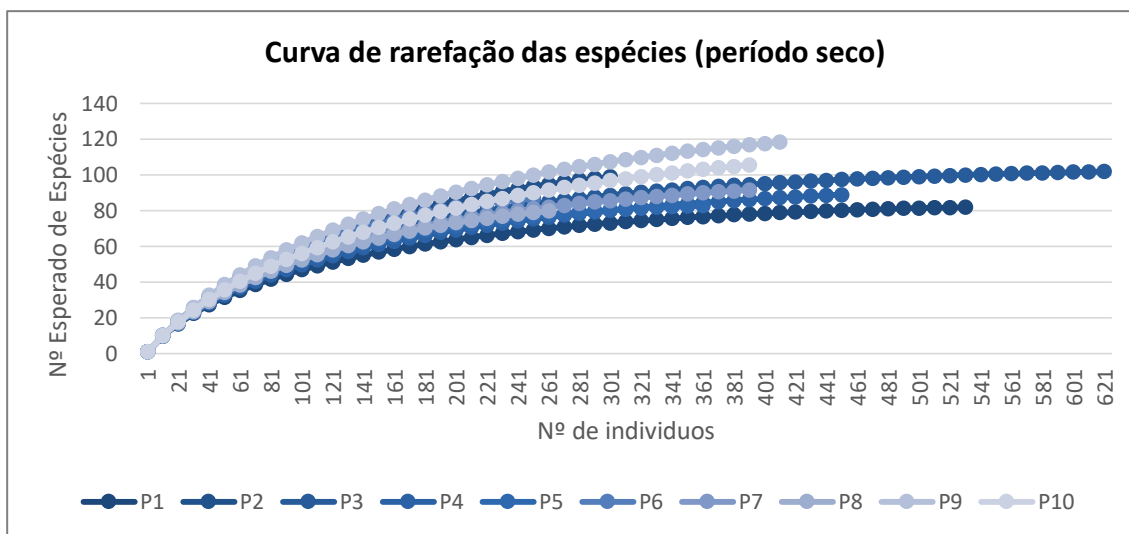
De acordo com o Índice de Shannon, todos os pontos de visualização e escuta amostrados apresentaram alta diversidade com valores maiores que 1 (MAGURRAN & MCGILL, 2011). O ponto que apresentou maior índice de diversidade foi o P9, com valor de 1,936, potencialmente em função da qualidade ambiental da localidade, ou seja, devido ao ambiente apresentar áreas preservadas, fato que garante uma maior sobrevivência para as aves. A maior equitabilidade obtida corresponde ao P6, com valor de 0,95, o que significa que as espécies estão bem distribuídas em relação ao número de espécies registradas.

A **Figura 6.80** apresenta a curva de acumulação das espécies. Observa-se que a curva cumulativa de espécies ainda não atingiu sua estabilidade (assíntota) máxima, pois a estimativa de riqueza máxima obtida através do Índice de Jack-knife1 foi de 192,1 espécies, o que corrobora o índice em questão, visto que o presente diagnóstico atingiu um total de 175 espécies, ou seja, 91% das espécies estimadas. Dessa forma, acredita-se que com o aumento do esforço amostral, mais espécies poderão ser adicionadas à listagem geral deste diagnóstico.



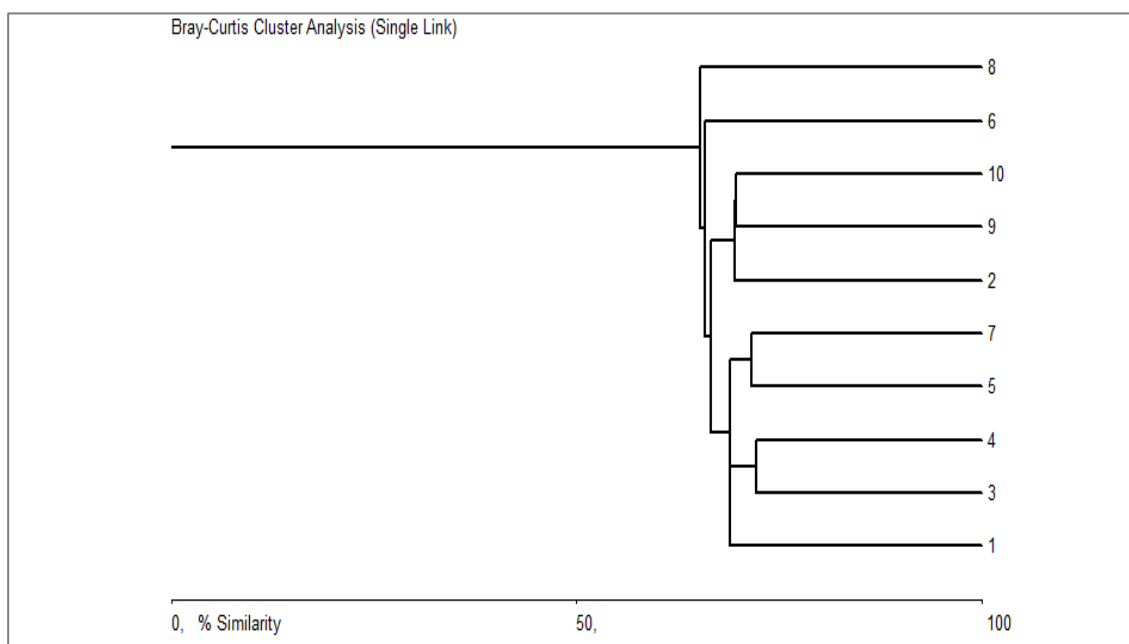
**Figura 6.80 – Curva de acumulação das espécies de avifauna (período seco).**

A curva de rarefação tem propósito de comparar o número de espécies observadas em relação ao número de indivíduos registrados. Sendo assim, a curva de rarefação confirma a predição feita pelo estimador de riqueza *Jack-Knife1* de que é necessário o emprego de maior esforço amostral para que a curva de acumulação seja satisfatória para a espécie da avifauna, conforme **Figura 6.81**.



**Figura 6.81 – Curva de rarefação das espécies de avifauna (período seco).**

Através dos dados levantados da riqueza de espécies de aves, determinou-se o Índice de Similaridade, buscando avaliar a semelhança na composição de espécies entre os pontos amostrados. Como mostra o dendrograma da **Figura 6.82**, obteve-se uma maior similaridade na composição de espécies entre os pontos P3 e P4 durante a primeira campanha do inventário. Os pontos P5 e P7 também apresentaram altos valores de similaridade na composição de espécies.



**Figura 6.82 – Dendrograma de similaridade entre os pontos amostrais de avifauna.**



#### 6.3.3.1.5 Conclusões

O estudo para levantamento das espécies de aves realizado nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento, ao longo da primeira campanha, demonstrou uma rica avifauna, com o registro de 175 espécies. A área de estudo apresenta avançada alteração do meio em decorrência de atividades minerárias e agrícolas da região. Existem, contudo, fragmentos de mata, cerrado e alagados, ou seja, formações vegetais típicas do bioma Cerrado.

Para que essa diversidade da avifauna seja preservada, é necessário que esses remanescentes florestais também sejam preservados, pois 72,6% das aves que se reproduzem no Cerrado são dependentes de formações florestais, mas também estão associadas a ambientes abertos (MARINI & CAVALCANTI, 1990).

A área do depósito PDM-2 já apresenta avançada alteração do meio em decorrência de atividades minerárias do CMT. Contudo, durante o levantamento, foram identificadas espécies que conotam bioindicação de qualidade dos ambientes, ou seja, sua presença na região indica que o ambiente do entorno da ADA ainda apresenta condições vitais para sua permanência. Isto se reflete na presença de espécies endêmicas do bioma Cerrado, espécies ameaçadas de extinção ou vulneráveis e espécies que apresentam padrões migratórios distintos e que fazem uso dos ambientes existentes nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento em seu ciclo sazonal.

Dessa forma, não é necessária a adoção de medidas de emergência, além das já realizadas para proteção da avifauna local. No entanto, é necessária a continuidade do monitoramento de fauna já executado no CMT para constante avaliação das possíveis mudanças que venham a ocorrer nas populações da avifauna local.

#### 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-FILHO & 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 (2018), 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* (Jaguarundi): VU (COPAM, 2010);
- *Lionycteris spurrelli* (Morcego): EN (COPAM, 2010);
- *Lonchophylla bokermanni* (Morcego): EN (COPAM, 2010; IUCN, 2022) e VU (MMA, 2022);
- *Lonchophylla dekeyseri* (Morcego-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.

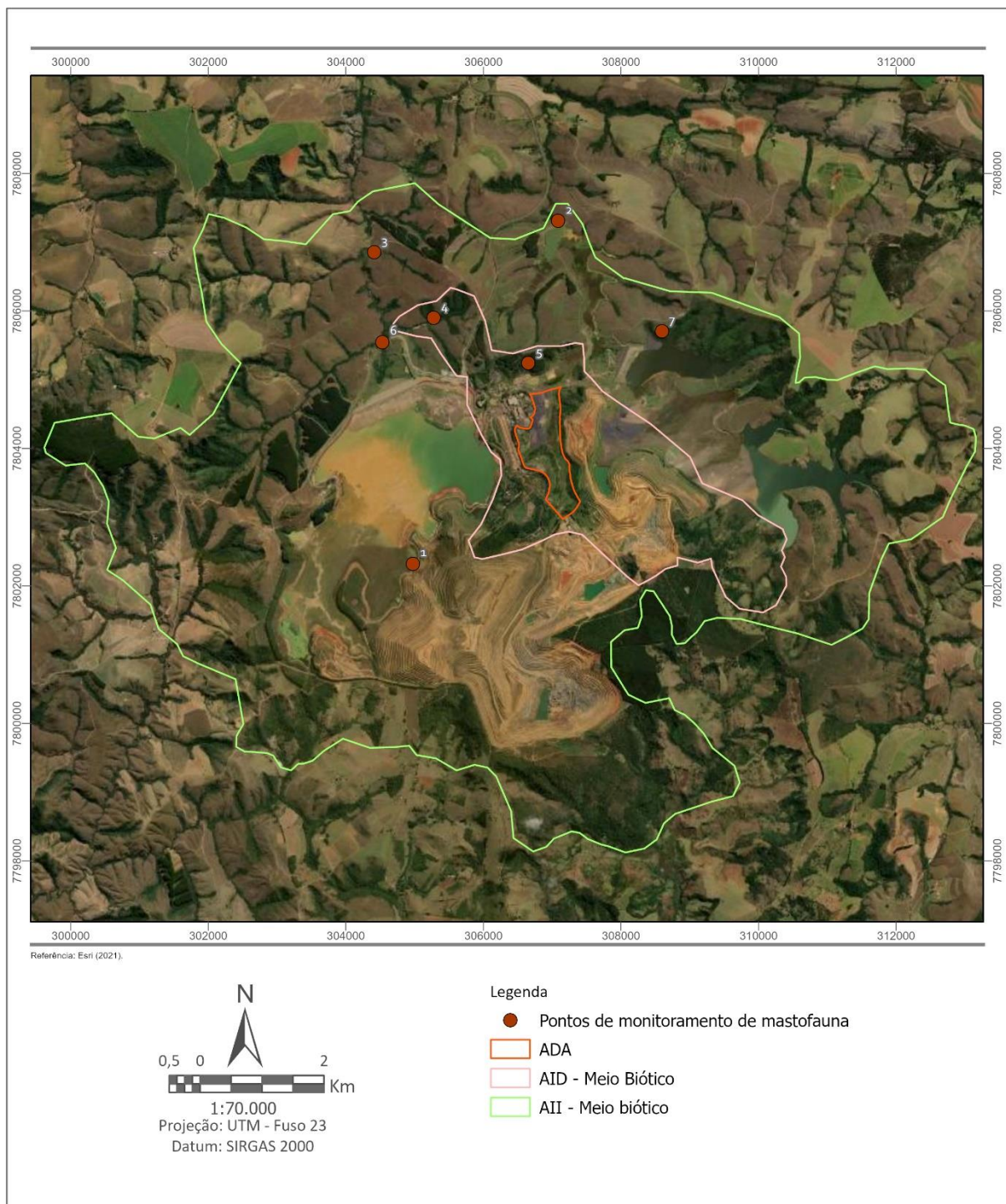
#### 6.3.3.2.2 Amostragem

Foram estabelecidos 7 pontos amostrais, na área diretamente afetada (ADA) e nas áreas de influência direta e indireta do depósito PDM-2, para inventariamento dos grupos alvos do estudo: pequenos mamíferos terrestres (roedores e marsupiais) e mamíferos de médio e grande porte.

As coordenadas dos pontos de levantamento da mastofauna constam no **Quadro 6.48** e, em seguida, a **Figura 6.83** exhibe sua localização.

**Quadro 6.48 – Pontos de inventariamento de mastofauna.**

Pontos	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 - Fuso 23K	
	Longitude (m E)	Latitude (m S)
1	304.977	7.802.323
2	307.084	7.807.308
3	304.410	7.806.857
4	305.278	7.805.902
5	306.653	7.805.241
6	304.530	7.805.544
7	308.593	7.805.705



**Figura 6.83 – Localização dos pontos amostrais para o levantamento da mastofauna.**

As fitofisionomias dos pontos amostrais da mastofauna são apresentadas nas **Fotos 6.86 a 6.92**.





**Foto 6.86 – Ponto 1, ambiente modificado.**



**Foto 6.87 – Ponto 2, ambiente modificado e mata ciliar.**



**Foto 6.88 – Ponto 3, ambiente modificado e mata ciliar.**



**Foto 6.89 – Ponto 4, ambiente modificado e cerrado strictu sensu.**



**Foto 6.90 – Ponto 5, ambiente modificado e cerradão.**



**Foto 6.91 – Ponto 6, ambiente modificado e mata de galeria.**



**Foto 6.92 – Ponto 7, ambiente modificado e mata ciliar.**



Para amostragem da mastofauna, foram utilizadas duas metodologias: busca ativa e armadilhas fotográficas, com observação direta e indireta de vestígios.

Os mamíferos frequentemente deixam sinais típicos no ambiente durante suas atividades, como rastros, fezes, pêlos, tocas e restos alimentares que, corretamente interpretados, fornecem informações importantes sobre as espécies e sua ecologia. De forma a complementar a lista de espécies da mastofauna, foram realizadas buscas ativas diurnas e noturnas.

A busca ativa consiste na observação direta dos espécimes, revelando indivíduos ou grupos em atividade, e a observação indireta, a partir do registro de rastros, fezes ou demais vestígios que indiquem a presença das espécies da mastofauna (**Fotos 6.93 e 6.94**). Essa metodologia se dá através da realização de transectos (caminhamentos) executados dentro da área amostral. O mastozoólogo percorre trilhas aleatórias e todos os avistamentos e vestígios são identificados, fotografados, georreferenciados e registrados em fichas de campo constando data, hora, ponto amostral, tipo de registro, nome científico, nome comum e demais dados pertinentes (CULLEN JR et al., 2003).



**Foto 6.93 – Levantamento da mastofauna através de dados indiretos.**



**Foto 6.94 – Pegada de lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*).**

As espécies a serem monitoradas, em sua maioria, possuem hábitos crepusculares e noturnos e são de difícil visualização. Técnicas de armadilhamento fotográfico vêm sendo cada vez mais utilizadas na amostragem qualitativa, em estudos populacionais, complementação e obtenção de dados ecológicos ou quando os rastros não puderem ser encontrados facilmente (ZANZINI & GREGORIN, 2008). Este método não provoca impactos no ambiente e causa o mínimo de estresse aos animais, além de permitir que grandes áreas sejam monitoradas simultaneamente por poucas pessoas.

Na área de estudo, foram instaladas 7 armadilhas fotográficas distribuídas em locais com características propícias para a presença de mamíferos: em áreas ripárias, próximo a árvores frutíferas, em trilhas utilizadas para deslocamento e distribuídas entre as fitofisionomias presentes na área (**Fotos 6.95 e 6.96**).



**Foto 6.95 – Instalação de armadilha fotográfica para levantamento da mastofauna.**



**Foto 6.96 – Armadilha fotográfica instalada para levantamento da mastofauna.**

As armadilhas ficaram em funcionamento no período de sete dias consecutivos. Foram instaladas em árvores, a aproximadamente 30 cm de distância do chão, em locais com pouca incidência de luz devido à sua sensibilidade à alteração de calor, e a uma distância mínima de 200 m entre elas.

Cabe ressaltar que eventuais espécimes encontrados mortos dentro da área de estudo por atropelamentos ou pelo encontro de carcaças, foram caracterizados como registros ocasionais (RO) e entraram para a lista de riqueza.

O equipamento fotográfico utilizado para o levantamento é uma Nikon D7000, lente 70-300mm Nikkor VR e lente 18-105mm Nikkor VR.

#### 6.3.3.2.3 Dados Primários

Na primeira campanha de levantamento da mastofauna, foram registradas 14 espécies de mamíferos, distribuídas em 8 ordens e 12 famílias, conforme **Quadro 6.49**.

Em seguida, as **Fotos 6.97 a 6.104** ilustram algumas das espécies ou seus vestígios observados.

Quadro 6.49 – Mastofauna registrada na primeira campanha (período seco).

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Guilda	Tipo de Registro	Status de Conservação			
						COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
<b>Didelphimorphia</b>	<b>Didelphidae</b>	<i>Didelphis albiventris</i>	Gambá-de-orelha-branca	FR/ON	AF	-	-	LC. Pop Sta	-
<b>Pilosa</b>	<b>Myrmecophagidae</b>	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Tamanduá-bandeira	MYR	VI, AF	VU	VU	VU. Pop Dec	Apêndice II
<b>Cingulata</b>	<b>Dasyopodidae</b>	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Tatu-galinha	IN/ON	AF	-	-	LC. Pop Sta	-
<b>Primates</b>	<b>Callitrichidae</b>	<i>Callithrix penicillata</i>	Sagui-de-tufo-preto, mico-estrela	FR/IN/GO	VI	-	-	LC. Pop Dec	-
<b>Carnivora</b>	<b>Canidae</b>	<i>Chrysocyon brachyurus</i>	Lobo-guará	ON	VI, VE, AF	VU	VU	NT. Pop Unk	Apêndice II
	<b>Procyonidae</b>	<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão-pelada	ON	AF, VE	-	-	LC. Pop Dec	-
	<b>Mustelidae</b>	<i>Eira barbara</i>	Irara, papa-mel	CA	VE	-	-	LC. Pop Dec	Apêndice III
		<i>Galictis cuja</i>	Furão-pequeno	CA	VE	-	-	LC. Pop Unk	-
		<i>Lontra longicaudis</i>	Lontra	ON	AF	VU	-	NT. Pop Dec	Apêndice I
<b>Felidae</b>	<i>Leopardus pardalis</i>	Jaguaritica	CA	VE	VU	-	LC. Pop Dec	Apêndice I	
<b>Cetartiodactylidae</b>	<b>Suidae</b>	<i>Sus scrofa</i>	Javali	ON	AF, VE	-	-	LC. Pop Unk	-
<b>Rodentia</b>	<b>Cuniculidae</b>	<i>Cuniculus paca</i>	Paca	FR/HB	AF	-	-	LC. Pop Sta	Apêndice III
	<b>Caviidae</b>	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Capivara	HB/GR	VE	-	-	LC. Pop Sta	-
<b>Lagomorpha</b>	<b>Leporidae</b>	<i>Sylvilagus brasiliensis minensis</i>	Tapeti	HB/GR	AF, VE	-	-	EN. Pop Dec*	-

**Legenda:** Guilda: FR = frugívoro, IN = insetívoro, GR = granívoro, MYR = Mirmecófago, GO = Gomívoro, ON = onívoro, CA = carnívoro, HB = herbívoro. Tipo de Registro: Tipo de registro: AF = Armadilha Fotográfica; VE = Vestígio; VI = Visual. 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; NT = Quase Ameaçada; VU = Vulnerável; Pop Dec = população decrescendo; Pop Sta = população estável; Pop Unk = população desconhecida; \* Não especificado para a subespécie; CITES (2022) = Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies Silvestres Ameaçadas de Extinção (2022).





Foto 6.97 – Sagui-de-tufo-preto (*Callithrix penicillata*).



Foto 6.98 – Lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*).



Foto 6.99 – Fezes de lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*).



Foto 6.100 – Pegadas de tapeti (*Sylvilagus brasiliensis minensis*).



Foto 6.101 – Lontra (*Lontra longicaudis*).



Foto 6.102 – Capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*).



Foto 6.103 – Paca (*Cuniculus paca*).



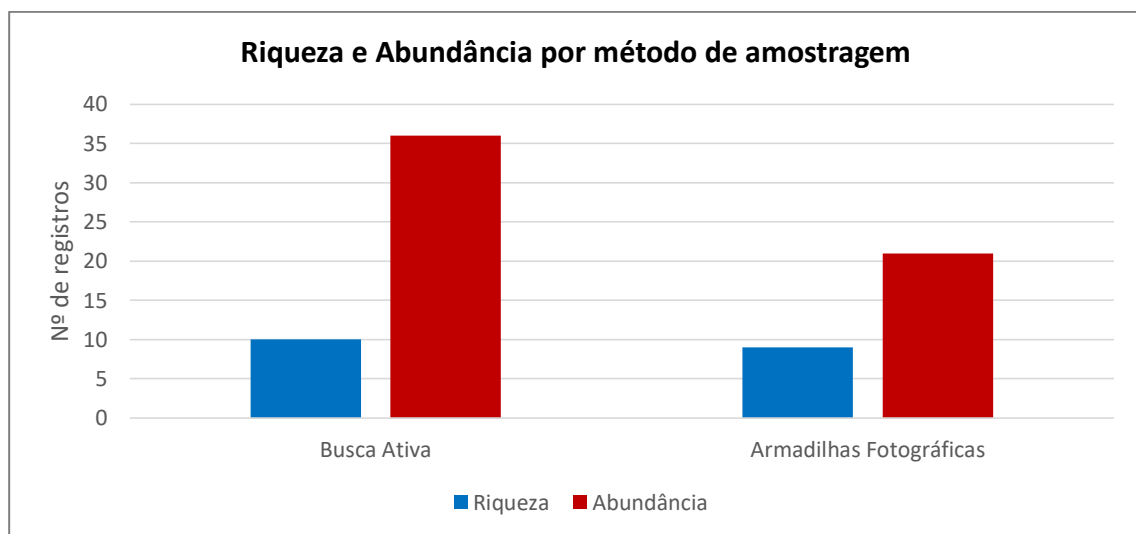
Foto 6.104 – Mão-pelada (*Procyon cancrivorus*).

As espécies de mamíferos com o maior número de indivíduos registrados foram o sagui-de-tufo-preto (*Callithrix penicillata*), a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), o javali (*Sus scrofa*) e o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*). São espécies generalistas, que suportam certo grau de alterações ambientais e são comuns os seus registros em estudos ambientais.

A capivara pode ser encontrada tanto em zonas urbanizadas quanto em locais com maior grau de preservação, demonstrando um alto grau de adaptação (REIS et al., 2011). O javali, por sua vez, é uma espécie exótica invasora, competidora, de dieta onívora e generalista.

Algumas espécies como o lobo-guará, o tamanduá-bandeira e a capivara fazem parte dos mamíferos de grande porte e que necessitam de uma área de vida extensa, podendo ocorrer um viés em seus registros com a contagem duplicada de um mesmo indivíduo no mesmo sítio amostral ou em diferentes sítios, pelos diferentes métodos de registro.

Nos métodos empregados, as buscas ativas, diurnas e noturnas, somaram dez registros de mamíferos, com 36 indivíduos registrados na aplicação metodológica. Com o uso das armadilhas fotográficas, foram registradas 9 espécies, em um somatório de 21 espécimes registrados (**Figura 6.84**).



**Figura 6.84 – Riqueza e abundância de espécies de mastofauna por método de amostragem (período seco).**

Nos registros por sítio de amostragem (**Figura 6.85**), os pontos P02 e P06 foram as áreas com maior número de espécies registradas ( $S=7$ ), enquanto o que P03 obteve o menor número de registros ( $S=3$ ). No quesito abundância, P05 e P06 registraram mais indivíduos, com 17 e 13, respectivamente, enquanto o P03 registrou apenas 3.

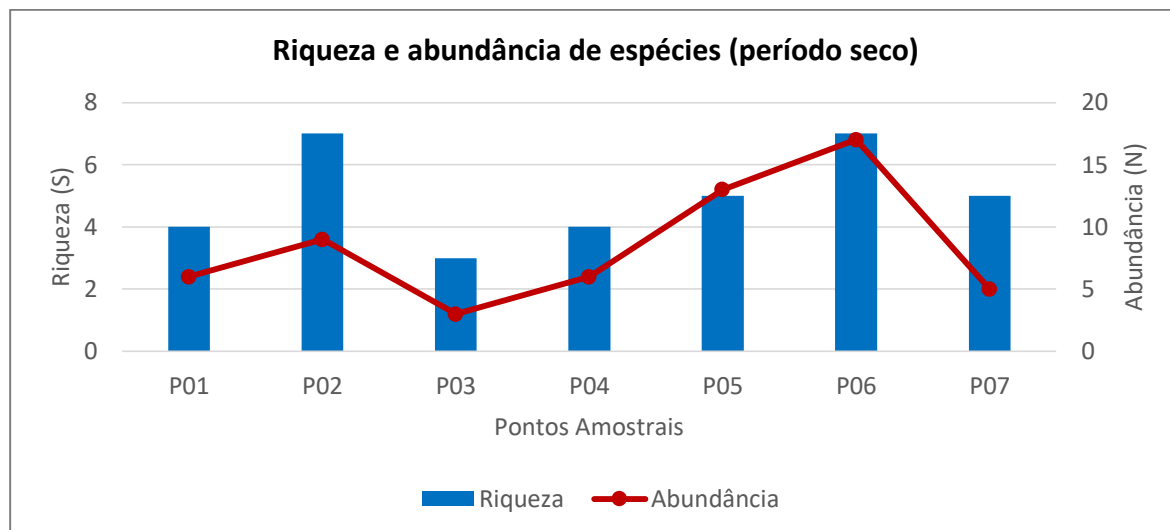


Figura 6.85 – Riqueza e abundância de espécies da mastofauna por sítio amostral (período seco).

Foram registradas 5 espécies ameaçadas segundo as listas internacional, nacional e/ou estadual, a saber:

- *Myrmecophaga tridactyla* (Tamanduá-bandeira): VU (COPAM, 2010; MMA, 2022; IUCN, 2022);
- *Chrysocyon brachyurus* (Lobo-guará): VU (COPAM, 2010; MMA, 2022);
- *Lontra longicaudis* (Lontra): VU (COPAM, 2010);
- *Leopardus pardalis* (Jaguatirica): VU (COPAM, 2010);
- *Sylvilagus brasiliensis* (tapeti): EN (IUCN, 2022) - vale ressaltar que foi encontrada na área de estudo a subespécie *Sylvilagus brasiliensis minensis*.

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.

A jaguatirica é o maior dos mesofelinos do Brasil e, apesar de ser considerada sinantrópica, por ser encontrada em áreas agrícolas, a espécie se apresenta somente em locais com algum remanescente de vegetação natural. A perda e fragmentação dos habitats naturais são as principais ameaças à espécie.

Em relação ao tamanduá-bandeira, em razão de a maior parte da população desta espécie estar localizada no Cerrado e cerca de 50% desse bioma ter sido alterado nos últimos 50 anos, estima-se que a espécie tenha perdido 30% de seus indivíduos neste período. As principais ameaças são os incêndios, atropelamentos, pecuária, agricultura (envenenamento pelos defensivos usados para combater formigas e cupins nestas áreas) e desmatamentos.

O tapeti (*Sylvilagus brasiliensis*) está classificado como Em Perigo (EN) pela IUCN (2022). Em um estudo recente, Bonvicino et al. (2015) e suas análises cromossômicas identificaram quatro subespécies. A subespécie *Sylvilagus brasiliensis minensis* possui distribuição geográfica restrita ao cerrado do Triângulo Mineiro e ao extremo leste de Goiás.

Não foi constatada nenhuma espécie de mamífero endêmica para a área do estudo. Para fauna exclusiva, de ocorrência em território nacional, mas não específica para o bioma ou estado, têm-se as espécies *Callithrix penicillata* (sagui-de-tufo-preto), com sua distribuição em



vários biomas brasileiros, e a espécie *Sylvilagus brasiliensis minensis* (tapeti), de recente revisão filogenética e geográfica, com distribuição pelo sudeste de Goiás e triângulo mineiro (REIS et al., 2011; BONVICINO et al., 2015).

As espécies *Lontra longicaudis* (lontra) e *Leopardus pardalis* (jaguatirica) constam no Apêndice I da lista do CITES (2022), que contém as espécies mais ameaçadas entre as listadas na CITES exceto quando a finalidade da importação é para finalidades científicas.

Já as espécies *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira) e *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará) estão no Apêndice II, que lista as espécies não necessariamente ameaçadas de extinção, mas cujo comércio deve ser controlado a fim de evitar usos incompatíveis com sua sobrevivência.

Ademais, as espécies *Eira Barbara* (irara, papa-mel) e *Cuniculus paca* (paca) estão presentes no Apêndice III, que apresenta 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.

Por fim, da mastofauna encontrada na primeira campanha, são consideradas espécies cinegéticas (CAJAIBA et al., 2015; ARAUJO et al., 2008): *Didelphis albiventris* (gambá-de-orelha-branca), *Dasyus novemcinctus* (tatu-galinha), *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira), *Sylvilagus brasiliensis* (tapeti), *Cuniculus paca* (paca) e *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara).

#### 6.3.3.2.4 Análises Estatísticas

A equitabilidade e a diversidade analisam, de forma conjunta, qual o grau de dominância de espécies em uma comunidade e qual a probabilidade de se coletar espécies diferentes nas amostragens. Em áreas com alta equitabilidade ( $J'$ ), há a presença de poucas espécies dominantes em meio a um grande número de espécies raras, enquanto que o menor valor de equitabilidade é indicado para áreas com presença de espécies altamente dominantes.

As análises estatísticas dos dados de mastofauna adquiridos pelo método de armadilha fotográfica (AF) estão dispostas no **Quadro 6.50**. Observa-se que em áreas com uma equitabilidade alta, como AF1, AF2, AF3 e AF5, são mais bem distribuídos os indivíduos por espécies, ao contrário do que ocorre com as áreas AF4 e AF6, que demonstram uma presença de espécies dominantes, isto é, uma concentração de muitos indivíduos e poucas espécies.

Para a diversidade, as áreas AF6 e AF4 apresentam os valores mais elevados, indicando uma probabilidade maior em se registrar espécies novas em futuras amostragens. Enquanto que os baixos valores de  $H'$  para as demais áreas, demonstra uma baixa probabilidade para novos registros, além das já conhecidas.

**Quadro 6.50 – Dados de Riqueza (S), abundância (N) e índices de Diversidade Shannon ( $H'$ ) e Equitabilidade ( $J'$ ) para a mastofauna amostrada por armadilhas fotográficas.**

Parâmetros	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	Total
Abundância (N)	2	2	2	6	2	7	0	21
Riqueza (S)	2	2	2	4	2	5	0	9
Diversidade ( $H'$ )	0,6931	0,6931	0,6931	1,33	0,6931	1,55	-	-
Equitabilidade ( $J'$ )	1	1	1	0,9591	1	0,963	-	-



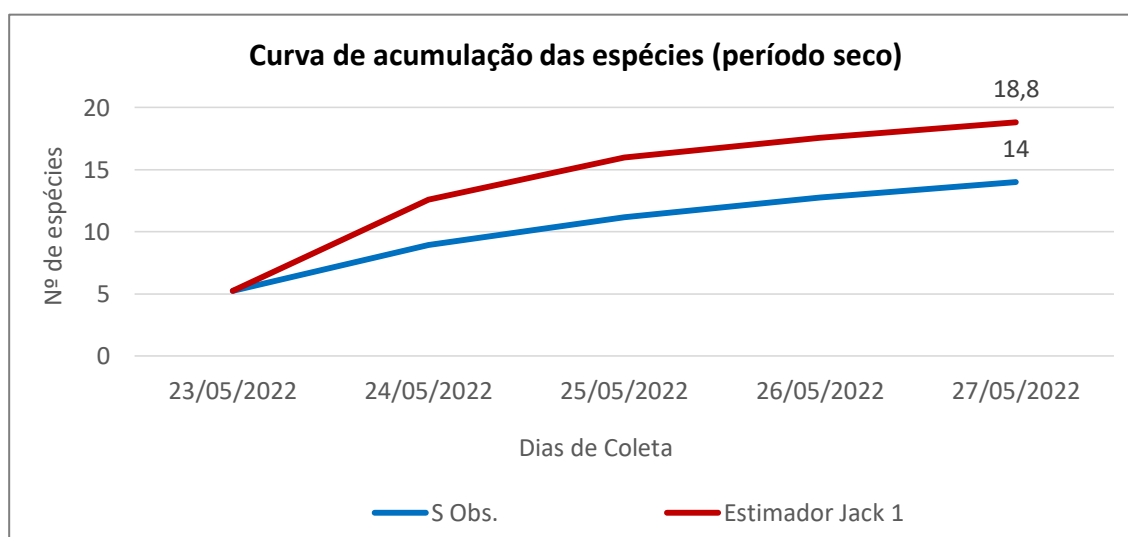
As análises estatísticas dos dados de mastofauna adquiridos por meio da busca ativa (BA) estão dispostas no **Quadro 6.51**. Observa-se que as áreas BA1, BA2 e BA7 registraram os maiores valores de equitabilidade e portanto, maior equilíbrio no número de indivíduos por espécies. Com o menor valor, a área BA6 teve em sua amostragem a dominância da espécie *Callithrix penicillata*.

Com base nos valores de diversidade, as áreas BA1, BA2 e BA7 apresentaram uma maior entropia, isto é, o grau de incerteza na amostragem é maior, sendo, portanto, estatisticamente mais provável a coleta de uma espécie diferente das já registradas nas coletas. Por outro lado, a menor diversidade da área BA6 mostra uma chance maior de se registrar espécies já conhecidas para o estudo.

**Quadro 6.51 – Dados de Riqueza (S), abundância (N) e índices de Diversidade Shannon (H') e Equitabilidade (J') para a mastofauna amostrada por busca ativa.**

Parâmetros	BA1	BA2	BA3	BA4	BA5	BA6	BA7	Total
Abundância (N)	4	6	1	0	11	9	5	36
Riqueza (S)	4	4	1	0	4	2	5	10
Diversidade (H')	1,386	1,33	0	-	0,8856	0,3488	1,609	-
Equitabilidade (J')	1	0,9591	-	-	0,6388	0,5033	1	-

A **Figura 6.86** exibe a curva de acumulação das espécies de mastofauna. Verifica-se uma reta ascendente, com o estimador de riqueza (JackKnife 1) propondo 18,8 espécies esperadas para o estudo de levantamento na região e, portanto, um incremento já esperado com o acúmulo de um esforço amostral, e uma eficiência de 74,46% na amostragem das espécies durante o levantamento no entorno do futuro depósito PDM-2.



**Figura 6.86 – Curva de acumulação das espécies de mastofauna (período seco).**

Apesar do elevado valor numérico na eficiência das amostragens, a base de dados utilizada, que consiste em uma campanha de cinco dias de amostragem, não possui a robustez necessária para conclusões assertivas através das análises ecológicas de acúmulo de espécies em função de amostragem temporal, como pode ser notado no gráfico rarefação da **Figura 6.87**.

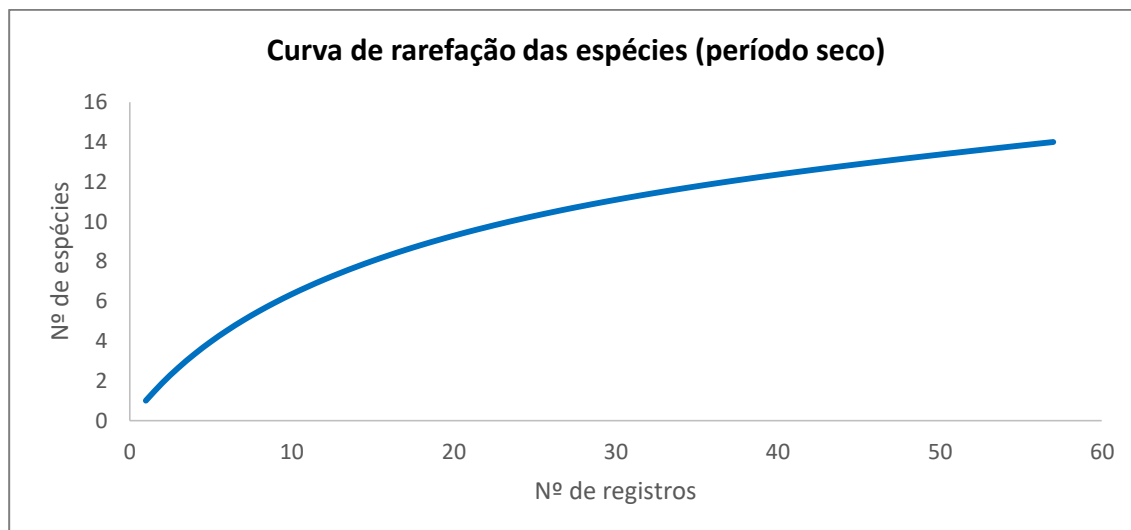


Figura 6.87 – Curva de rarefação das espécies de mastofauna (período seco).

De acordo com o dendrograma de similaridade (Figura 6.88), P01 e P02 são as áreas mais semelhantes (57,14% de similaridade), com quatro espécies registradas em ambas as áreas, seguidos por P04 e P05 (50,0% de similaridade), com três espécies. Em um segundo nível, tem-se P01, P02 e P06, com similaridade por volta de 40%, e P03, P04 e P05 em um segundo conjunto, com similaridade em torno de 40% também. O P07 possui uma fauna singularizada em relação às demais áreas.

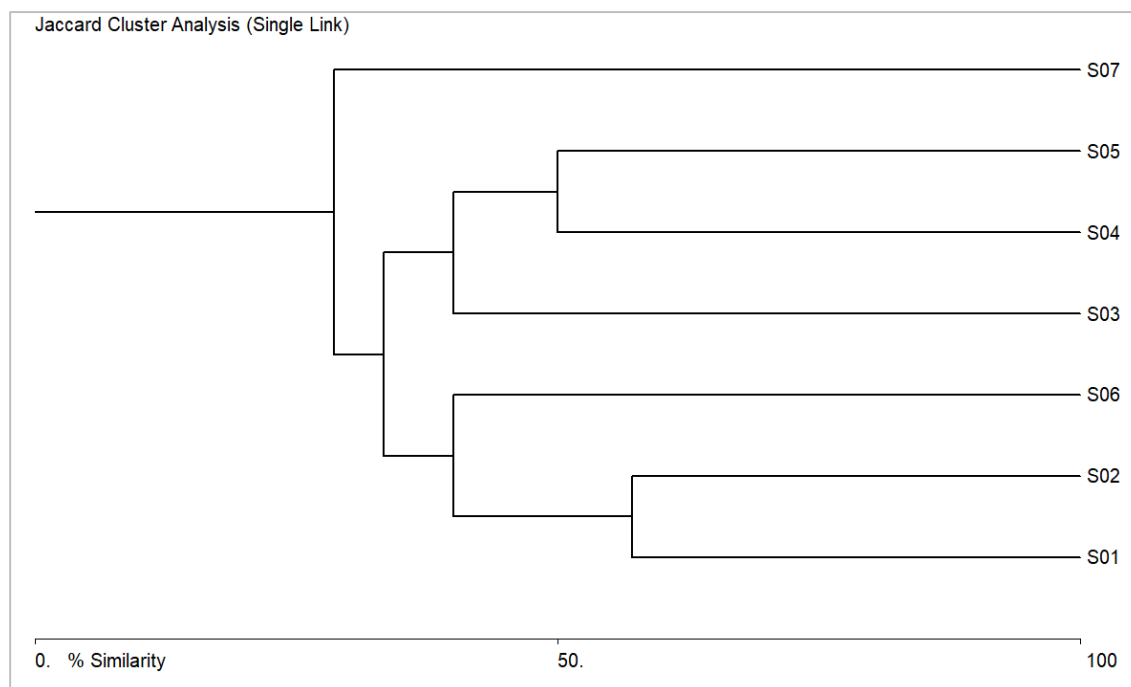


Figura 6.88 – Dendrograma de similaridade entre os sítios amostrais de mastofauna.

#### 6.3.3.2.5 Conclusões

Em geral, as espécies encontradas durante o levantamento de mastofauna na área do CMT são generalistas, ou seja, que suportam certo grau de alterações ambientais, e sinantrópicas.

As espécies *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira), *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará), *Lontra longicaudis* (lontra), *Leopardus pardalis* (jaguaritica) e *Sylvilagus brasiliensis*

*minensis* (tapeti), encontradas na primeira campanha (período seco), constam nas listas de animais ameaçados de extinção (COPAM, 2010, MMA, 2022 e/ou IUCN, 2022).

A área do depósito PDM-2 já apresenta avançada alteração do meio em decorrência de atividades minerárias do CMT. Contudo, o entorno da ADA possui remanescentes de vegetação que garantem a biodiversidade da fauna. Assim, não é necessária a adoção de medidas de emergência, além daquelas já realizadas para proteção da mastofauna local. Entretanto, é necessário que haja continuidade do monitoramento para constante avaliação das possíveis mudanças que venham a ocorrer nas populações locais.

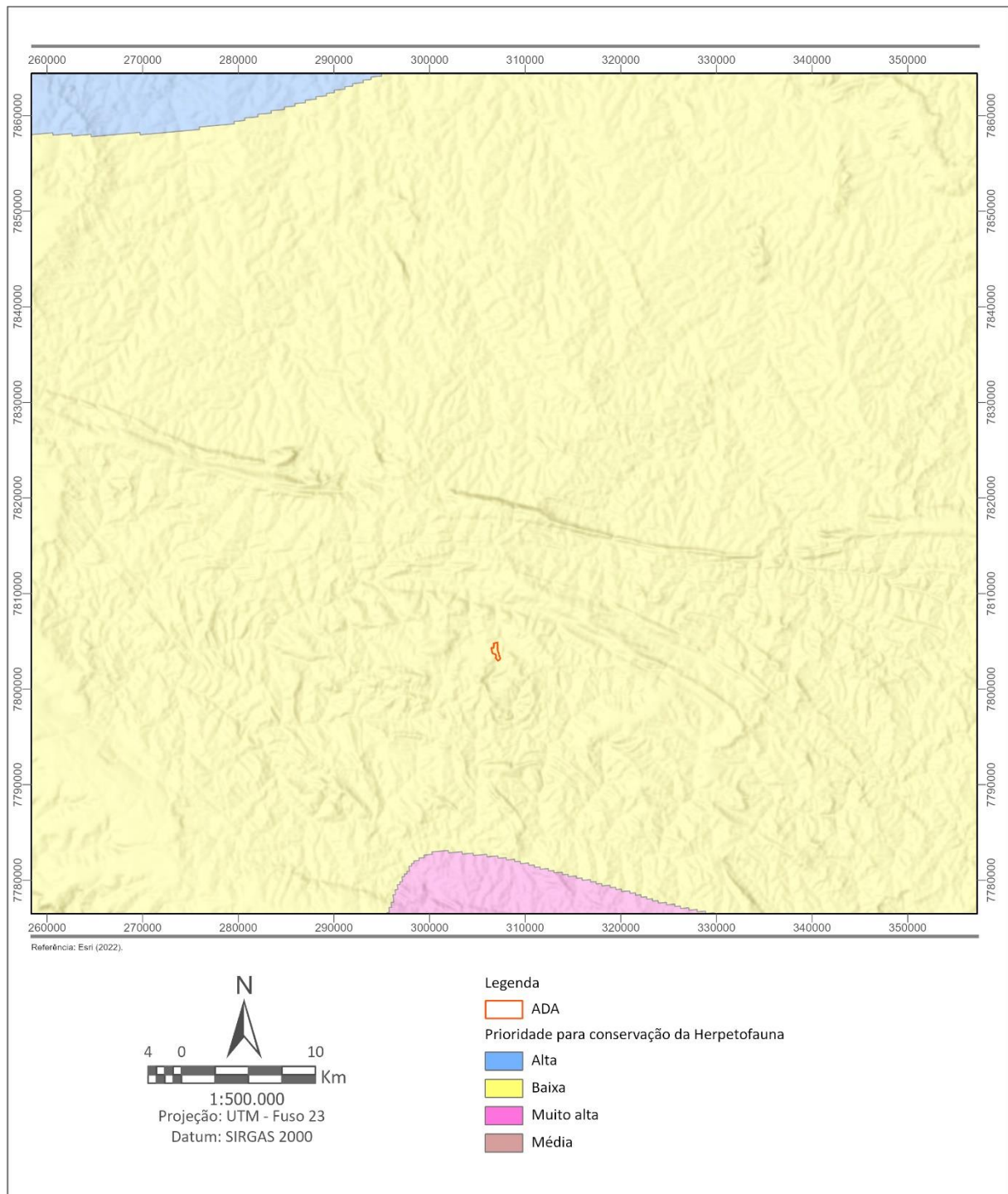
### 6.3.3.3 Herpetofauna

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., 2011; 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, que lhe conferem 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 IDE-Sisema, o depósito PDM-2 se encontra inserido em área de prioridade baixa para conservação (**Figura 6.89**), 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 6.89 – 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 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).

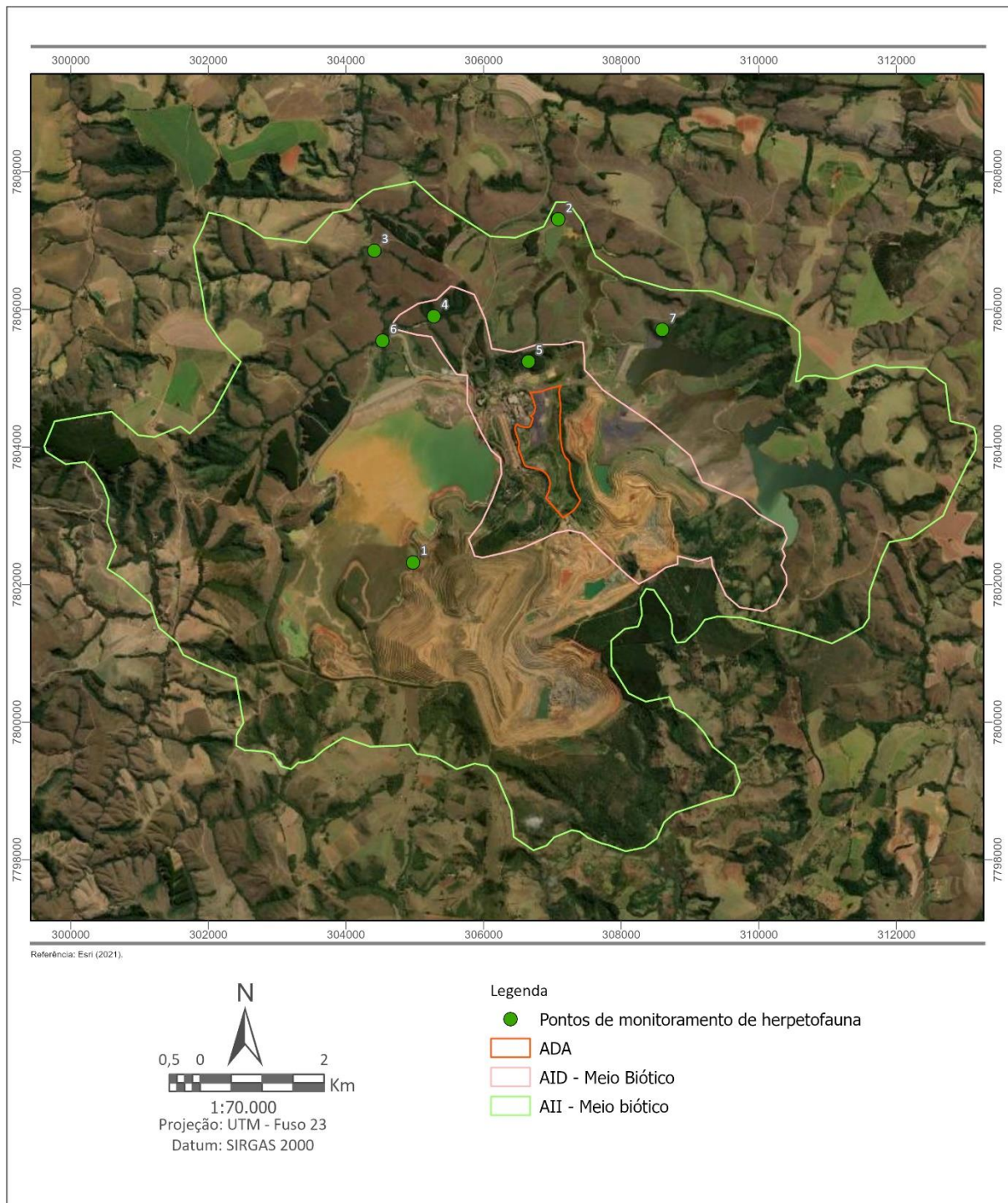
Em relação ao status de conservação, a espécie *Pithecopus ayeaye* (perereca-das-folhagens) é classificada como CR pela IUCN (2022) e a espécie *Heterodactylus lundii* (cobra-de-pé, briba) como VU pelo MMA (2022).

#### 6.3.3.3.2 Amostragem

Foram estabelecidos 7 pontos amostrais, na área diretamente afetada (ADA) e nas áreas de influência direta e indireta do depósito PDM-2, para inventariamento da herpetofauna. As coordenadas dos pontos de levantamento desse grupo constam no **Quadro 6.52** e, em seguida, a **Figura 6.90** exibe sua localização, que equivale aos pontos de monitoramento de mastofauna.

**Quadro 6.52 – Pontos de inventariamento de herpetofauna.**

Pontos	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 - Fuso 23K	
	Longitude (m E)	Latitude (m S)
1	304.977	7.802.323
2	307.084	7.807.308
3	304.410	7.806.857
4	305.278	7.805.902
5	306.653	7.805.241
6	304.530	7.805.544
7	308.593	7.805.705



**Figura 6.90 – Localização dos pontos amostrais para o levantamento da herpetofauna.**

Para o levantamento da herpetofauna, foi utilizada a metodologia de busca ativa (**Fotos 6.105 e 6.106**). Em geral, as atividades foram realizadas em ambientes de agregações reprodutivas (brejos, lagoas, etc.) ou refúgios (sob troncos caídos, pedras, entulhos ou restos de construção civil, etc.), sempre nos horários mais apropriados para a captura de répteis e anfíbios (MANGINI & NICOLA, 2003).





Foto 6.105 – Busca Ativa (período diurno).



Foto 6.106 – Busca ativa (período noturno).

De acordo com Silvano & Pimenta (2003), a diversidade de micro habitats é um fator importante para determinar o número de espécies ocorrentes em um determinado ambiente. Segundo Silveira et al. (2010), dentre as várias metodologias de registro da herpetofauna, o método de busca ativa é considerado o mais eficiente, pois permite ao herpetólogo explorar vários tipos de ambientes, microambientes e fitofisionomias e, com isso, registrar espécies de hábitos diversos. O método de busca ativa apresenta um processo bastante versátil e generalista de detecção e captura da herpetofauna em campo, principalmente de espécies raras e críticas, que dificilmente são registradas por métodos passivos de amostragem (armadilhamento fixo), mas são eventualmente registradas na busca ativa.

Foi estabelecido um transecto linear (caminhamento) com tamanho determinado ao longo das fitofisionomias de cada ponto amostral, a fim de contemplar o maior número de espécies de répteis e anfíbios. A amostragem foi realizada em cada ponto amostral por uma hora pela manhã e uma hora a noite com extensão de 1 km.

Por ser comum que as armadilhas fotográficas utilizadas para o censo de mamíferos registrem espécimes da herpetofauna, estas foram incluídas na lista de riqueza, sendo denominadas como registros ocasionais (RO). Indivíduos que forem encontrados mortos dentro da área de estudo por atropelamentos ou pelo encontro de carcaças também serão caracterizadas como registros ocasionais e entrarão para a lista de riqueza.

O equipamento fotográfico utilizado para o levantamento é uma Nikon D7000 e lente 18-105mm Nikkor VR.

#### 6.3.3.3 Dados Primários

Na primeira campanha de diagnóstico da herpetofauna, foram registradas 9 espécies, distribuídas em 2 ordens e 5 famílias, sendo 8 espécies de anfíbios e 1 espécie de lagarto, conforme **Quadro 6.53**. Seguindo o padrão de outros estudos realizados no cerrado, os anfíbios foram responsáveis pela maior riqueza.

Em seguida, as **Fotos 6.107 a 6.112** apresentam o registro de algumas das espécies observadas.

Quadro 6.53 – Herpetofauna registrada na primeira campanha (período seco).

Ordem	Família	Espécie	Nome popular	Tipo de Registro	Endemismo	Status de Conservação			
						COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
<b>Anfíbios</b>									
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo-cururu	VI	-	-	-	DD	-
	Odontophrynidae	<i>Proceratophrys</i> sp.	Sapo	VOC	-	-	-	-	-
	Hylidae	<i>Boana albopunctata</i>	Perereca-de-pintas-amarelas	VI	-	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Boana stenocephala</i>	Perereca-de-pijama	VI, VOC	-	-	-	DD	-
		<i>Boana lundii</i>	Perereca	VI	-	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Scinax canastrensis</i>	Perereca	VI, VOC	CE	-	-	DD	-
		<i>Scinax fuscovarius</i>	Perereca-de-banheiro	VI	-	-	-	LC. Pop Sta	-
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus latrans</i>	Rã-manteiga	VI	-	-	-	LC. Pop Sta	-
<b>Répteis</b>									
Squamata	Mabuyidae	<i>Copeoglossum nigropunctatum</i>	Lagarto-liso	VI	-	-	-	LC. Pop Dec	-

**Legenda:** Tipo de registro: VI = Visual; VOC = Vocalização. Endemismo: 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; DD = Deficiente de Dados; Pop Dec = população decrescendo; Pop Sta = população estável; CITES (2022) = Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies Silvestres Ameaçadas de Extinção (2022).



Foto 6.107 – Perereca (*Scinax canastrensis*).



Foto 6.108 – Rã-manteiga (*Leptodactylus latrans*).



Foto 6.109 – Sapo-cururu (*Rhinella diptycha*).



Foto 6.110 – Perereca-de-pintas-amarelas (*Boana albopunctata*).



Foto 6.111 – Perereca-de-pijama (*Boana stenocephala*).



Foto 6.112 – Lagarto-liso (*Copeoglossum nigropunctatum*).

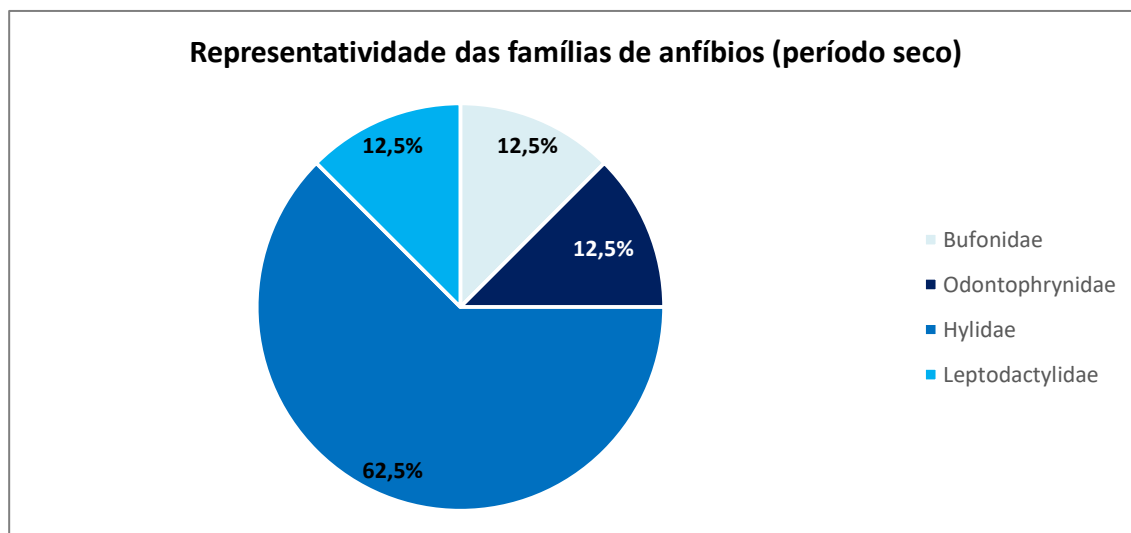
A maioria das espécies de anfíbios amostradas foi encontradas exclusivamente em brejos de áreas abertas e podem ser consideradas generalistas no uso do habitat. Contudo, é importante destacar a presença de espécies restritas a certos ambientes na área de estudo, como as pererecas *Boana lundii* e *Scinax canastrensis*, que dependem de corpos d'água lóticos com cobertura florestal.

A permeabilidade da pele, juntamente com a presença de uma fase larval para boa parte das espécies de anfíbios, torna esses animais dependentes de umidade (para evitar a desidratação) e de ambientes aquáticos (para o desenvolvimento de suas larvas). Visto que esta primeira campanha foi realizada no período seco, as condições descritas acima são as



principais razões pelas quais o número de registros tende a aumentar durante a estação chuvosa que, no Cerrado, ocorre geralmente entre novembro e março (COLLI; BASTOS; ARAÚJO, 2002).

A **Figura 6.91** mostra a representatividade das diferentes famílias de anfíbios em relação ao número de espécies registradas na presente campanha. Os anfíbios foram representados por quatro famílias, com predomínio de Hylidae (62,5%).



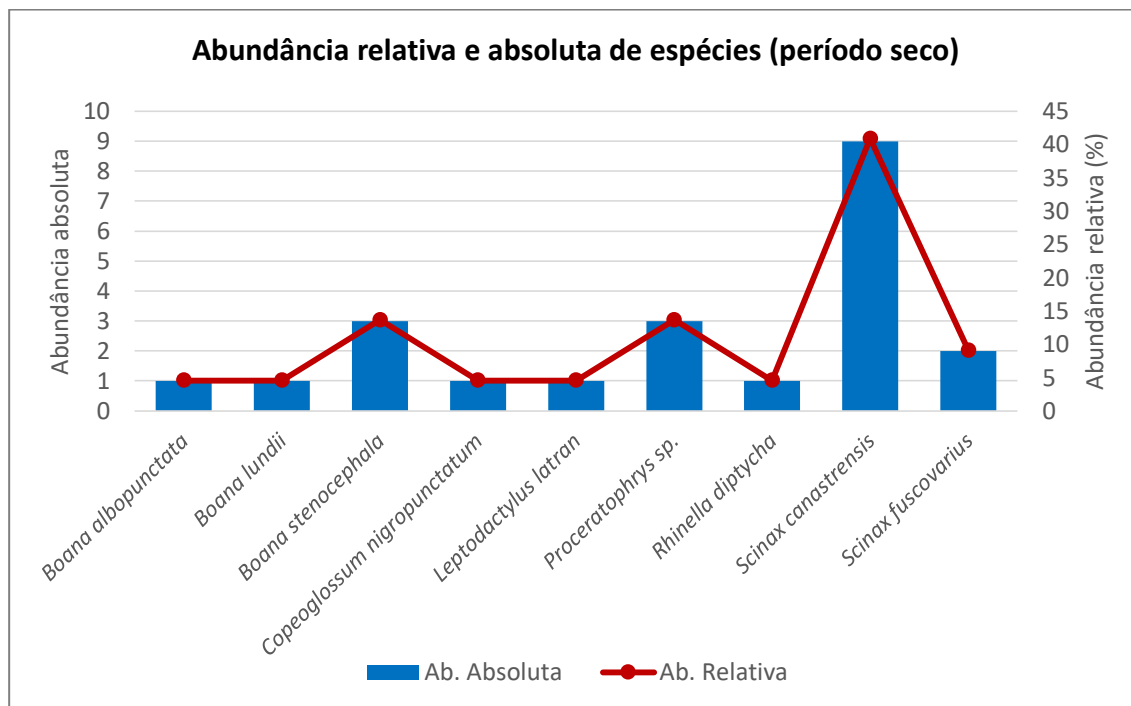
**Figura 6.91 – Representatividade das famílias de anfíbios registradas (período seco).**

Considerando a quantidade de espécies brasileiras de cada família de anfíbios, Hylidae está entre as mais abundantes e são comumente dominantes em amostragens no Cerrado, justificando a presença e predominância na área do CMT (RAMALHO et al., 2018; SEGALLA et al., 2021; NEVES et al., 2019).

Os répteis foram representados por apenas uma espécie da família Mabuyidae, o que torna difícil a discussão sobre a dominância de famílias. O número baixo de registros de répteis justifica-se pelos seus hábitos de vida críticos, que dificultam sua detectabilidade, e por não emitirem sons, nem formar agregados, fatores que facilitam o encontro de anfíbios.

A espécie mais abundante encontrada foi *Scinax canastrensis* (N=09). As demais apresentaram baixa abundância, com outras três espécies registrando mais que apenas um indivíduo, conforme **Figura 6.92**.





**Figura 6.92 – Abundância relativa e absoluta das espécies de herpetofauna (período seco).**

Não foram observadas espécies ameaçadas de acordo com as listas internacional (IUCN, 2022), nacional (MMA, 2022) ou estadual (COPAM, 2010). Nas listas do CITES (2022), não esteve inclusa nenhuma espécie. Tampouco se observou espécies consideradas exóticas, raras ou de interesse científico.

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. É importante salientar que o Cerrado é uma relevante área endêmica para herpetofauna.

Dados sobre uso de anfíbios para alimentação humana no Brasil são escassos, contudo, algumas espécies de anfíbios da família Leptodactylidae são consideradas de interesse cingético, pois sua carne faz parte da culinária local de algumas regiões, podendo-se destacar o gênero *Leptodactylus*, chamado popularmente de gila. As espécies do gênero que apresentam maior porte são apreciadas devido à maior disponibilidade de carne em suas carcaças. Pertencente a esse gênero, foi encontrada na área de estudo apenas a rã-manteiga (*Leptodactylus latrans*).

#### 6.3.3.3.4 Análises Estatísticas

O **Quadro 6.54** exibe os valores de riqueza, abundância, diversidade de Shannon e equitabilidade dos pontos amostrais da herpetofauna.

**Quadro 6.54 – Dados de riqueza (S), abundância (N) e índices de Diversidade (H') e Equitabilidade (J') para a herpetofauna (período seco).**

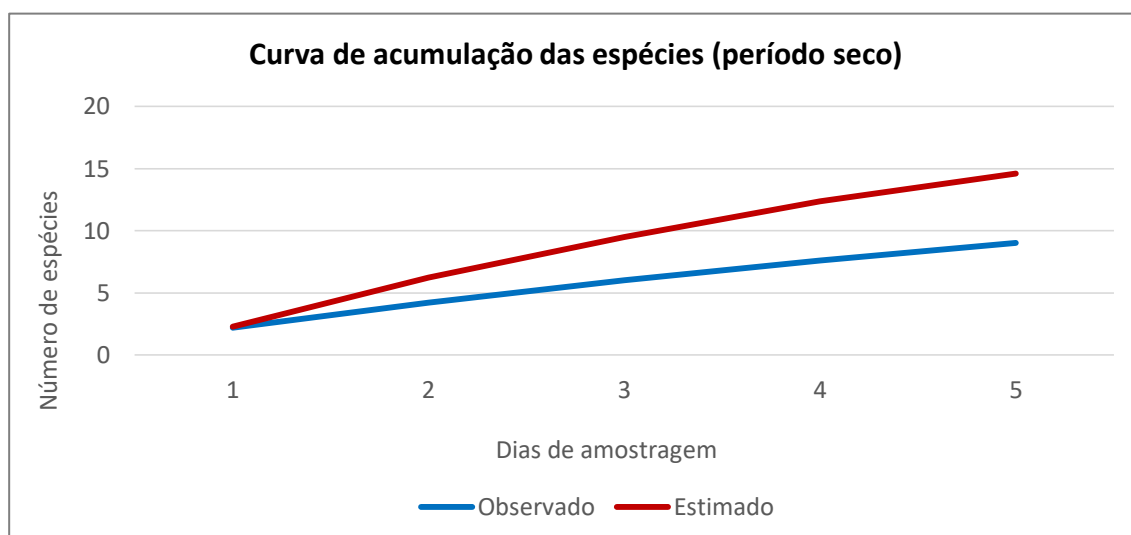
Pontos	Riqueza (S)	Abundância (N)	Diversidade (H')	Equitabilidade (J')
P2	2	2	0,69	1
P3	3	6	1,01	0,92
P6	3	11	0,6	0,54

Pontos	Riqueza (S)	Abundância (N)	Diversidade (H')	Equitabilidade (J')
P7	3	3	1,09	1
<b>Geral</b>	<b>9</b>	<b>22</b>	<b>1,83</b>	<b>0,84</b>

Com relação à distribuição da riqueza e abundância nos pontos amostrais, apenas os pontos P2, P3, P6 e P7 apresentaram valores acima de zero e, dentre eles, não houve diferença significativa nos atributos de riqueza. Por outro lado, na abundância, houve destaque para o ponto 6 que apresentou 11 registros, dos quais 80% está associado à espécie *Scinax canastrensis*. Vale destacar que a falta de registros de indivíduos em alguns pontos pode estar atrelada ao fato destes fragmentos não apresentarem recursos d'água.

A diversidade se mostrou satisfatória quando consideramos a área como um todo ( $H=1,83$ ), bem como uma amostra homogênea, com um valor expressivo de equitabilidade ( $J=0,84$ ). Isso mostra que a área abriga uma comunidade significativa. A diversidade de espécies não apresentou grande diferença entre os pontos P2, P3 e P7, mostrando valores significativos e uma amostragem homogênea. Já o ponto amostral P6, apesar de não apresentar uma diferença significativa no índice de diversidade, obteve uma amostra menos homogênea e, consequentemente, um menor valor de equitabilidade, já que a maior parte de sua abundância está associada a apenas uma espécie.

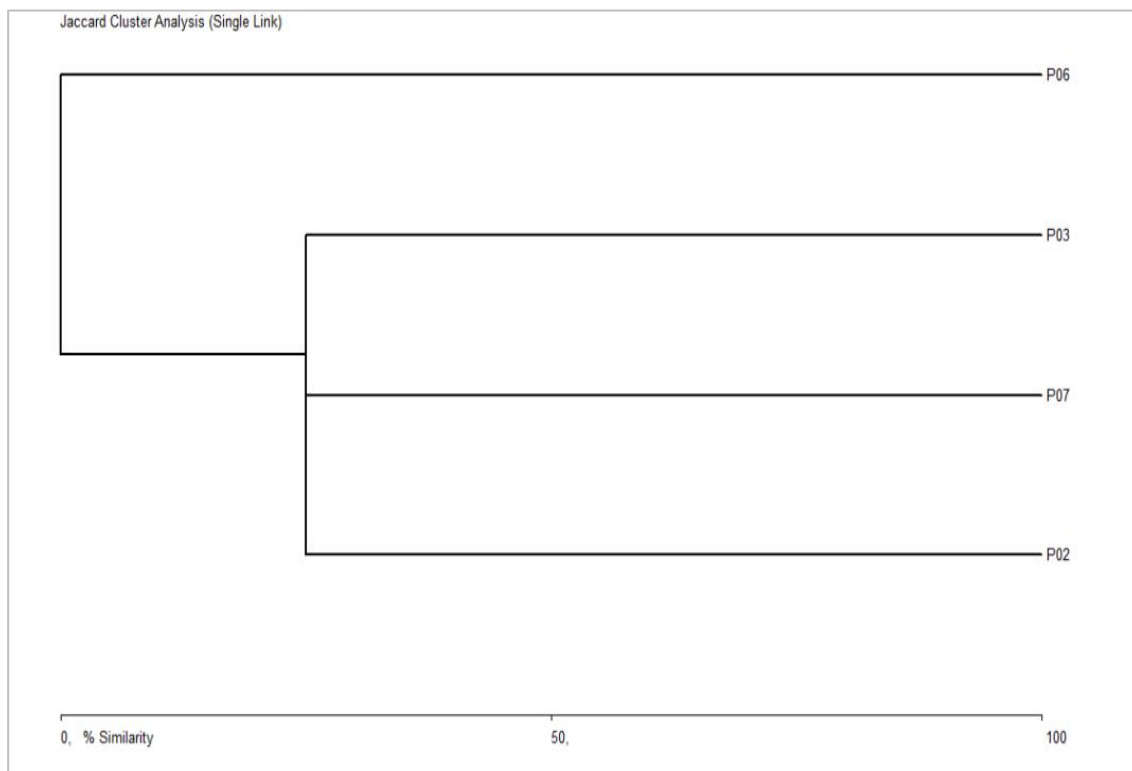
A **Figura 6.93** apresenta a curva de acumulação das espécies, gerada como forma de avaliar a eficácia do esforço amostral e verificar se a amostragem das espécies observadas foi representativa para a área do projeto, utilizando como comparativo as espécies estimadas, calculadas a partir do estimador não paramétrico de Jackknife 1.



**Figura 6.93 – Curva de acumulação das espécies de herpetofauna (período seco).**

Foram observadas 9 espécies, sendo que foram estimadas 14, indicando que mais espécies poderão ser registradas com a continuidade da amostragem. Essa é uma estimativa trivial em amostragens de curto prazo e a continuidade do estudo tende a diminuir a inclinação da curva. Apesar desse fato, a representatividade das espécies observadas (61%) em relação às espécies estimadas, demonstram um esforço amostral adequado e metodologias aplicadas de modo satisfatório.

O dendrograma de similaridade (Índice de Jaccard) dos anfíbios nos pontos amostrais é apresentado na **Figura 6.94**.



**Figura 6.94 – Dendrograma de similaridade entre os sítios amostrais de herpetofauna.**

Os pontos formaram um agrupamento que inclui P2, P3 e P7, com uma similaridade de 25% e o ponto amostral P6 se distanciou dos demais. Considerando a baixa riqueza, principalmente nesses pontos, é impossível inferir uma razão intrínseca para essa relação. Não é possível avaliar se existe alguma ligação entre as áreas. Com a próxima amostragem, será possível observar melhor a similaridade dos pontos amostrais.

#### 6.3.3.3.5 Conclusões

Apesar da presente campanha ter sido realizada em período seco, considerado de estresse para os anfíbios, os atributos de riqueza e abundância foram expressivamente maiores para esse grupo. Isto está associado à disponibilidade de recursos d'água que servem de abrigo para esses animais. Vale salientar que a ecologia dos anfíbios facilita seu encontro, já que são animais que formam densos agregados em atividade reprodutiva.

A área do depósito PDM-2 já apresenta avançada alteração do meio em decorrência de atividades minerárias do CMT. Contudo, na região do empreendimento, foram encontradas espécies com diferentes necessidades ecológicas. Destaca-se, portanto, a necessidade de manutenção de condições favoráveis para diferentes espécies no entorno do empreendimento, principalmente no que diz respeito aos ambientes ripários e conservação dos cursos d'água perenes.

Não foram observadas espécies ameaçadas de acordo com as listas internacional (IUCN, 2022), nacional (MMA, 2022) ou estadual (COPAM, 2010). Além disso, das espécies registradas na presente campanha, apenas uma é endêmica do cerrado: *Scinax canastrensis*, também considerada bioindicadora de qualidade ambiental.

Conclui-se que a operação do empreendimento não está causando extinção local e/ou afugentamento de espécies. Dessa forma, a adoção de medidas de emergência além das que

já são realizadas para proteção da herpetofauna local não se faz necessária. Entretanto, é necessária a continuidade do monitoramento já realizado no CMT para constante avaliação das possíveis mudanças que venham a ocorrer nas populações da herpetofauna local.

Por fim, nota-se que a curva de acumulação e estimativas indicam que nas próximas campanhas a tendência é de que sejam registradas novas espécies para a área, possibilitando uma melhor compreensão sobre a dinâmica das comunidades de répteis e anfíbios e facilitando a identificação dos impactos na área do empreendimento e a elaboração de novas recomendações e estratégias de conservação.

#### 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 consequentemente 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 et al., 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**.

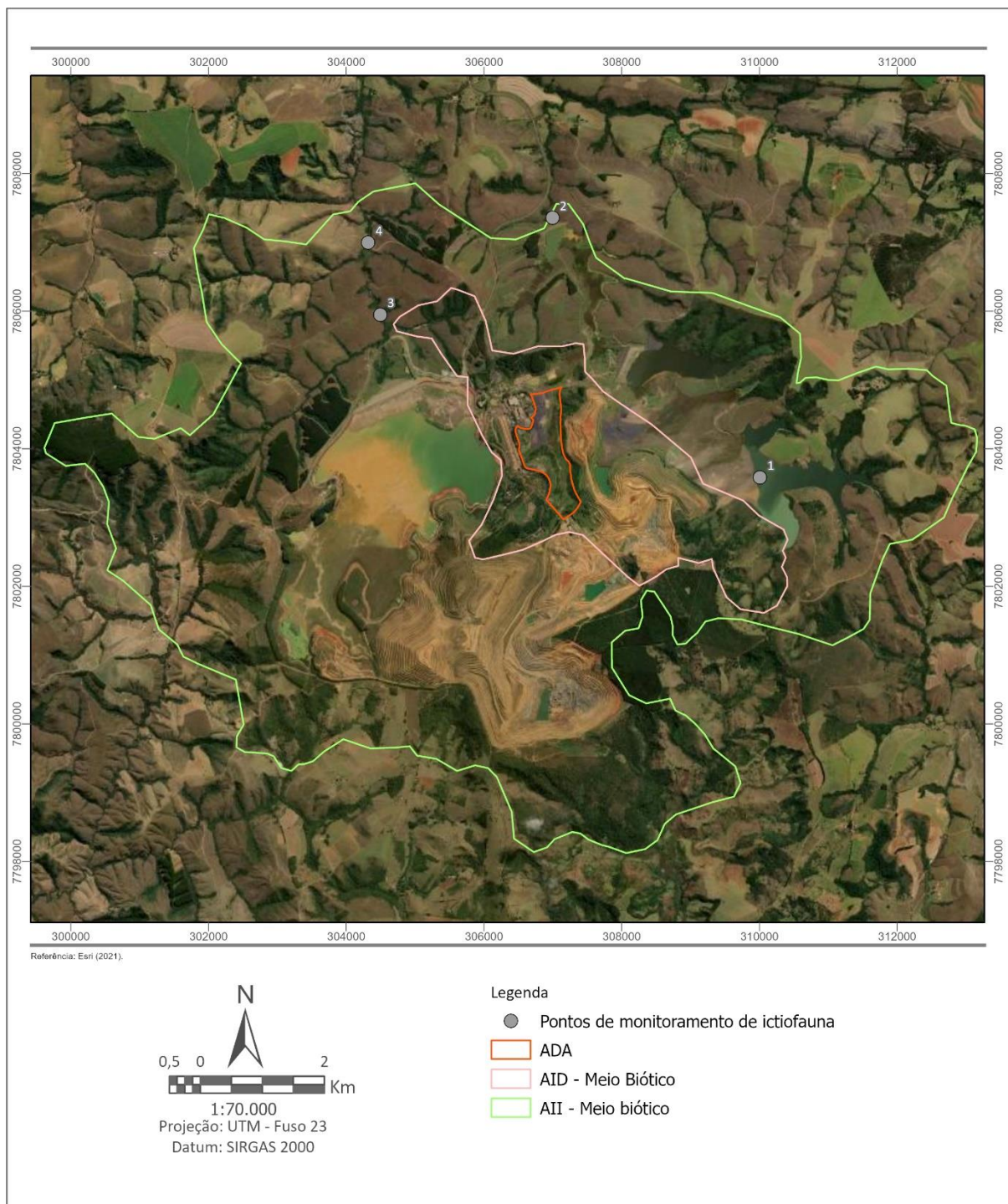
Dentre elas, 2 espécies se encontram sob status de ameaça, segundo as listas internacional, nacional e estadual: *Brycon nattereri* (pirapitinga), classificada como EN pela lista da COPAM (2010) e *Cyprinus carpio* (carpa), considerada VU pela IUCN (2022).

#### 6.3.3.4.2 Amostragem

Para o levantamento da ictiofauna ao longo da área de influência do empreendimento, foram estabelecidos 4 pontos amostrais nas áreas de influência do PDM-2. As coordenadas dos pontos de levantamento da ictiofauna constam no **Quadro 6.55** e, em seguida, a **Figura 6.95** exhibe sua localização.

**Quadro 6.55 – Pontos de inventariamento de ictiofauna.**

Pontos	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 - Fuso 23K	
	Longitude (m E)	Latitude (m S)
1	310.005	7.803.585
2	306.993	7.807.356
3	304.492	7.805.950
4	304.316	7.806.998



**Figura 6.95 – Localização dos pontos amostrais para o levantamento da ictiofauna.**

Os corpos hídricos presentes na ADA não foram amostrados por serem de pequeno porte e, portanto, não favorecerem a presença de peixes maiores e maior diversidade de espécies.

As **Fotos 6.113 a 6.116** apresentam os registros dos pontos amostrais para a ictiofauna.





**Foto 6.113 – Ponto 1, Barragem de Rejeitos (BR).**



**Foto 6.114 – Ponto 2, córrego Boa Vista.**



**Foto 6.115 – Ponto 3, córrego do Retiro.**



**Foto 6.116 – Ponto 4, Barragem BA3.**

Os peixes capturados foram identificados, medidos, pesados e quantificados durante a realização da primeira campanha de coleta, abrangendo a estação de seca da região.

Existem diversos aparelhos e métodos para coleta de peixes e sua escolha depende fundamentalmente do ambiente que vai ser amostrado e do conhecimento dos peixes e de seus hábitos. Nos ambientes de riachos, os aparelhos mais comumente utilizados, por sua praticidade e eficiência, são as redes de arrasto, armadilhas (covos), peneiras, puçás, tarrafas, anzol com linha e pesca elétrica (OYAKAWA et al., 2006).

Para amostragem quantitativa dos peixes, foram utilizadas redes de emalhar, quando possível. Quanto às amostragens qualitativas, foram utilizados equipamentos como redes de arrasto, peneiras e tarrafas de malha fina.

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 foram depositados na coleção de peixes do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Goiás - UFG.

Amostragens quantitativas e qualitativas foram realizadas em praticamente todos os pontos de coleta. Eventualmente, em algumas áreas, ocorreram apenas amostragens qualitativas, por não existir condições técnicas para realização de amostragens quantitativas em determinado período.

Para a amostragem quantitativa dos peixes, foram utilizadas redes de emalhar com diferentes tamanhos de malha, de 2,4 a 16 cm (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 com uma tarrafa de malha de 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 (80 cm x 40 cm). Esta metodologia foi aplicada em todos os pontos onde a utilização desses petrechos de pesca foi possível, sempre pela manhã, com duração de 1 homem/hora por ponto.

As **Fotos 6.117 a 6.120** exibem os registros dos procedimentos de coleta da ictiofauna.



**Foto 6.117 – Instalação de rede de emalhar.**



**Foto 6.118 – Uso de puçá.**



**Foto 6.119 – Uso de peneira.**



**Foto 6.120 – Uso de bote para instalação de redes de emalhar.**

Em campo, todos os peixes foram sacrificados com solução de óleo de cravo (Eugenol) diluído na água em proporção de 4 ml / 40 l, com exceção de exemplares das espécies ameaçadas de extinção encontrados vivos, os quais foram soltos nas áreas de suas capturas. Em laboratório, os demais foram processados para identificação e obtenção de dados biométricos como comprimento total e padrão e peso. A obtenção destes dados permite avaliar a composição e estrutura da comunidade de peixes do local, de modo a fornecer subsídios para nortear ações futuras.

Todos os peixes capturados foram fixados em solução de formol a 10% e transferidos para tambores contendo álcool 70° GL, para posterior depósito e tombamento em coleção



científica. 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.

#### 6.3.3.4.3 Dados Primários

Foram coletados 323 indivíduos, pertencentes a 6 ordens, 8 famílias e 11 espécies, conforme **Quadro 6.56**. Os indivíduos capturados totalizaram uma biomassa de 10,992 quilogramas.

Em seguida, as **Fotos 6.121 a 6.126** ilustram algumas das espécies capturadas.

Quadro 6.56 – 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>Psalidodon paranae</i>	Lambari	-	-	-	-
	Erythrinidae	<i>Hoplias intermedius</i>	Trairão	-	-	LC. Pop Unk	-
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Cyprinus</i> spp.	Carpa	-	-	-	-
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i>	Guppy	-	-	LC. Pop Sta	-
Siluriformes	Loricariidae	<i>Hypostomus</i> aff. <i>nigromaculatus</i>	Cascudo	-	-	-	-
	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 Sta = população estável; Pop Unk = população desconhecida; CITES (2022) = Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies Silvestres Ameaçadas de Extinção (2022).



Foto 6.121 – Lambari-de-rabo-amarelo (*Astyanax lacustres*).



Foto 6.122 – Guppy (*Poecilia reticulata*).



Foto 6.123 – Tilápia (*Coptodon rendalli*).



Foto 6.124 – Carpa (*Cyprinus carpio*).



Foto 6.125 – Cambeva (*Trichomycterus davisii*).



Foto 6.126 – Cambeva (*Trichomycterus brasiliensis*).

As ordens mais representativas em número de espécies foram a dos Characiformes (27,3%) e dos Siluriformes (27,3%), com 3 espécies registradas em cada uma. Os Perciformes (18,2%) foram representados por 2 espécies. Os Cyprinodontiformes (9,1%), Cypriniformes (9,1%) e Gymnotiformes (9,1%) foram representados por apenas 1 espécie (Figura 6.96).

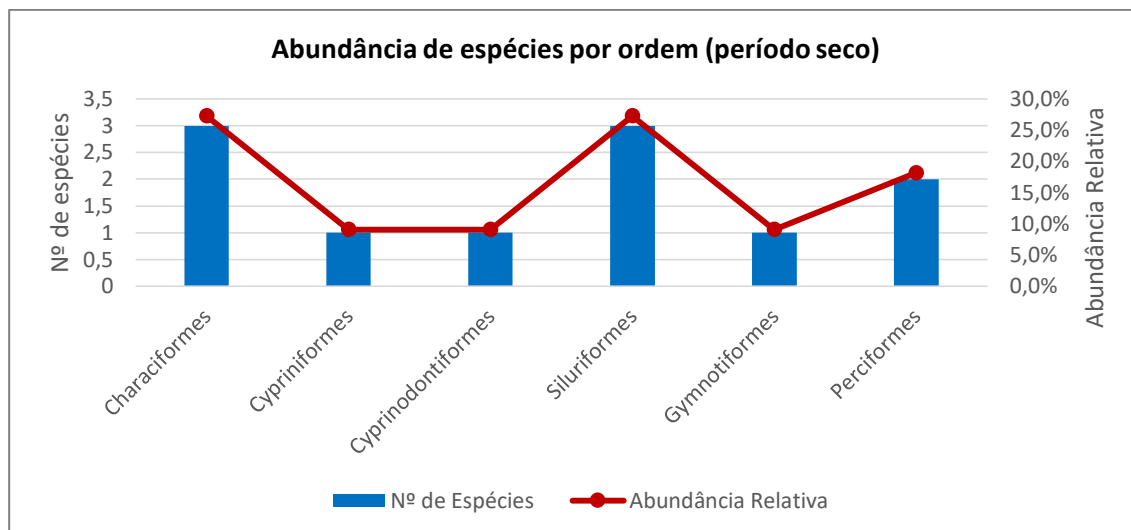


Figura 6.96 – Abundância de espécies de ictiofauna por ordem (período seco).

A predominância de espécies de peixes das ordens dos Characiformes e dos Siluriformes segue 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 8 famílias registradas na primeira campanha, destacou-se as famílias Characidae, Cichlidae e Trichomycteridae, com 2 espécies em cada uma, representando 18,2% do total. Elas foram seguidas pelas famílias Poeciliidae, Erythrinidae, Cyprinidae, Loricariidae e Gymnotidae, as quais tiveram 1 espécie registrada, o que corresponde a 9,1% do total para cada uma (Figura 6.97).

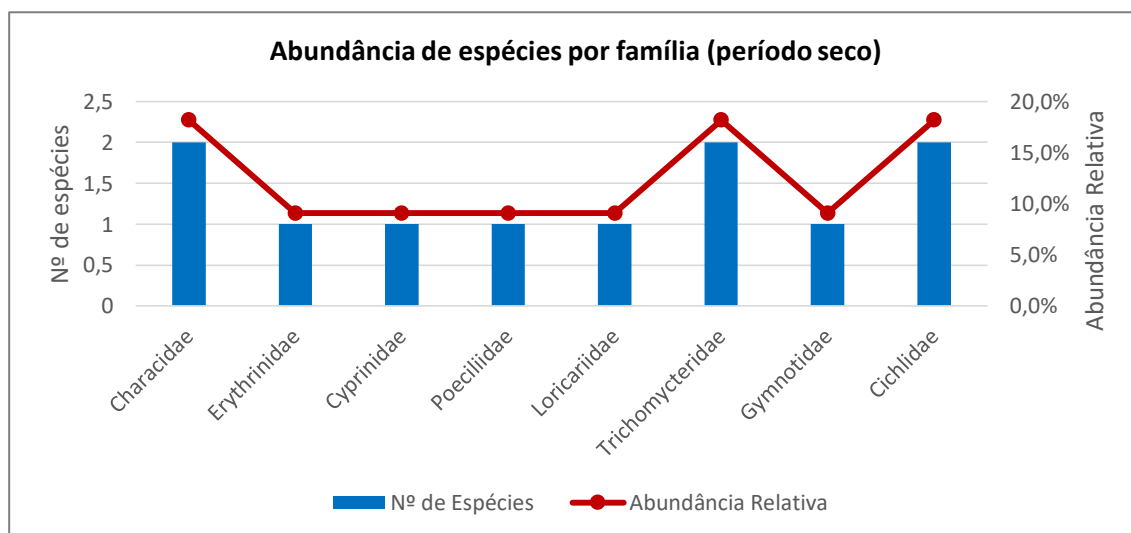


Figura 6.97 – Abundância de espécies de ictiofauna por família (período seco).

Em relação ao status de conservação, não houve ocorrência de espécies ameaçadas segundo as listas IUCN (2022), MMA (2022) ou COPAM (2010).

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 carpio*) e o barrigudinho (*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, foram gerados os índices de diversidade, de equitabilidade e de similaridade para cada estação amostral ou ponto de coleta.

O **Quadro 6.57** apresenta os índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e de Equitabilidade ( $J'$ ) para cada ponto de coleta e, também, para a área total estudada durante a primeira campanha de inventário da ictiofauna.

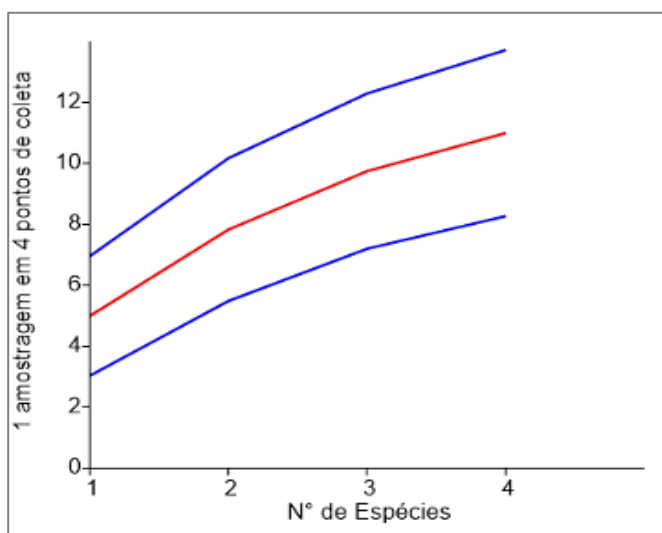
**Quadro 6.57 – Dados de riqueza (S), abundância (N) e índices de Diversidade ( $H'$ ) e Equitabilidade ( $J'$ ) para a ictiofauna (período seco).**

Pontos	Riqueza (S)	Abundância (N)	Diversidade ( $H'$ )	Equitabilidade ( $J'$ )
IC1	5	41	1,236	0,69
IC2	4	75	1,06	0,65
IC3	7	181	1,087	0,52
IC4	4	26	0,161	0,72
<b>Geral</b>	<b>11</b>	<b>323</b>	<b>1,43</b>	<b>0,56</b>

O ponto IC3 foi o local amostrado de maior riqueza, com 7 espécies registradas. O valor calculado do índice de diversidade de Shannon foi de 1,08, com uma equitatividade de 0,52.

O ponto com maior índice de diversidade foi o ponto IC1, onde foram registradas 5 espécies, com índice de diversidade de 1,236 e equitabilidade de 0,69. Os índices totais de diversidade e equitabilidade, calculados para a área de influência como um todo, foram de 1,43 para a diversidade e de 0,56 para equitabilidade.

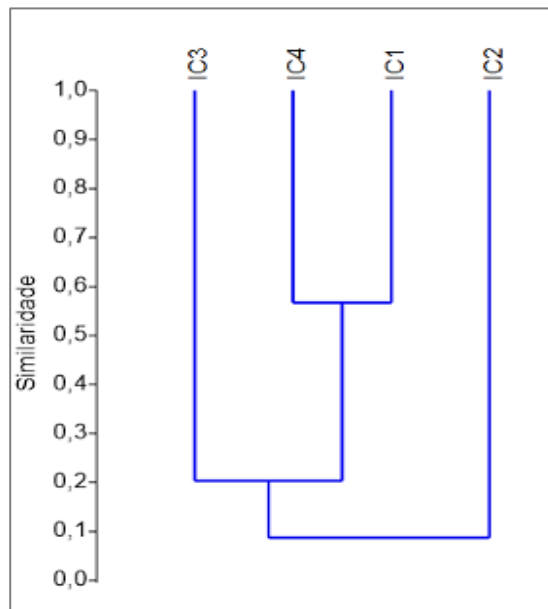
De acordo com a curva do coletor, apresentada na **Figura 6.98**, é possível determinar que a captura ainda é crescente, não atingindo sua estabilização após a realização da primeira amostragem nos quatro pontos do presente inventário de peixes. Assim, novas espécies ainda serão registradas com a realização da próxima campanha. Ressalta-se que a presente curva apresenta dados de apenas uma campanha de campo, apresentando dados insipientes.



**Figura 6.98 – Curva de acumulação das espécies de ictiofauna (período seco).**

O desvio padrão sugere que a riqueza esperada para a área chegará a 13 espécies, indicando que, com o incremento de futuras campanhas, poderá ocorrer a captura de novas espécies da ictiofauna que ainda não foram registradas no presente monitoramento.

A **Figura 6.99** apresenta o dendrograma de similaridade entre os pontos de coleta. Verifica-se maior similaridade entre os pontos IC1 (Barragem BR) e IC4 (Barragem BA3), os quais apresentaram similaridade de cerca de 58%. Estes dois pontos também apresentaram, aproximadamente, 20% de similaridade com o ponto IC3 (córrego do Retiro), localizado em riacho a montante do ponto IC4. O ponto IC2 (córrego Boa Vista), localizado a jusante da barragem BR, apresentou similaridade inferior a 10% em relação aos demais pontos.



**Figura 6.99 – Dendrograma de similaridade entre os pontos amostrais de ictiofauna.**

#### 6.3.3.4.5 Conclusões

Os resultados observados para a ictiofauna apresentam uma predominância de espécies das ordens Characiformes e Siluriformes, já esperado em um padrão observado para as bacias hidrográficas sul-americanas.

A comunidade observada é composta principalmente por espécies generalistas e comumente observadas na região, não havendo registro de espécies ameaçadas de extinção e endêmicas.

Três espécies não nativas foram registradas (*Coptodon rendalli*, *Cyprinus carpio* e *Poecilia reticulata*), havendo a presença destas nas barragens do empreendimento. Esses ambientes se mostram mais propícios para a manutenção e proliferação dessas espécies.

Não foram encontradas espécies ameaçadas de acordo com as listas global (IUCN, 2022), nacional (MMA, 2022) e/ou estadual (COPAM, 2010).

Com base nos dados da ictiofauna levantados, conclui-se que a operação do CMT não está causando extinção local e/ou afugentamento de espécies. Assim, a adoção de medidas de emergência, além das já realizadas para proteção da ictiofauna local não se faz necessária. Entretanto, é necessário que haja continuidade do monitoramento para constante avaliação das possíveis mudanças que venham a ocorrer nas populações locais.

## 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 PDM-2 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 da ampliação 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 6.100**).

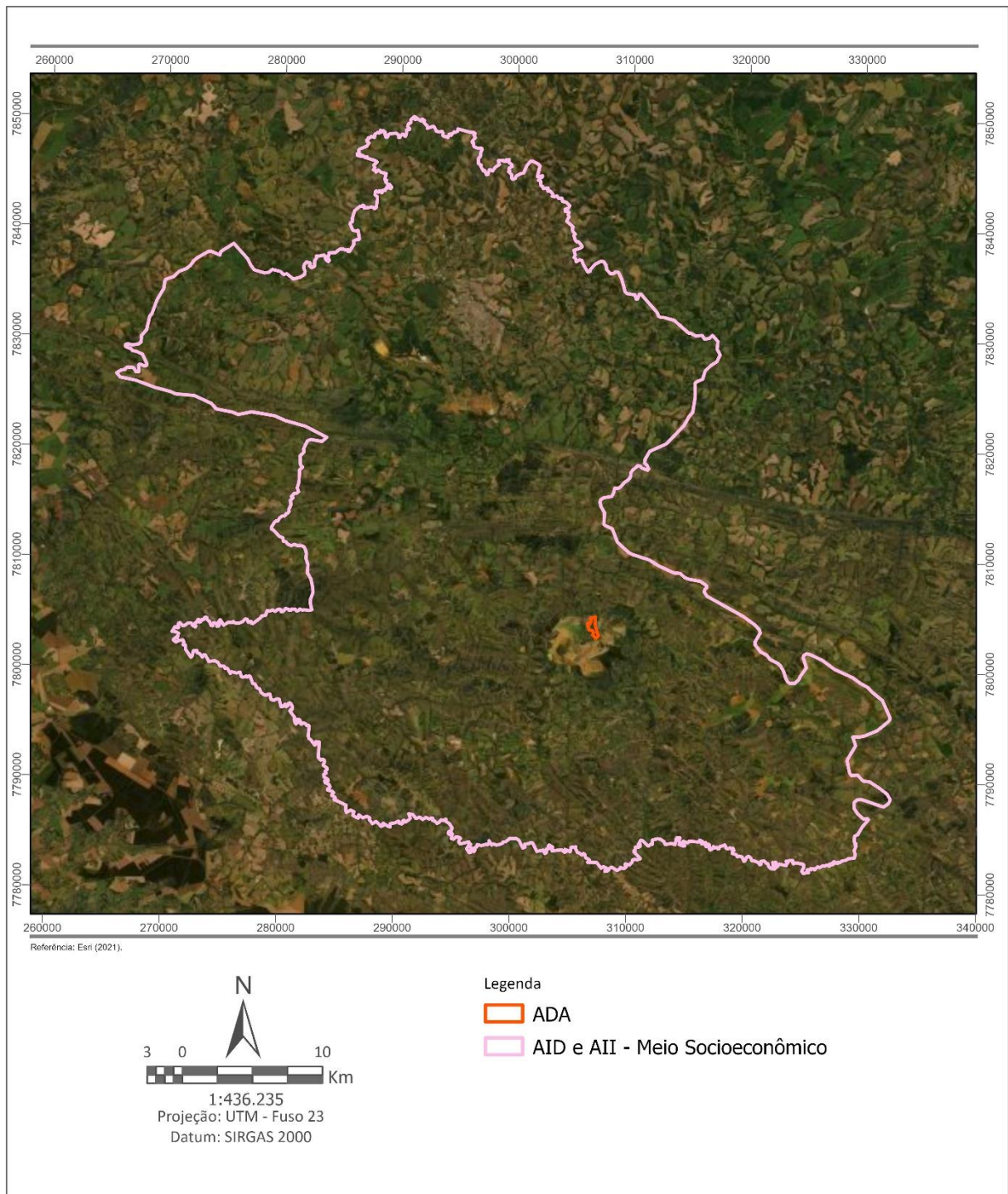


Figura 6.100 – Áreas de influência do meio socioeconômico.

#### 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 6.101**.

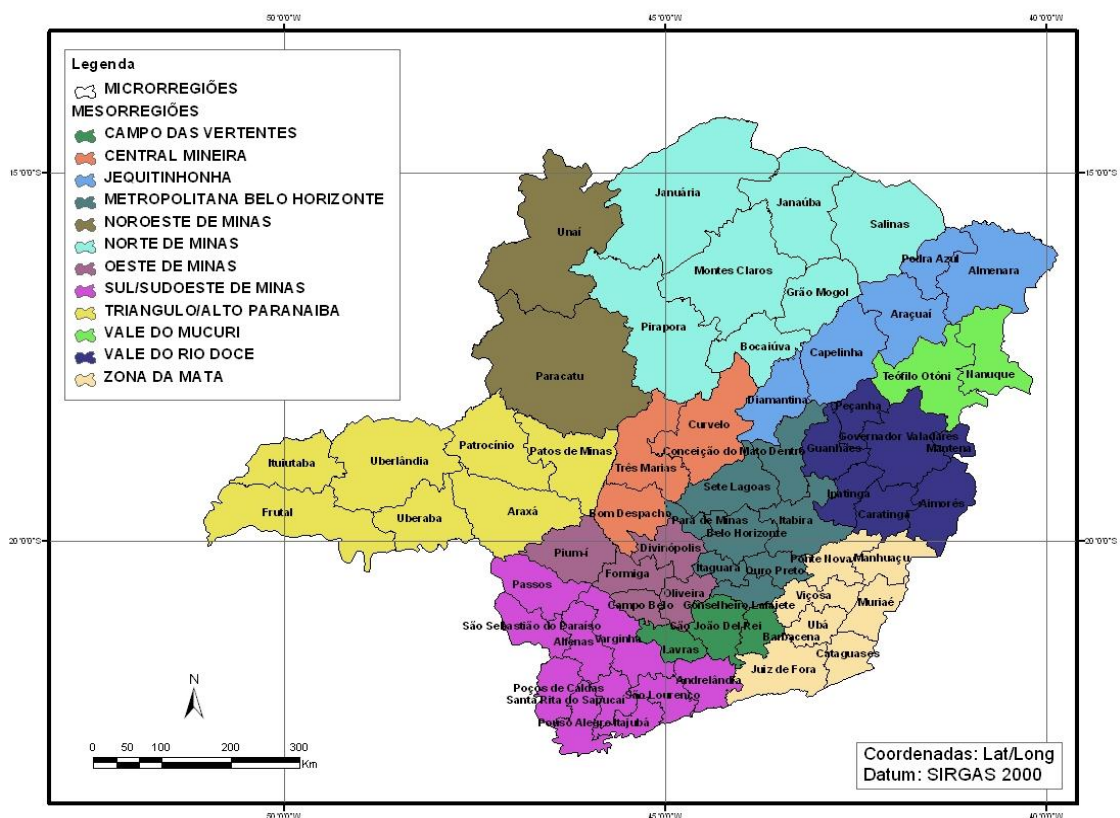


Figura 6.101 – Micro e mesorregiões do Estado de Minas Gerais.

### 6.4.4 Uso e Ocupação do Solo

#### 6.4.4.1 Tapira

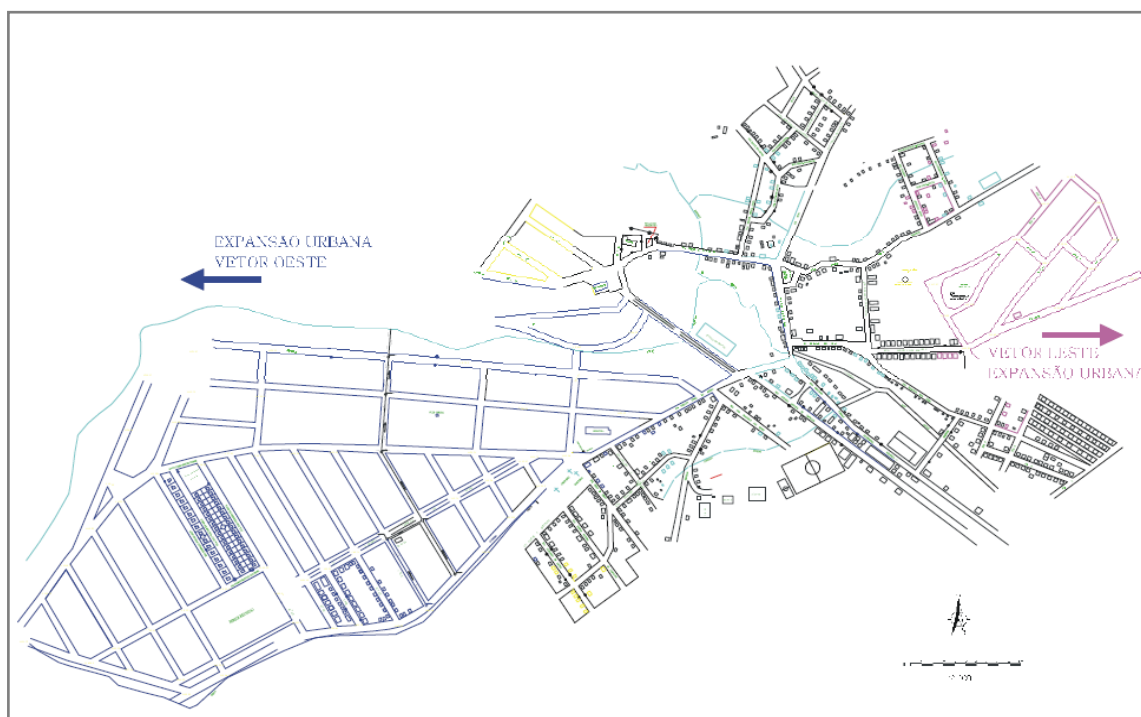
A cidade de Tapira possui 1.180 km<sup>2</sup> e é constituída por uma pequena malha urbana com comércio de pequena expressão e um centro financeiro e administrativo. Sua área residencial é caracterizada predominantemente por edificações do tipo casa térrea construídas em alvenaria com ocupação de alta 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 6.102**. O vetor oeste é mais expressivo, abrangendo uma área cerca de quatro vezes maior do que a do vetor leste. A **Foto 6.127** apresenta uma área de expansão no município.



**Figura 6.102 – Mapa de Expansão Urbana de Tapira**



Foto 6.127 - 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 6.128** apresenta uma área de expansão no município.



Foto 6.128 – 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 6.103**) (Prefeitura Municipal de Araxá, 2002).

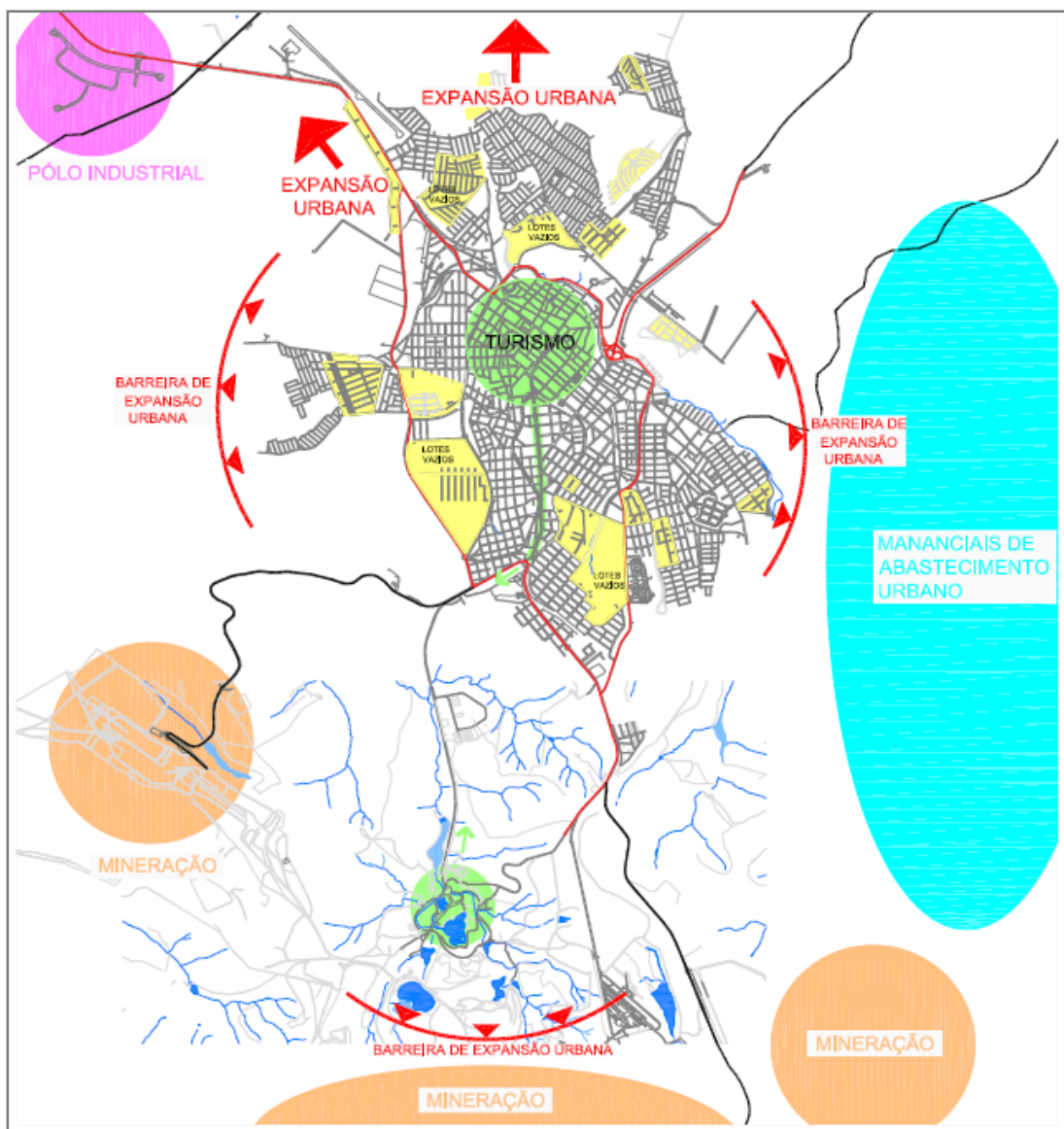


Figura 6.103 – Mapa da expansão urbana de Araxá

#### 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 6.58**.

**Quadro 6.58 – 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 6.59**).

**Quadro 6.59 – 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 6.60**).

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 6.60 – 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).

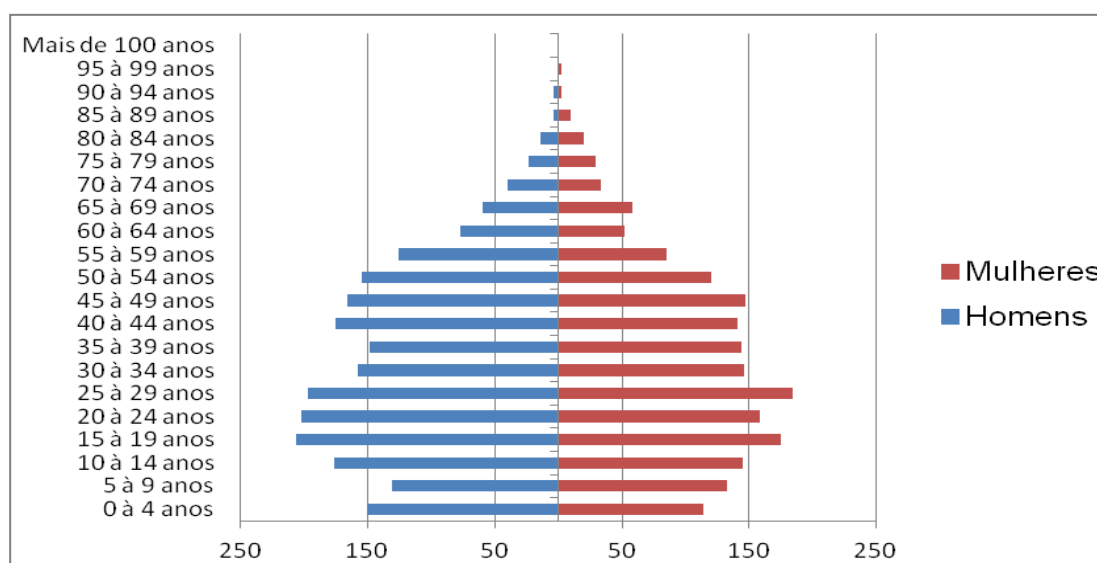
A densidade demográfica dos municípios de Araxá é quase duas vezes a densidade demográfica do estado de Minas Gerais, enquanto a do município de Tapira é cerca de 10% da apresentada pelo estado. Essa diferença ocorre pelo fato da área total dos dois municípios ser similar enquanto que a população total de Tapira é menos de 5% da população total de Araxá. Os dados mencionados podem ser verificados no **Quadro 6.61**.

**Quadro 6.61 – 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 6.104 e 6.105**).



**Figura 6.104 – Pirâmide etária do município de Tapira (2010).**

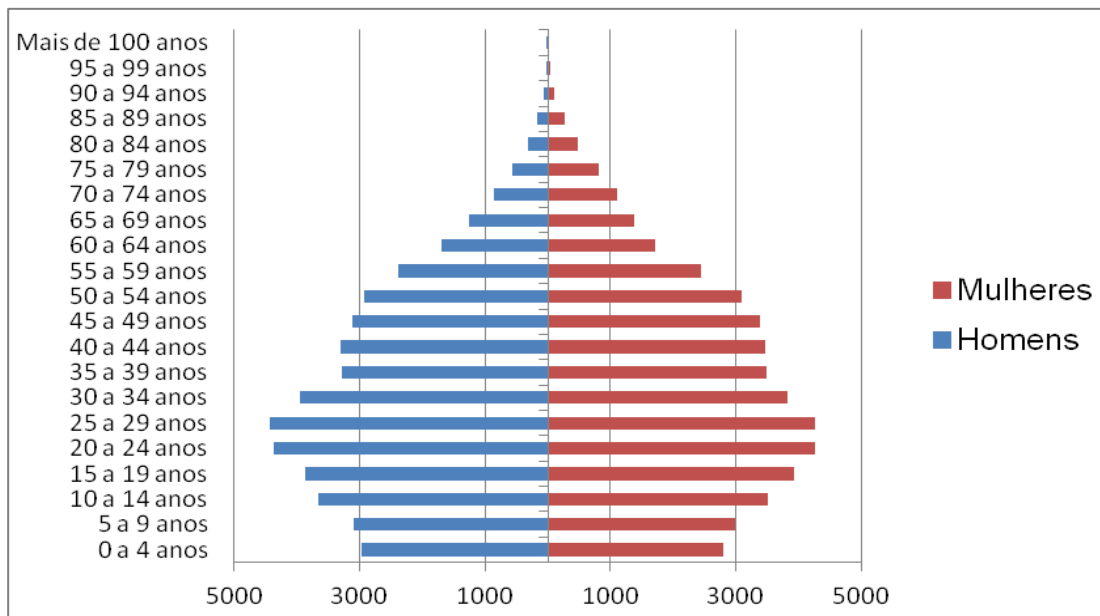


Figura 6.105 – Pirâmide etária do município de Araxá (2010).

#### 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 6.62 a 6.64** (IBGE, 2020).

**Quadro 6.62 – 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
Feijão	1.356 t	2.304 t
Mandioca	56 t	213 t
Milho	22.800 t	34.650 t



Lavoura	Tapira	Araxá
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 6.63 – 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 6.64 – 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

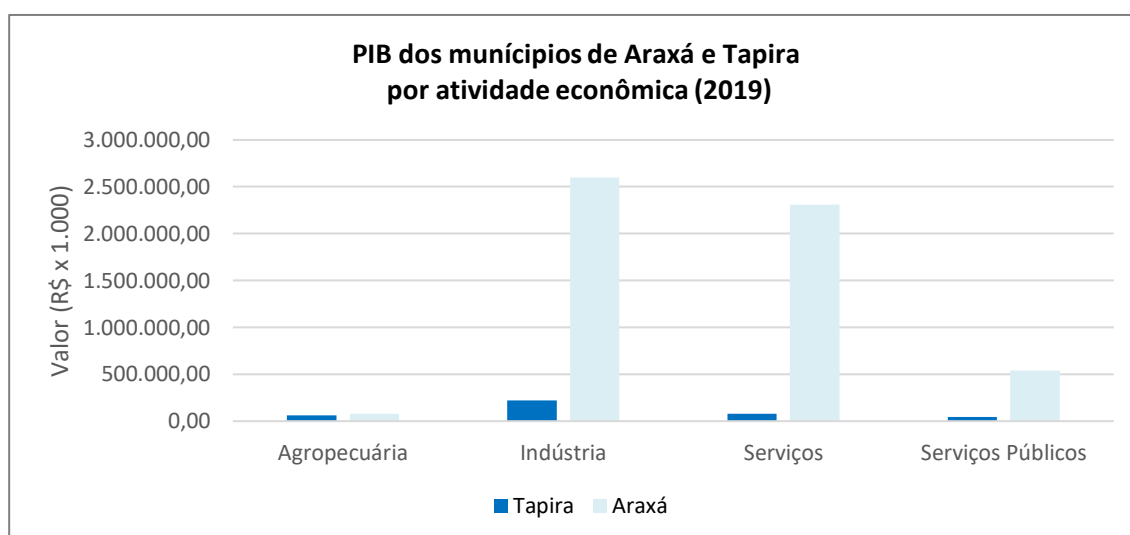
O Produto Interno Bruto - PIB é um indicador que quantifica a atividade econômica de uma região por meio da representação da soma (em valores monetários) de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região, durante um período de tempo determinado.

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 6.65** e na **Figura 6.106**.

**Quadro 6.65 – 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 6.106 – 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, se observa uma diminuição do PIB em 2016, seguida de uma recuperação em 2017 e aumento gradativo até 2019, vide **Quadro 6.66**.

**Quadro 6.66 – 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 6.67**, 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 6.67 – Arrecadação do CFEM pelos municípios de Tapira e Araxá/MG.**

Localidade	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Araxá</b>	10.631.223,65	14.415.622,19	14.634.741,07	10.180.456,49	13.117.592,47
<b>Tapira</b>	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 6.129**). 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 6.130**).



Fonte: MultiGeo (2015).

**Foto 6.129 – Edificações do município de Tapira.**



Fonte: G1 Triângulo e Alto Paranaíba (2021).

**Foto 6.130 – 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 6.68** apresenta o resultado da pesquisa no município de Araxá, Tapira e no estado de Minas Gerais.

**Quadro 6.68 – 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 6.69**, verifica-se que a quantidade de escolas na cidade de Araxá é substancialmente superior à existente no município de Tapira.

**Quadro 6.69 – 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 6.70**).

**Quadro 6.70 – 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 6.71**.

**Quadro 6.71 – 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 6.72**).

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 6.72 – 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 6.73**).

**Quadro 6.73 – 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 6.74**, 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 6.74 – 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	-
2015	102.238	-	690	29	0,67	-
2016	103.287	-	714	30	0,69	-
2017	104.283	-	756	22	0,72	-

Ano	População Estimada		Óbitos totais		Mortalidade Geral (%)	
	Araxá	Tapira	Araxá	Tapira	Araxá	Tapira
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 6.131**) com atividades desportivas para a população e um parque de exposição (**Foto 6.132**) para a realização de eventos agropecuários e culturais.



**Foto 6.131 – Visão do ginásio e estacionamento do Centro Esportivo de Tapira.**



**Foto 6.132 – 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.

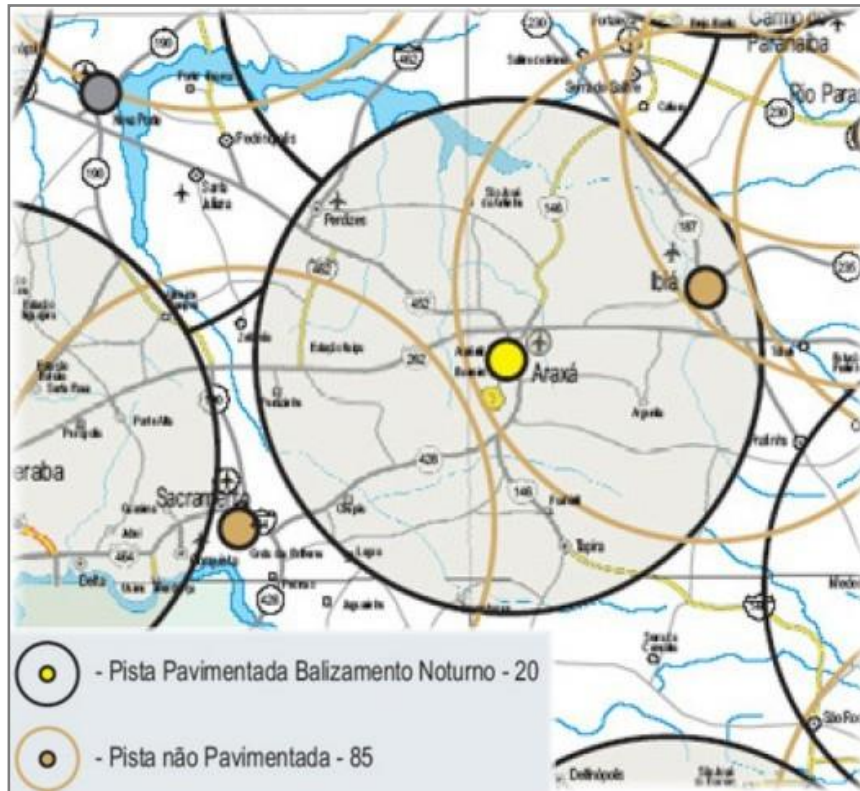
As principais estradas que constituem a malha da microrregião de Araxá segundo o mapa do DNIT (2002) são:

- 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 6.107** é possível visualizar as principais estradas que constituem o sistema viário da microrregião de Araxá.







Fonte: Secretaria de Estado de Transporte de Obras Públicas (2009).

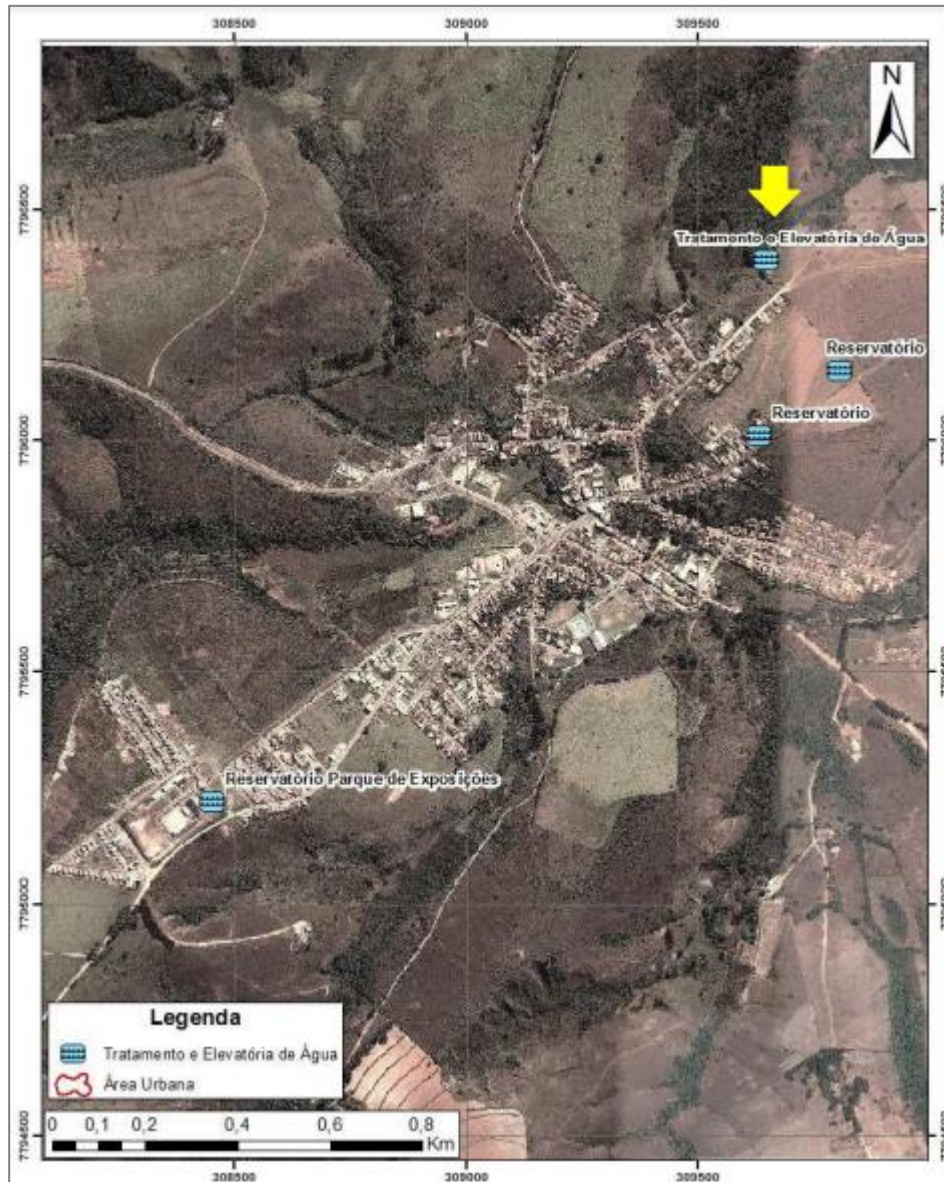
**Figura 6.108 – Mapa dos aeroportos públicos e situação existente.**

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, 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 6.109**).



Fonte: DRZ Geotecnologia e Consultoria (2014).

**Figura 6.109 – 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 6.75**, pode-se observar a evolução do consumo em Tapira e Araxá.



**Quadro 6.75 – 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

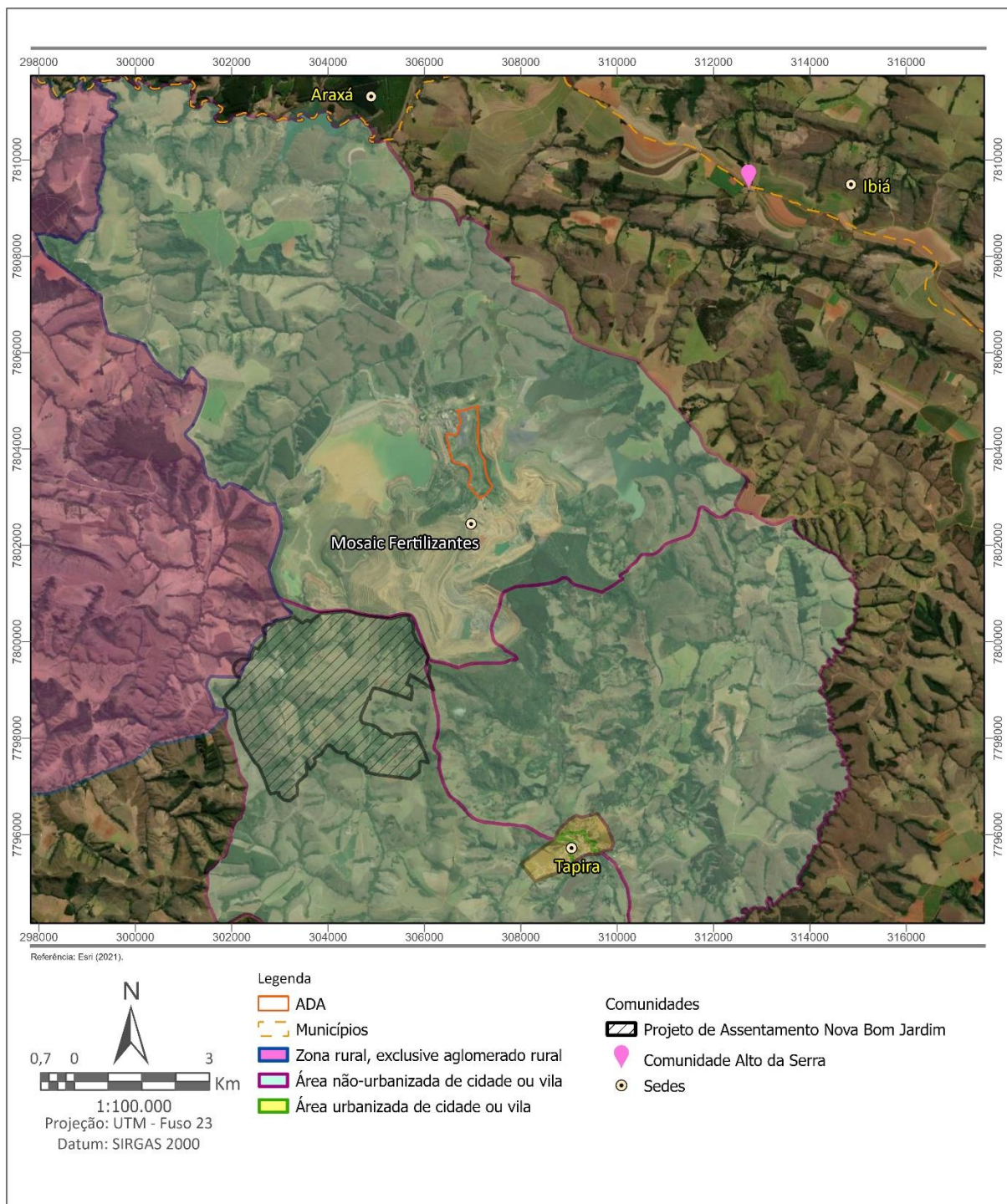


pelo último censo demográfico do IBGE (2010). Utilizou-se de setores censitários que correspondem tanto à área do empreendimento quanto às ocupações humanas adjacentes.

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 6.110** 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 6.110 – 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

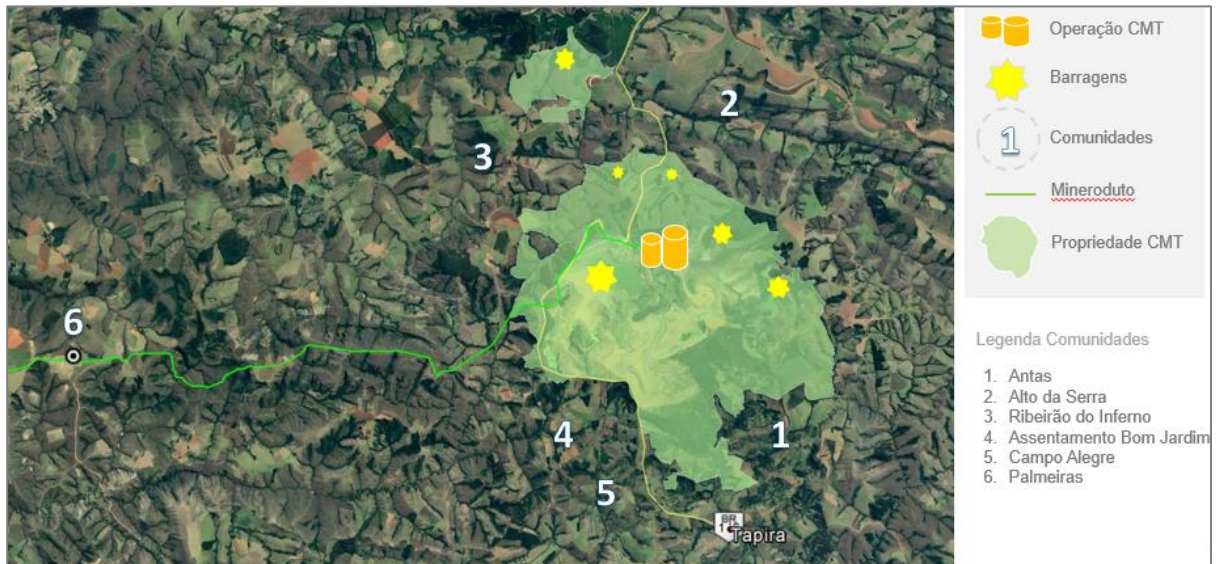
Em 2022, a Mosaic Fertilizantes realizou um levantamento sobre as demais comunidades existentes na área de influência da operação do CMT, a saber:

- 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 6.111**. Em seguida, o **Quadro 6.76** traz as informações levantadas sobre essas comunidades.



Fonte: Mosaic Fertilizantes (2022).

**Figura 6.111 – Localização das comunidades na área de influência da operação do CMT.**

**Quadro 6.76 – Informações sobre as demais comunidades no entorno do CMT.**

Comunidade	Moradores e Propriedades	Associação Comunitária	Relacionamento da Mosaic Fertilizantes com a comunidade
Antas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 60 pessoas</li> <li>- Propriedades rurais arrendadas para plantio e pastagem de gado</li> </ul>	-	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 115 pessoas</li> <li>- Propriedades rurais de pequeno, médio e grande porte</li> <li>- Grande produtor de eucalipto para fábrica de celulose e grande produtor de carneiros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não possui associação comunitária formalizada</li> <li>- Os moradores não são mobilizados</li> </ul>	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
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

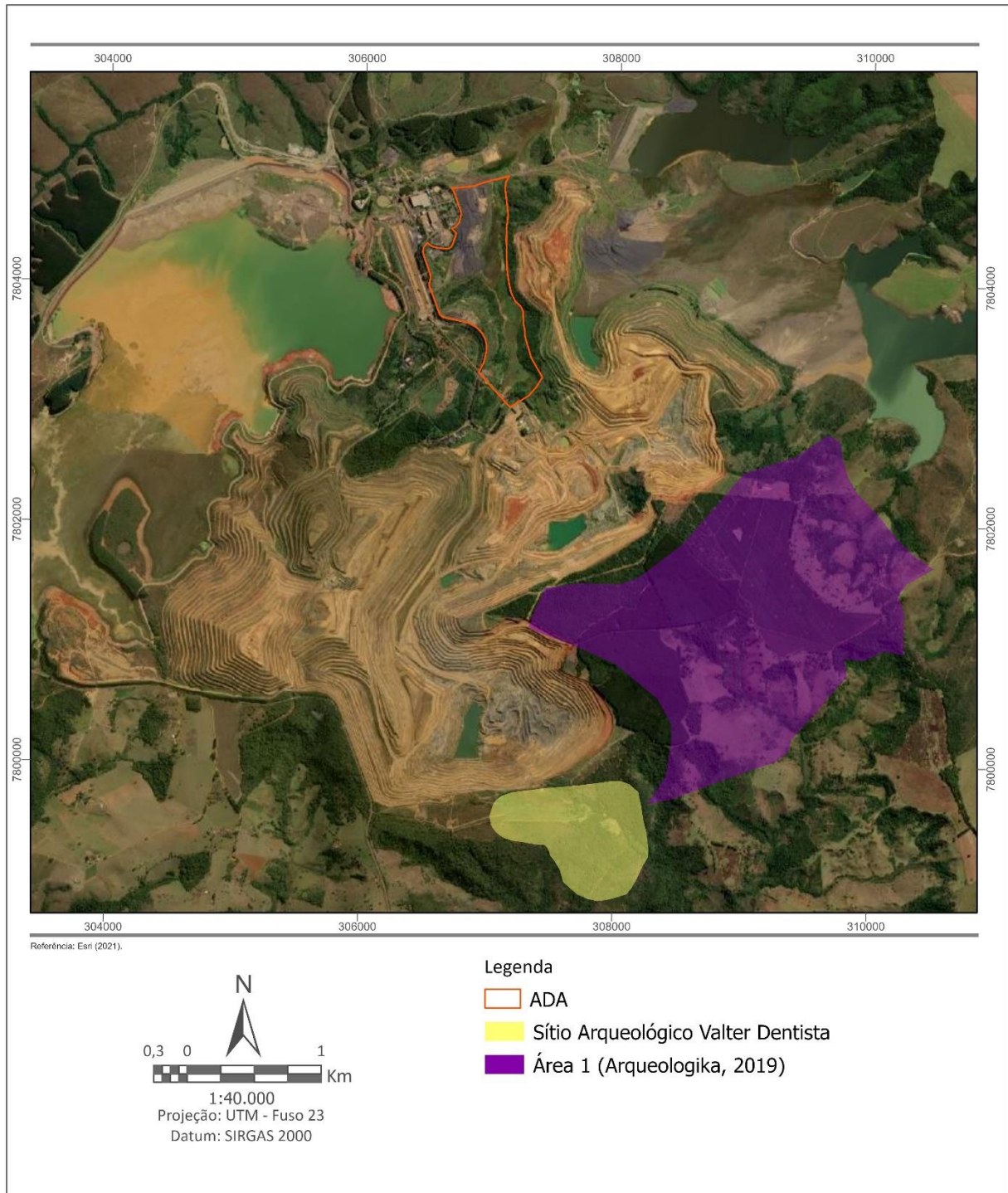
Conforme levantado pelos trabalhos anteriores realizados, ocorre nas proximidades do CMT o sítio arqueológico Valter Dentista, que está relacionado à tradição Aratu-Sapucai. Na maior parte das vezes, os sítios relacionados a essa tradição se encontram em vertentes médias de colinas suaves, nas proximidades 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.

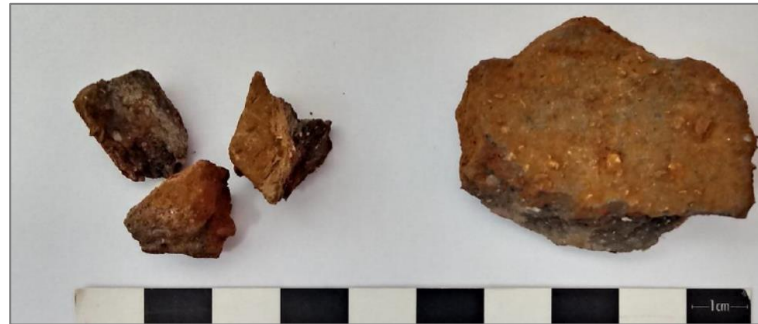
A **Figura 6.112** mostra a ADA, objeto deste licenciamento, em relação à “Área 1”, investigada pela Arqueologika (2019), e ao sítio Valter Dentista.

O relatório da Arqueologika (2019) encontra-se, na íntegra, no **Anexo L**.



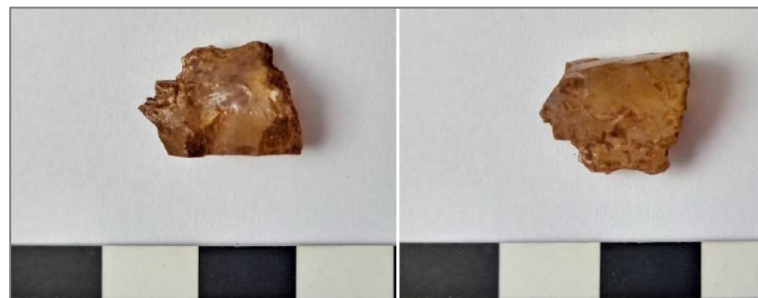
**Figura 6.112 – Localização da ADA em relação às áreas de interesse arqueológico.**

Os elementos indicativos encontrados na “Área 1” foram um fragmento cerâmico, provavelmente pré-colonial (**Foto 6.133**), e um fragmento lítico (**Foto 6.134**).



Fonte: Arqueologika (2019).

**Foto 6.133 – Fragmento de cerâmica encontrado.**



Fonte: Arqueologika (2019).

**Foto 6.134 – 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 6.112**, a ADA do depósito PDM-2 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.

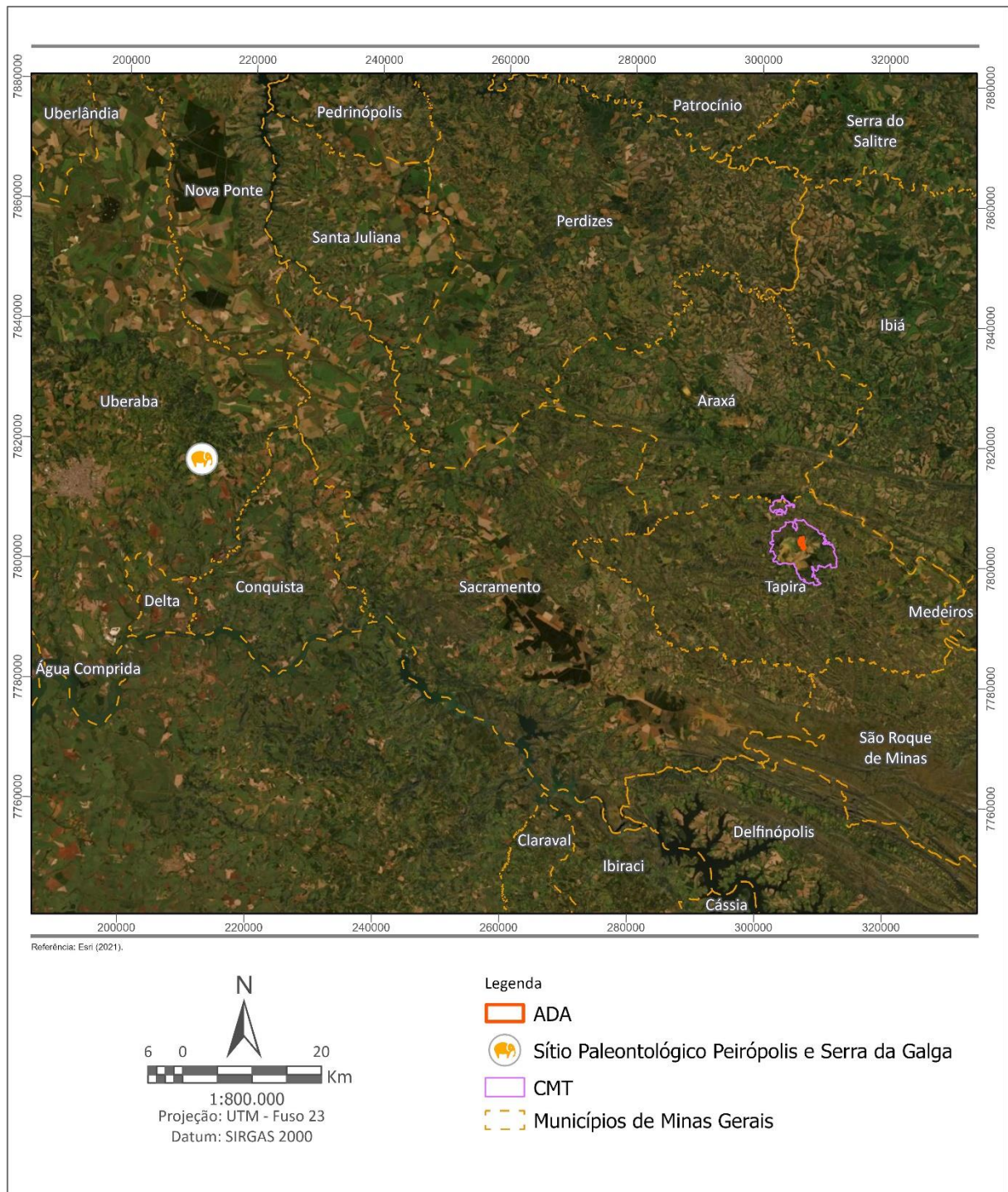
#### 6.4.18.2 Paleontologia

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 100 km de distância da ADA do depósito PDM-2 (**Figura 6.113**).

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 6.113 – Sítios paleontológicos na região do CMT e da ADA.**

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 ampliação do PDM-2 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 nº 01/86, na literatura e em diversos estudos de impacto ambiental examinados. A análise dos impactos oriundos da implantação da ampliação e operação do depósito PDM-2 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.

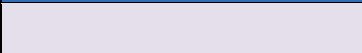




O **Quadro 7.1** sintetiza as possíveis qualificações que podem ser conferidas a cada um dos atributos escolhidos para a avaliação dos impactos, bem como os valores numéricos correspondentes.

**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 ampliação da Pilha de Magnetita Desaguada – PDM-2 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 ampliação do PDM-2 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 ampliação ou não do PDM-2, 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 ampliação do depósito Pilha de Magnetita Desaguada – PDM-2 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 o sump, localizado também dentro da área a ser licenciada.

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**.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	<i>média (4)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>local (2)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>reversível (1)</i>
<i>Importância</i>	medianamente relevante (7)
<i>Fase de ocorrência</i>	Implantação/Operação

### 7.1.2 Aumento das Taxas de Erosão

Os processos de aumento de taxas de erosão e de assoreamento em atividades minerárias e correlatas 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 PDM-2, 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**.

Natureza	adverso
Intensidade	média (3)
Abrangência	pontual (1)
Reversibilidade	reversível (1)
Importância	pouco relevante (5)
Fase de ocorrência	Implantação/Operação

### 7.1.3 Alteração das Características do Solo

Ocorrerá a compactação do solo nas vias de acesso e também no depósito PDM-2, 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 PDM-2 e às áreas de acesso. O controle do impacto aqui descrito será feito através da implantação do **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas**.

Natureza	adverso
Intensidade	baixa (2)

<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>	<i>Implantação/Operação</i>

#### 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 da ampliação e operação do depósito PDM-2 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 da magnetita desaguada. 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. A eficácia dessas medidas será acompanhada através do **Programa de Monitoramento da Qualidade do 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>	<i>Implantação/Operação</i>

#### 7.1.5 Aumento dos Níveis de Ruído

Várias operações desenvolvidas durante a implantação da ampliação e operação do depósito PDM-2 contribuem para o aumento dos níveis de ruído ambiente, como 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 e Vibrações**.

<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>	<i>Implantação/Operação</i>

### 7.1.6 Aumento da Instabilidade Geotécnica

Em projetos de construção de depósitos podem ocorrer instabilizações geotécnicas. Todavia, estudos prévios de investigações geotécnicas, conforme apresentados na Caracterização do Empreendimento, deram subsídios suficientes para uma análise de estabilidade satisfatória.

A fim de mitigar/controlar esse impacto, diversos instrumentos de monitoramento serão instalados, conforme o apresentado no capítulo 5. Além disso, será mantido o **Programa de Monitoramento Geotécnico** atualmente já implantado na unidade do CMT.

<i>Natureza</i>	<i>adverso</i>
<i>Intensidade</i>	<i>alta (5)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>regional (3)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>reversível (1)</i>
<i>Importância</i>	<i>relevante (9)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	<i>Implantação/Operação</i>

## 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 ampliação do depósito PDM-2, com impactos associados aos meios biótico e físico.

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 e Transição FES/Cerrado em estágio médio é considerado o impacto de maior relevância, uma vez que as demais tipologias inseridas na área de intervenção constituem ambientes biologicamente de menor relevância.

Os fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração ocupam 10,7% da área diretamente afetada do empreendimento e são formações associadas ao Bioma Mata Atlântica, protegidos pela Lei Federal 11.428/2006 e Decreto 6.660/2018.



A fim de mitigar/compensar este impacto são propostos os seguintes programas: **Programa de Compensação Florestal**, **Programa de Resgate da Flora** e **Programa de Supressão da Vegetação**.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	alta (6)
<i>Abrangência</i>	local (2)
<i>Reversibilidade</i>	irreversível (3)
<i>Importância</i>	muito relevante (11)
<i>Fase de ocorrência</i>	Implantação

### 7.2.2 Diminuição de Indivíduos imunes de corte

Com a supressão na Área Diretamente Afetada pelo empreendimento, haverá a perda local de indivíduos da flora declarados imunes de corte, no caso, *Handroanthus serratifolius* (ipê-amarelo).

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** e o **Programa de Resgate da Flora**.

<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

### 7.2.3 Intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APP)

Para implantação do empreendimento, ocorrerá intervenção em 11,3090 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**.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	média (3)

<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

#### 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 PDM-2 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>	<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>	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.

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**.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	<i>média (4)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>local (2)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>reversível (1)</i>
<i>Importância</i>	<i>medianamente relevante (7)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	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 PDM-2 será implantado dentro da área do complexo, 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, que já contém diversas estruturas que alteram a paisagem.

Este impacto pode ser considerado de baixa importância. Além disso, as áreas degradadas serão reconformadas conforme o **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas**.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	<i>baixa (1)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>local (2)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>irreversível (3)</i>
<i>Importância</i>	<i>pouco relevante (6)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	Implantação/Operação

### 7.3.2 Geração e manutenção de empregos e receitas

O depósito PDM-2 é um elemento necessário para o armazenamento do rejeito de magnetita 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> <li>Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar</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 e Vibrações</li> </ul>	Pouco relevante (5)
	Aumento da Instabilidade Geotécnica	A	5	3	1	I/O	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Monitoramento Geotécnico</li> </ul>	Relevante (9)
BIÓTI CO	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> </ul>	Muito Relevante (11)

Meio	Impactos	Atributos (2)				Fases de ocorrência (3)	Programas Associados	Importância
		NAT	INT	ABR	REV			
	Diminuição de Indivíduos imunes de corte	A	5	2	3	I	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa de Compensação Florestal</li> <li>• Programa de Resgate de Flora</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)
SOCIOECONÔMICO	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 PDM-2 no CMT. Em outras palavras, o depósito, assim como qualquer atividade industrial, tem o potencial de causar impactos que poderão incidir sobre 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 o novo depósito PDM-2. 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 PDM-2 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 ampliação do depósito PDM-2, 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 regulação 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 reuso 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 *sumps***

Para minimização dos impactos relacionados à erosão será construído um sistema de drenagem de águas pluviais e 3 *sumps* para captação do escoamento superficial proveniente das áreas em solo exposto. Foram propostos dois *sumps* a jusante, dimensionados para receber as vazões provenientes dos canais, de modo a armazenar os volumes por períodos

mais longos e permitir a decantação dos sedimentos produzidos; e um *sump* a montante, que tem como finalidade a contenção de sedimentos da cava da mina.

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 os *sumps*, mas ao mesmo tempo mantendo controlado o grau de erosão do solo das canaletas pelas águas pluviais.

A saída dos *sumps* 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. Ressalta-se que os *sumps* foram dimensionados com a premissa de que a limpeza dos mesmos será realizada anualmente.

### 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, manutenção do sistema de drenagem superficial e a revegetação (para minimizar processos erosivos) e outras 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 imunes de corte, supressão de vegetação associada ao Bioma Mata Atlântica 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 PDM-2, através das seguintes compensações:

- Compensação por supressão de vegetação associada ao Bioma Mata Atlântica, através de destinação de área para conservação e restauração florestal;
- Compensação pela supressão de espécie imune de corte (*Handroanthus serratifolius*), que será realizada através de 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 deve atender os critérios exigidos na Lei Federal nº 11.428/2006, Decreto Federal nº 6.660/2008 e Decreto Estadual 47.749/2019. Ressalta-se que a fisionomia passível de compensação segundo a Lei Federal 11.428/2006 inserida na área de intervenção é a Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio, que possui extensão de 9,0181 ha. Todavia, as áreas recobertas pela tipologia Transição FES/Cerrado em estágio médio, que recobrem 4,0464 ha da ADA, também serão alvo de compensação, a fim de mitigar os impactos ambientais sobre essa fisionomia.

Em relação à espécie imune de corte (*Handroanthus serratifolius*) encontrada na área de intervenção, deve-se realizar a compensação de acordo o previsto na Lei Estadual nº 20.308/2012.

A compensação pela intervenção em APP deverá seguir as diretrizes do Art. 5º da Resolução Conama nº 369/2006 e Art. 75 do Decreto Estadual nº 47.749/2019.

### **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 PDM-2. 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 PDM-2 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 de Performance Social, já em andamento no CMT, adota principalmente quatro frentes de atuação: processo de comunicação efetiva sobre o projeto; apoio aos programas ambientais propostos para a construção do depósito PDM-2 e para os programas existentes no CMT; 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 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 na espécie imune 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 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.

## 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 da ampliação e operação do depósito PDM-2 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.

Até o momento, não há evidências de que as atividades desenvolvidas pelo CMT causem alterações nos níveis de ruídos, conforme apresentado no Diagnóstico Ambiental.

A fim de avaliar o impacto do futuro depósito PDM-2, 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 PDM-2, 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 CMT, 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 DA QUALIDADE DO AR**

O estudo da poluição atmosférica é de grande importância, pois os poluentes podem afetar diretamente a saúde humana (sobretudo em relação ao sistema respiratório), a fauna e a flora. As atividades do PDM-2 são potencialmente geradoras de poluentes atmosféricos, principalmente durante a fase de implantação (obras), com destaque para a geração de material particulado.

Sendo assim, este programa tem o objetivo de acompanhar a qualidade ambiental da atmosfera no entorno do PDM-2, através do monitoramento semestral da qualidade do ar a partir do parâmetro Partículas Totais em Suspensão (PTS).

As medidas para minimização e mitigação da alteração da qualidade do ar integram o sistema de gestão ambiental do CMT. Para acompanhamento da efetividade das medidas de controle de emissões, as amostragens de PTS serão feitas com Hi-Vol ou amostrador de grande volume, durante 24 horas em cada ponto de monitoramento.

Os resultados devem estar de acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução Conama nº 491/2018.



Até o momento não há evidências de que a qualidade do ar esteja comprometida pelas atividades desenvolvidas pelo empreendimento, conforme apresentado no Diagnóstico Ambiental.

#### **9.4 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 PDM-2 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.

#### **9.5 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.

## 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 habitat 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 9.985/2000, 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 PDM-2, 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).

## 10.1 OBJETIVOS

Busca-se aplicar os procedimentos do Plano de Recuperação de Área Degradada referente ao depósito PDM-2, através de métodos e recursos ambientalmente adequados, a estabilização geotécnica da referida área através da recuperação da cobertura vegetativa, além de propiciar condições que estimulem os processos naturais de sucessão vegetal das espécies nativas da área.

## 10.2 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

A legislação que apresenta os requisitos legais e normativos a serem atendidos pelo PRAD consiste em:

- Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938/1981, 9.393/1996 e 11.428/2006; revoga as Leis nºs 4.771/1965 e 7.754/1989 e a Medida Provisória nº 2.166-67/2001; e dá outras providências;
- Instrução Normativa IBAMA nº 04, de 13 de abril de 2011, que dispõe sobre os Procedimentos para elaboração de Projeto de Recuperação de Área Degradada - PRAD ou Área Alterada, para fins de cumprimento da legislação ambiental;
- Instrução Normativa ICMBio nº 11, de 11 de dezembro de 2014, que estabelece procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada - PRAD, para fins de cumprimento da legislação ambiental.

## 10.3 PROCEDIMENTOS

O presente plano de recuperação das áreas degradadas em virtude do depósito PDM-2 foi dividido nas seguintes fases:

- **Reafeiçoamento físico:** ações de retaludamento e acertos topográficos da área do depósito PDM-2;
- **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.

### 10.3.1 Reafeiçoamento físico

O objetivo do reafeiçoamento físico é a harmonização morfológica do depósito PDM-2 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.

### 10.3.2 Drenagem

Para propiciar a devida captação e escoamento das águas pluviais que precipitam sobre a área do depósito PDM-2, deverá ser construído um sistema de drenagem.

No caso do depósito PDM-2, 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 aos *sumps* para deposição de sólidos.

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.

Os *sumps*, quando estiverem preenchidos, deverão ser limpos 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 consequente redução dos processos erosivos, a manutenção do sistema poderá ser revista.

### 10.3.3 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.

#### 10.3.3.1 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.

#### 10.3.3.2 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 ocorreram 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 sementeira 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.

#### **10.4 ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO**

As etapas do programa deverão ser acompanhadas por engenheiros, auxiliares de campo e operadores de máquinas e equipamentos, para assegurar que o trabalho seja executado de acordo com as orientações. Os responsáveis deverão realizar vistorias e acompanhamento das atividades de campo verificando a aderência das metodologias propostas.

Deverão ser elaborados relatórios de acompanhamento, nos quais serão apresentados os resultados do PRAD e avaliados os indicadores, que são:

- Relação entre áreas disponibilizadas para recuperação e com recuperação implantada;
- Taxa de sobrevivência ou de mortalidade de mudas nas áreas em recuperação;
- Crescimento de mudas nas áreas em recuperação; e
- Regeneração natural de espécies nativas nas áreas em recuperação.

## 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 do empreendimento projetado.

Os cenários previstos para os meios físicos, biótico e socioeconômico, comparando a implantação e a não implantação da ampliação da Pilha de Magnetita Desaguada – PDM-2 no CMT, estão no **Quadro 11.1**.

**Quadro 11.1 – Cenários de implantação e não implantação da ampliação do depósito PDM-2.**

Meios	Cenários	
	Sem ampliação do depósito PDM-2	Com ampliação do depósito PDM-2
<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 magnetita desaguada, 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>9,0181</b> ha de Floresta Estacional Semidecidual (FES) em estágio médio de regeneração;</li> <li>Não seria realizada a supressão vegetal de <b>4,0464</b> ha de transição FES/Cerrado estágio médio;</li> <li>Não haveria intervenção em <b>11,3090</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>9,0181</b> ha de FES em estágio médio de regeneração;</li> <li>Supressão vegetal de <b>4,0464</b> ha de transição FES/Cerrado em estágio médio de regeneração;</li> <li>Intervenção em <b>11,3090</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 da ampliação e operação da Pilha de Magnetita Desaguada – PDM-2, necessária para a continuação das operações do CMT, seus projetos 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 ampliação e operação do PDM-2 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. No entanto, a implantação do projeto no momento não é possível para o armazenamento de rejeitos finos, não sendo possível portanto a supressão do uso de barragens da unidade do CMT.

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 da ampliação e operação do depósito PDM-2 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

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
André Vilela Torres	Engenheiro Florestal CREA/MG 107.334/D	Flora
Lucas de Oliveira Vicente	Biólogo CRBio 104734/04-D	Coordenação Fauna
Ana Paula Martins Barbosa	Biólogo CRBio 62903/04-D	Avifauna
Jeremiah Jadrien Barbosa	Biólogo CRBio 62174/04-D	Mastofauna
Samuel Ferreira dos Anjos	Biólogo CRBio 76901/04-D	Herpetofauna
Lucas Borges de Resende	Biólogo CRBio 057318/04-D	Ictiofauna
Marcelo Coelho	Engenheiro Florestal CREA/SP 5060323752D Visto MG 17.954	Análise de impactos Medidas mitigadoras Programas de monitoramento

### EQUIPE DE APOIO

Manoela Papel	Supervisora Ambiental
Bruno Toledo	Assistente Ambiental
Claudia Nascimento	Assistente Ambiental



---

Daniel Dardani	Estagiário
Maria Félix	Estagiária

## 14 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABHA (2010). Processo de Outorga 997/2010. Trata sobre rebaixamento do nível de água em mineração.
- 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.
- \_\_\_\_\_ (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.
- ADÂMOLI, 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.
- ÁGUA E TERRA (2012). Diagnóstico do Background Regional - Complexo De Mineração De Tapira – CMT. Água e Terra Planejamento Ambiental Ltda. Patos de Minas/MG.
- 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.

- ANATEL (2020). Acessos em serviço na banda larga fixa, por 100 habitantes, por velocidade de conexão. Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL. Brasília/DF.
- ANDRADE, F. T. de; FISCH, S. T. V; NETO, T. F. & BATISTA, G. T. (2011). Avifauna em florestas tropicais fragmentadas: indicadores da sustentabilidade em Usinas Hidrelétricas. Repositório Eletrônico Ciências Agrárias, Coleção Ciências Ambientais, p-11.
- 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.
- ANJOS, L.; SCHUCHMANN, K-L. 1998. Biogeographical affinities of the avifauna of the Tibagi basin, Paraná drainage system, southern Brasil. Biotropica, v. 3, p. 43-65. ARRUMAR NO TEXTO ONDE TA “ANJOS ET AL., 2010”
- ANJOS, L.; VOLPATO, G. H.; MENDONÇA, L. B.; SERAFINI, P. P.; LOPES, E. V.; BOÇON, R.; SILVA, E. S.; BISHEIMER, M. V. (2010). Técnicas de levantamento quantitativo de aves em ambiente florestal; uma análise comparativa baseada em dados empíricos. In: Matter, S. V.; Straube, F. C.; Accordi, I. A.; Piacentini, V. Q. & Cândido-Jr., J. F. (orgs). Ornitologia e Conservação: Ciência aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento. Technical Books Editora, Rio de Janeiro. 1ed. p.63-76.
- 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, R. M. de; SOUZA, M. B. de; RUIZ-MIRANDA, C. R. (2008). Densidade e tamanho populacional de mamíferos cinegéticos em duas Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, v. 98, n. 3, p. 391-396, September. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S007347212008000300014&l g=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S007347212008000300014&l g=en&nrm=iso)>.
- 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. Jundiá/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.

- 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.
- BARBOSA, E. S. R. (2009). Mineralogia e petrologia do complexo carbonatítico-foscorítico de Salitre, MG.
- BECK-KING, H.; HELVERSEN, O. (1999). Home range, population density, and food resources of Agouti paca (Rodentia: Agoutidae) in Costa Rica: A study using alternative methods.
- 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.
- BONVICINO, C. R.; de MENEZES, A; LAZAR, A.; PENNA-FIRME, V.; BUENO, C.; Viana, M. C.; D'ANDREA, P. e LANGGUTH, A. (2015). Chromosomes and Phylogeography of *Sylvilagus* (Mammalia, Leporidae) From Eastern Brazil. *Oecologia Australis*. 19. 158-172. 10.4257/942.
- 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.
- 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. (1999). Sistemática e biogeografia de peixes de riachos. In *Ecologia de peixes de riachos* (E.P. Caramaschi, R. Mazzoni & P.R. Peres-Neto, ed.). PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, p.91-138. *Série Oecologia Brasiliensis*, 6.
- CACHÃO, M.; SILVA, C. D. (2004). Introdução ao Patrimônio Paleontológico Português: definições e critérios de classificação. *Geonovas*, 18(1), 13-19.
- CAJAIBA, R. L.; SILVA, W. B. e PIOVESAN, P. R. R. (2015). Animais silvestres utilizados como recurso alimentar em assentamentos rurais no município de Uruará, Pará, Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 34, 157-168.
- 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>>.
- CNRH (2003). Resolução CNRH nº 32, de 15 de outubro de 2003. Instituiu a Divisão Hidrográfica Nacional em 12 regiões hidrográficas. Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. Brasília/DF.
- 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 n° 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 n° 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 n° 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 n° 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 (2005). Deliberação Normativa COPAM n° 89, de 15 de setembro de 2005. Estabelece normas para laboratórios que executam medições para procedimentos exigidos pelos órgãos ambientais do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.

\_\_\_\_\_ (2006). Deliberação Normativa COPAM n° 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.

\_\_\_\_\_ (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.

\_\_\_\_\_ (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 locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais e dá outras providências.

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.

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.

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.

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.

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.
- 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.
- ETEROVICK, P.; SOUZA, A.; SAZIMA, I. (2004). Anfíbios anuros da Serra do Cipó, Minas Gerais – Brasil: Anuran amphibians from the Serra do Cipó. *Bios Consultoria e Réplicas, Belo Horizonte*. 1 ed., 292p.
- 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
- 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.
- 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.
- FISCHEL, D. P.; PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A.; ARMSTRONG R. (2001). U-Pb SHRIMP and Sm-Nd geochronology of the Silvânia Volcanics and Jurubatuba Granite: Juvenile Paleoproterozoic crust in the basement of the Neoproterozoic Brasília Belt, Goiás, Central Brazil. *An. Academia Brasileira de Ciências*, v. 73, n. 3, p. 445-460.
- FITZPATRICK, J. W. (2004). Family Tyrannidae (Tyrant-flycatchers). In: DEL HOYO, J.; ELLIOT, A.; CHRISTIE, D. A. (Eds.). *Handbook of the Birds of the World. Cotingas to Pipits and Wagtails*, vol. 9. Barcelona: Lynx Editions. p. 170-257.



- 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.
- 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. (1988). Estrutura e manejo de floresta natural em regime de rendimento sustentado. In: Curso de atualização em manejo florestal. Associação Paranaense de
- IBAMA (2006). Instrução Normativa nº 141, de 19 de dezembro de 2006. Regulamenta o controle e o manejo ambiental da fauna sinantrópica nociva. Instituto Brasileiro de Recursos Naturais e Renováveis – IBAMA. Brasília/DF.
- IBGE (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). Inventário florestal de Minas Gerais. Instituto Estadual de Florestas – IEF.
- 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.
- 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.

- 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.; 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.
- 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, 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.
- MAGURRAN, A. E. & MCGILL, B. (2011). *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment*. Oxford University Press, USA, janeiro de 2011. 345p.
- MANGINI, P.R.; NICOLA, P.A. (2003). Captura e marcação de animais silvestres. In: CULLEN Jr, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Orgs). *Métodos de estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre*. Curitiba: UFPR, FBPN, 665 p.
- 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.; CAVALCANTI, R. B. (1990). Migrações de aves do Cerrado. PP 110-16. In: Anais IV ENAV, Recife [1988]. Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- 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.
- \_\_\_\_\_ (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.
- MITERMEIER, R.A.; MYERS, N.; MITTERMEIER, C.G. & GIL, P.R. (1999). Hotspots, earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. México: CEMEX, Conservation International, 430 p.
- MMA (2006). Plano Nacional de Recursos Hídricos. Síntese Executiva. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Brasília/DF.
- \_\_\_\_\_ (2022). Portaria nº 148, de 7 De junho De 2022. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Brasília/DF.
- 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
- MULTIGEO (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.
- NEGRET, A. J. & NEGRET, R. A. (1981). As aves migratórias do Distrito Federal. *Bol. Técnico*, n. 6, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Brasília, DF.
- 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.
- NOGUEIRA, C., RIBEIRO, S., COSTA, G. C., COLLI, G. R. (2011). Vicariance and endemism in a Neotropical savanna hotspot: distribution patterns of Cerrado squamate reptiles. *Journal of Biogeography*, 38(10), 1907-1922.
- 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.
- ODUM, E.P. (1969). The strategy of ecosystem development. *Science* 164:262-270.
- 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.
- OYAKAWA, T. O; AKAMA, A; MAUTARI, K. C. & NOLASCO, J. C. (2006). Peixes de riachos da Mata Atlântica. São Paulo. Editora Neotrópica.
- 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, Mongooses 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.
- PROBIO. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira. Levantamento da Cobertura Vegetal Nativa do Bioma Mata Atlântica. Instituto de Estudos Socioambientais do Sul da Bahia (IESB). Rio de Janeiro, 2007.
- PROMINER (2015). Levantamento espeológico Vale Fertilizantes S.A. Mina de Tapira/MG. Prominer Projetos Ltda. São Paulo/SP.
- RAMALHO, W. P., FRANÇA, D. P. F., GUERRA, V., et al (2018). Herpetofauna of Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco: one of the last remnants of seasonal forest in the core region of the Brazilian Cerrado. Papéis Avulsos de Zoologia, v. 58.
- 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, N. R., PERACCHI, A. L., PEDRO, W. A., and LIMA, I. P. (2011). Mamíferos do Brasil. 2ª. ed., 439 pp. Londrina/PR.
- 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 Hulmboldt-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, V. B. (2011). Modelagem Geofísica do Complexo Alcalino de Tapira – MG. Tese de Mestrado – Universidade de São Paulo (USP).
- 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.
- SALADINO, A.; PEREIRA, R. (2016). Verbete Arqueologia Histórica In: *Dicionário IPHAN de Patrimônio Cultural*. 2 ed. 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 ENTMME – 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.

- 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.
- 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)>
- SIGRIST, T. (2009). *The avis brasiliis field guide to the birds of Brazil – Guia de campo da Avifauna Brasileira*. Ed. Mantecorp. São Paulo. 492 p.
- 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.
- 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, L. F., BEISIEGEL, B. D. M., CURCIO, F. F., VALDUJO, P. H., DIXO, M., VERDADE, V. K., ... & CUNNINGHAM, P. T. M. (2010). Para que servem os inventários de fauna?. Estudos avançados, 24, 173-207.
- 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.
- 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.
- 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). 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.
- 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.
- 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.
- ZANZINI, A. C. S.; GREGORIN, R. (2008). Levantamento, análise e diagnóstico da fauna de pequenos, médios e grandes mamíferos em estudos ambientais. Minas Gerais: UFLA/FAEP.