



MultiGeo

MultiGeo RT22LA011



**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
REALOCAÇÃO DO MINERODUTO E PISTA DE ACESSO**

UBERABA E DELTA/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 (LP+LI+LO) para criação da pista de acesso ao mineroduto e realocação do mesmo no trecho km 118, localizado nos municípios de Uberaba e Delta em Minas Gerais.

O mineroduto faz parte do Complexo Mineração de Tapira – CMT, da Mosaic Fertilizantes P&K Ltda., e é responsável pelo envio do concentrado fosfático para tratamento químico no Complexo Industrial de Uberaba – CIU-03, em Uberaba/MG.

A intervenção no mineroduto faz-se necessária para aumentar a segurança da operação através de melhores condições de manutenção do mesmo.

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

SUMÁRIO

1	DADOS CADASTRAIS	18
1.1	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	18
1.2	RESPONSÁVEIS PELA ELABORAÇÃO DO EIA	18
2	INTRODUÇÃO	19
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
3	LEGISLAÇÃO	25
3.1	LEGISLAÇÃO INCIDENTE	25
3.1.1	Legislação Federal	25
3.1.2	Legislação Estadual	27
3.1.3	Legislação Municipal	28
4	ESTUDO DE ALTERNATIVAS	30
4.1	CRITÉRIOS LOCACIONAIS	30
4.2	OPÇÕES ANALISADAS	35
4.3	PONTUAÇÃO DAS ALTERNATIVAS	38
5	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	41
5.1	OPERAÇÕES DO CMT	43
5.1.1	Lavra	43
5.1.2	Disposição de Estéril do CMT	45
5.1.3	Beneficiamento de Minério	45
5.1.4	Disposição de Rejeitos e Captação de Água	51
5.2	INTERVENÇÃO NO MINERODUTO – OBJETO DE LICENCIAMENTO	52
5.2.1	Trechos de Interesse do Mineroduto	52
5.2.2	Área de Intervenção	54
5.2.3	Projeto de terraplenagem	56
5.2.4	Estudo Geotécnico	58
5.2.5	Análise de Estabilidade	60
5.2.6	Obras de Implantação	62
5.2.7	Conclusões	62
6	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	64
6.1	ÁREAS DE INFLUÊNCIA	64
6.2	MEIO FÍSICO	65
6.2.1	Delimitação das áreas de influência do meio físico	65
6.2.2	Climatologia	66

6.2.3	<i>Geologia</i>	74
6.2.4	<i>Geomorfologia</i>	80
6.2.5	<i>Pedologia</i>	85
6.2.6	<i>Suscetibilidade a Processos Erosivos</i>	89
6.2.7	<i>Espeleologia</i>	96
6.2.8	<i>Hidrogeologia</i>	98
6.2.9	<i>Hidrografia</i>	101
6.2.10	<i>Qualidade das águas superficiais</i>	108
6.2.11	<i>Qualidade das águas subterrâneas</i>	117
6.2.12	<i>Qualidade do ar</i>	126
6.2.13	<i>Ruídos</i>	131
6.2.14	<i>Vibrações</i>	135
6.2.15	<i>Áreas Contaminadas</i>	138
6.3	MEIO BIÓTICO	144
6.3.1	<i>Delimitação das áreas de influência</i>	144
6.3.2	<i>Flora</i>	145
6.3.3	<i>Fauna</i>	175
6.4	MEIO SOCIOECONÔMICO	249
6.4.1	<i>Delimitação das áreas de influência</i>	249
6.4.2	<i>Fontes de Informação</i>	250
6.4.3	<i>Caracterização Regional</i>	251
6.4.4	<i>Uso e Ocupação do Solo</i>	252
6.4.5	<i>Dinâmica Demográfica</i>	255
6.4.6	<i>Desenvolvimento Humano</i>	258
6.4.7	<i>Atividades Econômicas</i>	259
6.4.8	<i>Indicadores de Produto Interno Bruto – PIB</i>	260
6.4.9	<i>Habitações</i>	262
6.4.10	<i>Saneamento Básico</i>	263
6.4.11	<i>Educação</i>	264
6.4.12	<i>Saúde</i>	265
6.4.13	<i>Lazer, Turismo e Cultura</i>	266
6.4.14	<i>Infraestrutura Regional</i>	267
6.4.15	<i>Abastecimento de Água e Energia Elétrica</i>	269
6.4.16	<i>Comunicações</i>	270
6.4.17	<i>Comunidades do Entorno</i>	270
6.4.18	<i>Patrimônio Histórico e Cultural</i>	279
7	SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS ASSOCIADOS À VEGETAÇÃO NATIVA.....	284
7.1	CATEGORIZAÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS	285
7.1.1	<i>Serviços de provisão</i>	285
7.1.2	<i>Serviços de regulação</i>	285
7.1.3	<i>Serviços culturais</i>	286
7.1.4	<i>Serviços de suporte</i>	287
7.2	SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS ASSOCIADOS À ÁREA DE INTERVENÇÃO	287
8	ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	292
8.1	IMPACTOS SOBRE O MEIO FÍSICO	294
8.1.1	<i>Aumento da Carga de Poluentes nas Águas Superficiais</i>	294

8.1.2	Aumento das Taxas de Erosão	295
8.1.3	Alteração das Características do Solo	295
8.1.4	Aumento da Carga de Poluentes no Ar	296
8.1.5	Aumento dos Níveis de Ruído	296
8.2	IMPACTOS SOBRE O MEIO BIÓTICO	297
8.2.1	Redução de Áreas com Presença de Vegetação Nativa	297
8.2.2	Diminuição de Espécies Ameaçadas de Extinção e Imunes de Corte	297
8.2.3	Supressão de Vegetação Associada ao Bioma Mata Atlântica	298
8.2.4	Intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APP)	298
8.2.5	Perda de Indivíduos da fauna terrestre	299
8.2.6	Perturbação da Fauna de Áreas Adjacentes	299
8.3	IMPACTOS SOBRE O MEIO SOCIOECONÔMICO	300
8.3.1	Alteração visual da paisagem	300
8.3.2	Geração e manutenção de empregos e receitas	301
8.4	QUADRO SÍNTESE DOS IMPACTOS	302
8.5	ANÁLISE INTEGRADA DOS IMPACTOS	304
9	MEDIDAS MITIGADORAS.....	305
9.1	PROGRAMA DE CONTROLE AMBIENTAL DA OBRA	305
9.2	PLANO DE COMUNICAÇÃO DE RISCOS – PCR	305
9.3	PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS – PAE	306
9.4	PROGRAMA DE COMPENSAÇÃO FLORESTAL	306
9.5	PROGRAMA DE AFUGENTAMENTO E RESGATE DE FAUNA SILVESTRE	307
9.6	PROGRAMA DE RESGATE DE FLORA	308
9.7	PROGRAMA DE SUPRESSÃO DA VEGETAÇÃO	308
9.8	PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CIDADANIA – PEAC	309
10	PROGRAMAS DE MONITORAMENTO	310
10.1	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS	310
10.2	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR	311
10.3	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DE RUÍDOS	311
10.4	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA VEGETAÇÃO	312
11	PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS - PRAD.....	313
11.1	DESMOBILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS	314
11.2	REAFEIÇOAMENTO FÍSICO	314
11.3	REVEGETAÇÃO	314
12	PROGNÓSTICO AMBIENTAL.....	316
13	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	318
14	RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	319
15	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	321

ANEXOS

ANEXO A – PROJETO DO MINERODUTO

ANEXO B – QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS

ANEXO C – QUALIDADE DO AR

ANEXO D – RUÍDOS

ANEXO E – VIBRAÇÕES

ANEXO F – PLANTA TOPOGRÁFICA PLANIMÉTRICA DE COBERTURA VEGETAL

ANEXO G – PLANILHAS DE CAMPO DO INVENTÁRIO FLORESTAL

ANEXO H – DADOS SECUNDÁRIOS DE FAUNA

ANEXO I – LAUDOS TÉCNICOS DE SOBREVIVÊNCIA DE ESPÉCIES AMEAÇADAS DE FAUNA

ANEXO J – ARQUEOLOGIA

ANEXO K – 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 – Pontuação das alternativas para transposição do trecho alagado.	38
Quadro 5.1 – Especificação química do concentrado.	50
Quadro 5.2 – Trechos de transposição de barreiras físicas do mineroduto.....	52
Quadro 5.3 – Plano de lavra simplificado do CMT.	55
Quadro 5.4 – Principais características técnicas do projeto geométrico.	57
Quadro 5.5 – Volume de materiais para enrocamento.....	58
Quadro 5.6 – Parâmetros geotécnicos dos materiais.	60
Quadro 6.1 – Médias mensais da radiação solar acumulada - janeiro de 2018 a março de 2022.	69
Quadro 6.2 – Balanço hídrico da estação meteorológica de Uberaba (1981-2010).....	71
Quadro 6.3 – Grau de erodibilidade.	90
Quadro 6.4 – Grau de declividade do terreno.	90
Quadro 6.5 – Definição das classes de suscetibilidade à erosão laminar.	91
Quadro 6.6 – Grau de ação erosiva por tipo de uso do solo.	93
Quadro 6.7 – Potencial à erosão laminar.....	93
Quadro 6.8 – Esquema da potamografia na área do trecho do mineroduto.....	105
Quadro 6.9 – Nascentes registradas no entorno da ADA.	107
Quadro 6.10 – Localização dos pontos de monitoramento de água superficial.	109
Quadro 6.11 – Parâmetros analisados para água superficial.....	111
Quadro 6.12 – Resultados obtidos para os Pontos PAS-01, PAS-02 e PAS-03.....	113
Quadro 6.13 – Coordenadas dos pontos de amostragem de água subterrânea.	117
Quadro 6.14 – Parâmetros analisados para água subterrânea.....	119
Quadro 6.15 – Resultados obtidos para os Pontos PMN-07 e PMP-03 nos monitoramentos semestrais de 2020 a 2022.	121
Quadro 6.16 – Resultados obtidos para o Ponto PMP-04 nos monitoramentos semestrais de 2020 a 2022.	123
Quadro 6.17 – Coordenadas dos pontos de monitoramento de qualidade do ar.....	127
Quadro 6.18 – Resultados das concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS). ...	130
Quadro 6.19 – Limites de níveis de pressão sonora.	132
Quadro 6.20 – Limites de RL_{Aeq} em função do período.....	132
Quadro 6.21 – Coordenadas dos pontos de monitoramento de ruídos.	133
Quadro 6.22 – Resultados obtidos de níveis de ruídos – Diurno e Noturno.....	134
Quadro 6.23 – Limites de velocidade de vibração de partícula de pico por faixas de frequência.	136
Quadro 6.24 – Coordenadas dos pontos de monitoramento de vibrações.....	136
Quadro 6.25 – Resultados obtidos no monitoramento de vibrações.....	138
Quadro 6.26 – Áreas contaminadas e reabilitadas para os municípios de Uberaba e Delta.	140
Quadro 6.27 – Equação volumétrica.....	149

Quadro 6.28 – Cobertura vegetal na AID do empreendimento.	156
Quadro 6.29 – Quantificação das classes de uso do solo na área de intervenção.....	159
Quadro 6.30 – Lista florística das espécies arbóreas levantadas na área de estudo do mineroduto.	162
Quadro 6.31 – Lista florística das espécies arbóreas amostradas no inventário florestal realizado na área de intervenção do mineroduto.	168
Quadro 6.32 – Estrutura horizontal da vegetação arbórea amostrada no censo.	169
Quadro 6.33 – Número de indivíduos (Nº), área basal (AB) e volume total (VT) por classe diamétrica.....	172
Quadro 6.34 – Características indicadoras do estágio sucessional – FES médio.	173
Quadro 6.35 – Dados gerais do inventário florestal.	174
Quadro 6.36 – Estimativa de produtos florestais.....	174
Quadro 6.37 – Volume de madeira nativa em tora por espécie.	174
Quadro 6.38 – Pontos de inventariamento da avifauna.	179
Quadro 6.39 – Espécies de avifauna registradas nas duas campanhas de inventário.	184
Quadro 6.40 – Dados de guildas tróficas, interesse ecológico, sensibilidade, endemismos e pontos de registros das espécies de avifauna.....	193
Quadro 6.41 – Dados de riqueza e índices de Simpson, Shannon e Pielou para avifauna. ..	200
Quadro 6.42 – Pontos de inventariamento da mastofauna.....	206
Quadro 6.43 – Espécies de mastofauna registradas nas duas campanhas de inventário. ..	210
Quadro 6.44 – Pontos e métodos de registro das espécies de mastofauna.	213
Quadro 6.45 – Dados de riqueza, número de registros, diversidade e equitabilidade de mastofauna.....	215
Quadro 6.46 – Dados de riqueza, diversidade, dominância e equitabilidade de mastofauna por ponto.....	215
Quadro 6.47 – Pontos de inventariamento da herpetofauna.	220
Quadro 6.48 – Espécies de herpetofauna registradas nas duas campanhas de inventário. 225	
Quadro 6.49 – Número e método de registro das espécies de herpetofauna.	228
Quadro 6.50 – Dados de riqueza, diversidade, dominância e equitabilidade de herpetofauna.	231
Quadro 6.51 – Pontos de inventariamento da ictiofauna.	235
Quadro 6.52 – Especificações técnicas de equipamentos utilizados.....	238
Quadro 6.53 – Espécies de ictiofauna registradas nas duas campanhas de inventário.	240
Quadro 6.54 – Dados de espécies por ponto amostral.	244
Quadro 6.55 – Dados de riqueza, diversidade, dominância e equitabilidade de ictiofauna. 246	
Quadro 6.56 – Evolução da população segundo sua localidade.	255
Quadro 6.57 – Percentual de urbanização por localidade.	256
Quadro 6.58 – Evolução do grau de urbanização 1970 a 2010.	256
Quadro 6.59 – Densidade demográfica dos municípios da AID.	257
Quadro 6.60 – Produção agrícola em lavouras permanentes e temporárias.	259
Quadro 6.61 – Extração vegetal.....	260
Quadro 6.62 – Pecuária - efetivo de rebanho (em cabeças).	260
Quadro 6.63 – PIB de Uberaba e Delta por setor econômico – 2019.....	261

Quadro 6.64 – Evolução do PIB (em R\$ x 1.000).....	261
Quadro 6.65 – Indicadores de habitação em Uberaba e Delta em 2017.....	263
Quadro 6.66 – Instituições de ensino em Uberaba e Delta – 2021.....	264
Quadro 6.67 – Matrículas em Uberaba e Delta – 2020.....	264
Quadro 6.68 – Corpo docente de Uberaba e Delta – 2021.....	264
Quadro 6.69 – Estabelecimentos de saúde em Uberaba e Delta.....	265
Quadro 6.70 – Situação do atendimento de saúde em Uberaba e Delta (2010).....	265
Quadro 6.71 – Taxa bruta de mortalidade.....	265
Quadro 6.72 – Acesso domiciliar à energia elétrica (1999 – 2003).....	270
Quadro 6.73 – Tipo de acesso domiciliar à água (IBGE, 2010).....	273
Quadro 6.74 – Tipo de destino do lixo doméstico (IBGE, 2010).....	273
Quadro 6.75 – Acesso à rede elétrica (IBGE, 2010).....	273
Quadro 6.76 – Tipo de acesso domiciliar à água (IBGE, 2010).....	275
Quadro 6.77 – Tipo de destino do lixo doméstico (IBGE, 2010).....	275
Quadro 6.78 – Acesso à rede elétrica (IBGE, 2010).....	276
Quadro 7.1 – Serviços ecossistêmicos.....	285
Quadro 7.2 – Avaliação ecossistêmica para a faixa de vegetação a ser suprimida.....	290
Quadro 8.1 – Grau de importância dos impactos por atributos.....	293
Quadro 8.2 – Escalas de avaliação da importância dos impactos.....	293
Quadro 8.3 – Síntese dos impactos, seus atributos e programas associados.....	302
Quadro 12.1 – Cenários de implantação e não implantação da pista de acesso e realocação do mineroduto.....	316

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 2.1 – Localização e acessos.</i>	21
<i>Figura 4.1 – Localização das opções em relação ao limite do município e malha viária.</i>	32
<i>Figura 4.2 – Localização das opções em relação ao uso do solo.</i>	33
<i>Figura 4.3 – Localização das opções em relação ao tipo de vegetação.</i>	34
<i>Figura 4.4 – Opção 1.</i>	35
<i>Figura 4.5 – Opções 2, 4 e 4A.</i>	36
<i>Figura 4.6 – Opção 3.</i>	37
<i>Figura 4.7 – Contexto vegetacional das alternativas.</i>	39
<i>Figura 5.1 – Layout geral do CMT.</i>	41
<i>Figura 5.2 – Traçado do mineroduto.</i>	43
<i>Figura 5.3 – Fluxograma do processo.</i>	48
<i>Figura 5.4 – Sistema de suprimento de água.</i>	51
<i>Figura 5.5 – Principais pontos de interesse do mineroduto.</i>	54
<i>Figura 5.6 – Perfil esquemático de cama de rocha para futura realocação do mineroduto.</i>	56
<i>Figura 5.7 – Enrocamento do acesso.</i>	57
<i>Figura 5.8 – Enrocamento do berço do mineroduto.</i>	57
<i>Figura 5.9 – Localização das sondagens percussivas investigatórias.</i>	59
<i>Figura 5.10 – Modelo geotécnico.</i>	60
<i>Figura 6.1 – Áreas de influência do meio físico.</i>	66
<i>Figura 6.2 – Classificação climática, segundo Köppen.</i>	67
<i>Figura 6.3 – Temperatura média do ar - janeiro de 2018 a março de 2022.</i>	68
<i>Figura 6.4 – Temperatura do ar máxima e mínima - janeiro de 2018 a maio de 2022.</i>	68
<i>Figura 6.5 – Direção de origem dos ventos - janeiro de 2018 a maio de 2022.</i>	69
<i>Figura 6.6 – Médias de radiação acumulada - janeiro de 2018 a março de 2022.</i>	70
<i>Figura 6.7 – Balanço hídrico mensal - média de 1981 a 2010.</i>	71
<i>Figura 6.8 – Armazenamento de água no solo no período de 1981 - 2010.</i>	72
<i>Figura 6.9 – Umidade relativa do ar - janeiro de 2018 a maio de 2022.</i>	72
<i>Figura 6.10 – Precipitação média anual no período de 1961 - 1990.</i>	73
<i>Figura 6.11 – Precipitação Mensal - janeiro de 2018 a maio de 2022.</i>	74
<i>Figura 6.12 – Precipitação total anual - janeiro de 2018 a maio de 2022.</i>	74
<i>Figura 6.13 – Localização do Triângulo Mineiro na Bacia Sedimentar do Paraná.</i>	75
<i>Figura 6.14 – Mapa geológico regional do Triângulo Mineiro.</i>	77
<i>Figura 6.15 – Mapa geológico local – ADA.</i>	80
<i>Figura 6.16 – Mapa geomorfológico regional do Triângulo Mineiro.</i>	82
<i>Figura 6.17 – Mapa de planialtimetria local – ADA.</i>	84
<i>Figura 6.18 – Mapa de declividade local – ADA.</i>	85
<i>Figura 6.19 – Mapa de solos dos municípios de Uberaba e Delta/MG.</i>	86
<i>Figura 6.20 – Mapa pedológico local – ADA.</i>	89
<i>Figura 6.21 – Mapa de suscetibilidade à erosão laminar.</i>	92
<i>Figura 6.22 – Mapa do potencial à erosão laminar.</i>	95

Figura 6.23 – Cavernas na região de Uberaba e Delta.....	97
Figura 6.24 – Contexto hidrogeológico regional da área.....	99
Figura 6.25 – Contexto do fluxo da água subterrânea no aquífero local.....	100
Figura 6.26 – Regiões Hidrográficas Brasileiras.....	101
Figura 6.27 – Região Hidrográfica do Paraná.....	102
Figura 6.28 – Unidades de Gestão Hídrica (UGHs) da Bacia do Rio Grande.....	103
Figura 6.29 – UPGRH do Baixo Rio Grande (GD8).....	104
Figura 6.30 – Microbacias na área de interesse.....	106
Figura 6.31 – Localização dos pontos de nascente.....	108
Figura 6.32 – Localização dos pontos de monitoramento de água superficial.....	110
Figura 6.33 – Concentrações de alumínio dissolvido nas águas superficiais.....	115
Figura 6.34 – Concentrações de ferro dissolvido nas águas superficiais.....	115
Figura 6.35 – Concentrações de fósforo total nas águas superficiais.....	116
Figura 6.36 – Concentrações de coliformes termotolerantes nas águas superficiais.....	116
Figura 6.37 – Localização dos pontos de monitoramento de água subterrânea.....	118
Figura 6.38 – Concentrações de alumínio dissolvido nas campanhas semestrais 2020 a 2022.	125
Figura 6.39 – Concentrações de zinco dissolvido nas campanhas semestrais 2020 a 2022.....	125
Figura 6.40 – Localização dos pontos de monitoramento da qualidade do ar.....	128
Figura 6.41 – Concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS).....	130
Figura 6.42 – Localização dos pontos de monitoramento de ruídos.....	133
Figura 6.43 – Valores dos níveis de ruídos no período diurno.....	135
Figura 6.44 – Valores dos níveis de ruídos no período noturno.....	135
Figura 6.45 – Localização dos pontos de monitoramento de vibrações.....	137
Figura 6.46 – Localização das áreas contaminadas e rehabilitadas em Uberaba e Delta (FEAM, 2021).....	143
Figura 6.47 – Áreas de influência do meio biótico.....	145
Figura 6.48 – Croqui de cobertura vegetal e localização das árvores amostradas no inventário florestal.....	147
Figura 6.49 – Localização da área de intervenção em relação aos biomas brasileiros.....	151
Figura 6.50 – Localização do empreendimento em relação às unidades de conservação... ..	153
Figura 6.51 – Localização do empreendimento em relação às áreas prioritárias para conservação.....	154
Figura 6.52 – Localização do empreendimento em relação a corredores ecológicos.....	155
Figura 6.53 – Localização do empreendimento em relação às terras quilombolas/indígenas.....	155
Figura 6.54 – Cobertura vegetal na AID do empreendimento.....	157
Figura 6.55 – Croqui de uso do solo e cobertura vegetal na área de intervenção.....	158
Figura 6.56 – Representação gráfica do IVI das espécies amostradas no inventário.....	170
Figura 6.57 – Representação gráfica da estrutura vertical da vegetação amostrada, de acordo com o número de indivíduos (N° ind.).....	171
Figura 6.58 – Representação gráfica da estrutura diamétrica da vegetação amostrada... ..	171
Figura 6.59 – Localização dos pontos de inventariamento de avifauna.....	180

Figura 6.60 – Riqueza de espécies de avifauna por família.	192
Figura 6.61 – Riqueza de espécies de avifauna por ponto.	192
Figura 6.62 – Guildas tróficas das espécies de avifauna.	197
Figura 6.63 – Sensibilidade de espécies de avifauna às perturbações antrópicas.	199
Figura 6.64 – Curva de acumulação das espécies de avifauna.	200
Figura 6.65 – Dendrograma de similaridade entre pontos amostrais de avifauna.	201
Figura 6.66 – IFL das espécies de avifauna.	202
Figura 6.67 – IPA das espécies de avifauna na primeira campanha (período seco).	202
Figura 6.68 – IPA das espécies de avifauna na segunda campanha (período chuvoso).	203
Figura 6.69 – Localização dos pontos de inventariamento da mastofauna.	207
Figura 6.70 – Número de registros independentes de mamíferos durante as duas campanhas.	212
Figura 6.71 – Abundância de espécies de mastofauna por ponto amostral.	213
Figura 6.72 – Riqueza de espécies de mastofauna po ponto amostral.	213
Figura 6.73 – Curva de acumulação das espécies de mastofauna.	216
Figura 6.74 – Dendrograma de silimaridade entre pontos amostrais de mastofauna.	216
Figura 6.75 – Localização dos pontos de inventariamento da herpetofauna.	221
Figura 6.76 – Abundância de espécies de herpetofauna por ponto.	229
Figura 6.77 – Riqueza de espécies de herpetofauna por ponto.	230
Figura 6.78 – Curva de acumulação das espécies de herpetofauna.	232
Figura 6.79 – Dendrograma de similaridade entre pontos amostrais de herpetofauna.	233
Figura 6.80 – Localização dos pontos de inventariamento da ictiofauna.	236
Figura 6.81 – Riqueza de espécies de ictiofauna por família.	242
Figura 6.82 – Abundância de espécies de ictiofauna por família.	242
Figura 6.83 – Riqueza de espécies de peixes por ponto amostral.	243
Figura 6.84 – Abundância de espécies de peixes por ponto amostral.	244
Figura 6.85 – Biomassa total da ictiofauna.	245
Figura 6.86 – Curva de acumulação das espécies de ictiofauna.	246
Figura 6.87 – Dendrograma de similaridade entre estações amostrais de ictiofauna.	247
Figura 6.88 – CPUE _n para ictiofauna.	248
Figura 6.89 – CPUE _b para ictiofauna.	248
Figura 6.90 – Áreas de influência do meio socioeconômico.	250
Figura 6.91 – Regiões geográficas intermediárias e imediatas de MG, com destaque para a região imediata de Uberaba (IBGE, 2017).	252
Figura 6.92 – Mapa da expansão urbana de Uberaba através dos anos.	254
Figura 6.93 – Pirâmide etária do município de Uberaba - 2010.	257
Figura 6.94 – Pirâmide etária do município de Delta - 2010.	258
Figura 6.95 – Contribuição dos setores no PIB.	261
Figura 6.96 – Principais estradas da malha viária da Região Imediata de Uberaba.	267
Figura 6.97 – Mapa dos aeroportos públicos em Minas Gerais.	269
Figura 6.98 – Mapa dos setores censitários e das comunidades no entorno do empreendimento.	272

Figura 6.99 – Sítios Arqueológicos nas imediações do empreendimento.	281
Figura 6.100 – Sítios Paleontológicos e ocorrências fossilíferas nas imediações do empreendimento.	283
Figura 7.1 – Dimensionamento do Mineroduto.	288

LISTA DE FOTOS

<i>Foto 5.1 – Aspecto geral da lavra atual, em meia encosta.</i>	44
<i>Foto 5.2 – Detalhe da frente de lavra.</i>	44
<i>Foto 5.3 – Vista aérea da planta de concentração de minério do CMT.</i>	46
<i>Foto 5.4 – Britagem secundária de minério do CMT.</i>	47
<i>Foto 5.5 – Circuito de moagem.</i>	49
<i>Foto 5.6 – Início do mineroduto (km 0).</i>	51
<i>Foto 6.1 – Ponto PAS-01 de amostragem de água superficial.</i>	111
<i>Foto 6.2 – Ponto PAS-02 de amostragem de água superficial.</i>	111
<i>Foto 6.3 – Ponto PAS-03 de amostragem de água superficial.</i>	111
<i>Foto 6.4 – Ponto P-01 de monitoramento da qualidade do ar.</i>	129
<i>Foto 6.5 – Ponto P-02 de monitoramento da qualidade do ar.</i>	129
<i>Foto 6.6 – Ponto P-03 de monitoramento da qualidade do ar.</i>	129
<i>Foto 6.7 – Monitoramento de ruídos no período diurno (P-01).</i>	134
<i>Foto 6.8 – Monitoramento de ruídos no período noturno (P-01).</i>	134
<i>Foto 6.9 – Medição de CAP (circunferência à altura do peito) durante o inventário florestal.</i>	146
<i>Foto 6.10 – Indivíduo arbóreo plaqueteado durante o inventário.</i>	146
<i>Foto 6.11 – Aspecto geral do uso do solo na área de estudo.</i>	156
<i>Foto 6.12 – Aspecto geral da área de intervenção do mineroduto (linha tracejada branca).</i>	158
<i>Foto 6.13 – Área antrópica no local de intervenção.</i>	159
<i>Foto 6.14 – Área úmida/brejo no local de intervenção.</i>	160
<i>Foto 6.15 – FES aluvial em estágio médio no local de intervenção.</i>	160
<i>Foto 6.16 – Interior de fragmento de FES aluvial em estágio médio no local de intervenção.</i>	160
<i>Foto 6.17 – Espécie Croton urucurana na área de estudo.</i>	165
<i>Foto 6.18 – Espécie Protium heptaphyllum na área de estudo.</i>	165
<i>Foto 6.19 – Espécie Costus spiralis na área de estudo.</i>	165
<i>Foto 6.20 – Espécie Hedyosmum brasiliense na área de estudo.</i>	165
<i>Foto 6.21 – Floresta Estacional Semidecidual (FES) no local de intervenção.</i>	172
<i>Foto 6.22 – Ponto AV01.</i>	181
<i>Foto 6.23 – Ponto AV02.</i>	181
<i>Foto 6.24 – Ponto AV03.</i>	181
<i>Foto 6.25 – Ponto AV04.</i>	181
<i>Foto 6.26 – Ponto AV05.</i>	181
<i>Foto 6.27 – Ponto AV06.</i>	181
<i>Foto 6.28 – Ponto AV07.</i>	181
<i>Foto 6.29 – Ponto AV08.</i>	181
<i>Foto 6.30 – Ponto AV09.</i>	182
<i>Foto 6.31 – Ponto AV10.</i>	182
<i>Foto 6.32 – Ponto AV11.</i>	182
<i>Foto 6.33 – Ponto AV12.</i>	182
<i>Foto 6.34 – Ponto AV13.</i>	182

Foto 6.35 – Biólogo realizando ponto de escuta.....	183
Foto 6.36 – Socó-boi (<i>Tigrisoma lineatum</i>).....	190
Foto 6.37 – Pica-pau-pequeno (<i>Veniliornis passerinus</i>).....	190
Foto 6.38 – Anhuma (<i>Anhima cornuta</i>).....	190
Foto 6.39 – Arara-canindé (<i>Ara ararauna</i>).....	190
Foto 6.40 – Curutié (<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>).....	190
Foto 6.41 – Papa-formiga-vermelho (<i>Formicivora rufa</i>).....	190
Foto 6.42 – Tuim (<i>Forpus xanthopterygius</i>).....	190
Foto 6.43 – Jaçanã (<i>Jacana jacana</i>).....	190
Foto 6.44 – Cabeça-seca (<i>Mycteria americana</i>).....	191
Foto 6.45 – Maracanã-do-buriti (<i>Orthopsittaca manilatus</i>).....	191
Foto 6.46 – Gavião-caramujeiro (<i>Rostrhamus sociabilis</i>).....	191
Foto 6.47 – Baiano (<i>Sporophila nigricollis</i>).....	191
Foto 6.48 – Socoi-vermelho (<i>Ixobrychus exilis</i>).....	191
Foto 6.49 – Tipio (<i>Sicalis luteola</i>).....	191
Foto 6.50 – Lavadeira-mascarada (<i>Fluvicola nengeta</i>).....	191
Foto 6.51 – Mutum-de-penacho (<i>Crax fasciolata</i>).....	191
Foto 6.52 – Ponto Masto 2 (período seco).....	208
Foto 6.53 – Ponto Masto 3 (período seco).....	208
Foto 6.54 – Ponto Masto 4 (período seco).....	208
Foto 6.55 – Ponto Masto 6 (período seco).....	208
Foto 6.56 – Macaco-prego (<i>Sapajus libidinosus</i>).....	211
Foto 6.57 – Quati (<i>Nasua nasua</i>).....	211
Foto 6.58 – Mico (<i>Callithrix penicillata</i>).....	211
Foto 6.59 – Pegada de onça-parda (<i>Puma concolor</i>).....	211
Foto 6.60 – Cachorro-do-mato (<i>Cerdocyon thous</i>).....	211
Foto 6.61 – Javaporco (híbrido de <i>Sus scrofa</i>).....	211
Foto 6.62 – Pegada de mão-pelada (<i>Procyon cancrivorus</i>).....	211
Foto 6.63 – Pegada de capivara (<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>).....	211
Foto 6.64 – Pegada de jaratataca (<i>Conepatus semistriatus</i>).....	212
Foto 6.65 – Toca de tatu-do-rabo-mole (<i>Cabassous unicinctus</i>).....	212
Foto 6.66 – Poleiro utilizado para caça.....	215
Foto 6.67 – Armadilha tipo gaiola para mamíferos de médio e grande porte.....	215
Foto 6.68 – Ponto HP01 (período seco).....	222
Foto 6.69 – Ponto HP02 (período seco).....	222
Foto 6.70 – Ponto HP03 (período seco).....	222
Foto 6.71 – Ponto HP04 (período seco).....	222
Foto 6.72 – Ponto HP05 (período chuvoso).....	222
Foto 6.73 – Ponto HP06 (período chuvoso).....	222
Foto 6.74 – Ponto HP07 (período chuvoso).....	222
Foto 6.75 – Ponto HP08 (período seco).....	222

Foto 6.76 – Ponto HP09 (período seco).....	223
Foto 6.77 – Ponto HP10 (período seco).....	223
Foto 6.78 – Ponto HP11 (período chuvoso).....	223
Foto 6.79 – Busca ativa (período noturno).....	223
Foto 6.80 – Busca ativa (período diurno).....	223
Foto 6.81 – Perereca-cabrinha (<i>Boana albopunctata</i>).....	226
Foto 6.82 – Rã-de-bigode (<i>Leptodactylus mystaceus</i>).....	226
Foto 6.83 – Perereca (<i>Ololygon canastrensis</i>).....	226
Foto 6.84 – Rã-piadora (<i>Leptodactylus fuscus</i>).....	226
Foto 6.85 – Rã-manteiga (<i>Leptodactylus macrosternum</i>).....	226
Foto 6.86 – Sapo-cururu (<i>Rhinella diptycha</i>).....	226
Foto 6.87 – Calango (<i>Tropidurus torquatus</i>).....	226
Foto 6.88 – Lagarto-verde (<i>Ameiva ameiva</i>).....	226
Foto 6.89 – Teiú (<i>Salvator merianae</i>).....	227
Foto 6.90 – Pererequinha-do-brejo (<i>Dendropsophus rubicundulus</i>).....	227
Foto 6.91 – Ponto ICT 01.....	237
Foto 6.92 – Ponto ICT 02.....	237
Foto 6.93 – Ponto ICT 03.....	237
Foto 6.94 – Ponto ICT 04.....	237
Foto 6.95 – Ponto ICT 05.....	237
Foto 6.96 – Ponto ICT 06.....	237
Foto 6.97 – Uso de rede de arrasto.....	238
Foto 6.98 – Uso de puçá.....	238
Foto 6.99 – Lambari (<i>Psalidodon fasciatus</i>).....	241
Foto 6.100 – Acará (<i>Geophagus brasiliensis</i>).....	241
Foto 6.101 – Lambari-de-rabo-amarelo (<i>Astyanax altiparanae</i>).....	241
Foto 6.102 – Mato-Grosso (<i>Hyphessobrycon eques</i>).....	241
Foto 6.103 – Traíra (<i>Hoplias malabaricus</i>).....	241
Foto 6.104 – Bagre (<i>Rhamdia quelen</i>).....	241
Foto 6.105 – Cascudo (<i>Hypostomus heraldoi</i>).....	241
Foto 6.106 – Cascudo (<i>Hypostomus ancistroides</i>).....	241
Foto 6.107 – Área de expansão no município de Uberaba.....	253
Foto 6.108 – Casas populares na área de expansão no município de Delta.....	255
Foto 6.109 – Edificações do município de Uberaba.....	262
Foto 6.110 – Vista aérea das edificações do município de Delta.....	263
Foto 6.111 – Registro de uma festa de Folia de Reis.....	266
Foto 6.112 – Registro da Festa do Peão de Delta.....	266
Foto 6.113 – Poço artesiano no Distrito Industrial III.....	274
Foto 6.114 – Rede de transmissão de energia elétrica no Distrito Industrial III.....	274
Foto 6.115 – Subestação elétrica no Distrito Industrial III.....	274
Foto 6.116 – Fachada de domicílio particular (1).....	275

<i>Foto 6.117 – Fachada de domicílio particular (2)</i>	275
<i>Foto 6.118 – Poço artesiano em Delta</i>	276
<i>Foto 6.119 – Lixeira de domicílios locais (1)</i>	277
<i>Foto 6.120 – Lixeira de domicílios locais (2)</i>	277
<i>Foto 6.121 – Sistema de distribuição de energia elétrica em Delta</i>	277
<i>Foto 6.122 – Padrões de entrada de energia elétrica em Delta</i>	277
<i>Foto 6.123 – Unidade Básica de Saúde em Delta</i>	278
<i>Foto 6.124 – Comércio local</i>	278
<i>Foto 6.125 – Pousada local</i>	278
<i>Foto 6.126 – Exemplo de atividade pecuária desenvolvida na região</i>	279
<i>Foto 6.127 – Exemplo de agricultura desenvolvida na região</i>	279
<i>Foto 6.128 – Fóssil de Uberabasuchus terrificus no Sítio Peirópolis e Serra da Galga</i>	282
<i>Foto 6.129 – Escavações paleontológicas no Sítio Peirópolis e Serra da Galga</i>	282

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
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
DAIA – Documento Autorizativo para Intervenção Ambiental (IEF)
EIA – Estudo de Impacto Ambiental
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
IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
LI – Licença de Instalação
LO – Licença de Operação
LP – Licença Prévia
MMA - Ministério do Meio Ambiente
NBR – Norma Brasileira
PCA – Plano de Controle Ambiental
PEAD – Polietileno de Alta Densidade
PL – Portaria de Lavra
PRAD – Plano de Recuperação de Área Degradada
RIMA – Relatório de Impacto Ambiental
RH – Região Hidrográfica
SE – Serviço Ecológico
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
ZEE – Zoneamento Ecológico Econômico

1 DADOS CADASTRAIS

1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Razão Social	Mosaic Fertilizantes P&K Ltda.
CNPJ (matriz)	33.931.486/0020-01
Localização	Rodovia MGC 146, km 196,25
CEP	38.185-000
Município	Tapira - MG
Atividade	Extração de minerais para fabricação de adubos, fertilizantes e outros produtos químicos
Números de Funcionários	1.600, sendo 818 próprios e 782 terceiros
Responsável Legal pelo empreendimento	Antonio Carlos Walsh Ferreira
Responsável pela área ambiental	Romeu Machado de Castro Neto
Telefone	(34) 3669-5000

1.2 RESPONSÁVEIS PELA ELABORAÇÃO DO EIA

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

2 INTRODUÇÃO

A Mosaic Fertilizantes 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 – CIU-03 para a produção de fertilizantes. Com o intuito de prosseguir com sua operação e melhorar as condições atuais, a Mosaic Fertilizantes pretende licenciar a realocação do mineroduto e a criação de uma pista de acesso ao mesmo, no km 118, com o objetivo de possibilitar um meio de chegada de pessoas e ferramentas para inspeção e eventual reparo necessário no mineroduto. Além disso, o empreendedor pretende realizar a realocação de uma parte do mineroduto, atualmente soterrada em área alagada, no km 118, para uma camada de rocha, facilitando seu acesso e manutenção. O trecho em questão está localizado próximo à divisa entre os municípios Delta e Uberaba, no estado de Minas Gerais.

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 PROP22LA011.

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 das estruturas citadas.

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. Em 09 de março de 1977, foi instituída a servidão de Passagem do Mineroduto, através do Decreto nº 79.365/1977. A estrutura interliga a área da planta industrial de Tapira à área Industrial do Complexo de Uberaba, compreendendo um percurso de aproximadamente 123 km.

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 Ultrafertil 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 Ultrafertil e, em seguida, adotando a razão social Ultrafertil 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 mineroduto responsável pelo transporte do minério beneficiado tem origem na área industrial (usina de beneficiamento) do Complexo Mineração de Tapira (CMT), em Tapira/MG, passa pelos municípios de Sacramento, Conquista e Delta e segue para seu destino final na unidade de Uberaba/MG (Complexo Industrial de Uberaba 03 – CIU-03). O caminho total do mineroduto é de 123 km (**Figura 2.1**).

O trecho do mineroduto a ser licenciado está localizado na divisa entre os municípios de Uberaba e Delta, que integram a região do Triângulo Mineiro, porção oeste do estado de Minas Gerais, localizados a cerca de 500 km da capital mineira, Belo Horizonte.

Partindo-se de Belo Horizonte, o acesso à área urbana de Uberaba se dá pela rodovia BR-262, no sentido do Triângulo Mineiro (leste-oeste). O trajeto até a área de intervenção do mineroduto, a partir do perímetro urbano de Uberaba, é feito pela rodovia BR-050 até o trevo de Delta, seguindo pela Rodovia Estrada da Cana, por cerca de 6 km, até o local.

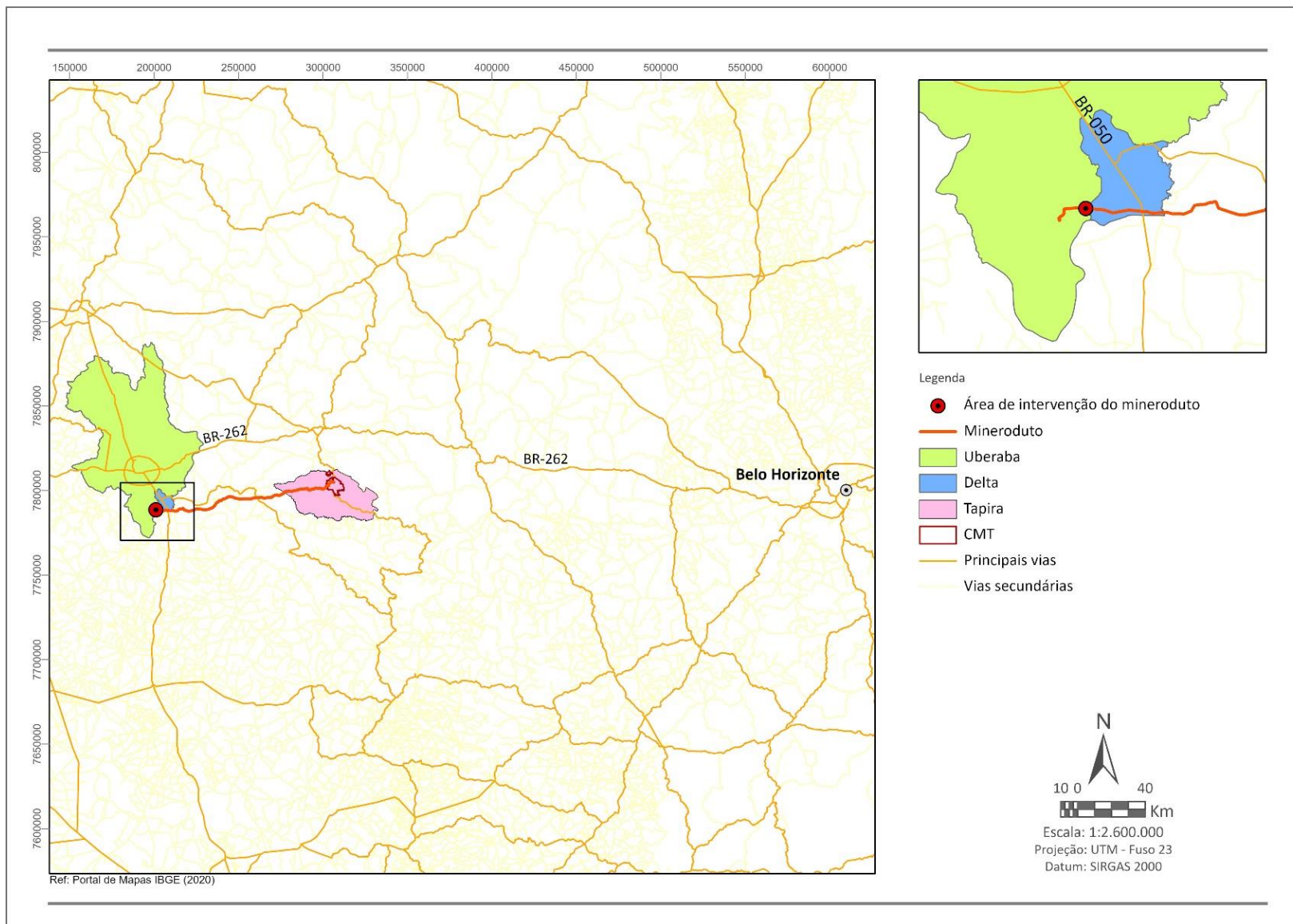


Figura 2.1 – Localização e acessos.

2.3 SITUAÇÃO LEGAL DO EMPREENDIMENTO

O mineroduto encontra-se atualmente licenciado junto com as demais atividades do Complexo de Mineração de Tapira, englobado pela LO 194/2010.

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

Fonte: ANM (2022).

2.3.2 Licenças Ambientais

Todas as atividades do CMT 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
283/2022	LP+LI+LO 283/2022	Avanço de Lavra e Deposição de Estéril (T6)	29/07/2022	29/07/2032

*Licenças protocolizadas para renovação

3 LEGISLAÇÃO

3.1 LEGISLAÇÃO INCIDENTE

Existem numerosos dispositivos legais relacionados com as atividades econômicas e sua interface com o meio ambiente e recursos naturais. Alguns tratam do licenciamento ambiental da atividade, além de muitos que tratam da proteção de determinados recursos naturais.

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. São apresentadas normas legais selecionadas nos âmbitos federal, estadual e municipal.

Com relação aos minerodutos, ainda não existe legislação específica em vigor, somente Projetos de Lei em tramitação na Assembleia Legislativa de Minas Gerais.

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.

- **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 Complementar nº 140/2011**

Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981.

- **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 12.651/2012 – 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.

- **Lei 11.428/2006**

Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.

- **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.

- **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.

- **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 Conama 237/1997**

Dispõe sobre conceitos, sujeição, e procedimento para obtenção de Licenciamento Ambiental, e dá outras providências.

- **Instrução Normativa IPHAN nº 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 nº 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 13.635/2000**

Declara o buriti de interesse comum e imune de corte.

- **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.

- **Decreto 45.175/2009**

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

- **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 47.749/2019**

Dispõe sobre os processos de autorização e sobre a produção florestal no âmbito do Estado de Minas Gerais.

- **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 94/2006**

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

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

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

- **Deliberação Normativa COPAM 147/2010**

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

- **Deliberação Normativa COPAM 217/2017**

Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais e dá outras providências.

3.1.3 Legislação Municipal

Serão aqui mencionados os principais dispositivos legais sobre meio ambiente e zoneamento dos municípios de Uberaba e Delta, já que o empreendimento se encontra na divisa destes dois municípios.

- ✓ **Uberaba**

- **Lei Orgânica Municipal, Seção IX – do Meio Ambiente (arts 155 a 159)**
- **Lei 9701/2005**

Dispõe sobre a criação do Conselho Municipal do Meio Ambiente - COMAM, e contém outras disposições.

- **Lei Complementar 359/2006**

Institui o Plano Diretor do Município de Uberaba, e dá outras providências.

- **Lei Complementar 374/2007**

Dispõe sobre o perímetro urbano no município de Uberaba, e dá outras providências.

- **Lei Complementar 376/2007**

Dispõe sobre o Uso e Ocupação do Solo no Município de Uberaba, Estado de Minas Gerais, e dá outras providências.

- **Lei Complementar 389/2008**

Institui o Código do Meio Ambiente do Município de Uberaba, e dá outras providências.

- **Deliberação Normativa 55/2014**

Estabelece critérios e procedimentos para a definição de compensação ambiental, nos casos de intervenção em APP ou supressão arbórea, vinculadas ou não ao Licenciamento Ambiental.

- ✓ **Delta**

- **Lei Orgânica Municipal**

- **Lei 157/2001**

Cria o Conselho Municipal de Desenvolvimento Ambiental – COMUDEAM.

4 ESTUDO DE ALTERNATIVAS

O estudo de alternativas consiste na análise de alternativas locacionais e tecnológicas para implantação do projeto, confrontando-as inclusive com a hipótese de não execução do projeto (alternativa zero).

A execução do projeto consiste na criação de uma pista de acesso ao mineroduto, no km 118, e a realocação da estrutura. Neste trecho, o mineroduto se encontra soterrado, em área alagada pelo córrego Conquistinha, e inacessível.

A alternativa zero não é viável para este projeto, uma vez o mineroduto já se encontra instalado e funcionando, interligando as unidades da Mosaic Fertilizantes em Tapira e Uberaba. A área alagada representa a impossibilidade de manutenções e reparos, podendo ocasionar o mau funcionamento da estrutura ou eventuais avarias que resultem na paralisação da estrutura, o que teria consequências no funcionamento do Complexo de Mineração de Tapira e no Complexo Industrial de Uberaba, além de possíveis danos ambientais.

Os principais impactos dessa alternativa são relacionados aos danos ao meio ambiente, possível desativação do empreendimento em função da suspensão das atividades, gerando como consequência: diminuição da arrecadação de impostos, fechamento de postos de trabalho diretos e indiretos, menor oferta e, conseqüentemente, aumento dos preços de fertilizantes no mercado nacional. As consequências dessa alternativa são grandes e de difícil mensuração.

Faz-se assim necessária alguma intervenção no mineroduto que permita a operação com maior segurança, preferencialmente vencendo a área alagada. Inicialmente, para a realocação do mineroduto, a empresa Ausenco (2020) analisou as seguintes alternativas:

- **Opção 1 - Paralelo à Rodovia:** construção de um novo trecho do mineroduto que sofreria um desvio paralelo à rodovia, evitando, assim, a área alagadiça;
- **Opção 2 - Furo Direcional:** esta opção visa a substituição do trecho do mineroduto existente através da técnica de furo direcional, não acarretando em desvio de trajeto, de forma que o mineroduto continuaria em área alagada, sendo realizada, contudo, a manutenção da tubulação;
- **Opção 3 - Pista de acesso e realocação paralelamente ao mineroduto existente:** visa a implantação de uma pista de acesso que permitiria a manutenção do mineroduto com a realocação da tubulação transpondo a área alagada;
- **Opção 4 – Treliça:** visa a travessia do rio através de treliça, sendo necessário o desenvolvimento de aterro compactado e sistema de drenagem;
- **Opção 4A – Treliça suspensa:** esta opção é similar à alternativa anterior, contudo não haveria a necessidade de aterro compactado, pois a treliça estaria apoiada por suportes fixos com profundidade suficiente para a estabilidade da estrutura.

4.1 CRITÉRIOS LOCACIONAIS

As alternativas foram analisadas sob diferentes aspectos, tais como:

- Malha viária: as alternativas são atendidas pela mesma rodovia (**Figura 4.1**);

- Limites municipais: todas as alternativas encontram-se na divisa entre os municípios de Uberaba e Delta (**Figura 4.1**);
- Áreas produtivas: as três opções encontram-se em áreas de floresta, sendo que parte da alternativa 1 ocupa também terrenos de agricultura (**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 Mata Atlântica e com parte de seus traçados em área de APP (**Figura 4.3**);
- Corpos hídricos e áreas de recarga hídrica: todas as alternativas têm influência do mesmo corpo hídrico, córrego Conquistinha e, por outro lado, nenhuma das alternativas faz interferência em nascentes (**Figura 4.3**).

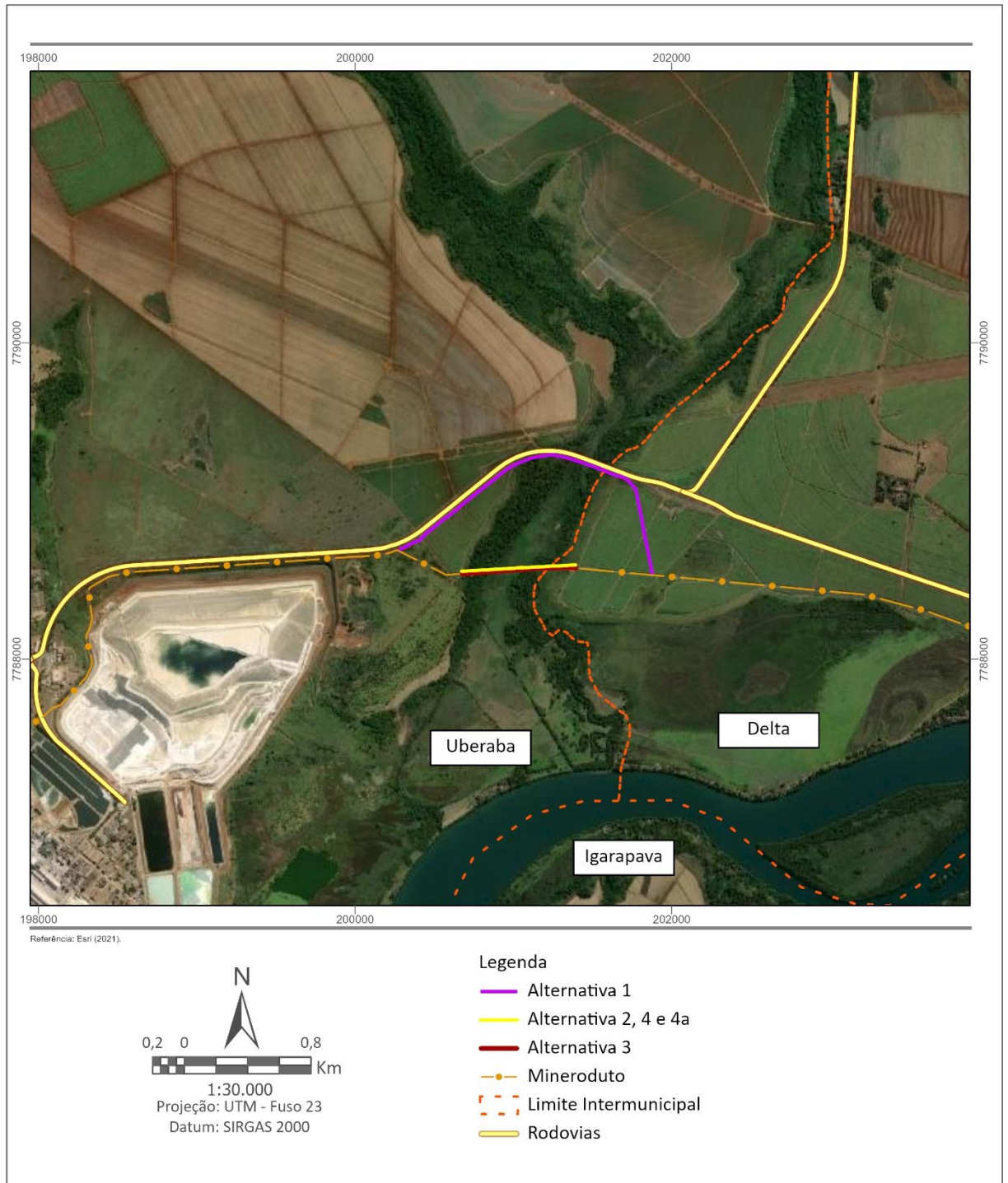


Figura 4.1 – Localização das opções em relação ao limite do município e malha viária.

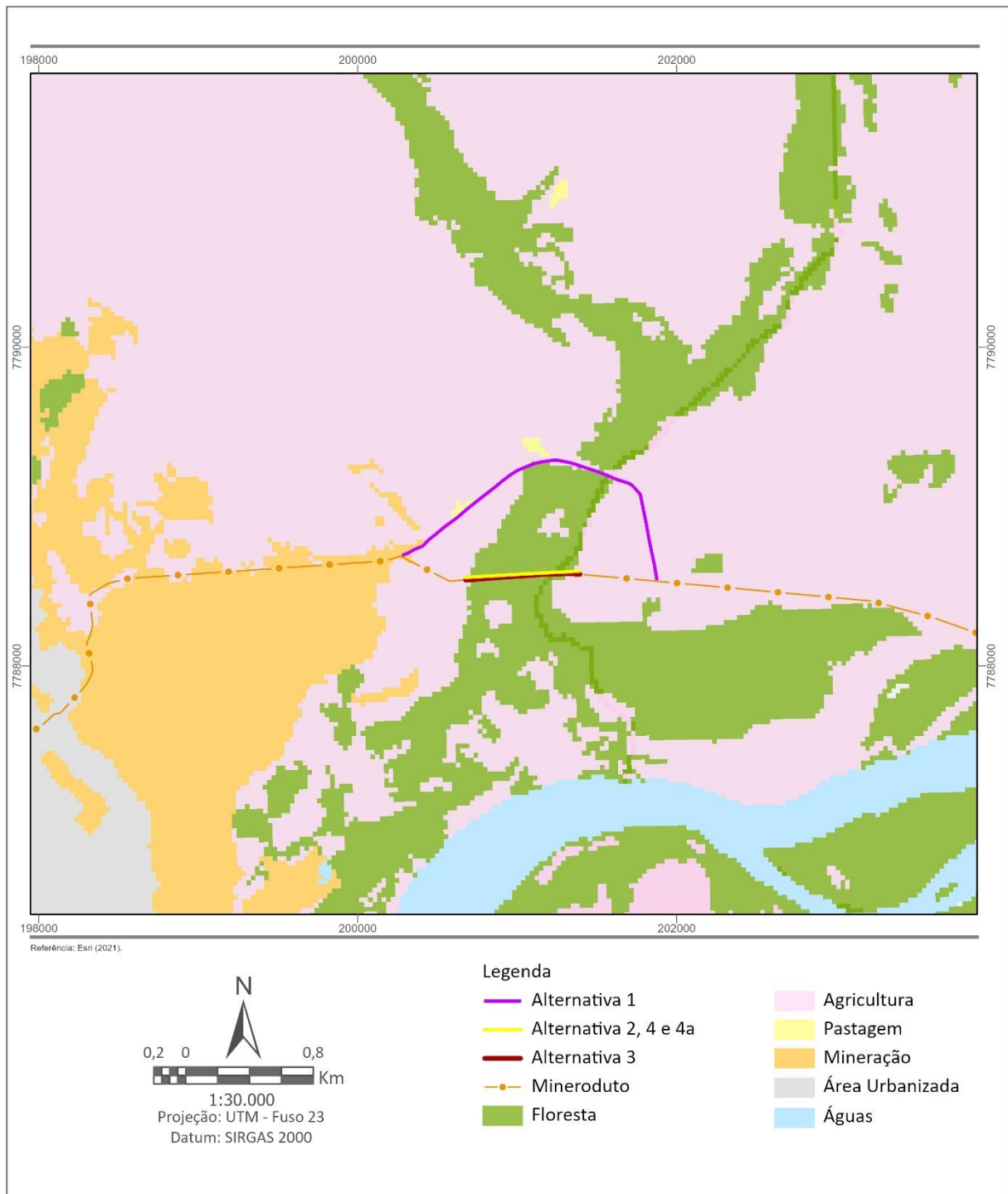


Figura 4.2 – Localização das opções em relação ao uso do solo.

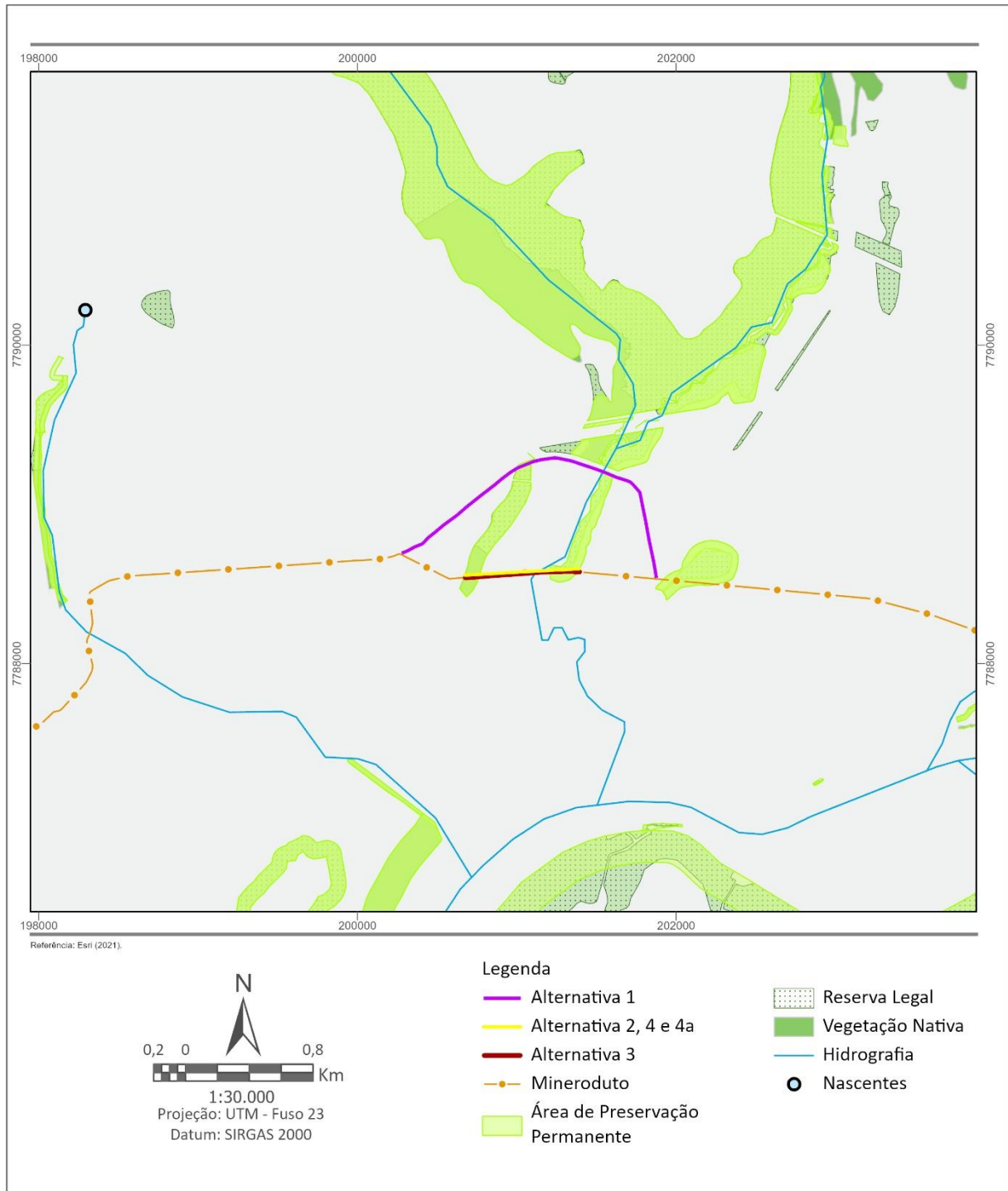


Figura 4.3 – Localização das opções em relação ao tipo de vegetação.

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.

4.2 OPÇÕES ANALISADAS

As Figuras 4.4 a 4.6 ilustram as alternativas estudadas em detalhe.

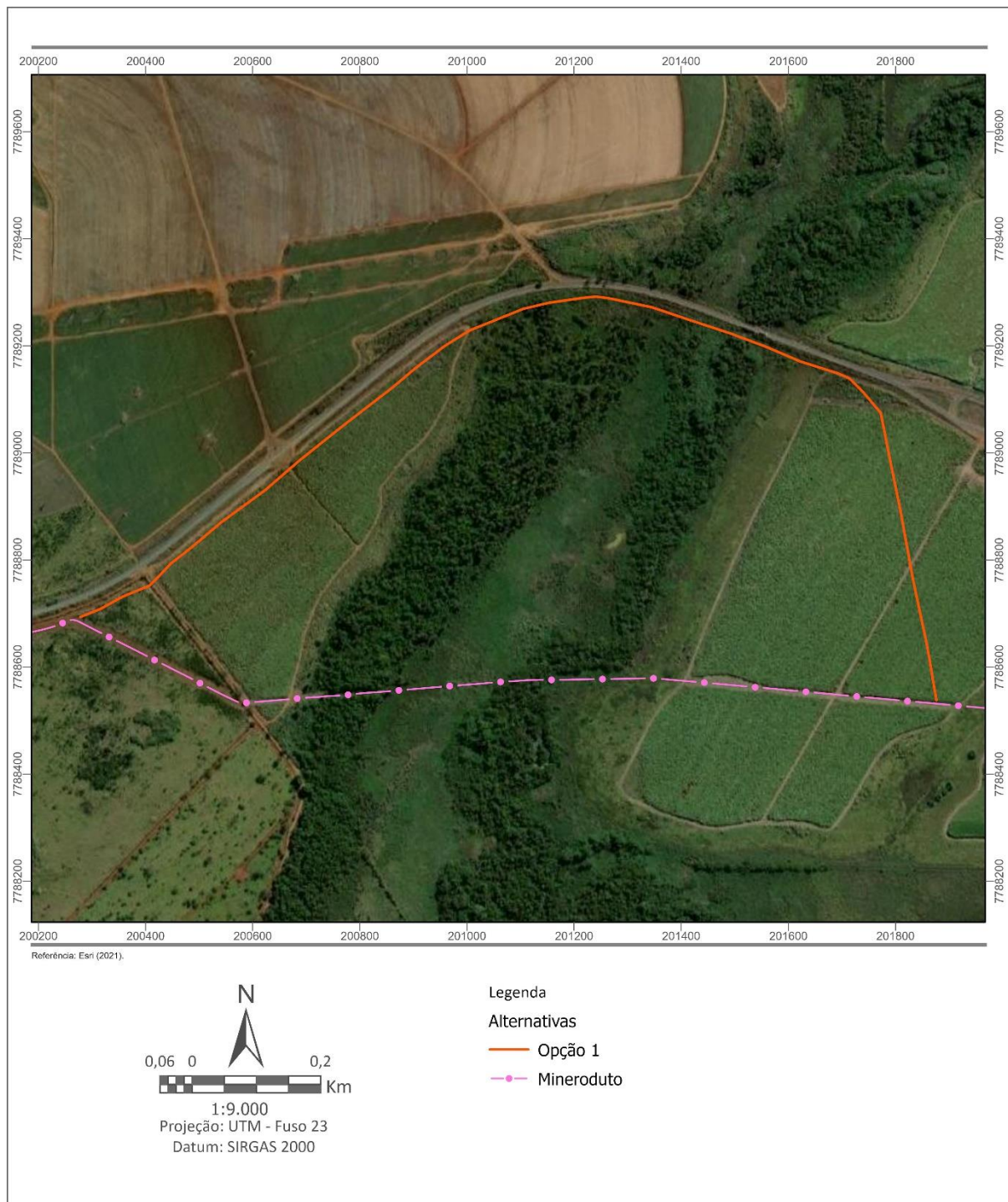


Figura 4.4 – Opção 1.

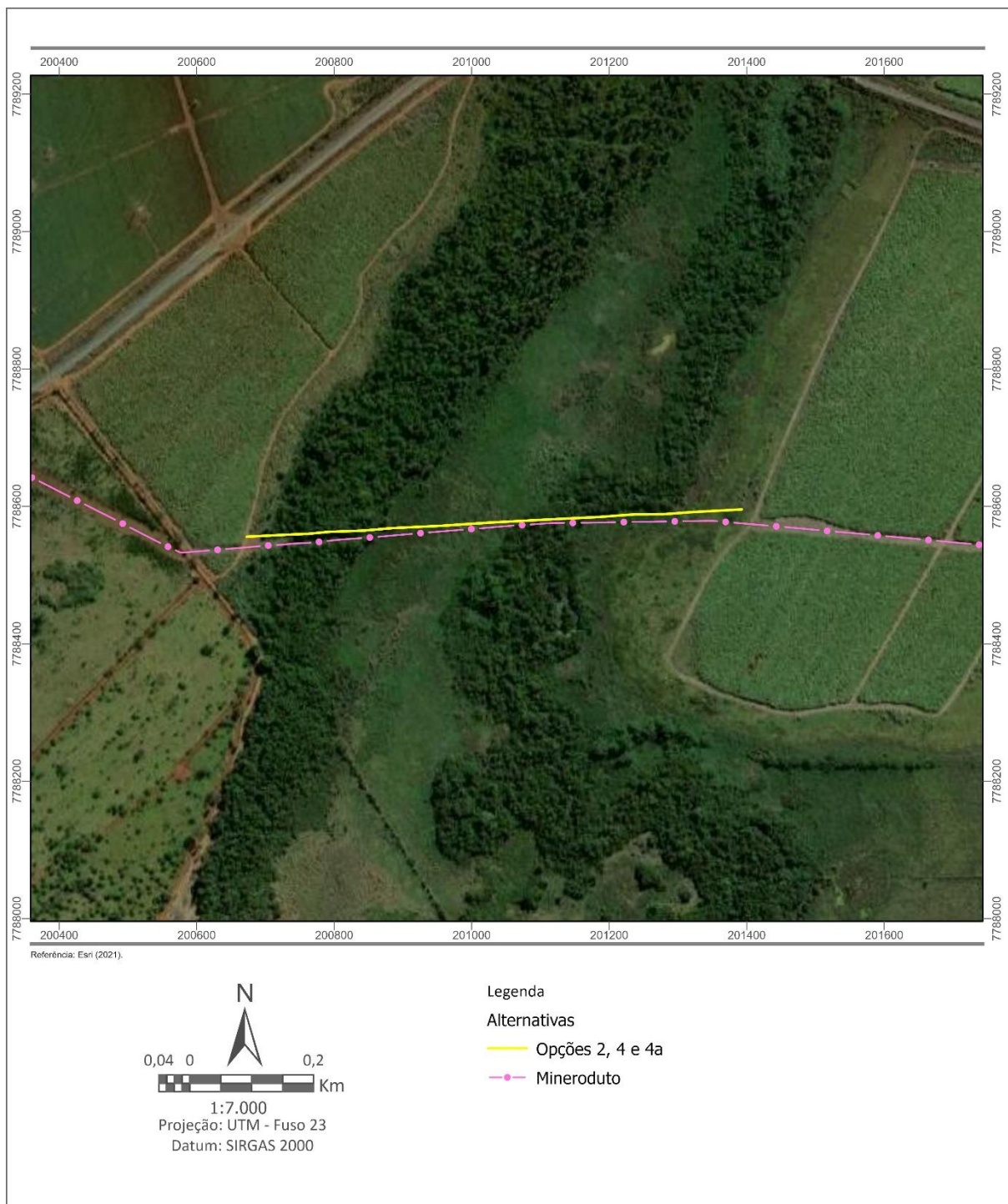


Figura 4.5 – Opções 2, 4 e 4A.

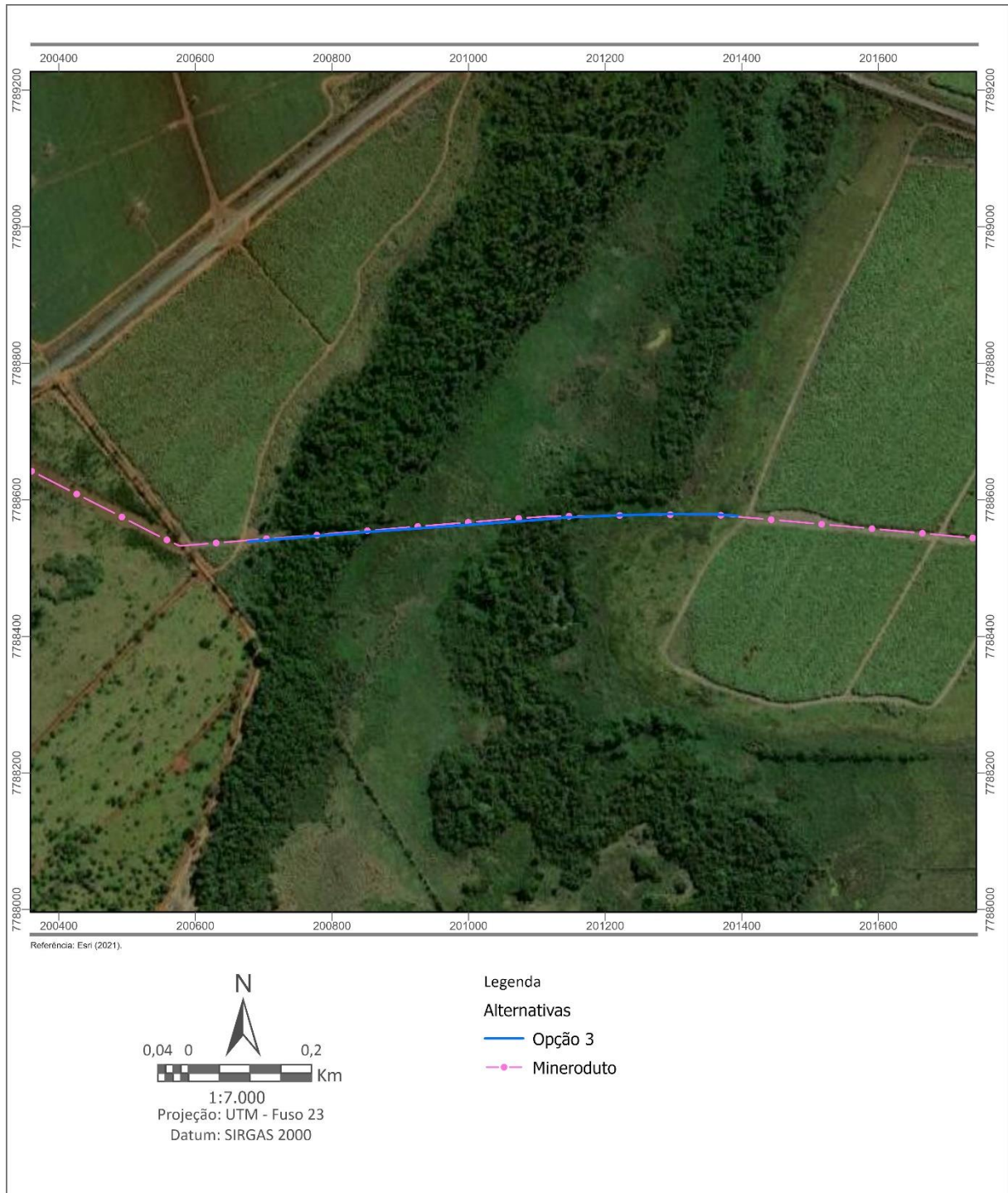


Figura 4.6 – Opção 3.

As opções de furo direcional, treliça e treliça suspensa possuem um mesmo trajeto de cerca de 722 metros, sendo este praticamente linear, já que estas alternativas permitem apenas uma curvatura sutil. Já a realocação do mineroduto para que este siga paralelo à rodovia acarretaria em uma intervenção linear de aproximadamente 2.300 m. Por fim, a opção de construção de pista de acesso com realocação do mineroduto para rocha seguiria o mesmo trajeto atual, com uma intervenção de cerca de 718 m.

4.3 PONTUAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

A análise de alternativas, realizada pela Ausenco, mostrou que as opções 1, 2, 3 e 4A seriam tecnicamente viáveis, mas não a opção 4. A alternativa 2, furo direcional, foi, no entanto, desconsiderada, visto que ela não promove a transposição do trecho alagado, de forma que os riscos ambientais em caso de vazamento continuariam a existir.

As demais alternativas (paralelo à rodovia, nova pista de acesso e treliça suspensa) foram avaliadas com base em diferentes critérios, sendo eles:

- Intervenção na vegetação: avalia a necessidade de supressão de vegetação. Todas as opções encontram-se no Bioma Mata Atlântica e terão necessidade de supressão de vegetação (**Figura 4.7**).
- 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.
- Interferência visual: a instalação paralela à rodovia foi classificada como médio impacto visual, visto que ficaria mais visível para os passantes. A opção treliça suspensa também apresenta um impacto médio, em função da altura da estrutura. Enquanto a pista de acesso permite a revegetação da lateral da pista pela própria vegetação circundante, encobrendo parcialmente a estrutura.
- Área de interferência: considera a distância linear da interferência, sendo que quanto maior, pior a classificação.

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;
- Interferências em nascentes e áreas de proteção de mananciais;
- Interferência em áreas de pesca, extrativismo, turismo, recreação e infraestrutura pública.

O **Quadro 4.1** sumariza os resultados da análise de alternativas, considerando os critérios anteriores.

Quadro 4.1 – Pontuação das alternativas para transposição do trecho alagado.

Análise	Paralelo à Rodovia	Pista de Acesso	Treliça Suspensa
Intervenção na vegetação	Desfavorável	Desfavorável	Desfavorável
Dimensão da vegetação	Média	Média	Média
Interferência visual	Média	Favorável	Média
Área de interferência	Desfavorável	Favorável	Favorável
PONTUAÇÃO	10	25	20

Legenda de pontuação:

10 pontos

5 pontos

0 pontos

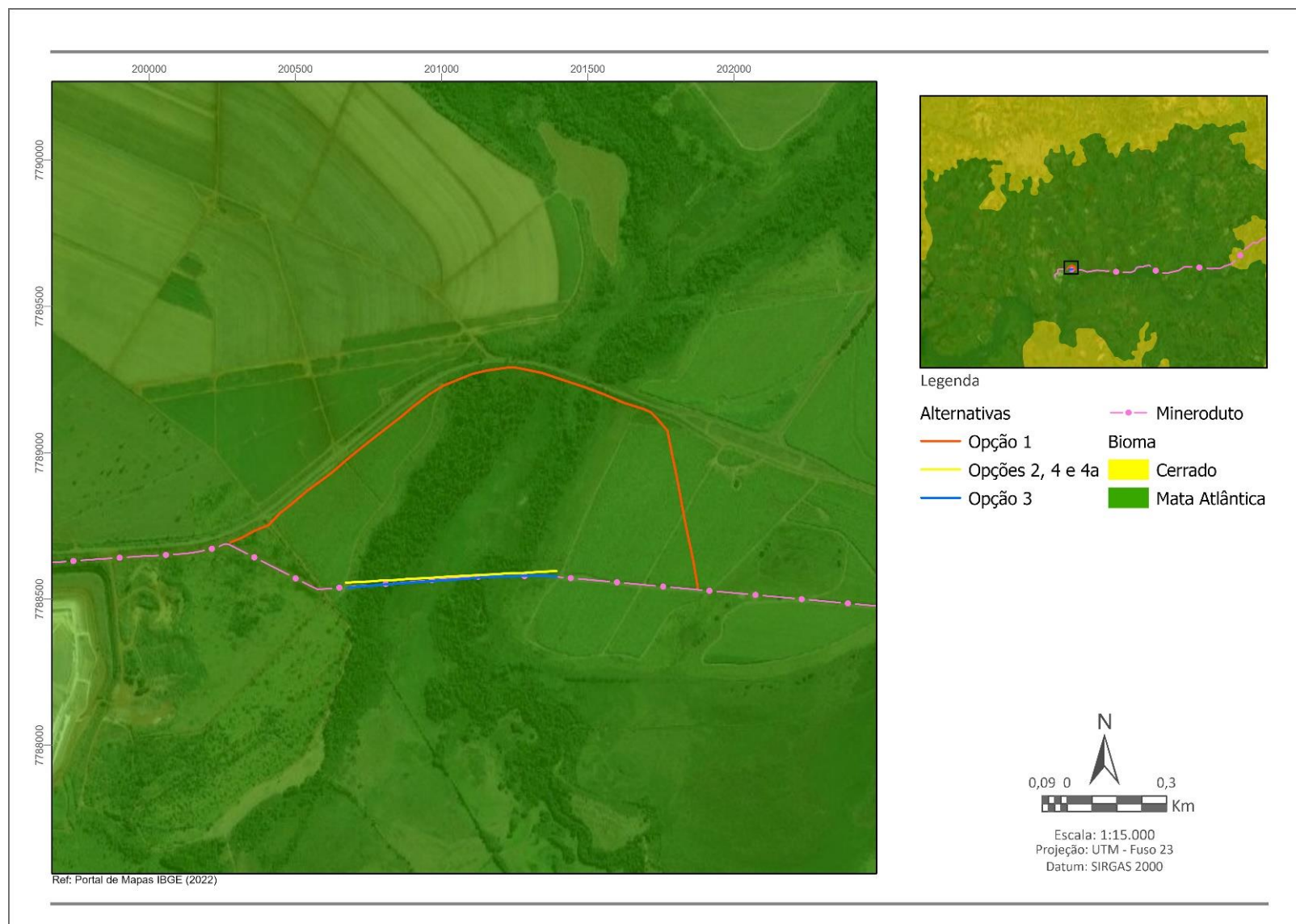


Figura 4.7 – Contexto vegetal das alternativas.

A alternativa de pista de acesso com realocação do mineroduto mostra-se a mais viável tecnicamente e ambientalmente, visto que esta possibilita um meio de chegada de pessoas e equipamentos para a inspeção e eventual reparo que possa vir a ser necessário no mineroduto, tendo como principais características:

- Transpõe a área alagada através da execução de acesso por pista em rocha enrocada, que consiste em um maciço de blocos de rocha compactados, sem emprego de um aglomerante, destinados à proteção contra o efeito da erosão feita pela água;
- Implanta o acesso lateralmente ao mineroduto, dentro de sua faixa de servidão;
- Contempla no acesso um berço de rocha de aproximadamente 2,5 m de largura para realocação do mineroduto.

Dessa forma, a obra fica restrita ao trecho do mineroduto, no km 118, que se encontra soterrado em área pantanosa, predominantemente alagada.

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-03).

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

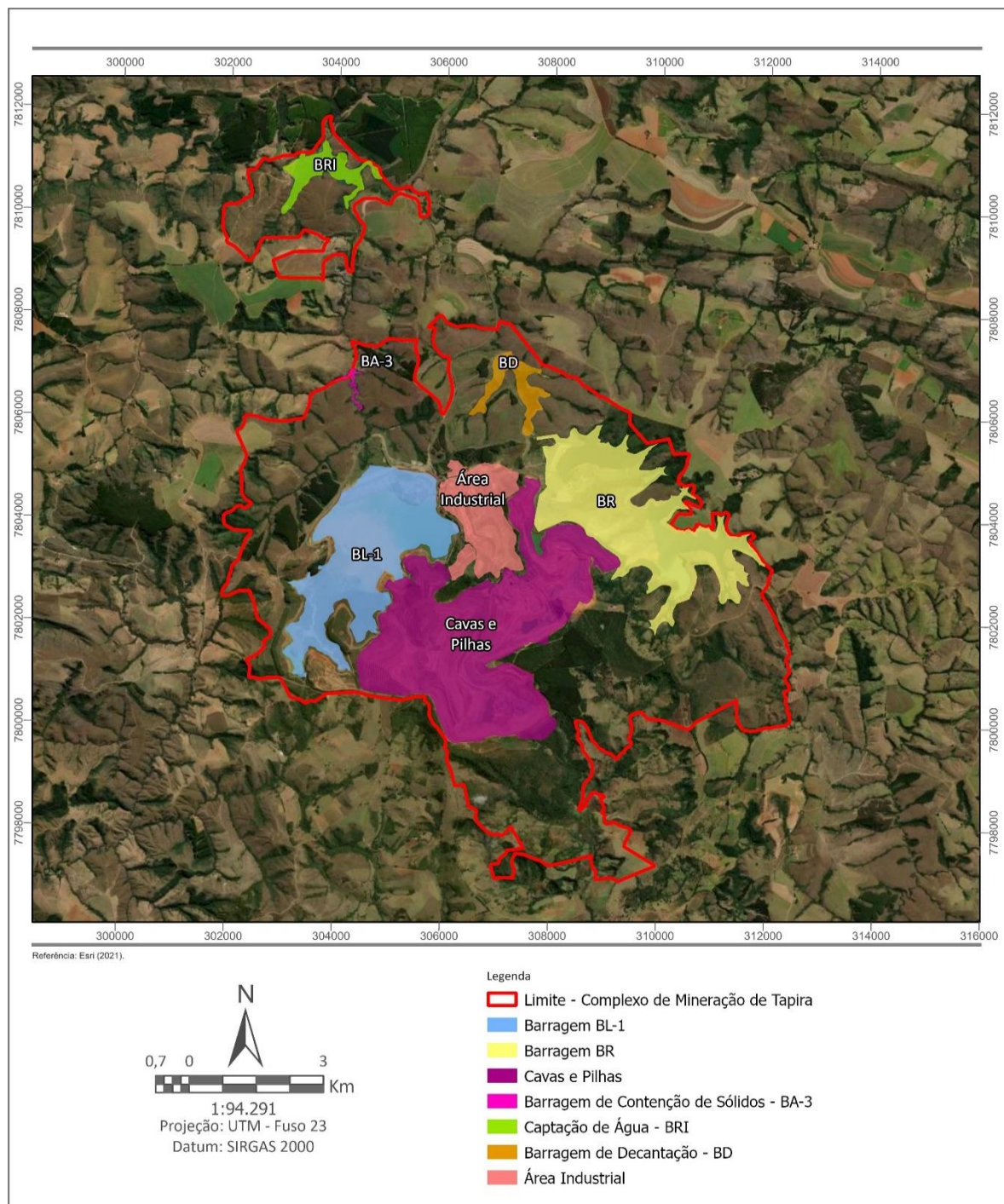


Figura 5.1 – Layout geral do CMT.

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 desta. Entre a usina de beneficiamento e a BRI, observam-se bacias de decantação intermediárias, denominadas BDs. A BA-3 constitui-se de uma barragem de polimento, recebendo a água da BL-1 e purificando a água para envio à BRI.

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

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

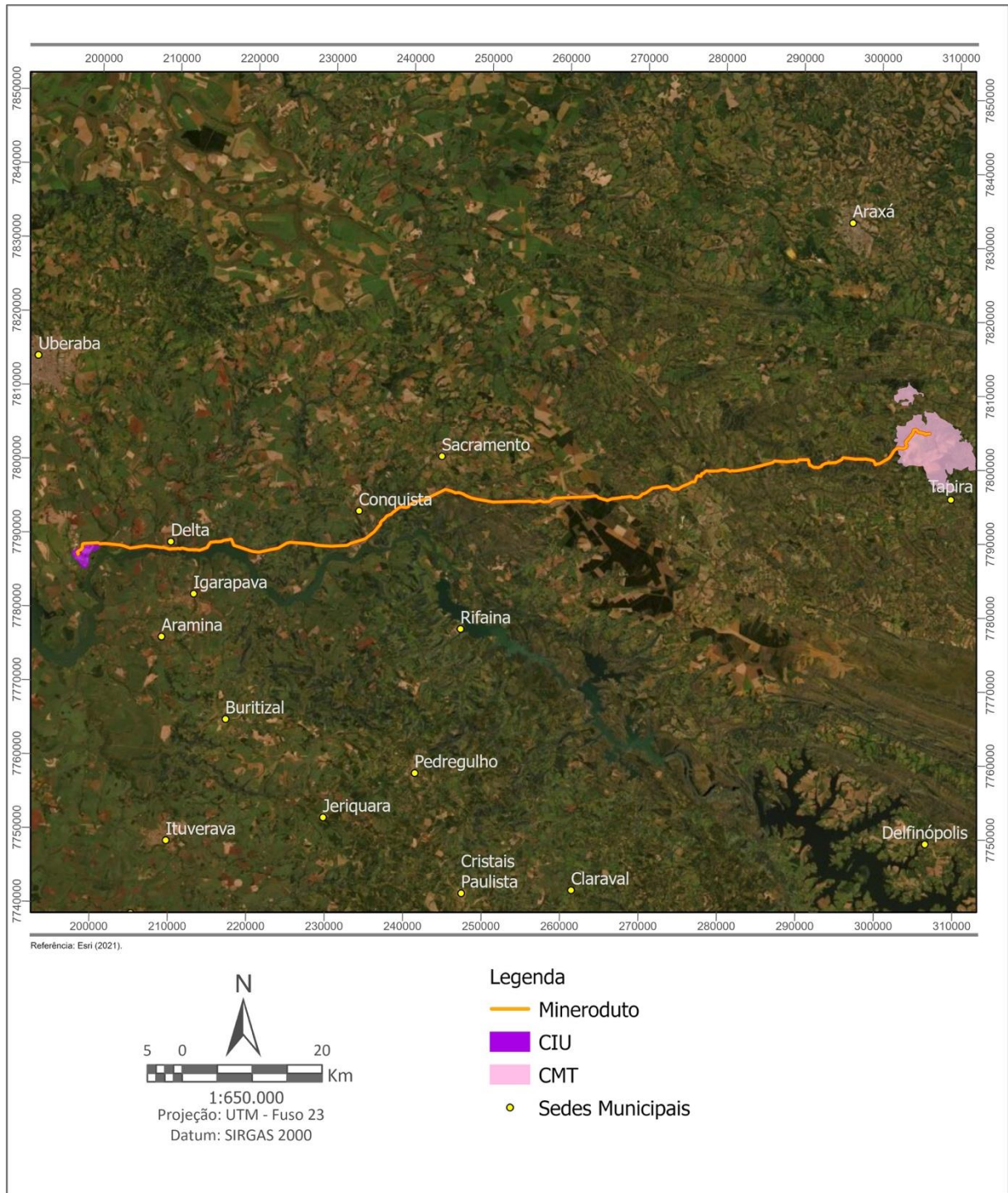


Figura 5.2 – Traçado do mineroduto.

5.1 OPERAÇÕES DO CMT

5.1.1 Lavra

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

De acordo com o perfil geológico da jazida, o fosfato está sotoposto a duas camadas: a primeira de estéril, com uma espessura de 30 a 40 m, e a outra de minério de titânio (anatásio), medindo 25 a 30 m de espessura. Dessa forma, para se lavar o fosfato, é

necessário retirar também o anatásio, que é estocado em um depósito de titânio, para aproveitamento futuro.

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

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

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



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



Foto 5.2 – Detalhe da frente de lavra.

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

5.1.2 Disposição de Estéril do CMT

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

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

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

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

5.1.3 Beneficiamento de Minério

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



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

Na unidade de britagem primária, o tamanho do minério é reduzido de 30 para 6 polegadas. Parte do ROM é estocado em 2 pilhas-pulmão, 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.

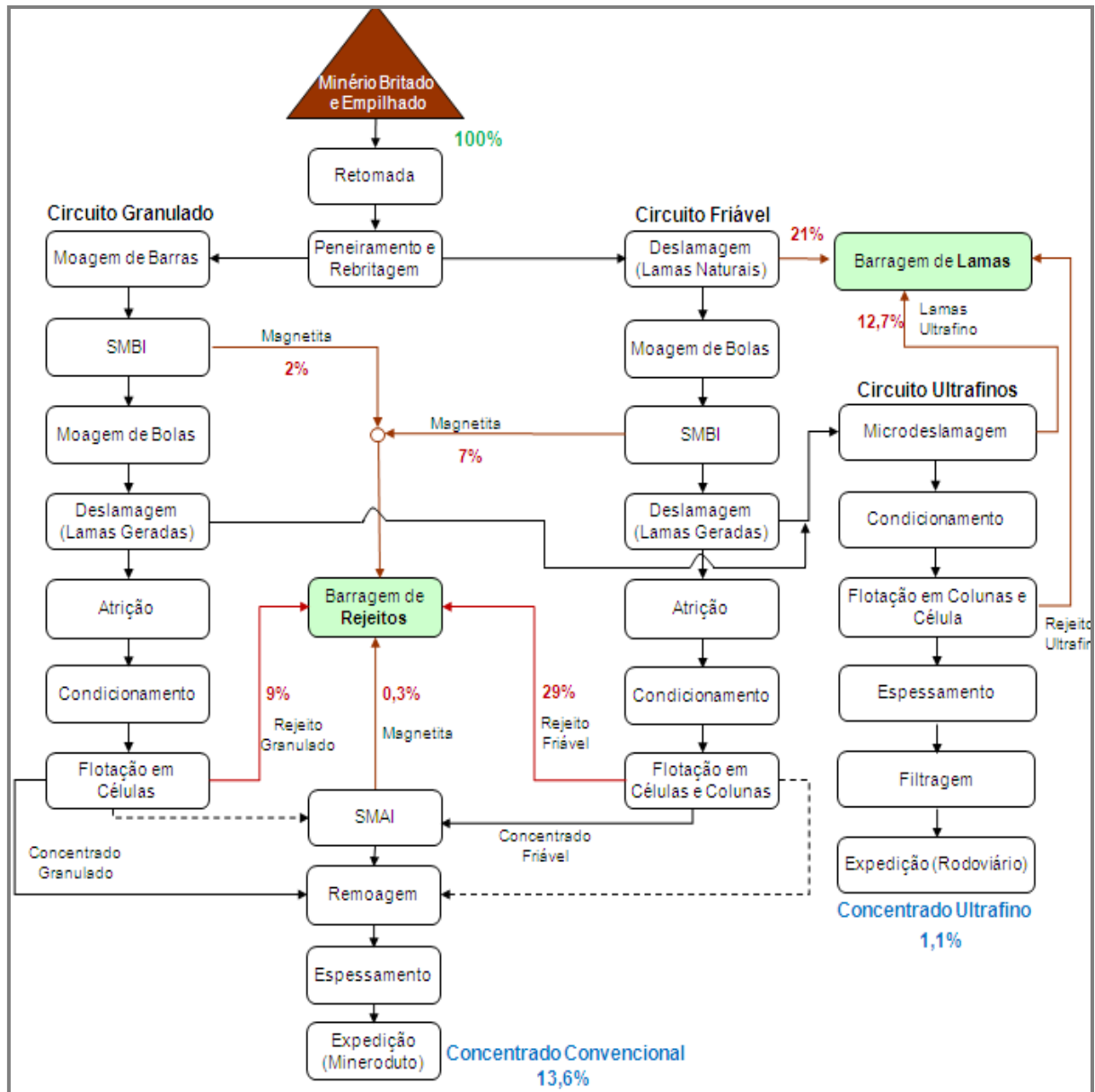
Nos britadores secundários, do tipo rolo dentado, o minério é reduzido para 4 polegadas e, então, encaminhado para o pátio de homogeneização.

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.

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 suscetibilidade. 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 ₂ O ₅	≥ 34,8%
Fe ₂ O ₃	≤ 3,0%
RCP	≤ 1,46%
MgO	≤ 1,0%
Concentrado Fosfático Ultrafino (%)	
P ₂ O ₅	≥ 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).

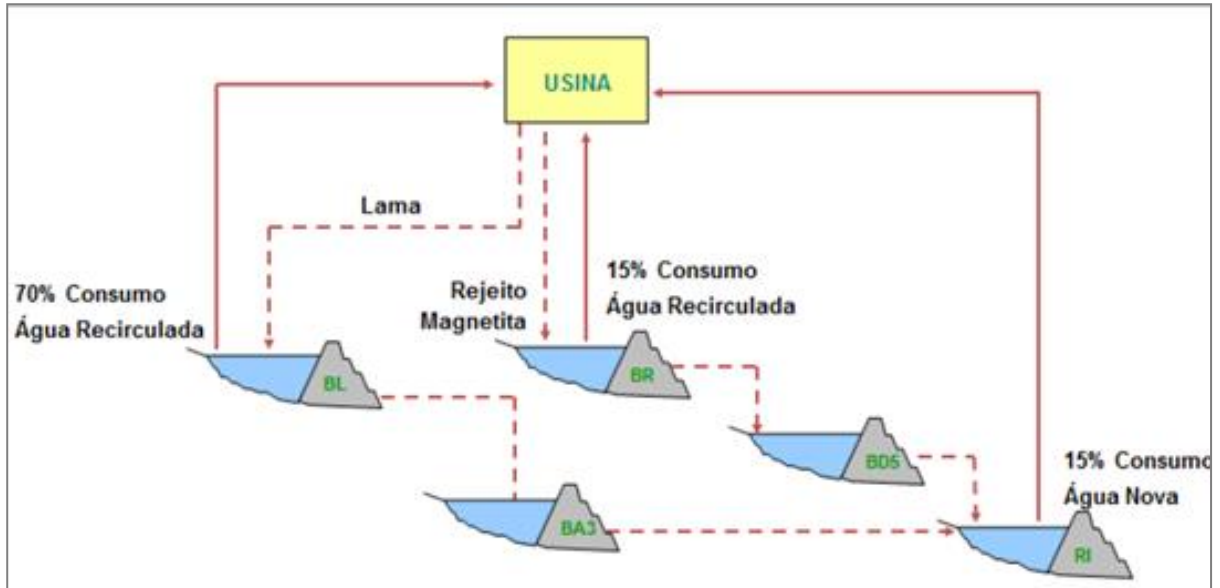
Já o concentrado fosfático ultrafino é transportado também para o Complexo Industrial de Uberaba via transporte rodoviário.



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.

5.2 INTERVENÇÃO NO MINERODUTO – OBJETO DE LICENCIAMENTO

O mineroduto foi projetado em 1979, com o intuito de transportar o concentrado fosfático, produzido na usina de beneficiamento do Complexo de Mineração de Tapira, até o Complexo Industrial de Uberaba, onde ocorre a produção de fertilizantes comerciais. Sua estrutura é constituída em tubos de aço carbono de especificação API 5LX-52, com 9 5/8 polegadas de diâmetro externo (ARQUEOLOGIKA, 2019).

O material transportado no mineroduto é o concentrado fosfático, que é armazenado em tanques-pulmão agitados para manter os sólidos em suspensão e assegurar a homogeneidade do produto. O material possui gralunometria com 92 a 96% passante em 150 µm e concentração de sólidos de 61%. A impulsão da polpa no mineroduto é feita por quatro bombas de pistão, operando em paralelo, ou seja, duas ficam em operação enquanto as outras duas ficam em reserva.

5.2.1 Trechos de Interesse do Mineroduto

Com uma extensão de 123 km, o mineroduto passa por cinco municípios: Tapira (km 0 ao 33), Sacramento (km 34 ao 76), Conquista (km 77 ao 107), Delta (km 108 a 118) e Uberaba (km 118 a 123). O mineroduto possui ainda uma faixa de servidão com 20 m de largura, que é inspecionada continuamente, com intervenções realizadas quando necessário, tais como contenção de erosão, manutenção, sinalizações, cercas e acessos.

Devido à sua grande extensão, em alguns trechos se faz necessário que o mineroduto transponha algumas barreiras físicas. Para a transposição de tais barreiras, foram empregadas diferentes técnicas construtivas, conforme apresentadas a seguir:

- Passagens submersas – as passagens submersas são realizadas para transposição de corpos hídricos (cursos d'água, áreas alagadas, nascentes e outros). Em toda sua extensão, o mineroduto passa por 23 passagens submersas;
- Passagem aérea – como uma alternativa à passagem submersa, a passagem aérea também pode ser empregada para transposição de corpos hídricos, além de outras barreiras físicas de pequena dimensão. Em toda sua extensão, o mineroduto apresenta apenas uma passagem aérea;
- Passagem enterrada – esse tipo de passagem geralmente é empregado para transposição de barreiras físicas representadas por infraestrutura, principalmente rodovias e áreas edificadas. Existem 5 passagens enterradas ao longo da extensão do mineroduto.

O **Quadro 5.2** apresenta todas as passagens ao longo da extensão do mineroduto com a localização aproximada, bem como o tipo construtivo da passagem.

Quadro 5.2 – Trechos de transposição de barreiras físicas do mineroduto

Localização	km do Mineroduto	Tipo de passagem
Fazenda Bom Jardim	5,2	Submersa
Área de cabeceira de córrego	20,0	Submersa
Córrego da Dadi	28,5	Submersa

Localização	km do Mineroduto	Tipo de passagem
Travessia de vertente	42,8	Submersa
Nascentes na faixa de servidão	43,5	Submersa
Cabeceira de vertente	44,5	Submersa
Córrego Bela Vista	47,0	Submersa
Travessia em pequeno córrego sem denominação	49,0	Submersa
Fazenda Bela Vista	51,8	Submersa
Córrego Capão do Mel	63,5	Submersa
Ribeirão Rifaininha (1ª passagem)	66,5	Submersa
Ribeirão Rifaininha (2ª passagem)	74,5	Submersa
Ribeirão Rifaininha (3ª passagem)	74,7	Submersa
Rio Borá	76,0	Submersa
Córrego Conquista	81,5	Submersa
Fazenda Coqueiros	83,0	Submersa
Rio Dourados	89,0	Submersa
Fazenda Cruz Alta	93,9	Submersa
Brejo	94,2	Submersa
Confluência do córrego do reservatório da UHE Igarapava	98,0	Submersa
Reservatório da UHE de Igarapava	99,7 a 104,5	Submersa
Córrego Varjão	111,8	Submersa
Córrego Conquistinha	118	Submersa
Rio Araguari	33,0	Aérea
Rodovia Araxá-Franca	63,0	Enterrada
Rodovia para a Gruta do Palhares	72,0	Enterrada
Condomínio Águas da Ribalta	104,5 a 105,5	Enterrada
Município de Delta	106 a 107	Enterrada
Rodovia BR 050	109,0	Enterrada

A **Figura 5.5** apresenta a geograficamente o mineroduto e os principais pontos de interesse.

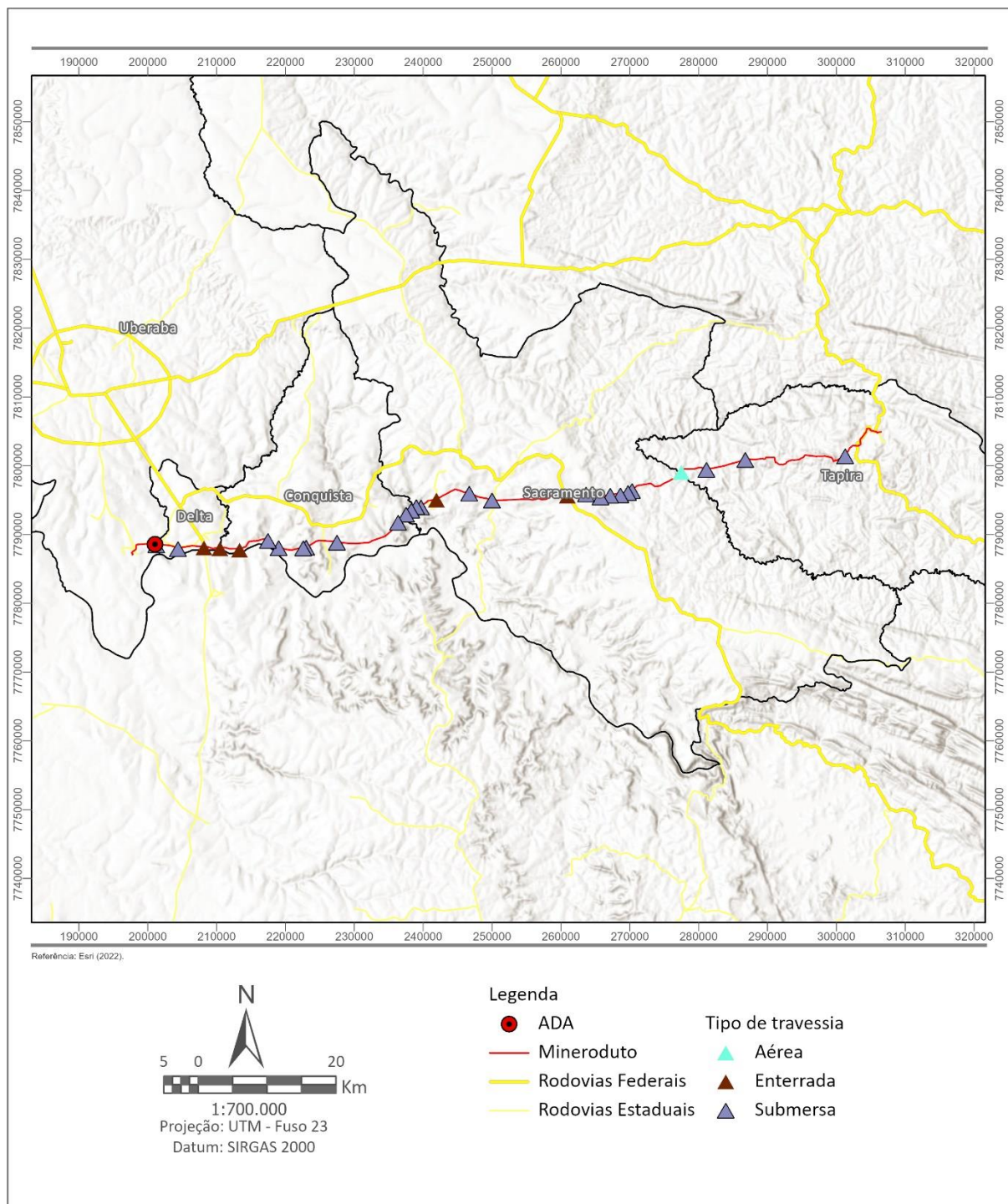


Figura 5.5 – Principais pontos de interesse do mineroduto.

5.2.2 Área de Intervenção

A intervenção no mineroduto ocorrerá no km 118, na divisa entre os municípios de Delta e Uberaba. Nesse trecho, o mineroduto atualmente encontra-se enterrado e inacessível, em uma região pantanosa, predominantemente alagada, às margens do córrego Conquistinha.

A intervenção consiste na criação de uma pista de acesso ao mineroduto, composta por rocha, sobre a qual, futuramente, pretende-se realizar a realocação do trecho do mineroduto que se encontra soterrado. Essa intervenção tem como objetivo possibilitar um

meio de chegada de pessoas e equipamentos para a inspeção e eventual reparo que possa vir a ser necessário no mineroduto.

A intervenção é necessária para aumentar a segurança da operação do mesmo, sendo que sua vida útil está atrelada ao empreendimento CMT, que possui reservas de minério de fosfato para operação até 2057 (**Quadro 5.3**).

Quadro 5.3 – Plano de lavra simplificado do CMT.

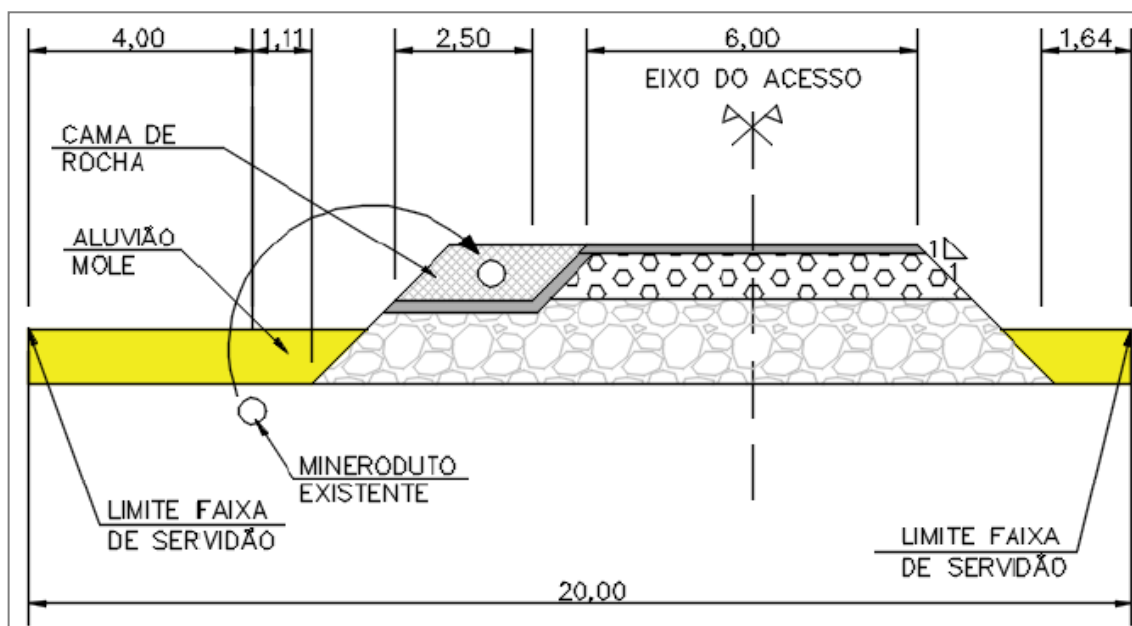
Ano	ROM					Produção de Concentrado		
	Minério ROM t (úmido)	Minério ROM t (seco)	Estéril t (úmido)	Titânio t (úmido)	Total Movimentação t (úmido)	Concentrado Convencional t (seco)	Concentrado Ultrafino t (seco)	Produção Total t (seco)
2022	15.830.583	13.387.427	36.067.789	6.293.269	58.191.641	1.756.124	153.955	1.910.079
2023	15.761.175	13.350.000	30.993.519	9.006.481	55.761.175	1.888.820	153.525	2.042.345
2024	15.521.585	13.122.047	34.323.763	5.676.237	55.521.585	1.926.926	150.904	2.077.830
2025	15.724.208	13.350.000	27.117.274	10.795.781	53.637.263	1.919.762	153.525	2.073.287
2026	15.708.804	13.350.000	27.306.647	9.693.353	52.708.804	1.938.604	153.525	2.092.129
2027	15.341.894	13.093.891	28.637.505	8.362.494	52.341.894	1.896.765	150.580	2.047.345
2028	15.010.966	13.202.047	32.475.363	4.131.691	51.618.021	1.895.490	151.824	2.047.313
2029	14.512.452	12.493.671	30.984.120	6.015.880	51.512.452	1.903.845	143.677	2.047.522
2030	14.465.848	12.305.444	33.196.437	2.359.689	50.021.974	1.905.653	141.513	2.047.166
2031	14.463.183	12.396.611	17.871.001	8.876.525	41.210.709	2.007.549	142.561	2.150.110
2032	15.033.852	12.845.304	21.458.873	5.541.127	42.033.852	2.002.257	147.721	2.149.978
2033	14.659.786	12.582.769	23.186.045	3.813.955	41.659.786	1.902.794	144.702	2.047.496
2034	15.001.989	12.832.082	13.579.132	8.418.894	37.000.015	1.899.853	147.569	2.047.422
2035	15.003.534	13.020.682	14.755.396	7.244.604	37.003.534	2.000.189	149.738	2.149.927
2036	14.985.985	12.831.223	17.991.219	4.008.781	36.985.985	1.922.021	147.559	2.069.580
2037	15.473.482	13.350.000	17.350.722	4.475.289	37.299.494	1.986.093	153.525	2.139.618
2038	15.188.840	13.289.635	9.742.874	12.257.126	37.188.840	1.996.036	152.831	2.148.867
2039	15.199.577	13.350.000	16.522.391	5.057.860	36.779.828	1.960.281	153.525	2.113.806
2040	15.137.030	13.350.000	20.174.514	1.825.486	37.137.030	1.959.207	153.525	2.112.732
2041	15.154.089	13.286.155	17.389.570	4.578.041	37.121.699	1.997.058	152.791	2.149.849
2042	15.455.987	13.194.636	15.350.616	6.275.108	37.081.711	1.952.151	151.738	2.103.889
2043	14.718.915	12.525.622	10.087.684	2.912.316	27.718.915	1.874.921	144.045	2.018.966
2044	15.117.351	12.921.860	9.774.690	3.225.310	28.117.351	2.001.354	148.601	2.149.956
2045	15.514.895	13.265.140	9.069.056	3.930.944	28.514.895	1.959.272	152.549	2.111.821
2046	15.354.556	12.956.904	9.014.914	3.759.909	28.129.379	2.000.941	149.004	2.149.945
2047	15.499.318	13.338.614	6.963.331	6.075.110	28.537.759	1.893.269	153.394	2.046.663
2048	15.771.193	13.302.200	10.134.502	2.846.512	28.752.208	1.996.869	152.975	2.149.844
2049	14.716.581	12.513.421	4.410.015	3.589.985	22.716.581	1.993.049	143.904	2.136.953
2050	15.115.408	12.779.428	7.629.976	216.633	22.962.017	1.900.474	146.963	2.047.438
2051	14.795.464	12.852.384	5.519.101	2.480.899	22.795.464	1.950.894	147.802	2.098.696
2052	15.176.383	13.224.901	4.280.331	3.719.265	23.175.979	1.946.500	152.086	2.098.587
2053	14.989.710	13.350.000	1.145.902	3.949.483	20.085.095	1.963.350	153.525	2.116.875
2054	15.000.000	13.038.062	1.833.845	5.837.475	22.671.320	1.898.046	149.938	2.047.984
2055	15.013.486	13.320.627	7.173.195	560.402	22.747.083	1.896.718	153.187	2.049.905
2056	13.398.251	11.768.923	5.813.107	684.723	19.896.081	1.698.782	135.343	1.834.125

Ano	ROM					Produção de Concentrado		
	Minério ROM t (úmido)	Minério ROM t (seco)	Estéril t (úmido)	Titânio t (úmido)	Total Movimentação t (úmido)	Concentrado Convencional t (seco)	Concentrado Ultrafino t (seco)	Produção Total t (seco)
2057	14.924.754	14.201.912	4.130.866	0	19.055.620	1.699.715	163.322	1.863.037

O projeto detalhado para a realocação e a criação da pista de acesso ao mineroduto foi elaborado pela empresa Ausenco em 2021. O projeto na íntegra é apresentado no **Anexo A**.

As premissas para execução do projeto se baseiam em:

- Vencer a área alagada através da criação do acesso por pista em rocha enrocada, que consiste em um maciço de blocos de rocha compactados, sem emprego de um aglomerante, destinados à proteção contra o efeito da erosão pela água.
- Implantar o acesso lateralmente ao mineroduto, dentro de sua faixa de servidão, chegando a uma proximidade de 8 m da calha do córrego Conquistinha.
- Contemplar no acesso um berço de rocha de aproximadamente 2,5 m de largura para realocação do mineroduto, como mostra a **Figura 5.6**.



Fonte: Ausenco (2021).

Figura 5.6 – Perfil esquemático de cama de rocha para futura realocação do mineroduto.

O projeto de criação da pista de acesso e realocação do mineroduto engloba estudos de terraplenagem, geotécnicos e de estabilidade.

5.2.3 Projeto de terraplenagem

O projeto de terraplenagem do acesso compreendeu os seguintes itens:

- Desenvolvimento do projeto geométrico;
- Cálculo do volume da fundação e do corpo do aterro em rocha basáltica.

O **Quadro 5.4** apresenta as principais características técnicas adotadas no desenvolvimento do projeto geométrico.

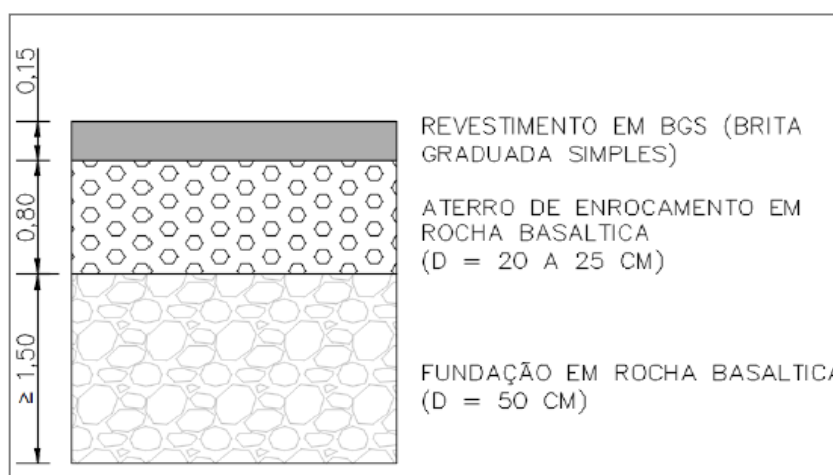
Quadro 5.4 – Principais características técnicas do projeto geométrico.

Características técnicas do projeto geométrico	
Velocidade diretriz	20,0 km/h
Rampa máxima	2,17%
Largura total da plataforma do acesso	6,00 m
Altura do aterro em relação ao terreno natural	1,50 m
Inclinação dos taludes de aterro em rocha	1,5 H : 1,0 V

Os materiais a serem utilizados são: rocha basáltica com diâmetro de 20 a 25 cm; rocha basáltica com diâmetro de 50 cm e revestimento em Brita Graduada Simples (BGS).

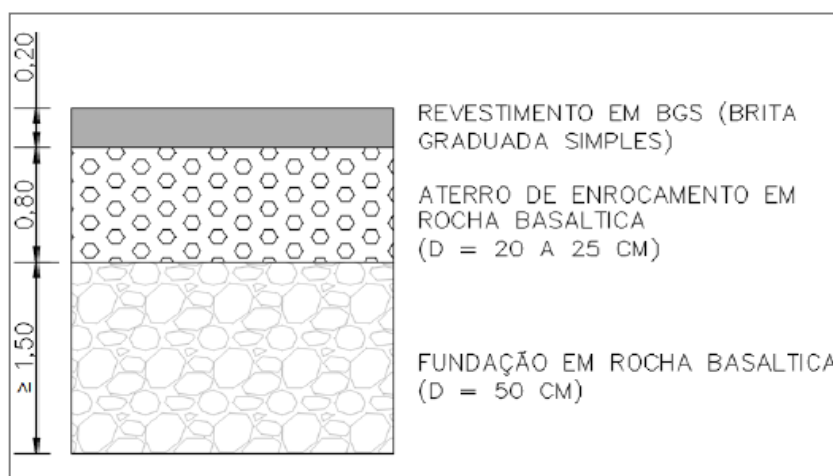
O revestimento consiste em uma camada final sobre o aterro com a finalidade de oferecer uma superfície de rolamento de qualidade superior à do solo natural, assegurando melhores condições de tráfego em qualquer época do ano.

As espessuras determinadas para enrocamento da plataforma de acesso e do berço do mineroduto constam, respectivamente, nas **Figuras 5.7 e 5.8**.



Fonte: Ausenco (2021).

Figura 5.7 – Enrocamento do acesso.



Fonte: Ausenco (2021).

Figura 5.8 – Enrocamento do berço do mineroduto.

De acordo com a extensão do acesso, foram obtidos os quantitativos totais de volumes de cada material, conforme apresentados no **Quadro 5.5**.

Quadro 5.5 – Volume de materiais para enrocamento.

Material	Volume
Revestimento em BGS	1.037,588 m ³
Rocha basáltica do corpo do aterro (D = 20 - 25 cm)	3.611,639 m ³
Rocha basáltica da fundação (D = 50 cm)	11.805,039 m ³

5.2.4 Estudo Geotécnico

Os estudos geotécnicos foram desenvolvidos para avaliar a viabilidade de implantação da pista de acesso ao mineroduto, no km 118, e a realocação da estrutura. Esses estudos tiveram o foco específico na região do córrego Conquistinha, local que apresenta aluviões constituídos por solos moles de baixa capacidade de suporte, com objetivo de melhor compreensão da fundação e comportamento do subleito.

A campanha de investigações, executada pela Alphageos, compreendeu a execução de 7 sondagens percussivas paralelas ao mineroduto (**Figura 5.9**), 2 trados e 3 ensaios de palheta nos furos SP-01, SP-02 e SP-03.

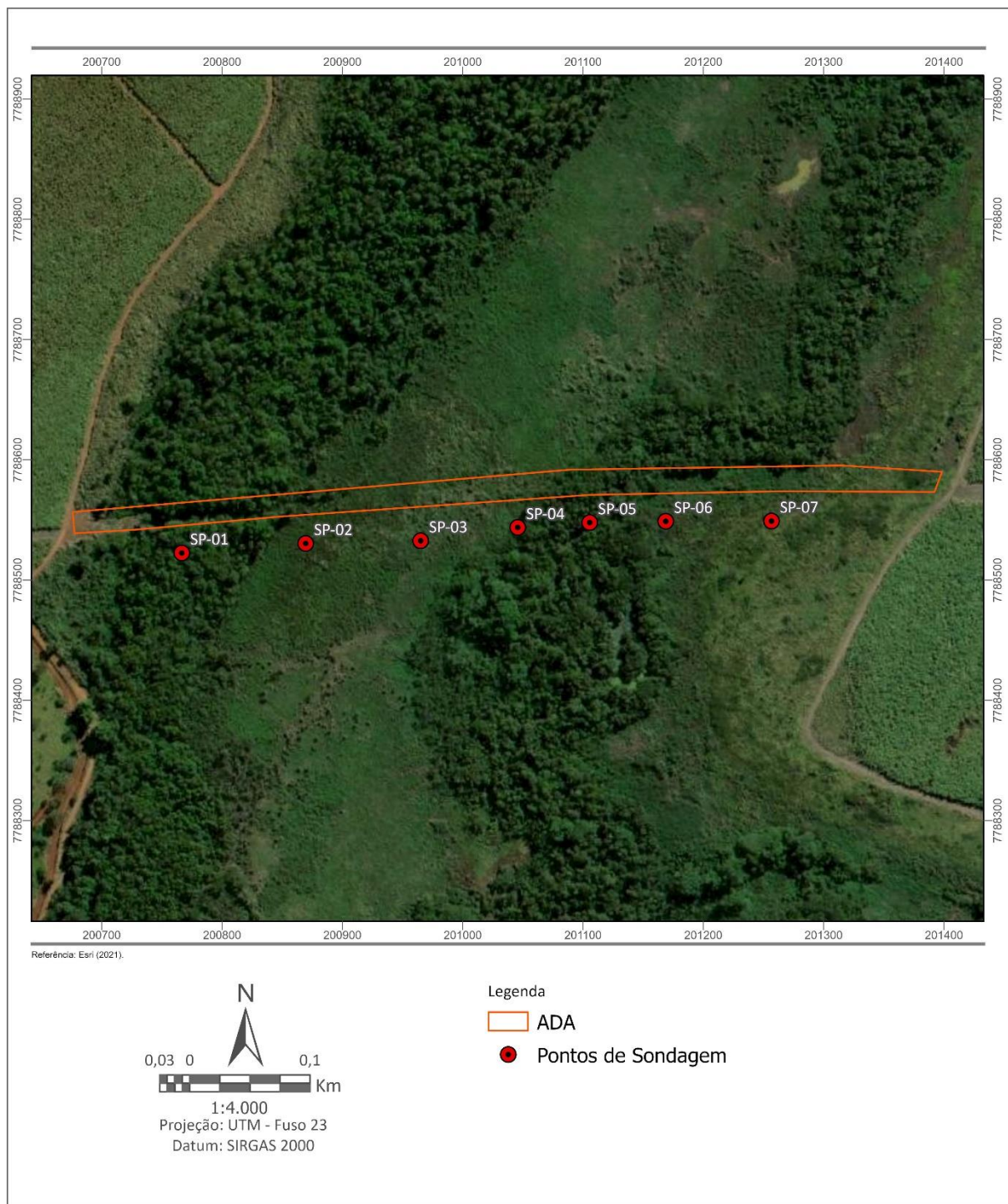


Figura 5.9 – Localização das sondagens percussivas investigatórias.

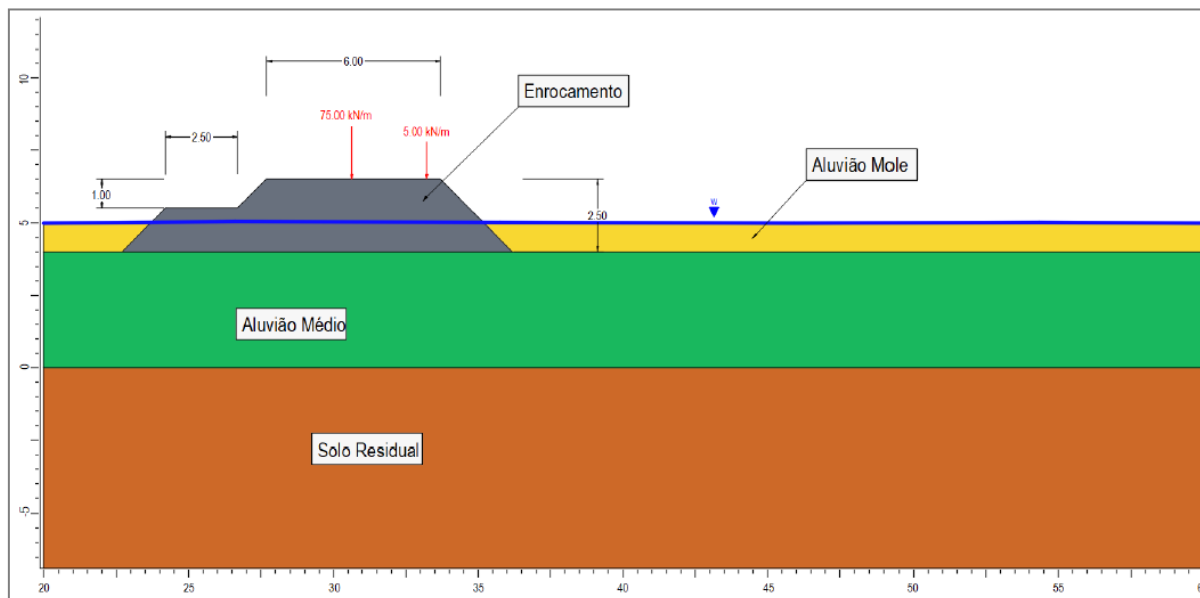
A partir da interpretação das sondagens, concluiu-se que a área das investigações e implantação do acesso e da realocação do mineroduto se trata de uma região de inundação do córrego Conquistinha, com uma camada superior de aluvião na espessura de 3 a 5 m, de consistência mole no primeiro metro superior e média na porção inferior. Subjacente à camada de aluvião médio, encontram-se solos residuais e saprólitos com maior resistência à penetração do amostrador, crescente de acordo com a profundidade.

Em função de restrições locais para execução de cortes, escavações, bota-fora e outros, previu-se que a fundação dos aterros será feita através da técnica de agulhamento do solo

mole. Essa técnica consiste no lançamento e posterior compactação de blocos de rocha, de forma que o solo mole existente seja gradativamente empurrado e deslocado, fazendo com que os blocos de rocha ocupem seu lugar, resultando em uma fundação com resistência ao cisalhamento correspondente ao enrocamento.

5.2.5 Análise de Estabilidade

As análises de estabilidade foram simuladas considerando o perfil da seção apresentado na **Figura 5.10**.



Fonte: Ausenco (2021).

Figura 5.10 – Modelo geotécnico.

O **Quadro 5.6** apresenta os parâmetros geotécnicos de resistência definidos e utilizados nas análises de estabilidade. Para o solo residual, foi adotada resistência infinita pelo fato da superfície de ruptura não passar nesse material.

Quadro 5.6 – Parâmetros geotécnicos dos materiais.

Material	Peso Específico (γ) (kN/m ³)	Coesão efetiva, c' (kPa)	Ângulo de atrito efetivo de pico, ϕ' (°)	Resistência não drenada - S_u/S_{ur} (kPa)
Enrocamento em basalto	18	0	40	-
Aluvião mole	18	-	28	6,7
Aluvião médio	20	-	30	25
Solo residual	20	Resistência infinita		

Fonte: Ausenco (2021).

No desenvolvimento das análises de estabilidade, um dos principais dados de entrada é a fixação do fator de segurança (FS) mínimo a ser adotado no projeto. Para definição desse parâmetro foi utilizada a norma ABNT NBR 11.682/2009 – Estabilidade de Encostas, na qual o valor de FS pode variar em função da situação potencial de ruptura do talude, no que diz respeito ao perigo de perda de vidas humanas e à possibilidade de danos materiais e ao meio ambiente.

De acordo com os critérios e níveis de segurança da norma NBR 11.682/2009, foi adotado o nível baixo para perda de vidas humanas, uma vez que o acesso será utilizado eventualmente para realização de inspeções e manutenções no mineroduto. No entanto, com relação aos danos materiais e ambientais, levando em consideração que o acesso será implantado em um tributário do rio Grande, que é o rio de divisa dos estados de Minas Gerais e São Paulo e de grande importância no país, considerou-se um nível de segurança alto.

A partir do cruzamento dos níveis de segurança adotados, o fator de segurança (FS) mínimo para deslizamentos obtido para o projeto foi igual a 1,4.

Para as análises de estabilidade, desenvolvidas através do *software* Slide2 da Rocscience, foram adotadas as seguintes premissas e critérios:

- Materiais homogêneos e isotrópicos;
- Método de equilíbrio-limite de Spencer e adoção do critério de ruptura de Mohr-Coulomb;
- Superfícies de ruptura circulares e não circulares, visto que se tem horizontes distintos bem definidos de diferentes resistências e um maciço em material não coesivo;
- Fator de segurança (FS) mínimo de 1,4, adotando-se o valor recomendado pela norma ABNT NBR 11.682/2009 para o nível de segurança contra danos a vidas humanas “baixo” e, contra danos materiais e ambientais, “alto”;
- Sobrecarga no aterro referente ao veículo tipo TB-45 para manutenção do mineroduto, ou seja, cargas pontuais referentes aos pneus do veículo tipo com valor total de 75 kN em cada roda (ABNT NBR 7188/2017).

Destaca-se que não foi considerado nas avaliações o uso de guindastes ou outro equipamento que gere uma sobrecarga maior que o TB-45 e que eventualmente necessite de uma área para patolar. Havendo essa necessidade, deverá ser desenvolvido um estudo específico.

Através das premissas apresentadas, chegou-se a um fator de segurança de 1,42, que atende a norma e as premissas adotadas.

5.2.5.1 Estudo Hidrológico

Também para a análise de estabilidade e o dimensionamento adequado do projeto, a Ausenco (2021) elaborou um Relatório Hidrológico para fornecer os elementos básicos necessários à caracterização climática e pluviométrica da região do projeto, estabelecendo as correlações entre precipitação e escoamento da chuva e possibilitando a determinação da cota máxima de cheia do rio Conquistinha.

O projeto está inserido na bacia do rio Paraná, sub-bacia que tem como principais os rios Grande, Uberaba e Conquistinha. Os dados de precipitação local utilizados pela Ausenco (2021) foram obtidos através da estação pluviométrica de Uberaba da Agência Nacional das Águas (ANA) e a caracterização climática, dos solos e vegetação da área de interesse foi definida de acordo com a obra "Geografia do Brasil - Região Sudeste", da fundação IBGE.

Foi verificado que a cota de máxima cheia do córrego Conquistinha, considerando o vão livre para implantação do projeto, supera a cota de topo do acesso. Assim, durante eventuais

ocorrências de chuvas fortes, deve-se interditar o acesso e, se necessário, fazer a devida manutenção.

5.2.6 Obras de Implantação

As obras para implantação da estrada de acesso e a realocação do mineroduto serão realizadas por empresa terceirizada. O canteiro de obras para alocação dos funcionários que irão trabalhar nas obras será implantado próximo da área de intervenção.

Serão implantados contêineres sanitários e/ou banheiros químicos, dentro do canteiro de obras, para atendimento da demanda de todos os trabalhadores alocados na área. 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.

O fornecimento de água para consumo pelos trabalhadores do projeto, durante as obras, será feito através de galões de 20 L.

Todas as manutenções de equipamentos deverão ser realizadas em oficinas externas, sob responsabilidade da contratada pelas obras.

Para a execução das atividades, há as seguintes recomendações:

- Com o objetivo de evitar possíveis interferências e danos ao mineroduto existente, recomenda-se fazer a locação exata da estrutura para uma correta execução da fundação bem como do corpo de aterro em rocha basáltica;
- Após a identificação e locação da linha existente, deverá ser feita a locação no detalhe da base do agulhamento, camada que ficará assente sobre o aluvião médio, mantendo um afastamento do mineroduto existente;
- Utilização de granulometria uniforme com blocos de basalto com diâmetro médio (D_{50}) de 50 cm;
- Execução de camadas com espessura não superior a 75 cm;
- Compactação com rolo liso vibratório;
- Peso específico mínimo in situ de 20 KN/m³;
- Devem ser tomados cuidados especiais com relação à remoção da vegetação e execução do agulhamento com foco em problemas ambientais, de forma a se evitar grande movimentação de sedimentos e aumento de turbidez das águas;
- Deverá haver controle topográfico e observacional constantes, de forma a identificar recalques, deformações, trincas e outras anomalias que podem ser predecessoras à instabilizações/escorregamentos. Caso alguma anomalia seja identificada, um engenheiro geotécnico deve ser imediatamente convocado para realização de avaliação;
- De forma auxiliar, poderão ser executadas sondagens para aferição da real espessura dos solos moles e planejamento da obra.

5.2.7 Conclusões

O projeto da Ausenco (2021) demonstrou que a implantação de pista de acesso e realocação do mineroduto atendem os fatores de segurança mínimos para o empreendimento. Sendo uma obra de grande importância para garantir a integridade da operação do mineroduto,

possibilitando manutenções que se fazem necessárias no trecho ao longo de sua vida útil, que atualmente se estende até 2057.

6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Este capítulo apresenta o resultado dos estudos de base realizados para caracterizar o contexto ambiental em que os projetos de realocação do mineroduto e criação da pista de acesso estão inseridos.

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.

Apesar de o mineroduto pertencer ao Complexo de Mineração de Tapira – CMT, o trecho a ser licenciado está localizado mais próximo ao município de Uberaba, na divisa com o município de Delta. Em Uberaba, localiza-se o Complexo Industrial de Uberaba – CIU-03, que é o destino final do minério transportado. Dessa forma, para a caracterização ambiental dos meios físico, biótico e socioeconômico serão utilizados os dados de Uberaba/MG e Delta/MG.

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 trecho do mineroduto que será realocado e onde será implantada a pista de acesso. As áreas de influência e de estudo, por seu turno, têm como fundamento de sua definição a intensidade e a abrangência temporal e espacial dos impactos gerados pelo empreendimento.

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

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

Adota-se como AID a porção imediatamente exterior à Área Diretamente Afetada, a qual pode sofrer de maneira mais intensa e relevante os impactos gerados nas fases de implantação e operação da pista de acesso e realocação do mineroduto. 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 All 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

As áreas de influência do trecho de criação da pista de acesso e realocação do mineroduto foram definidas mais em função da fase de implantação do que da operação propriamente dita, já que é durante a fase de implantação que haverá a maior parte de impactos ao meio físico e biótico e durante a operação estes impactos serão praticamente irrelevantes.

Para o meio físico, a Área de Influência Direta – AID foi definida como uma porção no leito do córrego Conquistinha e áreas alagadas lindeiras próximas ao trecho da futura pista de acesso e realocação do mineroduto, no sentido aproximado norte-sul até o encontro com o rio Grande, abrangendo ainda uma pequena porção do leito deste último. Esta delimitação foi feita principalmente em função da possibilidade deste trecho receber sedimentos originados nas atividades da obra, como terraplenagem e outros serviços auxiliares.

A Área de Influência Indireta – All circunda a AID e também se estende além desta por cerca de 1.000 metros pelo leito do Rio Grande em função de eventuais carreamentos que possam ocorrer durante a implantação do empreendimento.

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

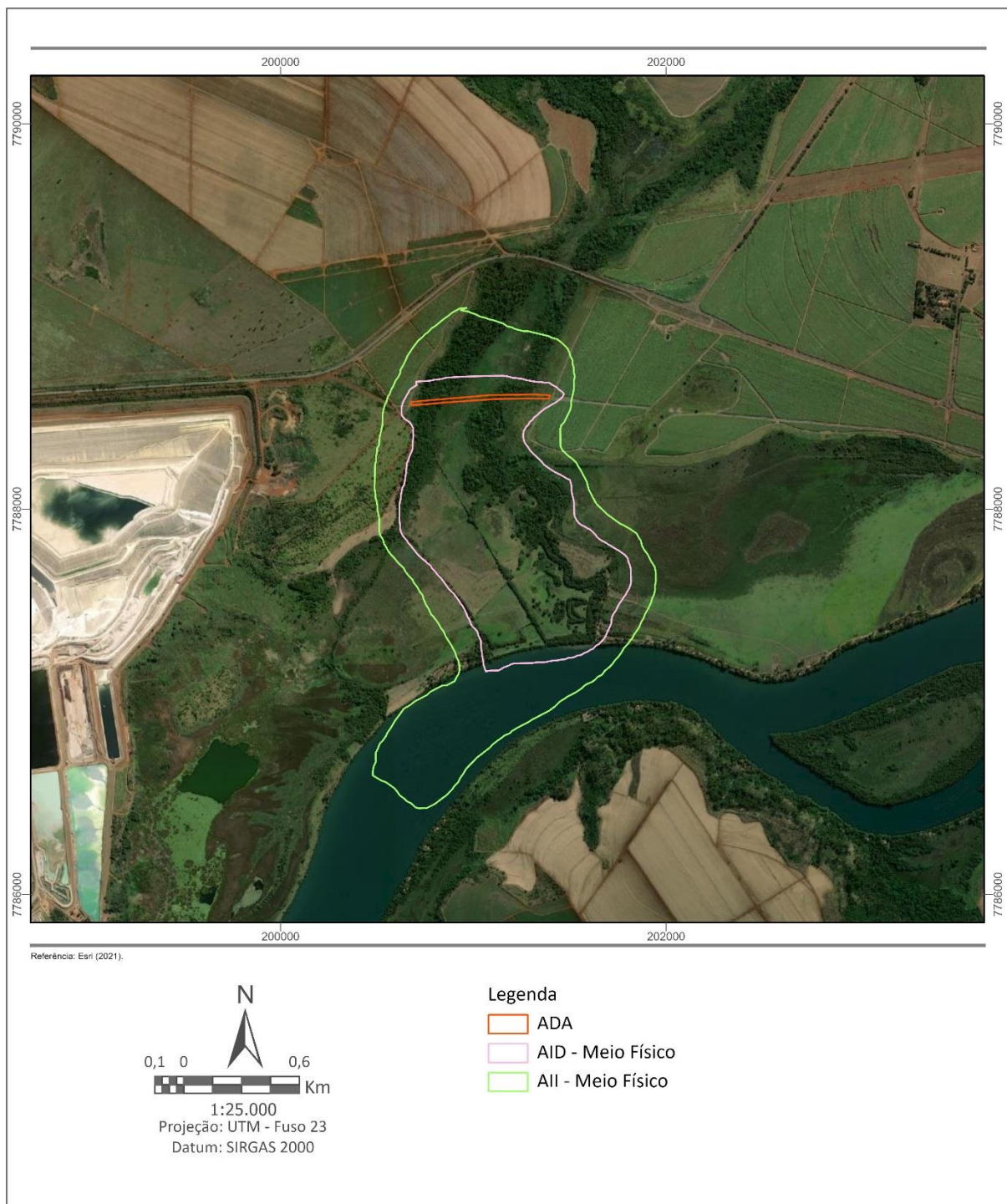


Figura 6.1 – Áreas de influência do meio físico.

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 Uberaba, localizada na Unidade II da Universidade

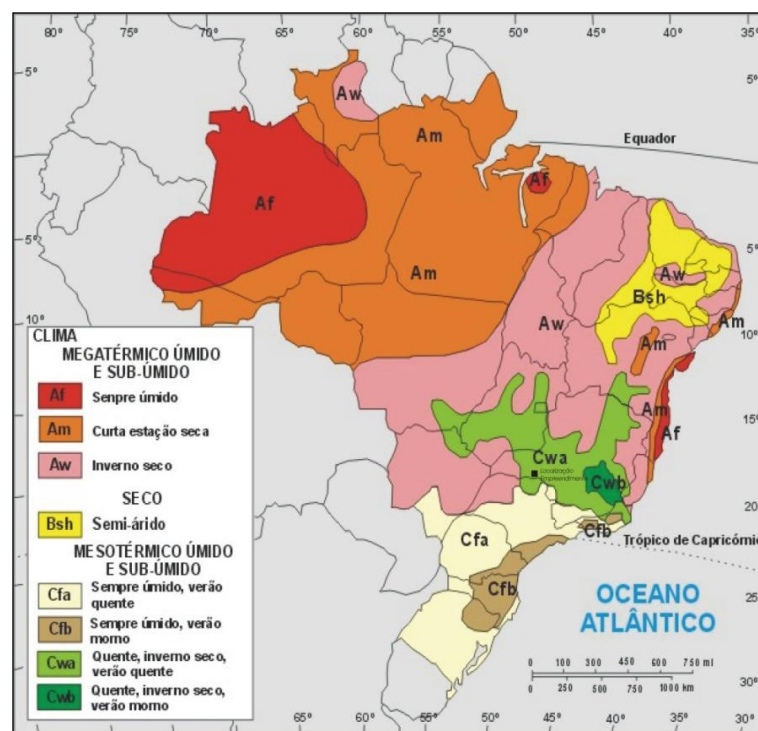
Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). Nessa estação, monitora-se temperatura do ar, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, precipitação, direção e velocidade dos ventos, e radiação solar, entre outros parâmetros.

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 de Uberaba é do tipo Aw segundo a classificação de Köppen (**Figura 6.2**), ou seja, clima tropical, com inverno seco. Apresenta estação chuvosa no verão, de novembro a março, e nítida estação seca no inverno, de maio a setembro, sendo julho o mês mais seco (AYOADE, 2002). Por sua vez, abril e outubro costumam ser meses de transição.

O clima Aw ocorre na região brasileira no norte e noroeste do Estado de São Paulo, no oeste do Triângulo Mineiro, em praticamente toda a metade norte e no sudeste de Minas Gerais, na região de Muriaé, Cataguases, Leopoldina; litoral e serras do Ceará; norte do Maranhão, oeste da Bahia, centro do Mato Grosso, Pantanal Mato-Grossense, nordeste do Rio de Janeiro, oeste do Espírito Santo, serras do Rio Grande do Norte. Ocorre ainda, na faixa amazônica deste o noroeste do Tocantins até o oeste de Mato Grosso e no leste de Roraima (**Figura 6.2**).



Fonte: GuiaNet (2008).

Figura 6.2 – Classificação climática, segundo Köppen.

6.2.2.2 Temperatura do ar

No período entre janeiro de 2018 e maio de 2022, a temperatura média foi de 22,8°C. As médias mensais variaram entre 19,6°C, em julho, e 25,4°C, em setembro (Figura 6.3).

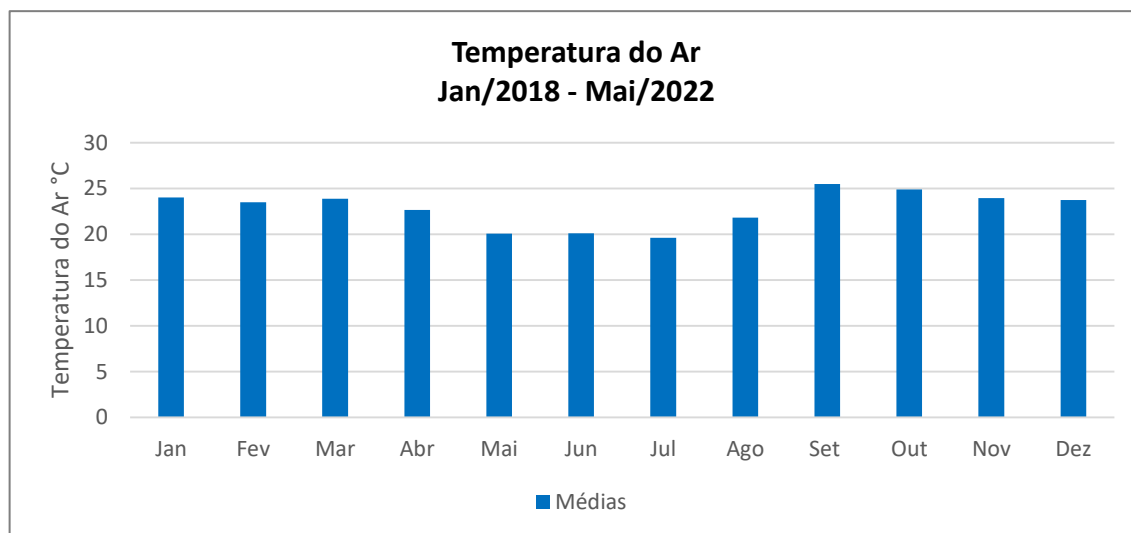


Figura 6.3 – Temperatura média do ar - janeiro de 2018 a março de 2022.

A Figura 6.4 ilustra as médias mensais das temperaturas máximas e mínimas ocorridas no período de janeiro de 2018 a maio de 2022. A menor média das temperaturas mínimas registradas foi de 18,7°C no mês de julho. Já a maior média das máximas foi apresentada no mês de setembro, atingindo a marca de 26,3°C, resultando em uma amplitude térmica de 7,6°C durante o período analisado.

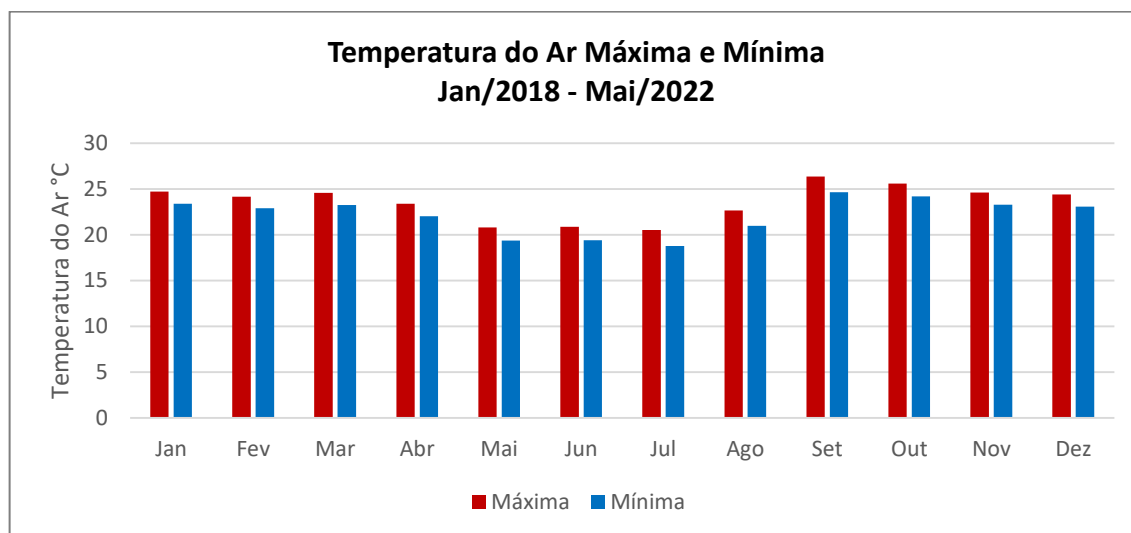


Figura 6.4 – Temperatura do ar máxima e mínima - janeiro de 2018 a maio de 2022.

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 maio de 2022 pela estação meteorológica de Uberaba, 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.

As direções dos ventos e suas frequências de registros anuais podem ser observadas na **Figura 6.5**. Em todo o período analisado, a direção predominante de origem dos ventos na região é nordeste.

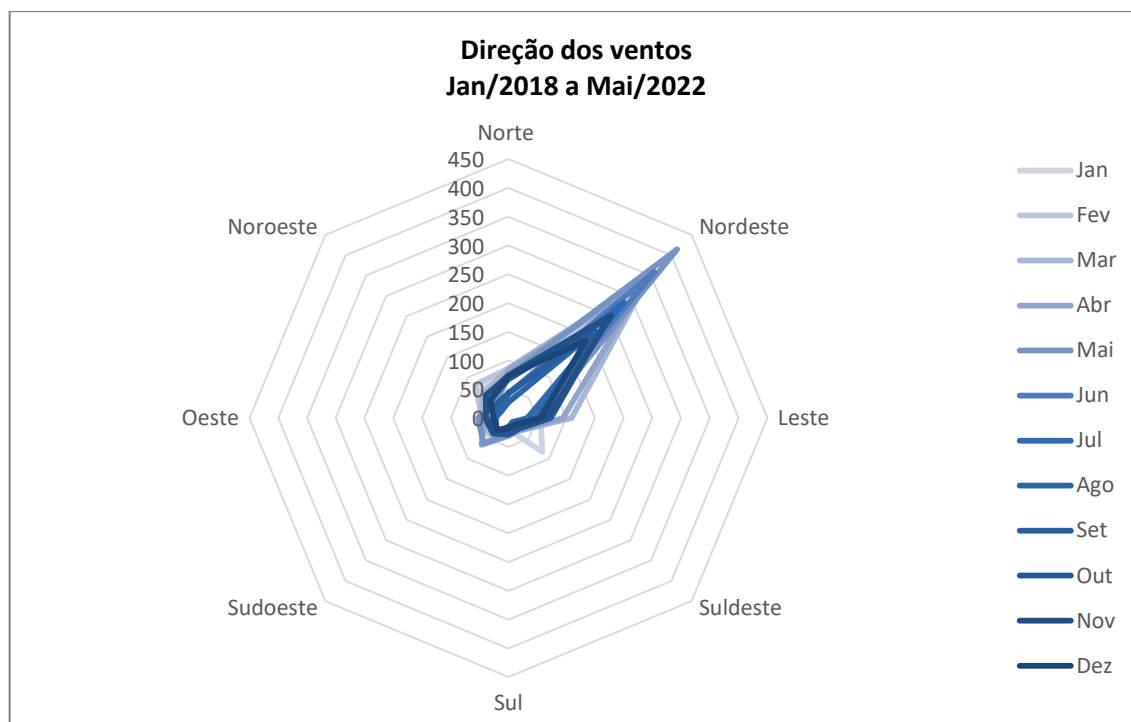


Figura 6.5 – Direção de origem dos ventos - janeiro de 2018 a maio de 2022.

6.2.2.4 Radiação solar acumulada

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

Conforme o **Quadro 6.1**, a média mensal da radiação solar, para o período analisado, variou de 344,37 MJ/m², em junho, a 658,08 MJ/m², em janeiro.

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

Mês	Acumulado mensal da radiação solar (MJ/m ²)					Média (MJ/m ²)
	2018	2019	2020	2021	2022	
Jan	670,39	746,35	629,91	630,78	612,96	658,08
Fev	575,28	540,36	527,01	546,97	549,45	547,81
Mar	647,57	569,32	642,97	630,27	642,04	626,44
Abr	520,97	500,17	557,61	596,56	599,20	554,90
Mai	522,17	505,76	356,77	504,81	507,09	479,32
Jun	396,19	504,99	0,00	476,30	-	344,37
Jul	533,54	470,72	0,00	545,96	-	387,56
Ago	538,29	552,63	4,75	555,23	-	412,73
Set	572,32	625,65	26,98	577,83	-	450,70
Out	642,95	701,58	67,28	557,92	-	492,43
Nov	551,44	632,56	73,36	681,11	-	484,62
Dez	723,84	638,82	558,62	682,08	-	650,84

Para 2022, o acumulado médio dos 5 meses de que se tem registro é de 582,15 MJ/m² de radiação solar.

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

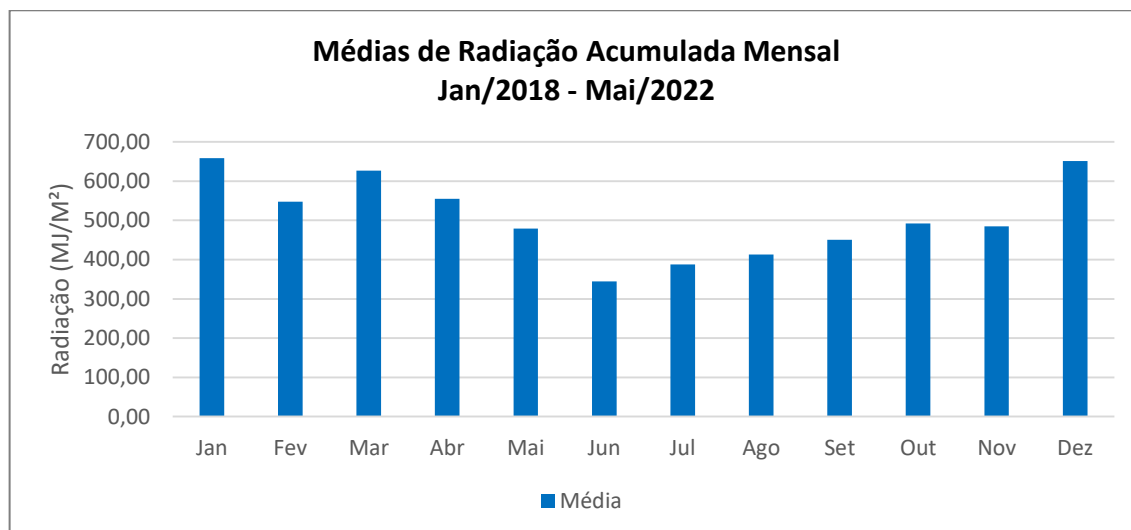


Figura 6.6 – Médias de radiação acumulada - janeiro de 2018 a março de 2022.

6.2.2.5 Balanço hídrico

Os dados de balanço hídrico climatológico foram obtidos a partir da estação meteorológica de Uberaba, 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 outubro, 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 outubro, quando se registrou 0,92%. O balanço hídrico do solo se torna positivo a partir do mês de novembro, quando a precipitação se reestabelece a valores acima da evapotranspiração.

Quadro 6.2 – Balanço hídrico da estação meteorológica de Uberaba (1981-2010).

Mês	Temp. (°C)	Pluv. (mm)	Evapot. potencial (mm)	Armaz. híd. (%)	Evapot. real (mm)	Déf. (mm)	Exced. (mm)
Jan	23,48	359,51	137,61	100,00	137,61	0,00	221,90
Fev	23,54	258,15	129,25	100,00	129,25	0,00	128,90
Mar	23,25	269,30	132,61	100,00	132,61	0,00	136,68
Abr	22,37	110,75	122,32	89,08	121,67	0,64	0,00
Mai	19,98	54,36	109,56	51,29	92,14	17,41	0,00
Jun	18,84	17,27	101,64	22,06	46,50	55,14	0,00
Jul	18,88	14,00	118,67	7,74	28,31	90,36	0,00
Ago	20,83	22,21	146,84	2,23	27,73	119,12	0,00
Set	22,56	65,75	151,37	0,95	67,03	84,34	0,00
Out	23,66	160,36	162,86	0,92	160,38	2,48	0,00
Nov	23,49	204,80	151,24	54,48	151,24	0,00	0,00
Dez	23,24	333,69	140,26	100,00	140,26	0,00	147,91

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 outubro, tem-se um período com deficiência hídrica, com seu mínimo em agosto. Em 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.

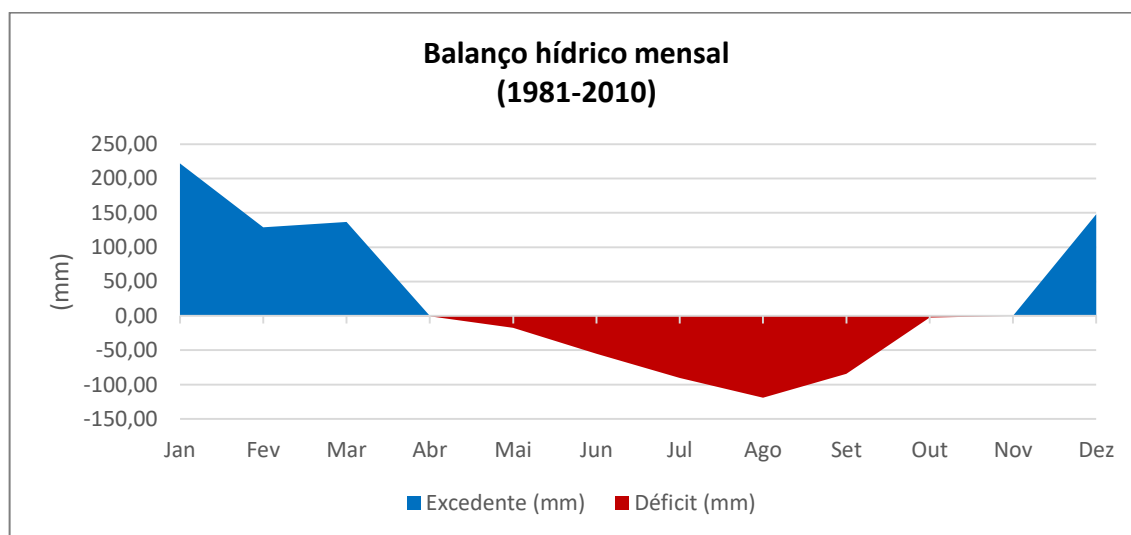


Figura 6.7 – Balanço hídrico mensal - média de 1981 a 2010.

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.

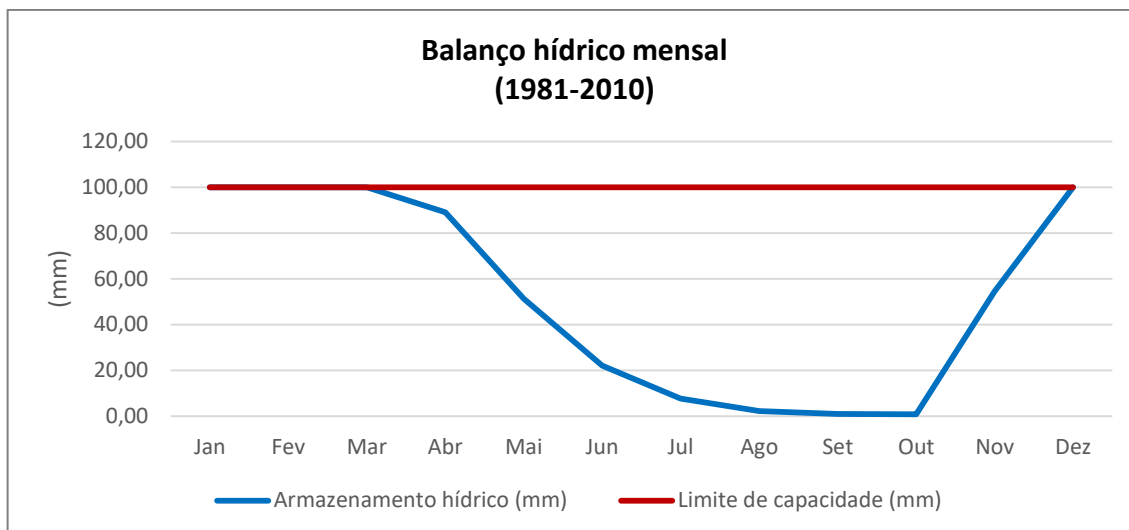


Figura 6.8 – Armazenamento de água no solo no período de 1981 - 2010.

6.2.2.6 Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar média na região, entre janeiro de 2018 e maio de 2022, é de 68,32%. As médias mensais estão em torno de 77,89% nos meses de maior índice pluviométrico (outubro a março) e de 61,49% nos meses de menor índice pluviométrico (abril a setembro), conforme apresentado na **Figura 6.9**, revelando importante inter-relação desses índices climáticos.

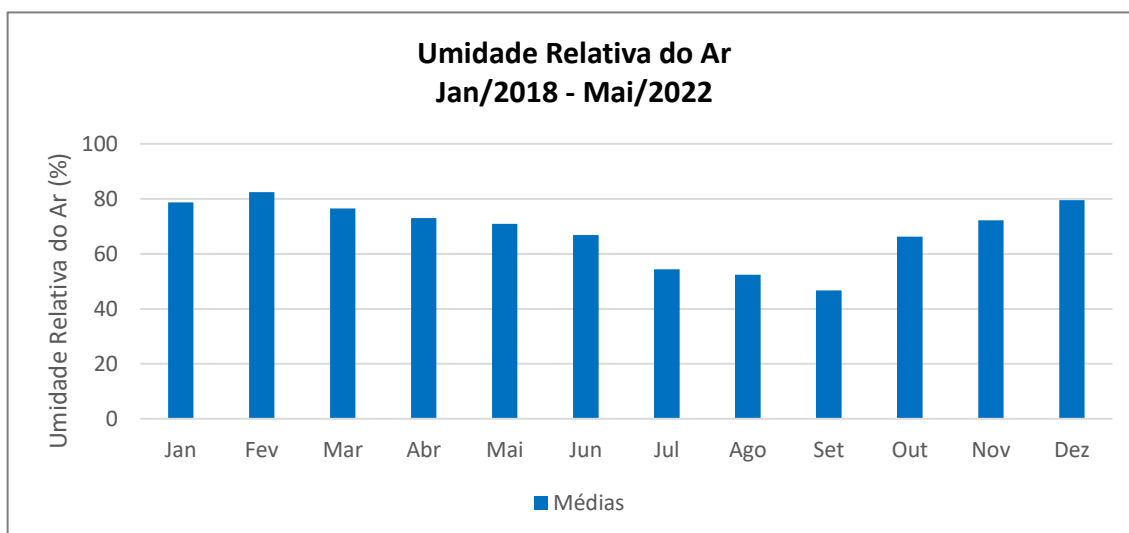


Figura 6.9 – Umidade relativa do ar - janeiro de 2018 a maio de 2022.

6.2.2.7 Regime pluviométrico

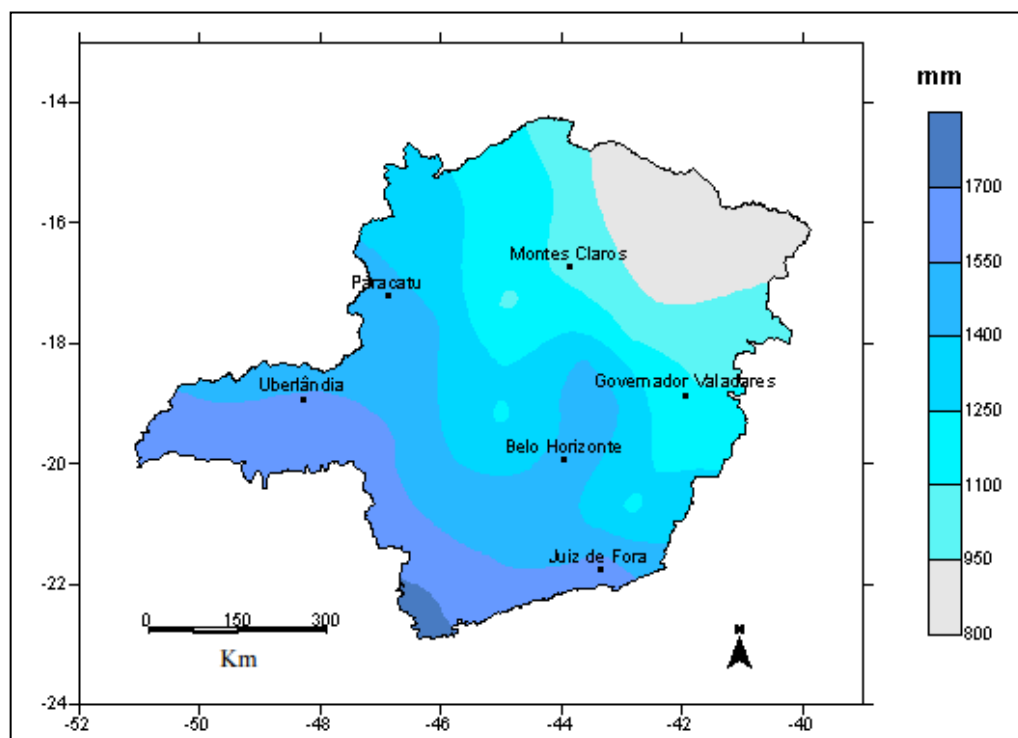
Segundo Mello & Viola (2012), fenômenos atmosféricos importantes afetam a pluviosidade do estado de Minas Gerais, tais como chuvas frontais (frentes frias), chuvas convectivas e chuvas geradas pela influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

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 à 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.

Ao analisar os Boletins Agroclimatológicos publicados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para o município de Uberaba, referentes ao período de janeiro de 2018 a maio de 2022, observa-se o maior registro de pluviosidade média no mês de janeiro (300 mm) e os menores nos meses de junho e julho, com baixíssimos registros de precipitação: 1,35 mm e 0,45 mm respectivamente (**Figura 6.11**).

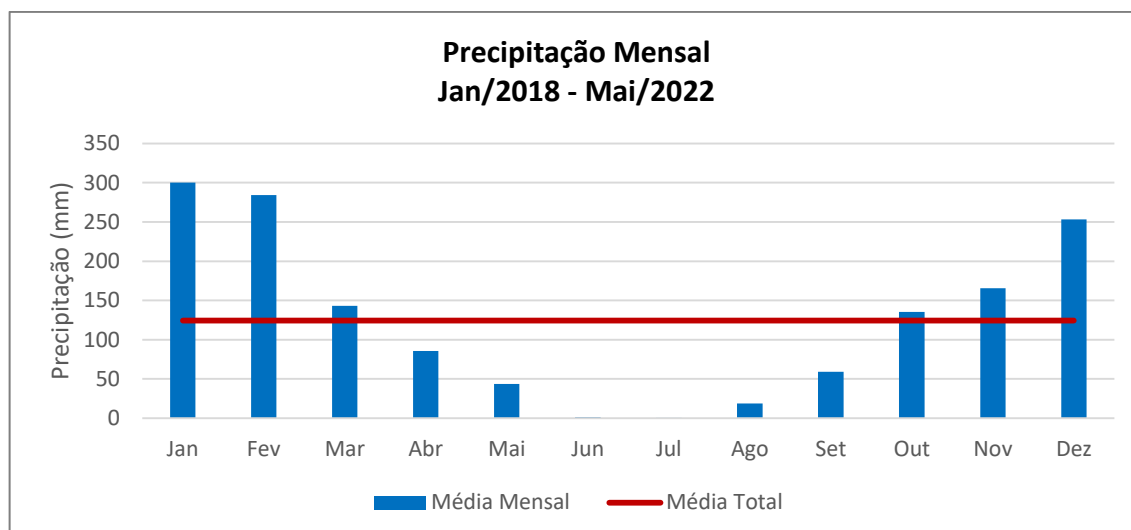


Figura 6.11 – Precipitação Mensal - janeiro de 2018 a maio de 2022.

De acordo com o gráfico, o período chuvoso começa no mês de outubro e se estende até março, com o maior nível pluviométrico atingido no mês de janeiro. 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 34,86 mm. Nos primeiros cinco meses de 2022, constatou-se a pluviosidade média de 151,08 mm, segundo os dados obtidos pelo INMET.

A pluviosidade total anual, durante o período observado (janeiro de 2018 a maio de 2022), foi de 6.820 mm, sendo 2018 o ano com o maior índice (1.869 mm), conforme **Figura 6.12**.

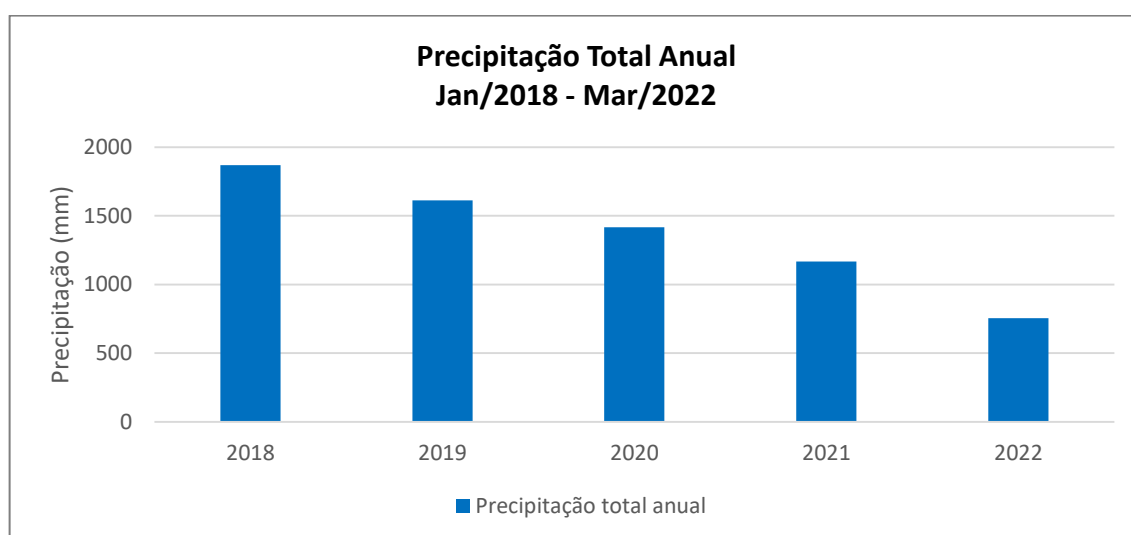


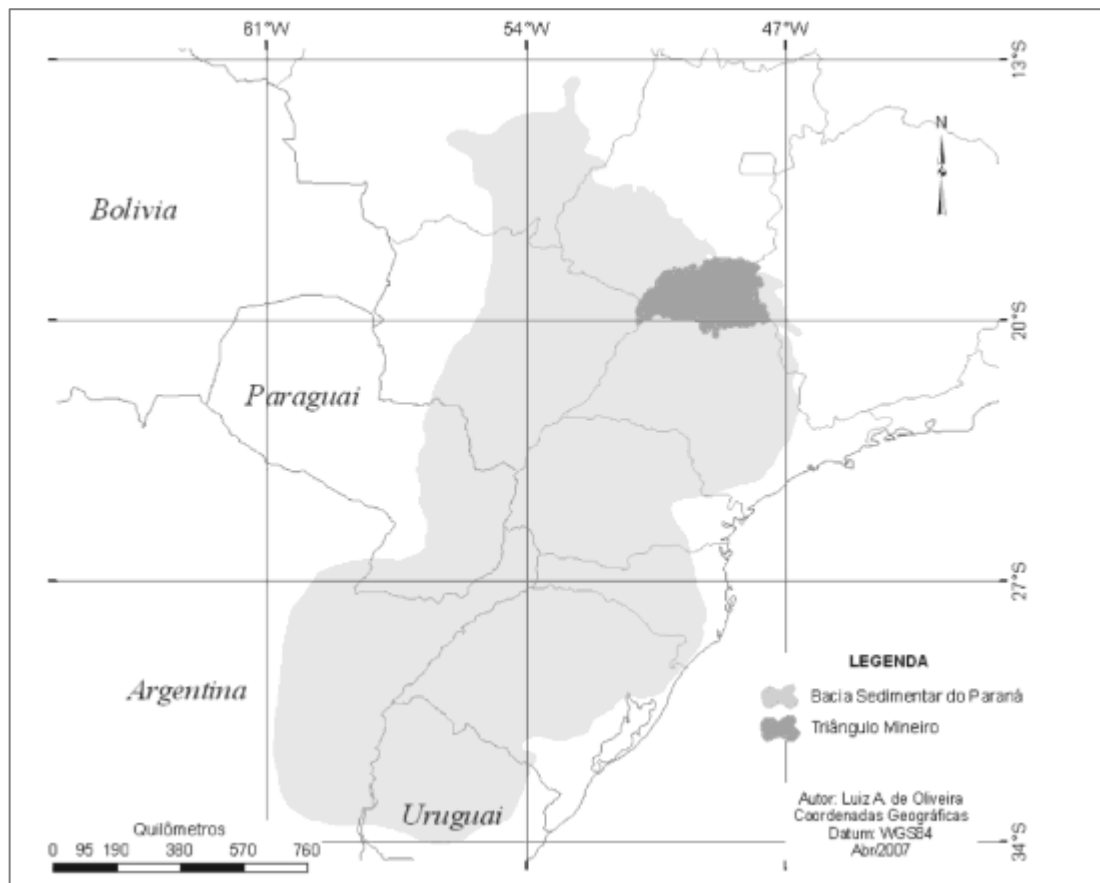
Figura 6.12 – Precipitação total anual - janeiro de 2018 a maio de 2022.

6.2.3 Geologia

6.2.3.1 Geologia regional

A porção do Triângulo Mineiro que engloba os municípios Uberaba e Delta está posicionada no compartimento setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná (**Figura 6.13**). Essa bacia intracratônica fanerozóica foi desenvolvida totalmente sobre crosta continental no sudeste

da Placa Sul-Americana, abrangendo partes dos territórios brasileiro, paraguaio, uruguaio e argentino. A porção brasileira, aproximadamente 94% de toda a sua extensão, distribui-se pelos estados de Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás (BATEZELLI et al., 2004).



Fonte: OLIVEIRA (2015).

Figura 6.13 – Localização do Triângulo Mineiro na Bacia Sedimentar do Paraná.

A Bacia intracratônica do Paraná se estabeleceu no interior do paleocontinente Gondwana, com sedimentação sobre embasamento cratônico (ZALÁN et al., 1990). Segundo Milani (1997), o registro total da Bacia do Paraná inclui estratos que se distribuem do Neo-Ordoviciano (450 Ma) ao Neo-Cretáceo (65 Ma), compreendendo seis supersequências: Rio Ivaí, Paraná, Gondwana I, Gondwana II, Gondwana III e Bauru. As três primeiras representam grandes ciclos transgressivos-regressivos paleozoicos, enquanto as últimas correspondem a pacotes sedimentares continentais e rochas ígneas associadas.

A gênese das bacias intracratônicas brasileiras é atribuída a diversas teorias (MILANI & ZALÁN, 1999). Em suma, a análise de todas as hipóteses indica a subsidência termal como fator importante para a formação das bacias intracratônicas. Destacam-se também os movimentos de compensação isostática, com episódios de subsidência e soerguimento, que conduziram a ciclos deposicionais e erosivos, relacionados à formação do paleocontinente Gondwana, assim como sua fragmentação (OLIVEIRA, 2015).

A estratigrafia da Bacia do Paraná foi controlada pelos ciclos de subsidência e soerguimento, iniciando-se com a deposição do Grupo Ivaí, arenitos neo-ordovicianos e conglomerados da Formação Alto Garças e estendendo-se até o Jurássico, com deposição dos arenitos eólicos da Formação Botucatu. No Cretáceo Inferior, o magmatismo dos basaltos da Formação Serra

Geral rompeu o ciclo de deposição terrígena e cobriu a Bacia do Paraná com extensos derrames de lavas vulcânicas. Cessado o magmatismo, no Cretáceo Superior, ocorreu a deposição do Grupo Bauru e, por fim, os depósitos detríticos do Cenozóico fecham o registro da Bacia sedimentar do Paraná (OLIVEIRA, 2015).

Na região de Uberaba e Delta, no Triângulo Mineiro, o empilhamento estratigráfico da Bacia do Paraná é representado pela sequência vulcanossedimentar do Grupo São Bento e pela sequência de sedimentos clásticos, vulcanoclásticos e carbonáticos do Grupo Bauru.

O embasamento das rochas basálticas é constituído por xistos e quartzitos do Grupo Araxá, domínio de idade pré-cambriana. As rochas do Grupo Araxá, que integram a seção superior das litologias da Faixa de Dobramentos Brasília, foram metamorfizadas no Evento Brasileiro. Em seguida, o topo dessas rochas metavulcanossedimentares foi aplainado por um longo período erosivo e, no Cretáceo, a superfície foi coberta pelos derrames basálticos.

A **Figura 6.14** traz o mapa do contexto geológico regional da área de estudo, no Triângulo Mineiro. Em seguida, é apresentada uma breve caracterização do Grupo Araxá, pertencente à Faixa Brasília, e dos Grupos São Bento (Formações Botucatu e Serra Geral) e Bauru (Formações Adamantina, Uberaba e Marília), integrantes da Bacia Sedimentar do Paraná.

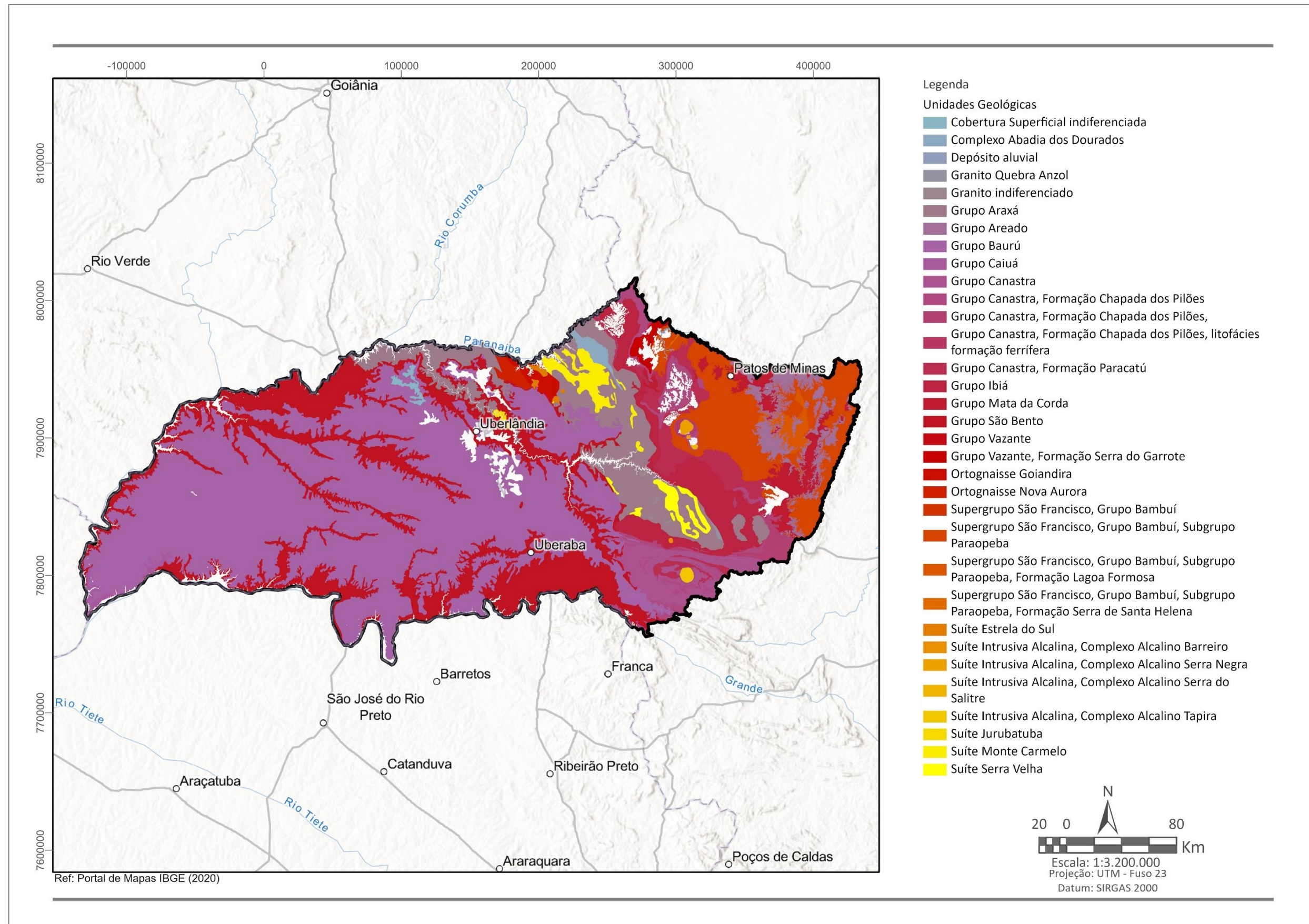


Figura 6.14 – Mapa geológico regional do Triângulo Mineiro.

6.2.3.1.1 Grupo Araxá

O Grupo Araxá constitui-se de uma sequência ígnea máfica capeada por metassedimentos predominantemente pelíticos. O grupo foi metamorfoisado em fácies anfibolito e, estruturalmente, compõe uma lasca tectônica posicionada sobre duas lascas inferiores, representadas pelos Grupos Ibiá e Canastra, separadas entre si por falhas de empurrão.

As rochas dessa unidade são constituídas por micaxistos e quartzitos, estes normalmente subordinados. Os micaxistos compõem-se de muscovita e quartzo, apresentando granada, estauroлита e cianita como acessórios mais comuns. Os quartzitos apresentam-se impuros com impregnação de muscovita.

6.2.3.1.2 Grupo São Bento

O Grupo São Bento (Mesozóico) é composto pelas Formações Botucatu e Serra Geral.

Hassui et al. (2012) relata que a Formação Botucatu é constituída de arenitos eólicos de granulação fina a média com grãos bem arredondados e bem selecionados e composição essencialmente quartzosa. Os arenitos se depositaram durante o período Jurássico, no deserto que havia se instalado no paleocontinente Gondwana. Os arenitos silicificados ocorrem na borda das escarpas ou em contato direto com os basaltos da Formação Serra Geral e podem ser encontrados em todos os estados de abrangência da Bacia do Paraná.

Ressalta-se que, devido a sua ampla área de ocorrência e alta porosidade, a Formação Botucatu consiste no principal aquífero que integra o Sistema Aquífero Guarani no Brasil (OLIVEIRA, 2015).

A Formação Serra Geral é constituída por um conjunto de derrames basálticos toleíticos, entre os quais se intercalam arenitos com as mesmas características dos pertencentes à Formação Botucatu. Os derrames são formados por rochas de cor cinza chumbo a preta, afaníticas, de estrutura maciça ou amigdaloidal e mineralogicamente compostas por clinopiroxênio, plagioclásio e magnetita como acessório principal.

A Formação Serra Geral ocorre em grande extensão no Triângulo Mineiro, porém, em boa parte, encontra-se recoberta por litologias sedimentares mais recentes do Grupo Bauru e sedimentos Cenozóicos (RIBEIRO, 2016). Os afloramentos mais expressivos da Formação Serra Geral ocorrem nos vales dos grandes cursos d'água que drenam a região como os rios Grande, Paranaíba e alguns de seus afluentes.

Os derrames basálticos cretáceos estão relacionados à fase *rift* que resultou na separação dos continentes sulamericano e africano (MILANI & ZALÁN, 1999).

6.2.3.1.3 Grupo Bauru

Os sedimentos flúvio-lacustres, pós-basálticos, do Grupo Bauru (Cretáceo) são representados pelas Formações Adamantina, Uberaba e Marília.

Segundo Hassui et al. (2012), a Formação Adamantina é constituída por arenitos finos ou muito finos, às vezes alternados com pelitos. No Triângulo Mineiro, ocorre apenas o Membro São José do Rio Preto, composto por arenitos finos a muito finos, de cor vermelho tijolo e com marcas de ondas assimétricas. Esse membro aflora na margem esquerda do rio Tejuco, entre os municípios de Prata e Uberlândia, Ituiutaba e Monte Alegre de Minas (RIBEIRO, 2016) e, portanto, não ocorre na região de estudo.

Na região de Uberaba e Delta, a Formação Uberaba se encontra sobreposta aos basaltos da Formação Serra Geral, por contato discordante erosivo. Essa unidade apresenta brechas sedimentares ou conglomerados nos quais se destacam fragmentos de basalto, de granulometria média, com proporções variáveis de grânulos e pequenos seixos (RIBEIRO, 2016). Ocorrem também siltitos e argilitos de cor vermelha em níveis de espessura centimétrica, predominando os termos mais arenosos para o topo. A origem dessa unidade corresponderia a depósitos de rios entrelaçados.

A Formação Marília é constituída de calcários brancos lacustrinos, com fragmentos de arenitos e argilitos, e concreções calcárias na base, e por arenitos e conglomerados calcíferos, no topo. No Triângulo Mineiro, é representada por consideráveis espessuras de arenitos imaturos e conglomerados superpostos a níveis carbonáticos, constituídos de calcário tipo calcrete. A Formação Marília é dividida nos membros Ponte Alta, na base, e Serra da Galga, no topo.

Segundo Ribeiro (2016), a Formação Marília teria sido depositada por correntes de alta energia não canalizadas em extensos lençóis de escoamento, com deposição rápida, impedindo a formação de estruturas.

6.2.3.1.4 Coberturas quaternárias

Por fim, acima das sequências litoestratigráficas anteriores, ocorrem sedimentos quaternários inconsolidados, como aluviões fluviais e depósitos coluviais, que preenchem as várzeas ao longo das calhas fluviais dos principais cursos d'água na região.

6.2.3.2 Geologia local

O trecho a ser licenciado do mineroduto (ADA) se encontra sobre rochas basálticas da Formação Serra Geral, predominantes na região, e sobre os sedimentos aluvionares fluviais, conforme **Figura 6.15**.

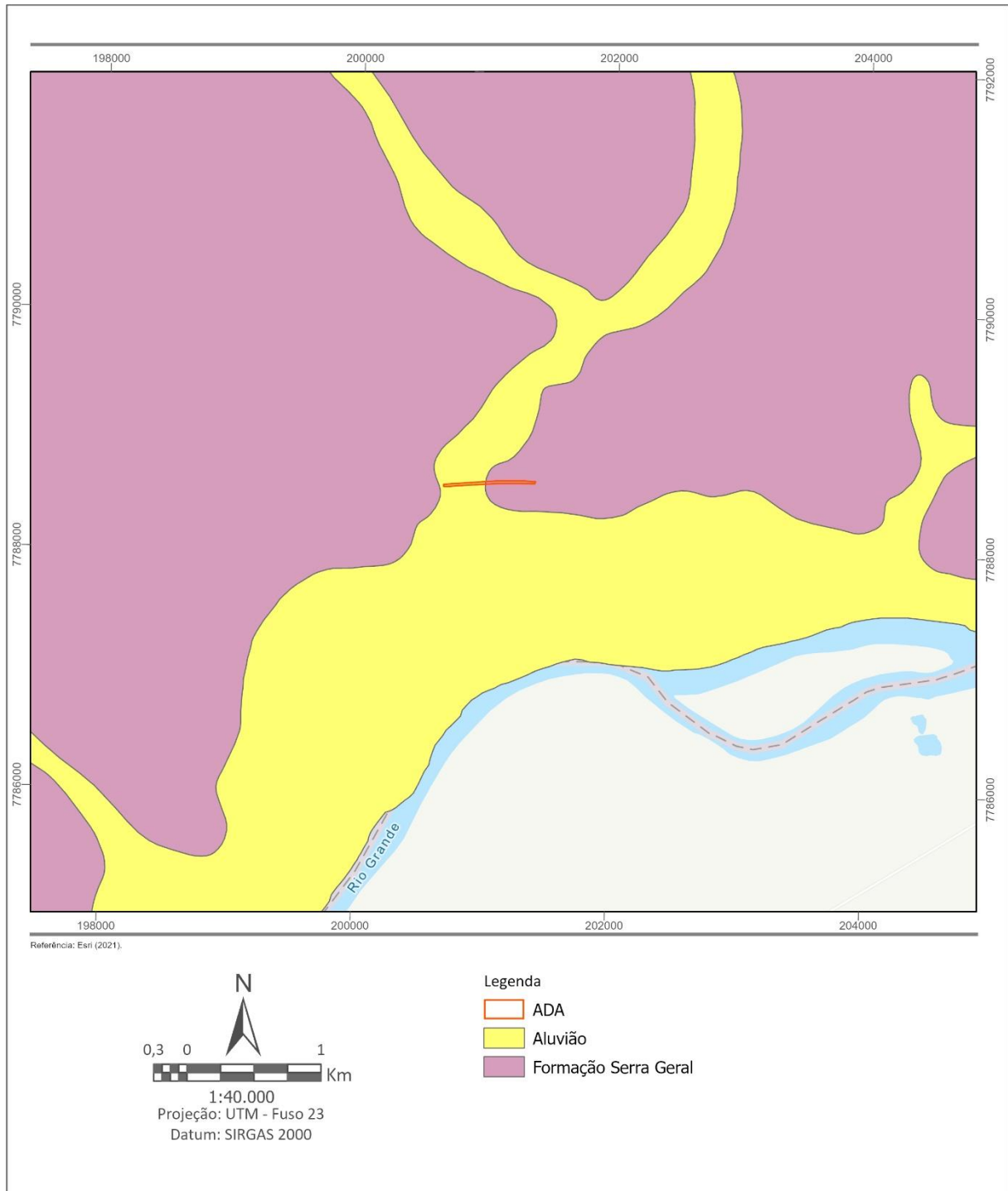


Figura 6.15 – Mapa geológico local – ADA.

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.

6.2.4.1 Geomorfologia regional

Segundo Ab'Saber (1971), o Triângulo Mineiro está inserido no domínio morfoclimático dos Cerrados, penetrados por matas de galerias, no domínio geomorfológico dos Chapadões Tropicais do Brasil Central, que apresenta relevos típicos da Bacia do Paraná entre os rios Paranaíba e Grande.

A porção ocidental do Triângulo Mineiro se insere no conjunto morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná (RADAM BRASIL, 1983). De acordo com Rocha et al. (2001), o arcabouço geológico regional é, ao lado dos processos morfoclimáticos pretéritos e atuais, responsável por toda a organização do relevo na região, formando distintos compartimentos geomorfológicos na área.

Além do mapeamento do projeto RADAM (1983), o trabalho de maior relevância sobre a geomorfologia do Triângulo Mineiro é o de Baccaro (1991), o qual definiu quatro grandes compartimentos geomorfológicos, considerando geologia e níveis de dissecação de relevo: área de relevo intensamente dissecado, área com relevo medianamente dissecado, área de relevo residual e áreas elevadas de cimeira entre 950 e 1.050 m, com topos planos, amplos e largos.

Conforme Baccaro (1991), o município de Uberaba encontra-se situado na área com relevo medianamente dissecado, com topos 750 a 900 m de altitude, com formas convexas e declividades entre 3 e 15°.

A **Figura 6.16** traz o mapa geomorfológico do Triângulo Mineiro. Como citado, os municípios de Uberaba e Delta encontram-se no domínio da Bacia Sedimentar do Paraná, na região do Planalto Setentrional da Bacia do Paraná e na unidade do Planalto do Triângulo Mineiro.

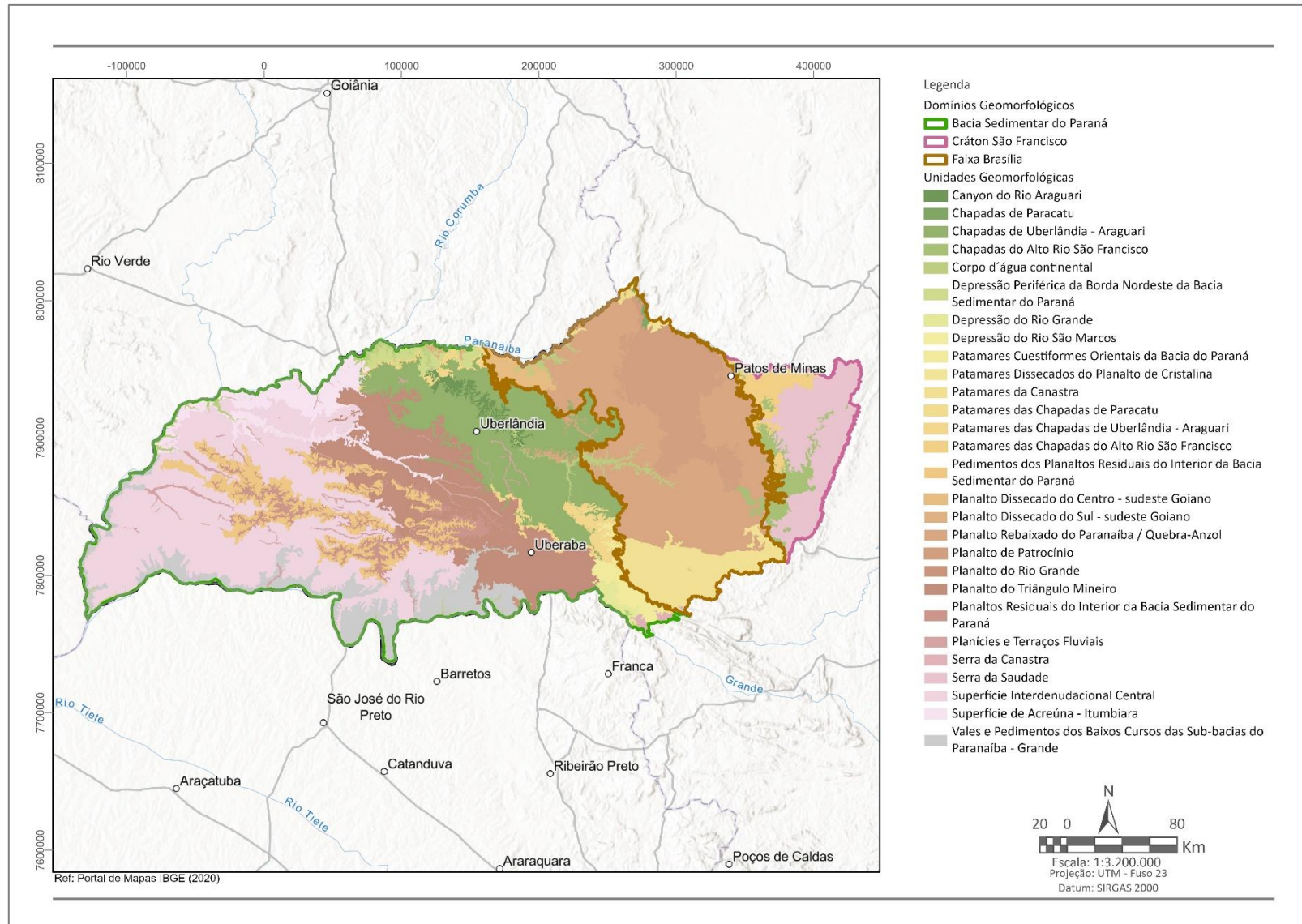


Figura 6.16 – Mapa geomorfológico regional do Triângulo Mineiro.

6.2.4.2 Geomorfologia local

De acordo com Trevisol et al. (2012), o município de Uberaba pode ser compartimentado em três domínios morfoesculturais distintos, que têm como elemento delineador as estruturas geológicas do Grupo Bauru e Formação Serra Geral.

O primeiro domínio, onde se situa a área de estudo, constitui-se de relevos formados a partir das litologias das formações Serra Geral e Uberaba, de topografia com ondulações suaves e monótonas. Apresenta colinas amplas, onde predominam interflúvios, topos extensos e aplainados e vertentes com perfis retilíneos a convexos.

Na porção inferior das vertentes, próximo aos canais fluviais, o relevo é marcado por declividade pouco superior a 12%. Esse domínio se encontra sob influência das maiores drenagens que dissecaram o relevo de forma mais intensa, formando vales profundos e, por vezes, cachoeiras.

Na área do trecho do mineroduto a ser licenciado (ADA), as altitudes são inferiores a 650 metros, conforme **Figura 6.17**.

Em relação às declividades na área da ADA, predominando as classes “plano (0 – 3%)” e “suave ondulado (3 – 8%)”, 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.

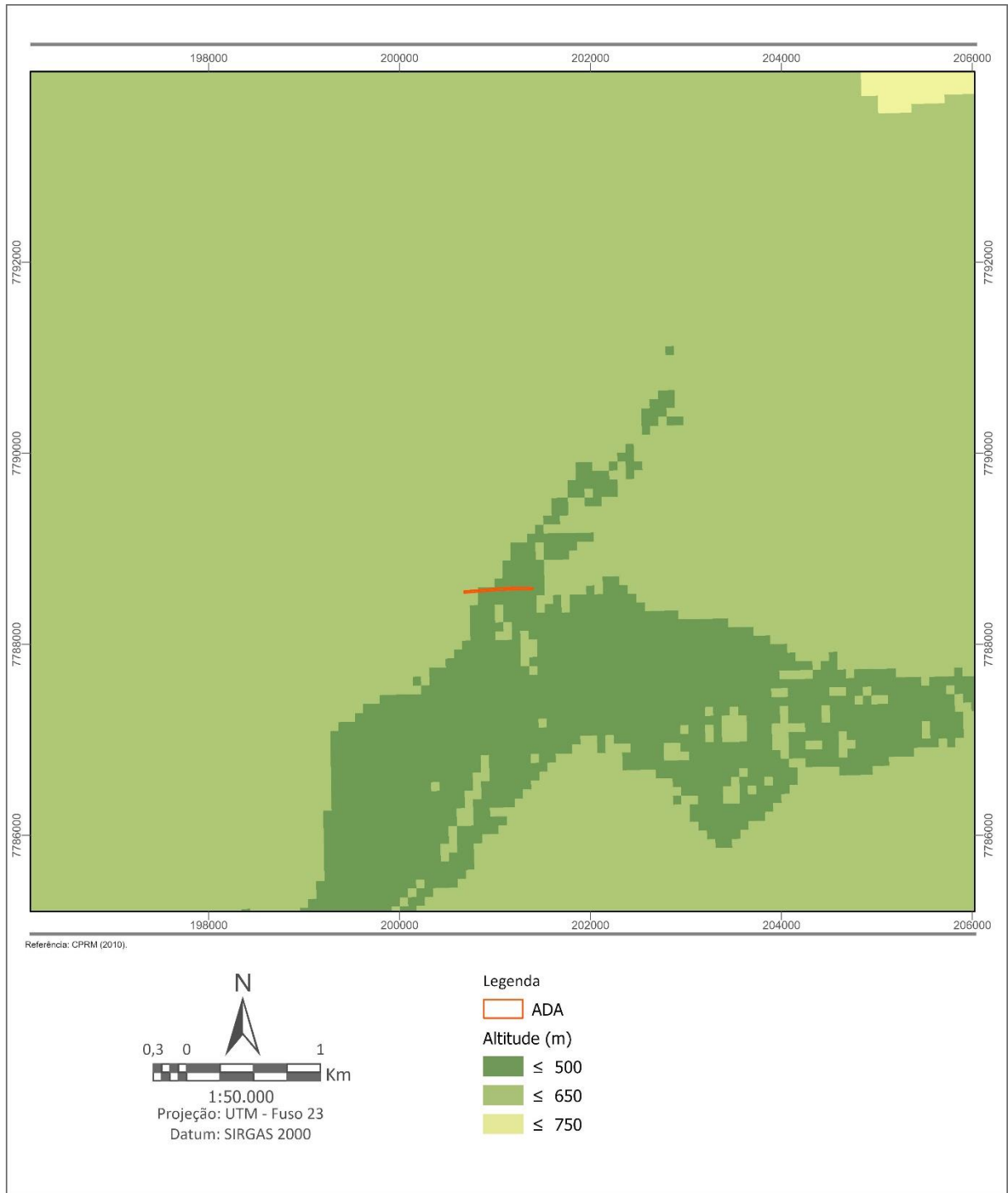


Figura 6.17 – Mapa de planialtimetria local – ADA.

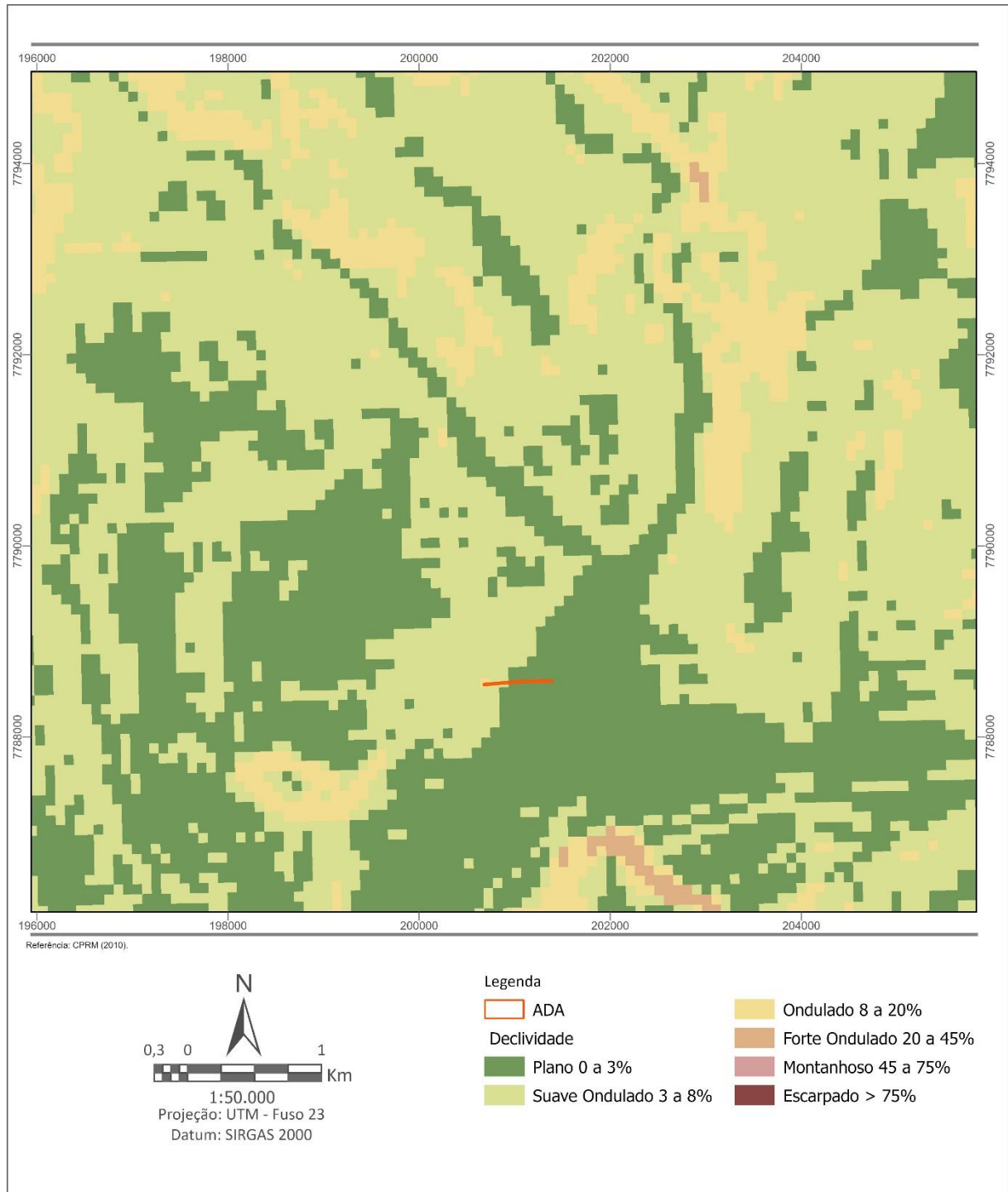


Figura 6.18 – Mapa de declividade local – ADA.

6.2.5 Pedologia

Na região de Uberaba e Delta, de acordo com o mapa pedológico da **Figura 6.19**, são encontrados solos de quatro ordens: cambissolos, gleissolos, argissolo e latossolos, sendo estes últimos predominantes na área, com diferentes graus de fertilidade.

O tipo de solo predominante no município de Uberaba é o latossolo vermelho distrófico, enquanto a área de Delta é majoritariamente recoberta por latossolo vermelho distroférico.

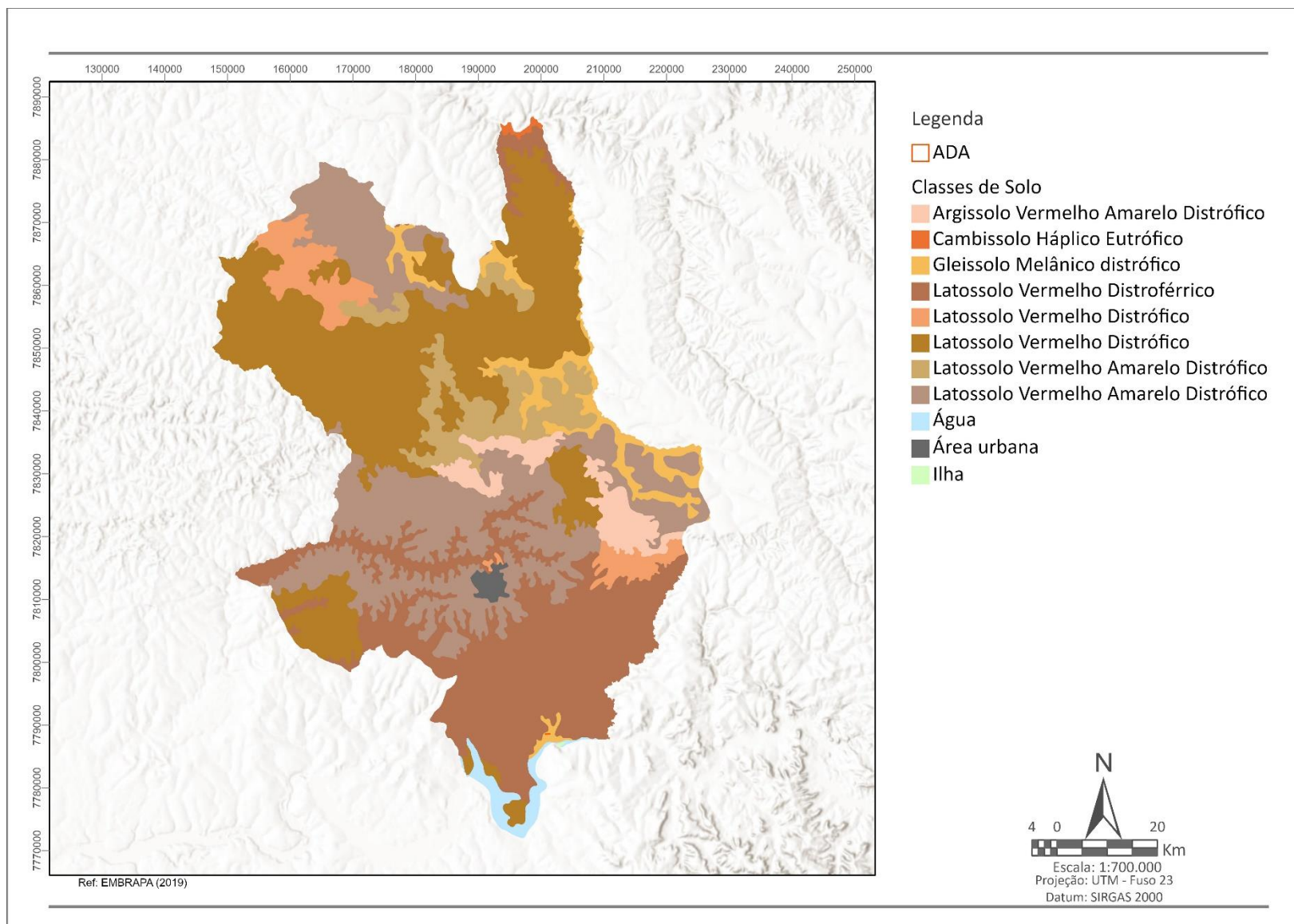


Figura 6.19 – Mapa de solos dos municípios de Uberaba e Delta/MG.

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SANTOS et al., 2018), 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 gleissolos se encontram permanente ou periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenados. A água permanece estagnada internamente ou a saturação ocorre por fluxo lateral no solo. São solos formados principalmente a partir de sedimentos, estratificados ou não. Estão presentes sob vegetação hidrófila ou higrófila herbácea, arbustiva ou arbórea (SANTOS et al., 2018).

Os argissolos têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa, ou atividade alta desde que conjugada com saturação por bases baixa ou com caráter alumínico (SANTOS et al., 2018). O horizonte B encontra-se imediatamente abaixo do horizonte A superficial, com nítida diferenciação entre os horizontes, com aumento nos teores de argila em profundidade. Os argissolos compreendem a segunda ordem mais extensa de solos brasileiros, após os latossolos, e apresentam menor resistência à erosão (OLIVEIRA, 2005).

Cambissolos são solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial (exceto hístico com 40 cm ou mais de espessura) ou horizonte A chernozêmico quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta (SANTOS et al., 2018). Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos variam muito de um local para outro. São solos fortemente drenados, rasos a profundos, de matiz na cor bruna ou bruno-amarelada, e de alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração coloidal (EMBRAPA, 2021).

Os cambissolos, latossolos, gleissolos e argissolos são divididos nas seguintes subordens, segundo a classificação da Embrapa (2021):

- Ce1: Cambissolo Eutrófico
- LVAd: Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico;
- LVd: Latossolo Vermelho distrófico;
- LVdf: Latossolo Vermelho distroférico;
- GMbd (HGd2): Gleissolo Melânico distrófico;
- PVAd: Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico.

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. Já os solos distroféricos são aqueles em que a saturação por bases é inferior a 50%, sendo portanto bastante ácidos. É um tipo de solo de média ou baixa fertilidade.

Os latossolos vermelho-amarelos distróficos são muito profundos e de baixa fertilidade natural. Ocorrem geralmente em relevo planos a suave ondulados (VALLE JUNIOR, 2008), apresentam boa drenagem natural e baixo acúmulo de matéria orgânica nos horizontes superficiais.

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 vermelhos distroférricos, na região, são bastante porosos, muito permeáveis e bem drenados (VALLE JUNIOR, 2008).

O gleissolo melânico distrófico ocupa uma pequena porção sul do município de Uberaba e a maior porção de Delta. Essa classe ocorre em planícies aluviais e compreende solos hidromórficos, mal drenados, e portanto caracterizados pela presença de horizonte glei, isto é, com intensa redução de ferro durante o desenvolvimento, evidenciado por cores neutras ou próximo de neutras na matriz do solo. São solos com argila de atividade baixa e saturação por bases < 50%, ambas na maior parte dos horizontes B e/ou C (inclusive BA ou CA), dentro de 100 cm a partir da superfície do solo. Ainda, apresentam horizonte H hístico com menos de 40 cm de espessura (SANTOS et al., 2018).

O cambissolo háptico eutrófico é um solo com argila de atividade baixa e saturação por bases $\geq 50\%$, ambas na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (SANTOS et al., 2018).

Por sua vez, os argissolos vermelho-amarelos são profundos, bem drenados, moderadamente porosos e estão geralmente associados a terrenos ondulados a fortemente ondulados (VALLE JUNIOR, 2008).

6.2.5.1 Pedologia local

O trecho do mineroduto a ser licenciado (ADA) se encontra sobre Gleissolo Melânico Distrófico (**Figura 6.20**). Os Gleissolos são solos hidromórficos, ou seja, solos encharcados, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei dentro de 150 cm da superfície do solo (JACOMINE, 2008).

Trata-se de um material muito argiloso, formado por processos de oxidação e redução em ambiente saturado por água e mal drenado. Caracteriza-se pelo baixo grau de desenvolvimento e pela variabilidade de sua composição química e física porque seu processo de formação depende da natureza do material sedimentado em ambiente de várzea ou depressão. As cores predominantes são acinzentadas e avermelhadas, devido aos processos de oxidação do ferro. Apesar do potencial para a exploração agrícola, estes solos apresentam limitações de uso e manejo, em razão da elevação do lençol freático durante boa parte do ano (SANTANA, 2021).

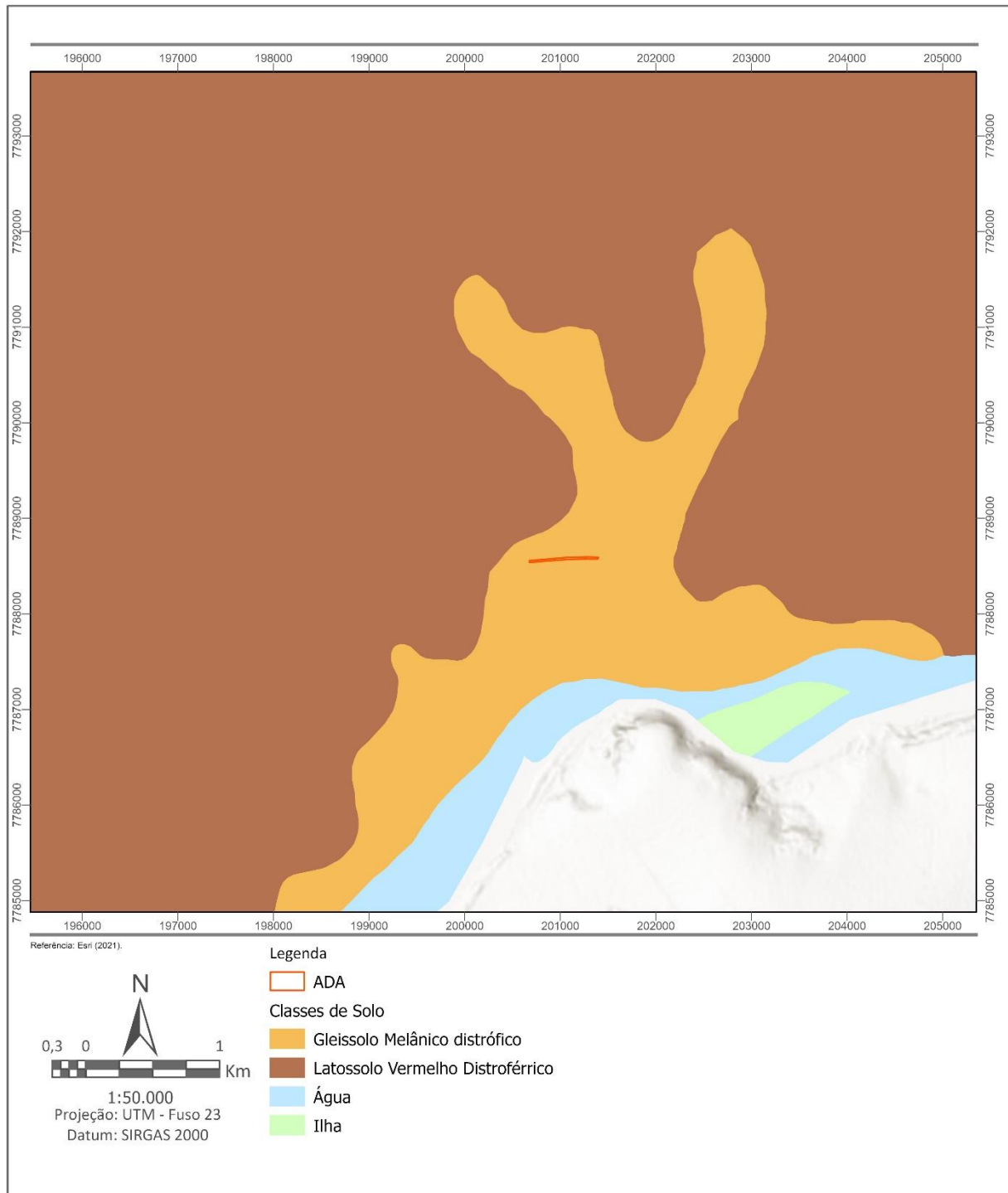


Figura 6.20 – Mapa pedológico local – ADA.

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.

6.2.6.1 Suscetibilidade à erosão laminar

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

Quadro 6.3 – Grau de erodibilidade.

Grau De Erodibilidade	Unidade Pedológica
I – Muito Fraco	Latossolo Vermelho Escuro e Vermelho Amarelo de textura argilosa, Solos Hidromórficos em Relevo Plano, Gleissolos, Planossolos, Organossolos, Neossolos Quartazarênicos em Relevo Plano
II – Fraco	Latossolo Amarelo e Vermelho Amarelo de textura média argilosa; Terra Roxa Estruturada; Latossolo Vermelho Escuro
III – Médio	Argissolo Vermelho Amarelo e Argissolo Vermelho Escuro, textura argilosa; Latossolo Vermelho Amarelo; Terra Bruna
IV – Forte	Argissolo Vermelho Amarelo não abrupto textura média-argilosa e média; Cambissolos; Argissolos Vermelho Amarelo, textura média-arenosa; Plintossolos Cambissolos; Neossolos Litólicos, Argissolos Vermelho Amarelo e Vermelho Escuros abruptos, textura arenosa-média; solos quartazarênicos, relevo suave-ondulado e ondulado
V – Muito Forte	

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

De acordo com o levantamento feito pelo IBGE (2015), a unidade pedológica abrangida pela área de influência direta do meio físico no empreendimento é uma associação de gleissolos com solos hidromórficos (I – Muito Fraco).

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 é predominante plano, com setores classificados como suave ondulado e, pontualmente, ondulado.

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

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

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

Fonte: Adaptado de IPT (1990).

Sendo:

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

Como pode ser observado na **Figura 6.21**, de acordo com a classificação do IPT (1990), o empreendimento se localiza inteiramente em terrenos de classe V, ou seja, com baixo ou nenhum risco de eventos erosivos.

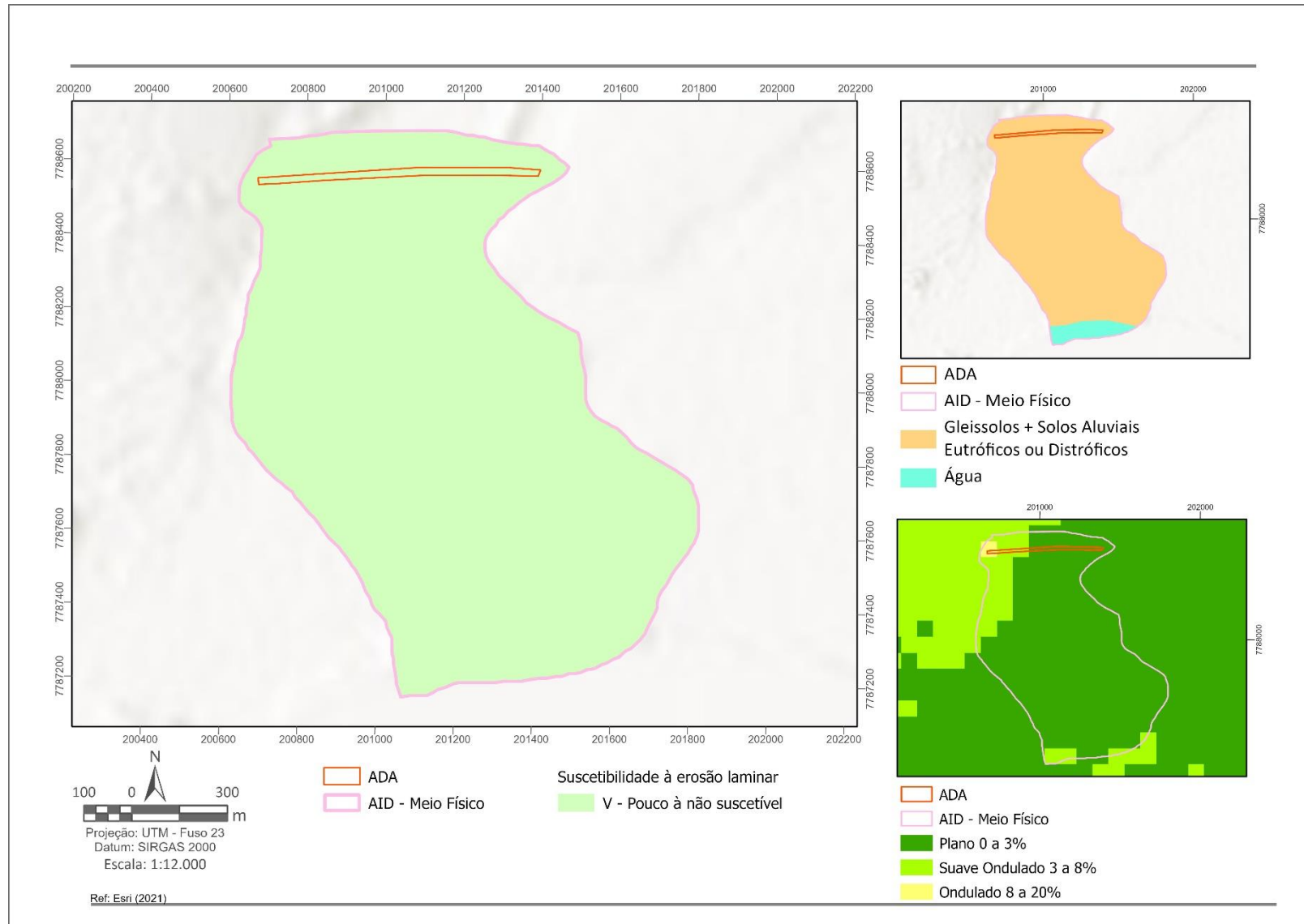


Figura 6.21 – Mapa de suscetibilidade à erosão laminar.

6.2.6.2 Potencial à erosão laminar

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

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

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

Ação Erosiva	Uso do Solo
I – Muito Forte	Áreas degradadas; solo exposto, agricultura não conservacionista; cobertura vegetal de baixo e médio porte, com intensiva ação antrópica
II – Forte	Culturas de ciclo longo com baixa densidade, cultura de ciclo curto; cobertura vegetal de baixo a médio porte, atividade antrópica
III – Médio	Cultivos de ciclo longo, pastagens com baixo pisoteio de gado, silvicultura. Cobertura vegetal de baixo e médio porte, com atividade antrópica muito reduzida
IV – Fraco	Formação arbustivas naturais, matas secundárias, cerrados e capoeiras. Cobertura vegetal de porte médio e alto, com atividade antrópica muito reduzida
V – 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: pasto sujo/varjão (Classe III), corpos d'água (Classe V), cultura de ciclo longo (Classe III), mata/cerradão (Classe V) e área degradada (Classe I).

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

Quadro 6.7 – Potencial à erosão laminar.

Classes de suscetibilidade a erosão laminar	Classes de ocupação atual de terras				
	1	2	3	4	5
1	I	I	I	II	III
2	I	II	II	III	III
3	II	II	II	III	III
4	II	III	III	III	III
5	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 inteiramente de Classe III – Baixo Potencial, seguindo a tendência apresentada no mapa de suscetibilidade à erosão laminar.

Deste modo, o uso atual do solo é compatível com o grau de suscetibilidade à erosão nas áreas de classe III, não necessitando intervenções.

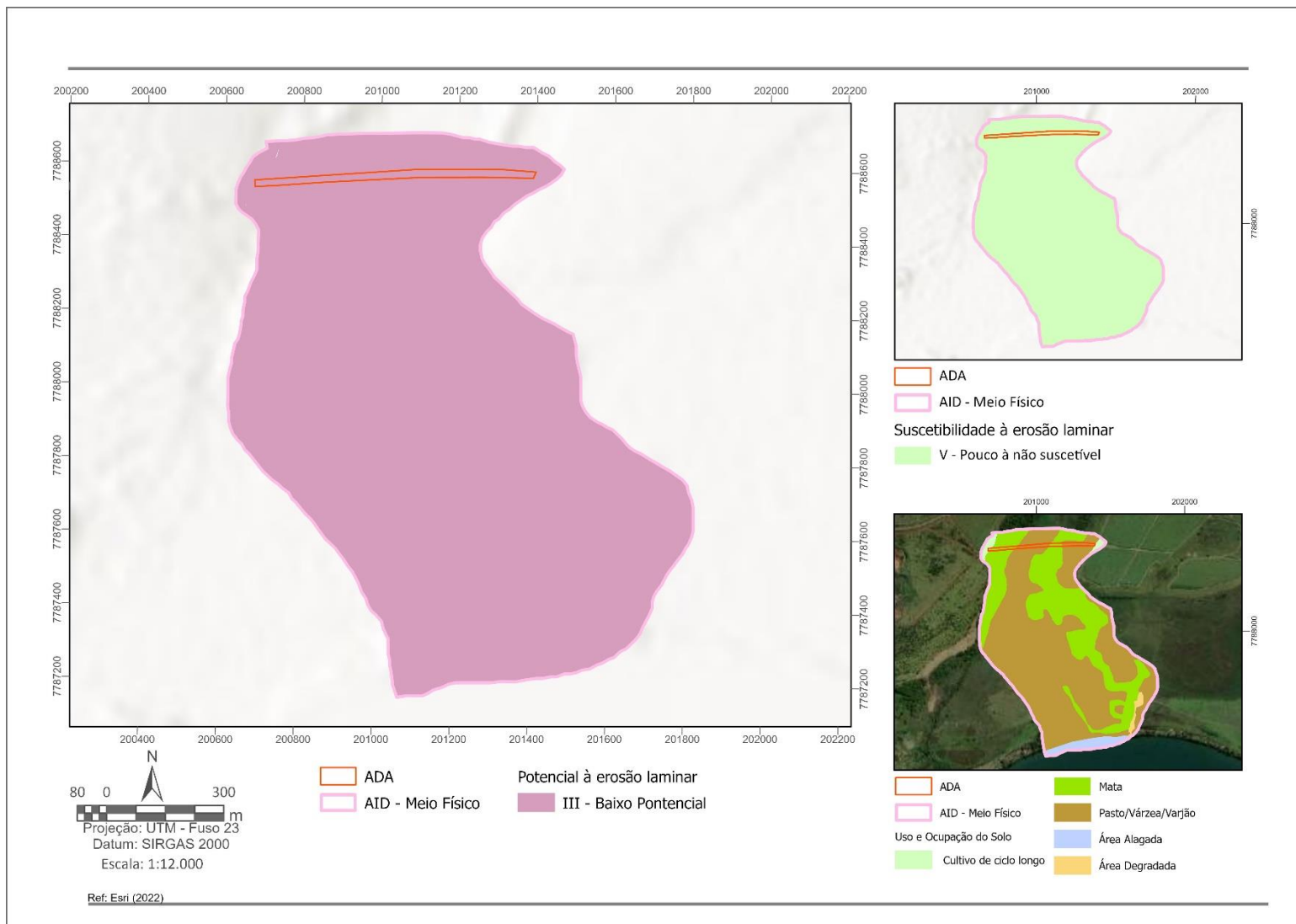


Figura 6.22 – Mapa do potencial à erosão laminar.

6.2.7 Espeleologia

As cavidades naturais subterrâneas tendem a ocorrer nas chamadas áreas cársticas, ou seja, áreas onde a litologia predominante compreende rochas solúveis. São consideradas áreas cársticas aquelas regiões onde ocorrem rochas carbonáticas, tais como calcários, dolomitos, mármore, brechas ou conglomerados carbonáticos, greda, carbonatitos, entre outros subtipos e gradações entre essas variedades.

Ainda, são tradicionalmente consideradas rochas carstificáveis, o gesso e o sal, embora estas litologias, altamente solúveis, não estejam presentes no território nacional e, se estivessem, estariam sujeitas à intensa ação intempérica devido ao clima tropical, não favorecendo a preservação de cavernas.

Cerca de 90% das cavernas reconhecidas em todo o mundo desenvolvem-se em rochas carbonáticas. No Brasil, no entanto, devido a fatores que envolvem variáveis geomorfológicas e climáticas, arenitos e quartzitos são também muito suscetíveis a formar cavernas. Mais recentemente, a constatação de que áreas de minério de ferro são extremamente favoráveis à existência de cavernas, adicionou mais um componente ao variado contexto espeleológico do Brasil. Em menor escala, há ocorrências de cavernas em granito, gnaisse, solo, rochas metamórficas variadas, como micaxistos e filitos.

Segundo o Anuário Estatístico do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV) de 2020, cerca de 53% das cavernas do Brasil ocorrem em rochas carbonáticas, 18% em rochas siliciclásticas e 13% em rochas ferruginosas.

A área de estudo se encontra sobre rochas basálticas da Formação Serra Geral, as quais não favorecem a geração de cavernas.

6.2.7.1 Levantamento de dados secundários

Com o intuito de caracterizar o patrimônio espeleológico da área no entorno do trecho do mineroduto a ser licenciado, foram levantados dados do Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE), sob gestão e responsabilidade do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV).

O CECAV desenvolve diversas ações referentes ao Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico - PNCPE e, dentre tais ações, está a execução do projeto Inventário Anual do Patrimônio Espeleológico.

Segundo o ICMBio (2021), os dados iniciais do CANIE são provenientes da Base de Dados Geoespacializados das Cavernas do Brasil (Base CECAV), formada a partir da integração de:

- Levantamentos de campo realizados pela equipe técnica do CECAV;
- Estudos e pesquisas submetidos ao CECAV;
- Bibliografia especializada;
- Dados do Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil (CNC), da SBE; e
- Dados do CODEX, da Redespeleo Brasil, que teve suas atividades encerradas em outubro de 2013.

Após levantamento dos dados, conclui-se que não há registro de cavernas ou cavidades nos municípios de Uberaba e Delta, onde se encontra o trecho do mineroduto, objeto deste licenciamento.

De acordo com a base do CANIE, conforme a **Figura 6.23**, há apenas uma caverna cadastrada na região, no município de Sacramento, denominada Gruta dos Palhares (coordenadas UTM 241.804 m E / 7.794.184 m S), cerca de 42 km distante da ADA.

Além disso, 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 estudo se situa em terrenos com baixa potencialidade de ocorrência de cavidades (**Figura 6.23**).

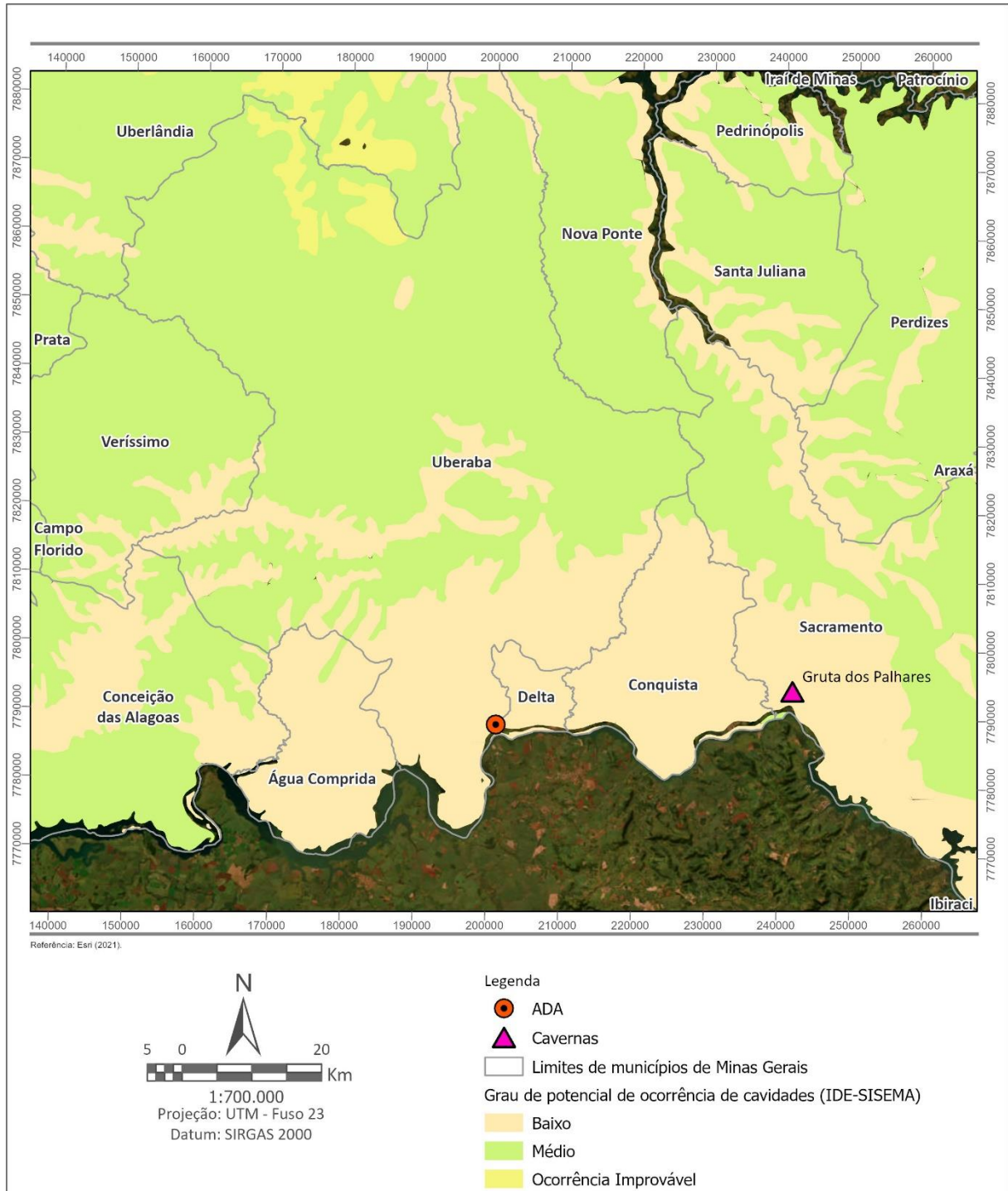


Figura 6.23 – Cavernas na região de Uberaba e Delta.

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 as 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.

6.2.8.1 Hidrogeologia Regional

Em relação à Hidrogeologia Regional, pode-se considerar a ocorrência de dois sistemas aquíferos na região, segundo dados da CPRM (2014):

- Sistema aquífero cristalino (fraturado): associado à Formação Serra Geral, formado por rochas basálticas em que as águas subterrâneas percolam por fraturas, juntas e falhas. Possui extensão regional limitada, além de ser contínuo, de caráter livre a semiconfinado, sua litologia é composta por basaltos e dacitos fraturados. Possui produtividade geralmente muito baixa, sendo localmente moderada.
- Sistema aquífero poroso (granular): corresponde a todos os horizontes e camadas de solo e rochas sedimentares desenvolvidas acima do aquífero cristalino. Trata-se de um sistema aquífero livre, heterogêneo, anisotrópico, principalmente no perfil de alteração dos basaltos (saprólitos), descontínuo e com extensão regional. Seus principais litotipos e pedotipos são conglomerados, arenitos, além de solos lateríticos e hidromórficos. Apresenta produtividade moderada.

Ambos os sistemas estão relacionados ao contexto geológico regional da bacia do Paraná.

A **Figura 6.24** apresenta o contexto hidrogeológico regional para a área do empreendimento.

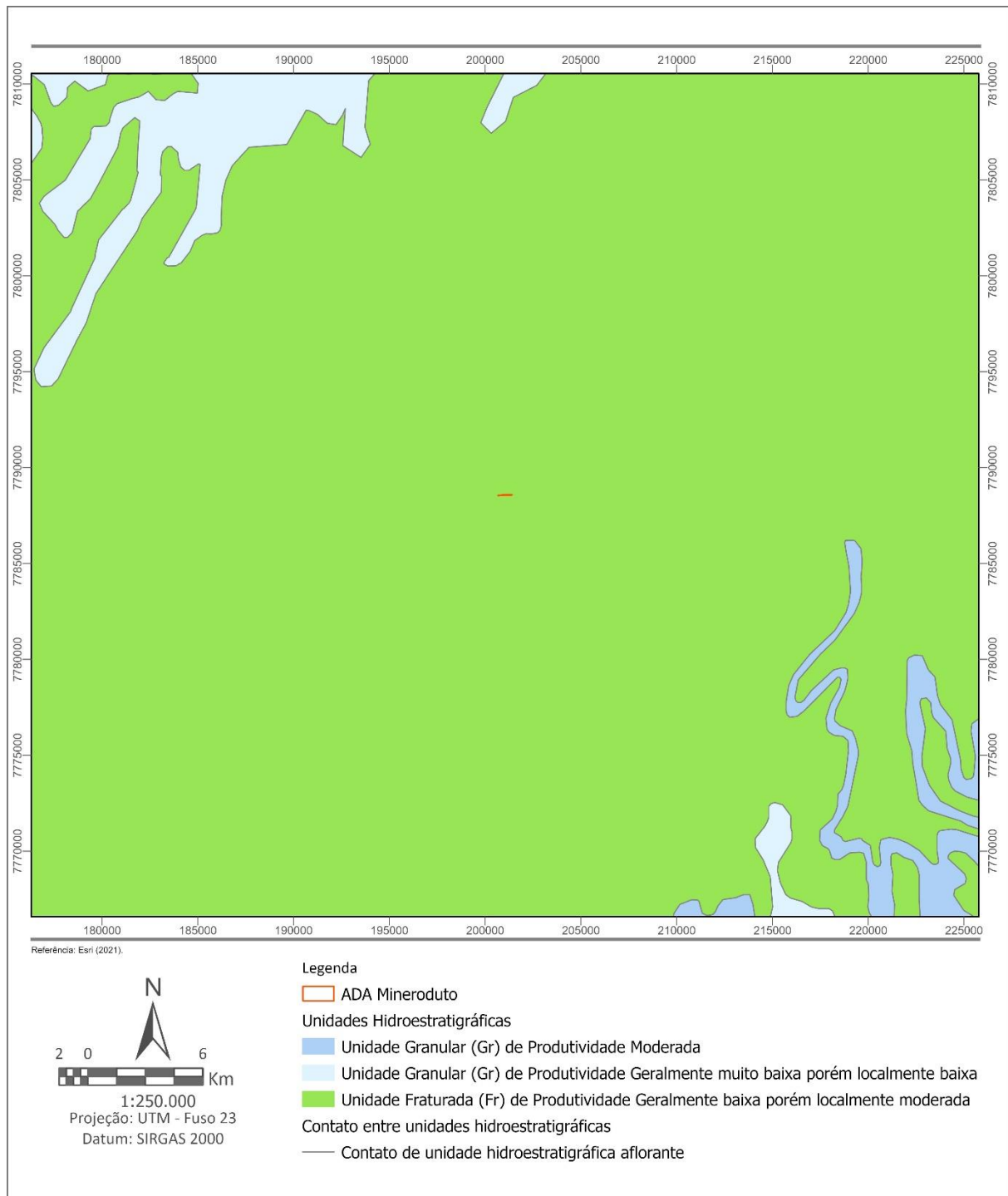


Figura 6.24 – Contexto hidrogeológico regional da área.

6.2.8.2 Hidrogeologia Local

A área do empreendimento se localiza, em quase toda sua totalidade, em uma área alagada influenciada principalmente pelo córrego Conquistinha.

Um estudo desenvolvido pela empresa Essencis em 2019, nos arredores da área em que será construída a pista de acesso ao mineroduto e sua futura realocação, identificou um aquífero raso, situado nas camadas de solo e no perfil de alteração das rochas, com caráter livre, o que explica as zonas saturadas que formam áreas alagadas.

Também se caracteriza por ser um aquífero granular e heterogêneo, isso se deve ao fato dos diferentes estágios de evolução e maturação dos solos e do manto de intemperismo na área.

O estudo também apresenta uma visão geral sobre a dinâmica de fluxo do aquífero local, que tem drenagens como os córregos Conquistinha, Seco e Gameleira atuando como principais zonas de descarga local, enquanto o Rio Grande, principal drenagem da bacia, funciona como zona de descarga regional para todo o fluxo subterrâneo da área.

A **Figura 6.25** apresenta uma esquematização do fluxo preferencial de água subterrânea inferido na área de acordo com as zonas de descargas identificadas pela Essencis (2019).

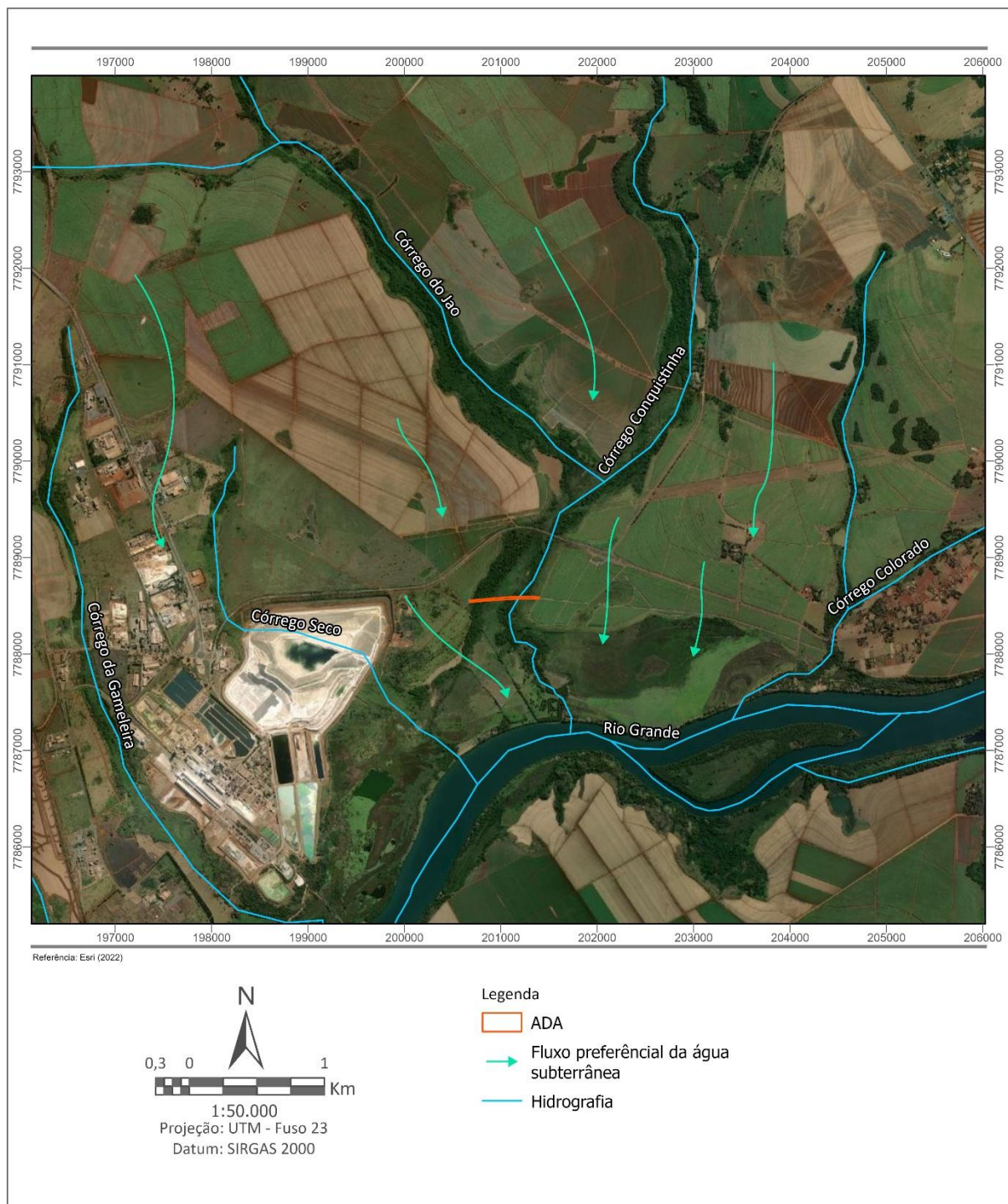
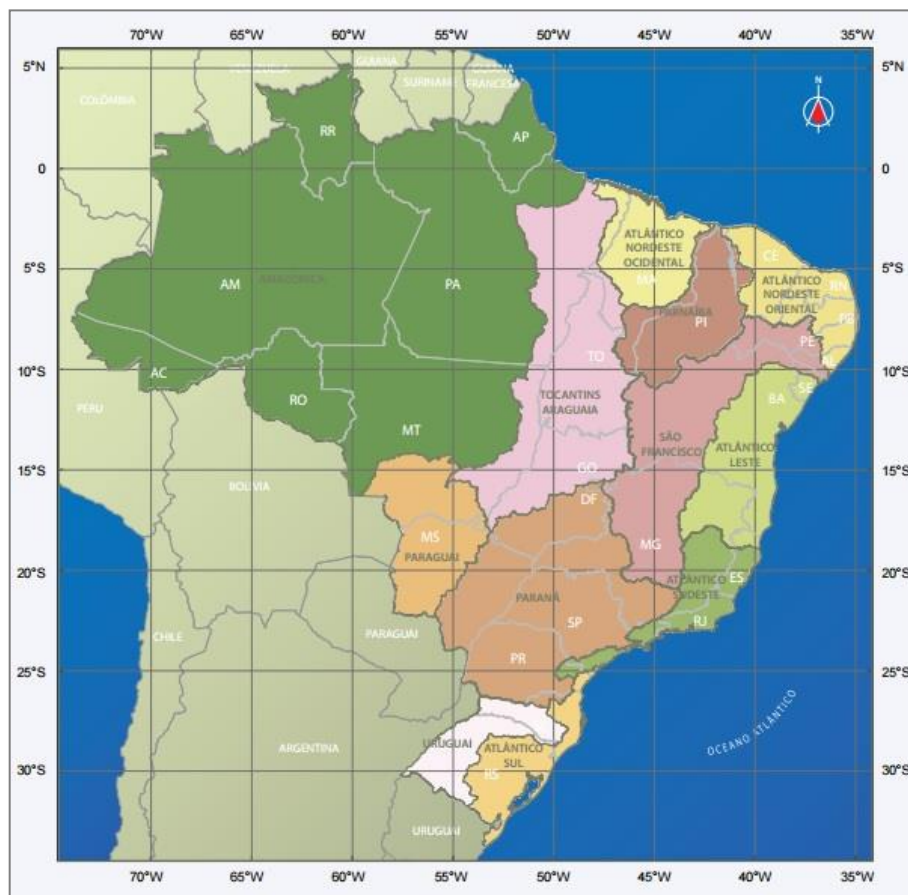


Figura 6.25 – Contexto do fluxo da água subterrânea no aquífero local.

6.2.9 Hidrografia

A Hidrografia é o ramo da Hidrologia que descreve, mede, mapeia e classifica os corpos de águas 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 6.26**, como forma de aprimorar e tornar eficiente a gestão dos recursos hídricos em âmbito nacional (MMA, 2006).



Fonte: MMA (2006).

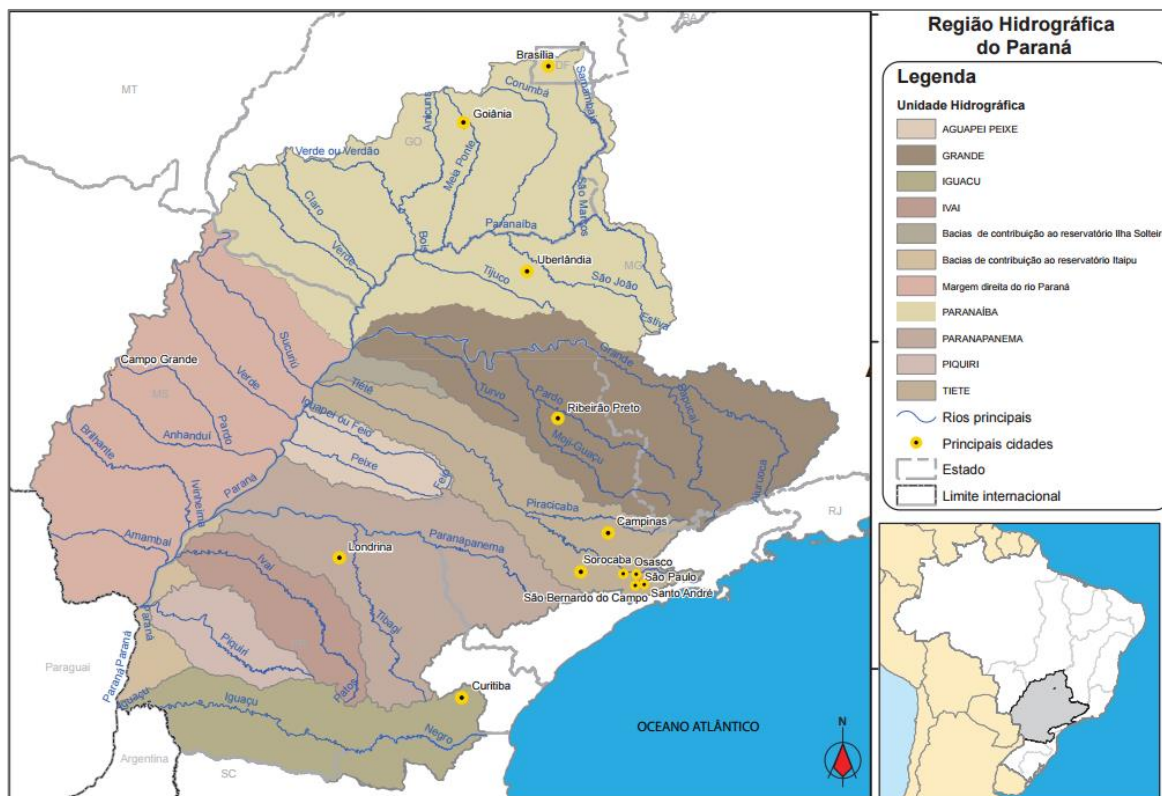
Figura 6.26 – Regiões Hidrográficas Brasileiras.

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

A Região Hidrográfica Paraná ocupa uma área de 879.873 km² (10% do território brasileiro), abrangendo sete estados: São Paulo (25%), Paraná (21%), Mato Grosso do Sul (20%), Minas Gerais (18%), Goiás (14%), Santa Catarina (1,5%) e Distrito Federal (0,5%). É a região mais populosa e de maior desenvolvimento econômico do país. Por isso, possui as maiores demandas por recursos hídricos, tendo como destaque o uso industrial. É também a região com maior área irrigada e maior aproveitamento do potencial hidráulico (ANA, 2015).

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

A **Figura 6.27** apresenta as unidades hidrográficas que compõem a RH do Paraná.



Fonte: Adaptado de ANA (2015).

Figura 6.27 – Região Hidrográfica do Paraná.

A Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG), possui um território de 143.255 km² e ocupa áreas dos estados de São Paulo (40% do total) e Minas Gerais (60%). O rio Grande, cuja nascente se encontra na Serra da Mantiqueira, possui extensão total de 1.286 km. Após percorrer cerca de 216 km, conflui com o rio Aiuruoca e, a jusante desse ponto, percorre outros 466 km até receber o rio das Canoas, formando um limite natural entre os estados de Minas Gerais e de São Paulo, até a sua foz, quando forma o rio Paraná, ao confluir com o rio Paranaíba (ANA, 2017).

A bacia do rio Grande está subdividida em 14 Unidades de Gestão Hídrica – UGHs, que correspondem às bacias dos afluentes do rio Grande. As unidades são denominadas diferentemente em cada estado: em São Paulo, são conhecidas por UGRHs – Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos e em Minas Gerais, são chamadas de UPGRHs – Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos, codificadas como “GDs”, por serem contribuintes do rio Grande (ANA, 2017). A **Figura 6.28** ilustra essa subdivisão em UGHs.

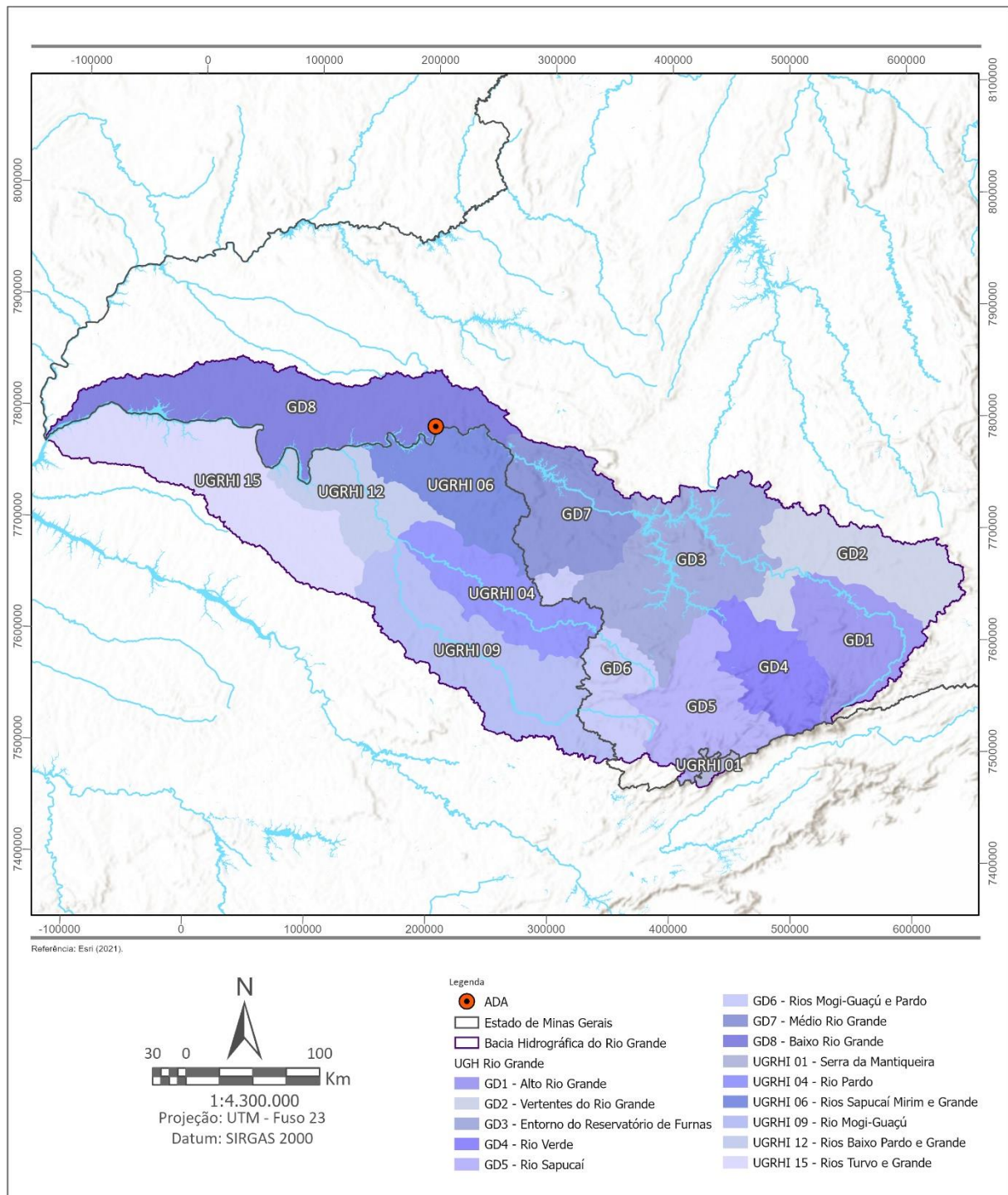


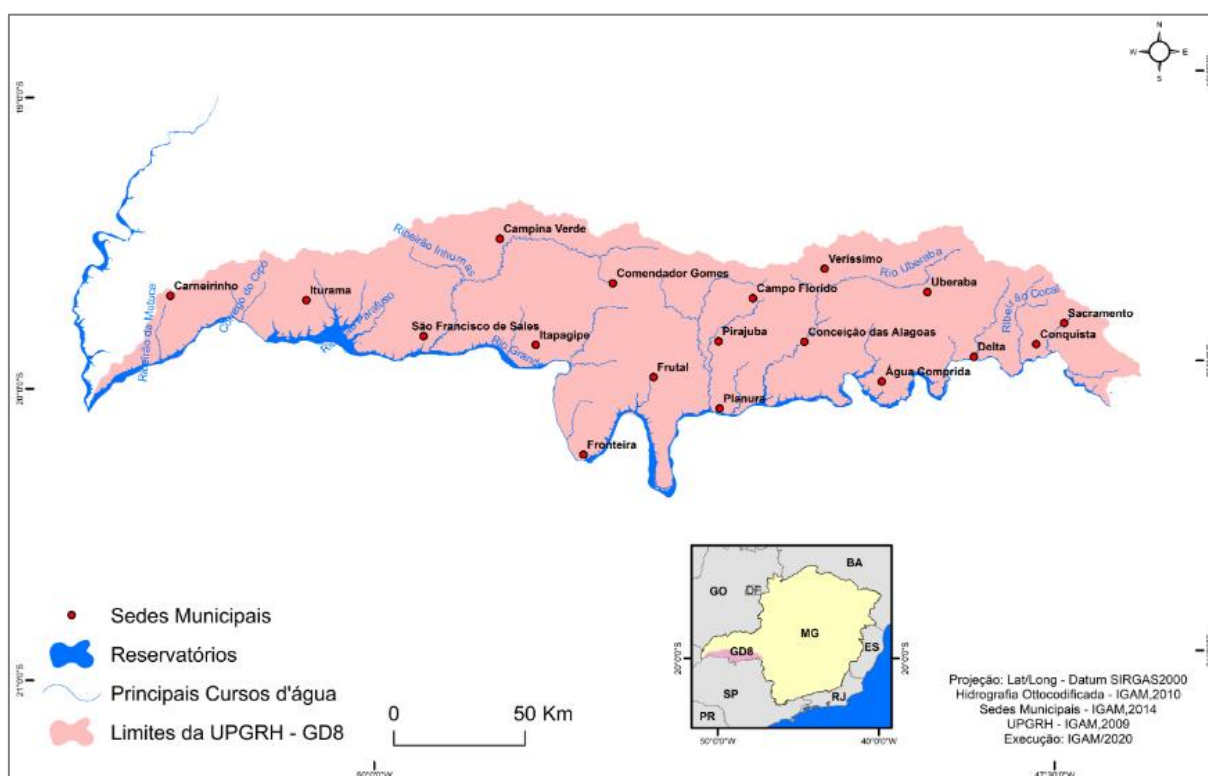
Figura 6.28 – Unidades de Gestão Hídrica (UGHs) da Bacia do Rio Grande.

No Estado de Minas Gerais, a área da Bacia do Rio Grande abrange, total ou parcialmente, 214 municípios. Vale destacar que 36,2% dos corpos hídricos superficiais da bacia estão sob domínio do estado de São Paulo, 51,4% sob domínio do estado de Minas Gerais e 12,4% são de domínio da União (ANA, 2017). A gestão dos recursos hídricos dessa bacia é realizada pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Grande – CBH Grande.

6.2.9.1 Rede hidrográfica Regional

Considerando a Unidade de Gestão Hídrica, a área de interesse está inserida na Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Grande (GD8). Localizada no triângulo mineiro, possui uma área de 18.730,60 km², equivalente a 21,7% da área do estado, e 13,1% da área da bacia do rio Grande. Abrange um total de 19 municípios, sendo que 18 possuem sede na bacia (**Figura 6.29**), atendendo mais de 525 mil habitantes.

A GD8 é composta pela parcela da bacia hidrográfica da margem direita do rio Grande, entre a confluência com o rio das Canoas no reservatório de Estreito, até a foz do rio Grande no reservatório de Ilha Solteira. Nesse trecho da GD 08, o rio Grande estabelece o limite entre os estados de Minas Gerais e São Paulo (ANA, 2017).



Fonte: IGAM (2022).

Figura 6.29 – UPGRH do Baixo Rio Grande (GD8).

6.2.9.2 Rede hidrográfica Local

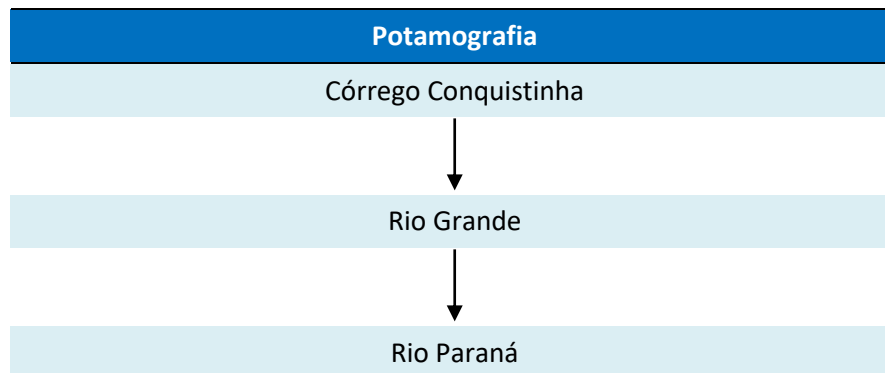
O trecho do mineroduto a ser licenciado se insere no contexto hidrográfico da Bacia do Rio Grande, mais precisamente na unidade hidrográfica do Baixo Rio Grande.

A área do mineroduto se insere diretamente no contexto da microbacia do córrego Conquistinha, afluente direto do Rio Grande. O córrego possui comprimento total de aproximadamente 31 km e seu curso se orienta de norte para sul, desaguando na margem direita do Rio Grande.

O córrego Conquistinha funciona como drenagem principal da microbacia do Córrego Conquistinha. Há também uma considerável influência das microbacias dos córregos Sucuri e Pequi e do córrego do Jão na região de influência do trecho do mineroduto, visto que ambas possuem drenagens que desaguam no Córrego Conquistinha a jusante da área do empreendimento, como mostra a **Figura 6.30**.

O **Quadro 6.8** apresenta uma visão esquemática da potamografia onde se insere o trecho do mineroduto.

Quadro 6.8 – Esquema da potamografia na área do trecho do mineroduto.



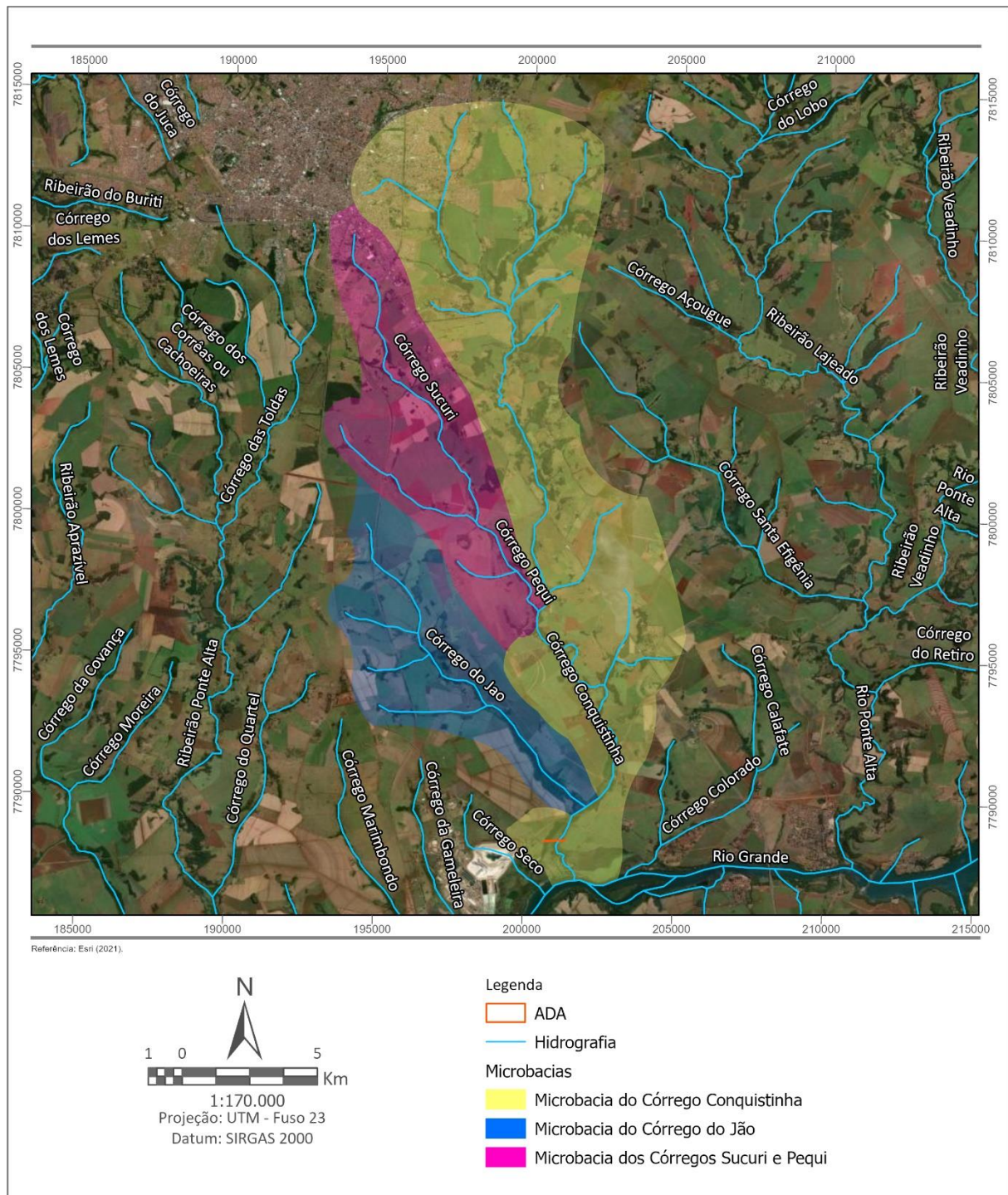


Figura 6.30 – Microbacias na área de interesse.

6.2.9.3 Inventário de Nascentes

O inventário de pontos de surgência d'água é importante no contexto de estudos hidrográficos (PULIDO, 1978; CUSTODIO et al., 1996; MOORE, 2002; CARVALHO, 2006). Os inventários de nascentes e modelação de fluxos da água subterrânea constituem metodologias importantes de suporte à gestão e ordenamento do território, tanto a nível regional, como municipal (CARVALHO, 2006; CARNEIRO et al., 2010; FREITAS, 2010; TEIXEIRA, 2011; GOMES, 2014; SILVA, 2015; SILVA ET AL., 2015).

A metodologia desse levantamento consistiu, inicialmente, na pesquisa e coleta de dados bibliográficos e documentais relacionados ao tema para a área de estudo, bem como na análise de imagens de satélite disponíveis para a identificação dos elementos relacionados aos recursos hídricos. Foram utilizados dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) para a identificação de ottotrechos das bacias hidrográficas presentes no Triângulo Mineiro. A partir da análise das imagens de satélite e das demais bases de dados encontradas, foram plotados todos os pontos indicadores de nascentes no entorno da ADA.

Posteriormente, criou-se um inventário para o registo das nascentes, abrangendo dados sobre suas localizações. No total, foram identificadas 9 nascentes próximas à área do trecho de criação da pista de acesso e realocação do mineroduto.

O **Quadro 6.9** exibe a relação das nascentes localizadas pelas imagens de satélite e ottotrechos das bacias hidrográficas. A **Figura 6.31** apresenta o mapa de localização das nascentes.

Quadro 6.9 – Nascentes registradas no entorno da ADA.

Nascentes	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000, 23K)	
	Longitude(m)	Latitude(m)
N-01	201.623	7.789.349
N-02	198.292	7.790.219
N-03	196.506	7.791.359
N-04	195.089	7.793.329
N-05	203.582	7.793.118
N-06	204.981	7.792.202
N-07	204.910	7.795.148
N-08	194.584	7.794.692
N-09	205.889	7.793.424

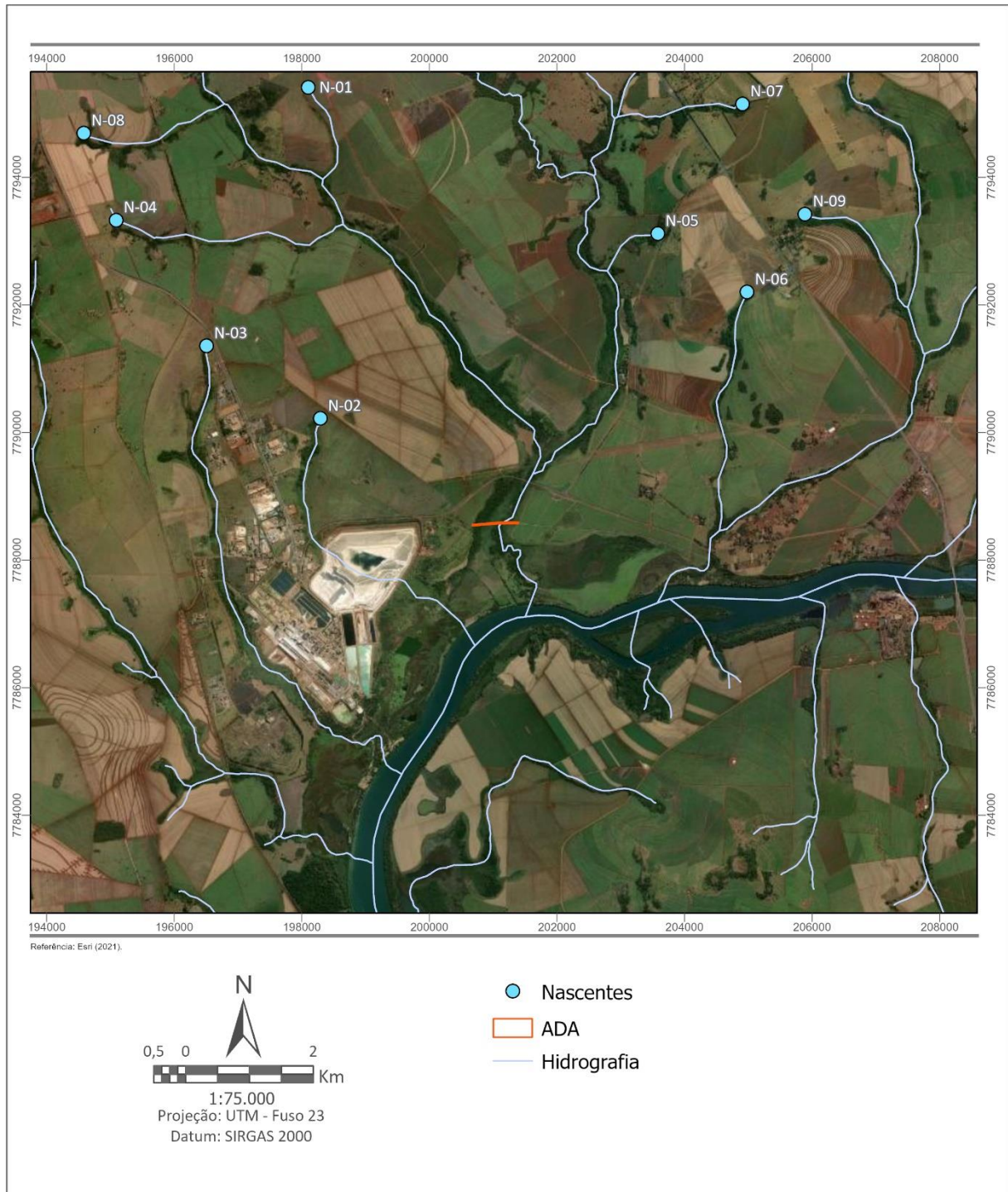


Figura 6.31 – Localização dos pontos de nascente.

As nascentes registradas encontram-se em solos argilosos, relevo plano e suave ondulado. Nota-se que não há nascentes inseridas no perímetro do empreendimento, de modo que o ponto de registro mais próximo à ADA se encontra a cerca 3 km a noroeste.

6.2.10 Qualidade das águas superficiais

Neste item é feita a caracterização dos corpos d'água superficiais situados no entorno da área do mineroduto. A caracterização está baseada nos resultados das análises de

parâmetros físico-químicos, químicos e biológicos obtidos durante uma única campanha de monitoramento, realizada no dia 23 de junho de 2022, no córrego Conquistinha.

As coletas e a preservação das amostras foram realizadas pelo laboratório Ecoar Monitoramento Ambiental Ltda., cujo certificado de acreditação se encontra no **Anexo B**, e acompanhadas pela equipe da MultiGeo.

As análises físico-químicas das águas permitem a caracterização da água de forma pontual e a avaliação das alterações provocadas nos cursos d'água. 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.

Os pontos de coleta foram definidos pela MultiGeo de acordo com sua localização em relação à ADA e sub-bacias associadas. As coordenadas dos pontos amostrados são exibidas no **Quadro 6.10** e a sua localização, na **Figura 6.32**.

Quadro 6.10 – Localização dos pontos de monitoramento de água superficial.

Ponto	Localização	Coordenadas UTM - Fuso 23 K Datum SIRGAS 2000	
		Longitude (m E)	Latitude (m S)
PAS-01	Córrego Conquistinha (a montante do mineroduto)	201.505	7.789.203
PAS-02	Córrego Conquistinha (próximo ao mineroduto)	201.076	7.788.396
PAS-03	Córrego Conquistinha (a jusante do mineroduto)	201.656	7.787.651

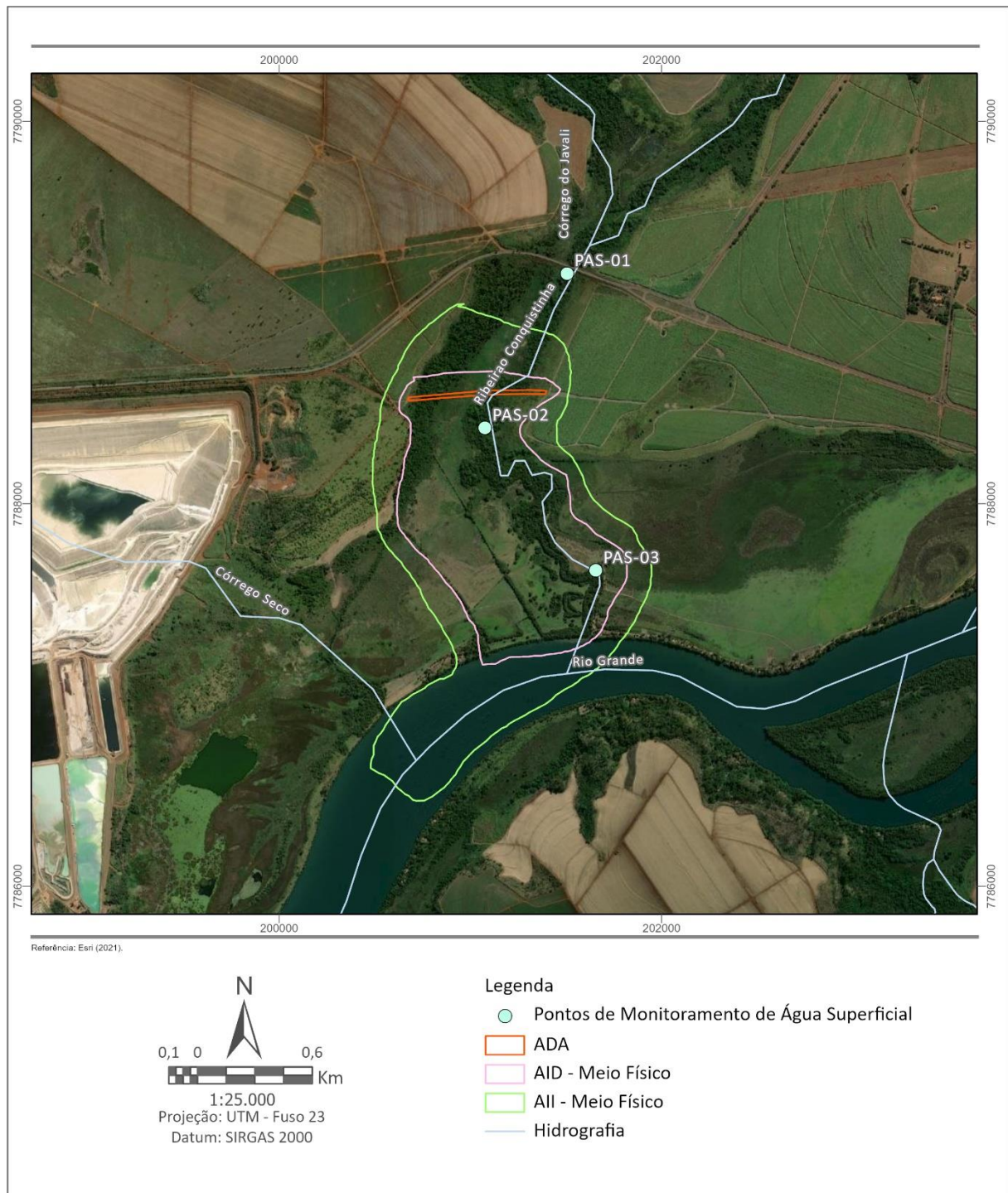


Figura 6.32 – Localização dos pontos de monitoramento de água superficial.

A seleção dos parâmetros se baseou no programa de monitoramento da qualidade das águas já realizado pela Mosaic Fertilizantes na unidade CIU-03, próximo à área de intervenção. O **Quadro 6.11** exhibe os parâmetros físico-químicos, químicos e biológicos analisados.

Quadro 6.11 – Parâmetros analisados para água superficial.

Grupos	Parâmetros
Físico-Químicos	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido, pH, Sólidos dissolvidos totais, Sólidos suspensos totais e Turbidez
Químicos	Alumínio dissolvido, Arsênio, Bário, Berílio, Boro, Cádmio, Chumbo, Cianeto Livre, Cloreto, Cobalto, Cobre dissolvido, Cromo, Ferro dissolvido, Fluoreto, Fósforo, Lítio, Manganês, Mercúrio, Níquel, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio amoniacal, Óleos e graxas, Prata, Selênio, Sulfato, Sulfeto, Vanádio e Zinco.
Biológicos	Cianobactérias, Clorofila-a, Coliformes Termotolerantes e Ecotoxicidade Aguda (et)

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.

As **Fotos 6.1 a 6.3** ilustram os locais de coleta de água superficial.

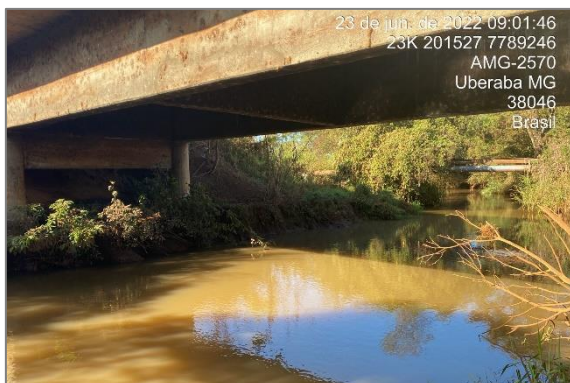


Foto 6.1 – Ponto PAS-01 de amostragem de água superficial.



Foto 6.2 – Ponto PAS-02 de amostragem de água superficial.

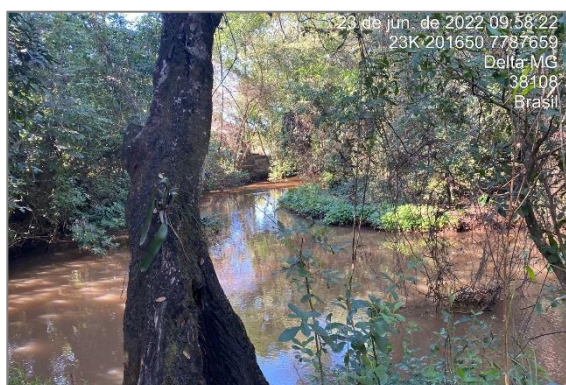


Foto 6.3 – Ponto PAS-03 de amostragem de água superficial.

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.

O corpo hídrico monitorado se enquadra como águas doces de Classe 2.

Vale ressaltar que a legislação aplicada corresponde àquela vigente na data de coleta e análise laboratorial.

6.2.10.2 Apresentação e Discussão dos Resultados

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.

Ressalta-se que o parâmetro físico-químico sólidos suspensos totais apresenta valor máximo para comparação apenas na DN COPAM/CERH.

O **Quadro 6.12** traz os resultados das análises das águas superficiais realizadas.

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

Quadro 6.12 – Resultados obtidos para os Pontos PAS-01, PAS-02 e PAS-03.

Parâmetros	Unidade	Conama 357/2005	COPAM/CERH 01/2008	PAS-01	PAS-02	PAS-03
				23/06/22	23/06/22	23/06/22
Físico-Químicos						
DBO	mg/L	5,00	5,00	<2	<2	<2
Oxigênio Dissolvido	mg/L	≥ 5	≥ 5	6,40	6,60	7,00
pH	-	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	7,49	7,50	7,47
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500,00	500,00	68,00	86,00	54,00
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	-	100,00	16,00	15,00	11,00
Turbidez	NTU	100,00	100,00	23,10	23,80	23,00
Químicos						
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,10	0,10	0,97	1,53	1,21
Arsênio	mg/L	0,01	0,01	<0,002	<0,002	<0,002
Bário	mg/L	0,70	0,70	0,06	0,06	0,04
Berílio	mg/L	0,04	0,04	<0,01	<0,01	<0,01
Boro	mg/L	0,50	0,50	0,06	0,02	0,01
Cádmio	mg/L	0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo	mg/L	0,01	0,01	0,001	<0,001	0,002
Cianeto Livre	mg/L	0,01	0,01	<0,004	<0,004	<0,004
Cloreto	mg/L	250,00	250,00	7,16	6,87	6,92
Cobalto	mg/L	0,05	0,05	<0,001	<0,001	<0,001
Cobre Dissolvido	mg/L	0,01	0,01	0,005	0,01	0,005
Cromo	mg/L	0,05	0,05	<0,01	<0,01	<0,01
Ferro Dissolvido	mg/L	0,30	0,30	2,05	2,83	2,29
Fluoreto	mg/L	1,40	1,40	<0,1	<0,1	<0,1
Fósforo	mg/L	0,10	0,10	0,44	0,40	0,38
Lítio	mg/L	2,50	2,50	<0,01	<0,01	<0,01
Manganês	mg/L	0,10	0,10	0,09	0,09	0,05
Mercurio	mg/L	0,0002	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002

Parâmetros	Unidade	Conama 357/2005	COPAM/CERH 01/2008	PAS-01	PAS-02	PAS-03
				23/06/22	23/06/22	23/06/22
Níquel	mg/L	0,03	0,03	<0,01	<0,01	<0,01
Nitrato-N	mg/L	10,00	10,00	6,51	6,19	6,45
Nitrito-N	mg/L	1,00	1,00	0,15	0,13	0,12
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,50	0,50	0,20	0,14	0,20
Óleos e Graxas Totais	mg/L	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes
Prata	mg/L	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selênio	mg/L	0,01	0,01	<0,002	0,002	<0,002
Sulfato	mg/L	250,00	250,00	4,06	3,93	4,05
Sulfeto	mg/L	0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Vanádio	mg/L	0,10	0,10	0,01	0,01	0,01
Zinco	mg/L	0,18	0,18	0,03	0,01	0,04
Biológicos						
Cianobactérias	Cél./mL	50.000,00	50.000,00	Ausência	Ausência	Ausência
Clorofila-a	µg/L	30,00	30,00	<0,86	<0,86	<0,86
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	1.000,00	1.000,00	3.400,00	3.000,00	2.000,00
Ecotoxicidade Aguda (et)	-	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes

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.

No presente monitoramento, os parâmetros físico-químicos se apresentaram de acordo com os padrões de qualidade.

Os parâmetros químicos ou biológicos detectados em desacordo com os padrões legais, em algum dos 3 pontos amostrados, foram:

- Alumínio Dissolvido;
- Ferro Dissolvido;
- Fósforo Total;
- Coliformes termotolerantes.

As **Figura 6.33** a **6.36** trazem os gráficos com valores de concentração para essas substâncias.

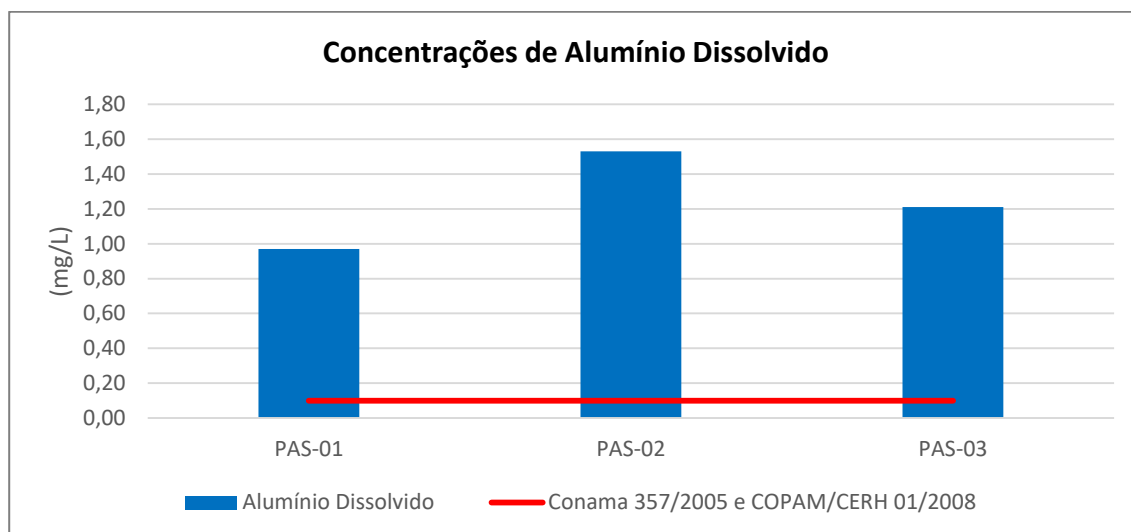


Figura 6.33 – Concentrações de alumínio dissolvido nas águas superficiais.

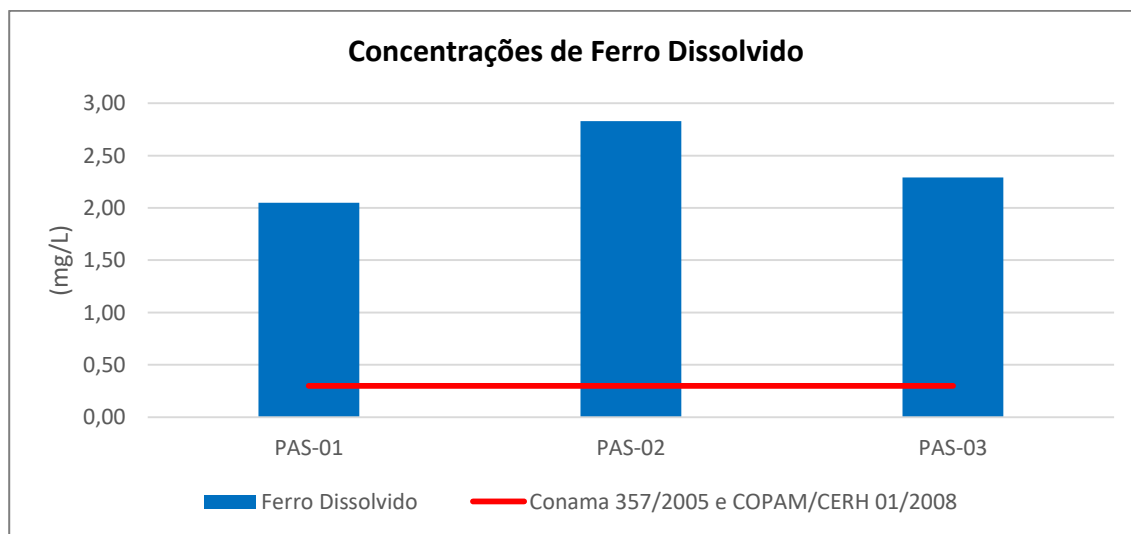


Figura 6.34 – Concentrações de ferro dissolvido nas águas superficiais.

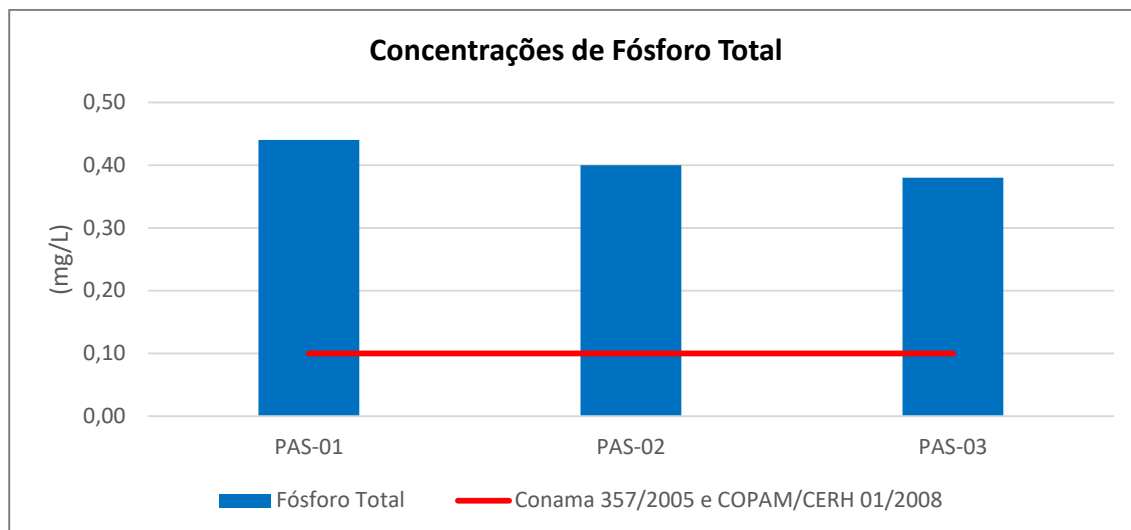


Figura 6.35 – Concentrações de fósforo total nas águas superficiais.

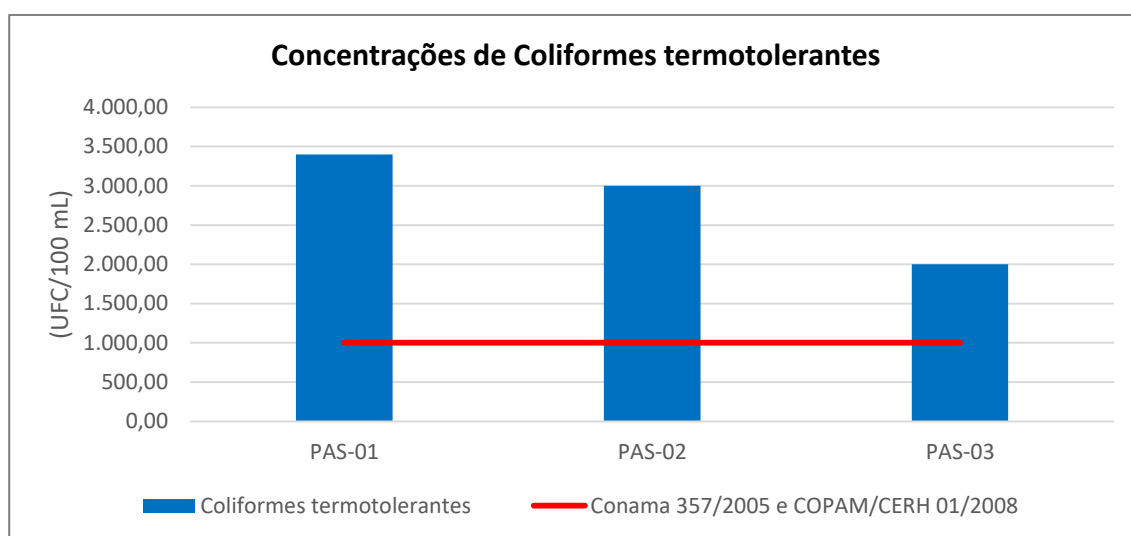


Figura 6.36 – Concentrações de coliformes termotolerantes nas águas superficiais.

Todas as substâncias citadas superaram os limites estabelecidos pelas normas em todos os pontos amostrados em junho de 2022.

A presença de alumínio e ferro nas águas relaciona-se, comumente, com sua ocorrência natural nos solos, visto que são muito abundantes na crosta terrestre e suas concentrações nas águas superficiais podem estar relacionadas ao contexto geológico da região, com rochas e minerais ricos em alumínio e ferro, tais como as rochas basálticas. Além disso, vale ressaltar que esses metais 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.

A presença do fósforo total e coliformes termotolerantes pode indicar um processo de contaminação por alta carga orgânica. De acordo com Silva et al. (2014), a microbacia do córrego Conquistinha apresenta forte degradação ambiental, principalmente no seu afluente córrego Desbarrancado. Ainda, Silva et al., (2014) descrevem que a região é fortemente impactada pela criação de gado, o que pode explicar as altas concentrações de fósforo e coliformes termotolerantes.

As demais substâncias químicas não ultrapassaram os valores de referência da Conama 357/2005 e da DN COPAM/CERH 01/2008. Vários parâmetros apresentaram resultados inferiores aos respectivos Limites de Quantificação (LQ) do laboratório, tais como DBO, arsênio, berílio, cádmio, cianeto livre, cobalto, cromo, fluoreto, lítio, mercúrio, níquel, prata, selênio, sulfeto e clorofila-a.

De modo geral, os parâmetros se apresentaram dentro dos limites vigentes na campanha. Sendo importante ressaltar que as substâncias que se apresentaram acima dos padrões encontram-se tanto no ponto a jusante do empreendimento quanto a montante. Não sendo, portanto, as concentrações correlacionadas ao atual mineroduto.

6.2.11 Qualidade das águas subterrâneas

Neste item é feita a caracterização da qualidade da água subterrânea no entorno da área do mineroduto. A caracterização está baseada nos resultados das análises de parâmetros químicos e físico-químicos obtidos durante campanhas de monitoramentos realizadas no Complexo Industrial de Uberaba – CIU-03.

Vale lembrar que os resultados aqui apresentados servem para embasar o diagnóstico da área, previamente à intervenção na estrutura, objeto de licenciamento.

As análises físico-químicas permitem a caracterização da água de forma pontual, indicando apenas o seu estado no momento da coleta, não registrando variações passadas. As 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 3 pontos de coleta, escolhidos de acordo com sua localização em relação ao trecho do mineroduto. As coordenadas dos pontos amostrados são exibidas no **Quadro 6.13** e a sua localização, na **Figura 6.37**.

Quadro 6.13 – Coordenadas dos pontos de amostragem de água subterrânea.

Ponto	Localização	Coordenadas UTM - Fuso 23 K Datum SIRGAS 2000	
		Longitude (m E)	Latitude (m S)
PMN-07	Pilha de fosfogesso da unidade de Uberaba	199.954	7.788.534
PMP-03	Pilha de fosfogesso da unidade de Uberaba	200.633	7.788.259
PMP-04	Pilha de fosfogesso da unidade de Uberaba	200.265	7.788.002

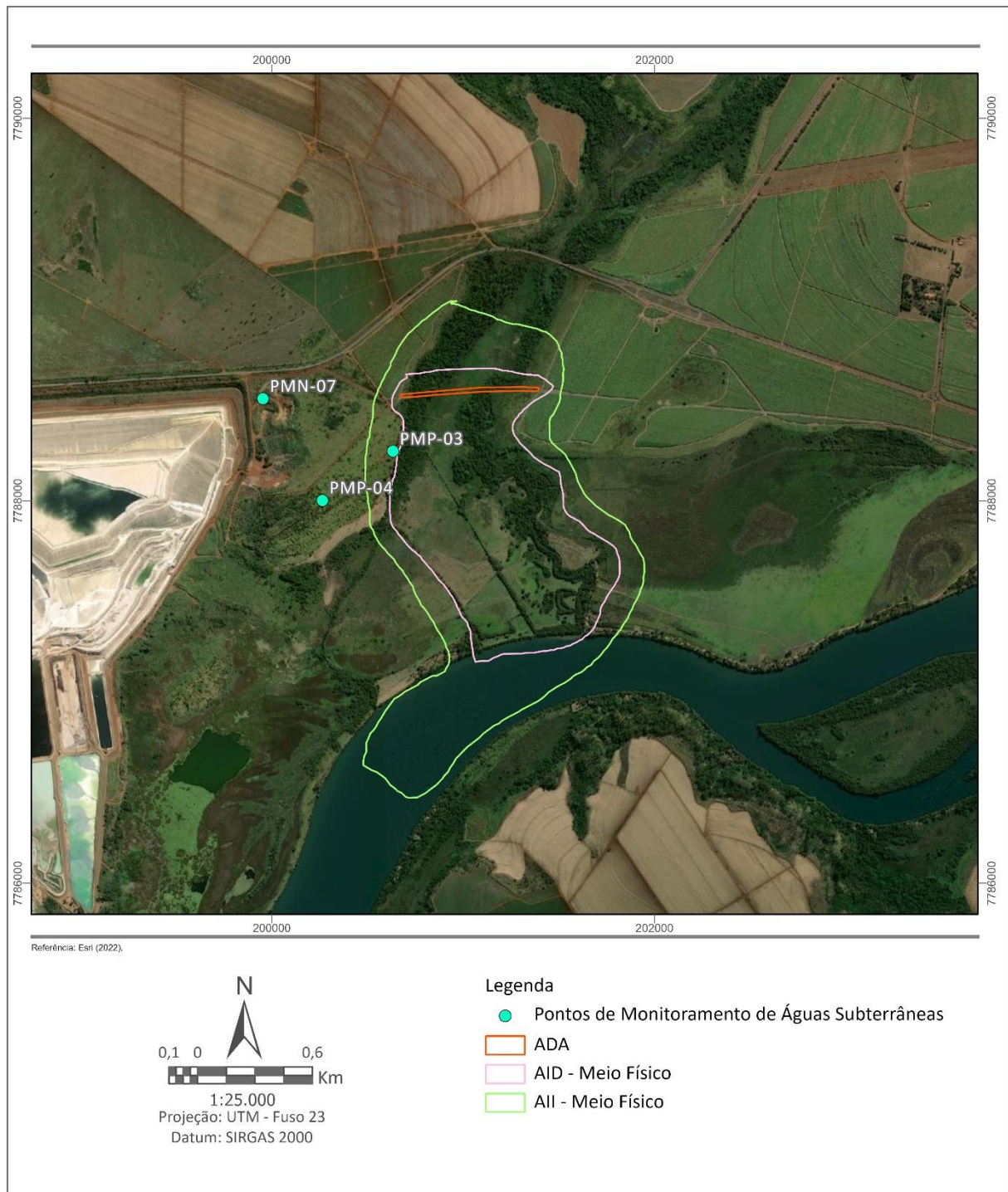


Figura 6.37 – Localização dos pontos de monitoramento de água subterrânea.

Os resultados apresentados neste item foram fornecidos pela Mosaic Fertilizantes, cujas campanhas de monitoramento foram realizadas pela MultiGeo. A coleta e preservação das amostras foram realizadas pelo laboratório EP Analítica, cujo certificado de acreditação se encontra no **Anexo B**. 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 B** apresenta o certificado de calibração desses equipamentos.

O **Quadro 6.14** exhibe o compilado de todos os parâmetros físicos-químicos e químicos (metais dissolvidos e compostos inorgânicos) avaliados para as águas subterrâneas.

Quadro 6.14 – Parâmetros analisados para água subterrânea.

Grupos	Parâmetros
Físico-Químicos	Condutividade Elétrica, Oxigênio Dissolvido, pH, Potencial redox (Eh), Temperatura e Turbidez
Químicos – Metais dissolvidos	Alumínio dissolvido, Antimônio dissolvido, Arsênio dissolvido, Bário dissolvido, Boro dissolvido, Cádmio dissolvido, Cálcio dissolvido, Chumbo dissolvido, Cobalto dissolvido, Cobre dissolvido, Cromo dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês dissolvido, Mercúrio dissolvido, Molibdênio dissolvido, Níquel dissolvido, Prata dissolvido, Selênio dissolvido, Vanádio dissolvido e Zinco dissolvido
Químicos – Inorgânicos	Fluoreto, Fosfato, Fósforo, Nitrato, Nitrogênio Amoniacal Total, Nitrogênio Kjeldahl Total, Sulfato e Sulfeto

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 CIU-03 é semestral, intercalando campanhas em estação seca e chuvosa. A amostragem das águas subterrâneas dos pontos PMN-07, PMP-03 e PMP-04 apresentam diversos parâmetros químicos analisados, subdividindo-se entre metálicos e inorgânicos não metálicos.

Para melhor contextualização da área de estudo, são apresentados os resultados das análises semestrais dos anos de 2020, 2021 e 2022 (**Quadros 6.15 e 6.16**).

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

Quadro 6.15 – Resultados obtidos para os Pontos PMN-07 e PMP-03 nos monitoramentos semestrais de 2020 a 2022.

Parâmetros	Unidade	Conama 396/2008*	COPAM/CERH 02/2010*	PMN-07					PMP-03				
				mai/20	set/20	mar/21	nov/21	abr/22	mai/20	set/20	mar/21	nov/21	abr/22
Físico-Químicos													
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	-	9,0	8,0	7,0	18,0	7,0	20,0	1.078,0	13,0	9,0	13,0
Oxigênio Dissolvido	mg/L	-	-	1,0	0,9	75,0	1,6	75,0	0,4	1,1	0,9	0,9	0,9
pH	-	-	-	5,0	4,1	4,9	4,9	4,9	5,8	5,5	4,6	4,8	4,6
Potencial Redox (Eh)	mV	-	-	376,2	151,6	418,1	460,9	418,1	264,3	140,6	315,9	237,8	315,9
Turbidez	NTU	-	-	3,0	3,9	11,7	78,5	11,7	6,2	8,7	8,6	5,6	8,6
Temperatura	°C	-	-	25,8	25,0	26,0	26,3	26,0	26,7	25,4	26,4	28,6	26,4
Metais Dissolvidos													
Alumínio Dissolvido	µg/L	200,00	3.500,00	91,9	168,3	<10	133,9	50,4	1.175,3	54,5	<10	75,5	50,1
Antimônio Dissolvido	µg/L	5,00	5,00	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Arsênio Dissolvido	µg/L	10,00	10,00	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Bário Dissolvido	µg/L	700,00	700,00	15,4	14,9	<10	20,0	<10	17,2	<10	<10	21,0	73,3
Boro Dissolvido	µg/L	500,00	500,00	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	26,5
Cádmio Dissolvido	µg/L	5,00	5,00	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cálcio Dissolvido	µg/L	-	-	1.127,6	<500	<500	1.100,0	<500	1.793,0	<500	<500	<500	1.266,6
Chumbo Dissolvido	µg/L	10,00	10,00	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Cobalto Dissolvido	µg/L	-	5,00	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Cobre Dissolvido	µg/L	2.000,00	2.000,00	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9
Cromo Dissolvido	µg/L	50,00	50,00	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Ferro Dissolvido	µg/L	300,00	2.450,00	42,5	174,4	<10	112,4	31,6	15,1	31,3	<10	51,3	28,7
Manganês Dissolvido	µg/L	100,00	400,00	44,8	47,2	30,4	38,3	22,9	66,1	<10	<10	<10	42,4
Mercurio Dissolvido	µg/L	1,00	1,00	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Molibdênio Dissolvido	µg/L	70,00	70,00	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Níquel Dissolvido	µg/L	20,00	20,00	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Parâmetros	Unidade	Conama 396/2008*	COPAM/CERH 02/2010*	PMN-07					PMP-03				
				mai/20	set/20	mar/21	nov/21	abr/22	mai/20	set/20	mar/21	nov/21	abr/22
Prata Dissolvida	µg/L	100,00	50,00	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Selênio dissolvido	µg/L	10,00	10,00	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Vanádio Dissolvido	µg/L	50,00	-	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Zinco Dissolvido	µg/L	5.000,00	1.050,00	27,4	59,7	1.529,0	33,0	23,5	948,8	<10	<10	<10	<10
Inorgânicos													
Fluoreto	mg/L	1,50	-	0,4	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,6	<0,2	<0,2	<0,2	0,5
Fosfato	mg/L	-	-	0,4	0,1	0,2	0,3	<0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	<0,2
Fósforo	mg/L	-	-	0,1	0,0	0,1	0,1	<0,0065	0,1	0,1	0,1	0,0	<0,0065
Nitrato	mg/L	10,00	10,00	<0,045	<0,045	<0,045	<0,045	<0,045	<0,045	0,3	5,9	<0,045	<0,045
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	-	-	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L	-	-	<5	<5	<5	<5	<0,5	<5	<5	<5	<5	<0,5
Sulfato	mg/L	250,00	-	<0,2	<0,2	2,3	1,2	<0,2	0,7	0,6	0,3	0,4	<0,2
Sulfeto	mg/L	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

* Valores de referência para metais equivalentes à fração total.

Laranja - Concentração acima apenas do valor mais restritivo entre as duas normas.

Vermelho - Concentração acima de ambas as normas.

Quadro 6.16 – Resultados obtidos para o Ponto PMP-04 nos monitoramentos semestrais de 2020 a 2022.

Parâmetros	Unidade	Conama 396/2008*	COPAM/CERH 02/2010*	PMP-04				
				mai/20	set/20	mar/21	nov/21	abr/22
Físico-Químicos								
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	-	26,0	60,0	3,0	30,0	3,0
Oxigênio Dissolvido	mg/L	-	-	3,3	0,6	1,1	1,1	1,1
pH	-	-	-	5,1	5,0	4,0	5,9	4,0
Potencial Redox (Eh)	mV	-	-	188,4	223,7	379,1	188,4	379,1
Turbidez	NTU	-	-	24,7	7,9	7,9	3,9	7,9
Temperatura	°C	-	-	26,5	25,6	26,6	27,5	26,6
Metais Dissolvidos								
Alumínio Dissolvido	µg/L	200,00	3.500,00	84,8	53,4	21,4	91,9	419,5
Antimônio Dissolvido	µg/L	5,00	5,00	<1	<1	<1	<1	<1
Arsênio Dissolvido	µg/L	10,00	10,00	<1	<1	<1	<1	<1
Bário Dissolvido	µg/L	700,00	700,00	29,1	<10	19,1	17,0	<10
Boro Dissolvido	µg/L	500,00	500,00	<10	<10	<10	20,0	29,0
Cádmio Dissolvido	µg/L	5,00	5,00	<1	<1	<1	<1	<1
Cálcio Dissolvido	µg/L	-	-	7.083,4	702,8	<500	660,0	1.001,1
Chumbo Dissolvido	µg/L	10,00	10,00	<10	<10	<10	<10	<10
Cobalto Dissolvido	µg/L	-	5,00	<3	<3	<3	<3	<3
Cobre Dissolvido	µg/L	2.000,00	2.000,00	<9	<9	<9	<9	<9
Cromo Dissolvido	µg/L	50,00	50,00	<10	<10	<10	<10	<10
Ferro Dissolvido	µg/L	300,00	2.450,00	154,7	85,4	<10	49,9	94,2
Manganês Dissolvido	µg/L	100,00	400,00	94,5	23,7	<10	33,4	19,8
Mercúrio Dissolvido	µg/L	1,00	1,00	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Molibdênio Dissolvido	µg/L	70,00	70,00	<10	<10	<10	<10	<10
Níquel Dissolvido	µg/L	20,00	20,00	<10	<10	<10	<10	<10

Parâmetros	Unidade	Conama 396/2008*	COPAM/CERH 02/2010*	PMP-04				
				mai/20	set/20	mar/21	nov/21	abr/22
Prata Dissolvida	µg/L	100,00	50,00	<10	<10	<10	<10	<10
Selênio dissolvido	µg/L	10,00	10,00	<1	<1	<1	<1	<1
Vanádio Dissolvido	µg/L	50,00	-	<10	<10	<10	<10	<10
Zinco Dissolvido	µg/L	5.000,00	1.050,00	86,1	<10	<10	81,0	<10
Inorgânicos								
Fluoreto	mg/L	1,50	-	1,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Fosfato	mg/L	-	-	0,1	0,1	0,1	1,7	0,0
Fósforo	mg/L	-	-	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
Nitrato	mg/L	10,00	10,00	1,4	0,3	<0,045	<0,045	<0,045
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	-	-	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L	-	-	<5	<5	<5	<5	6,7
Sulfato	mg/L	250,00	-	8,2	0,7	1,3	0,4	<0,2
Sulfeto	mg/L	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

* Valores de referência para metais equivalentes à fração total.

Laranja - Concentração acima apenas do valor mais restritivo entre as duas normas.

Vermelho - Concentração acima de ambas as normas.

No que diz respeito aos metais, os limites estabelecidos na Resolução Conama 396/2008 e na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH 02/2010 equivalem às frações totais, enquanto os resultados apresentados neste item se referem às frações dissolvidas desses elementos. Dessa forma, os limites equivalentes aos metais totais são utilizados para comparação dos metais dissolvidos aqui avaliados.

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

- Alumínio Dissolvido;
- Zinco Dissolvido.

As Figuras 6.38 e 6.39 apresentam os gráficos de concentrações dessas substâncias.

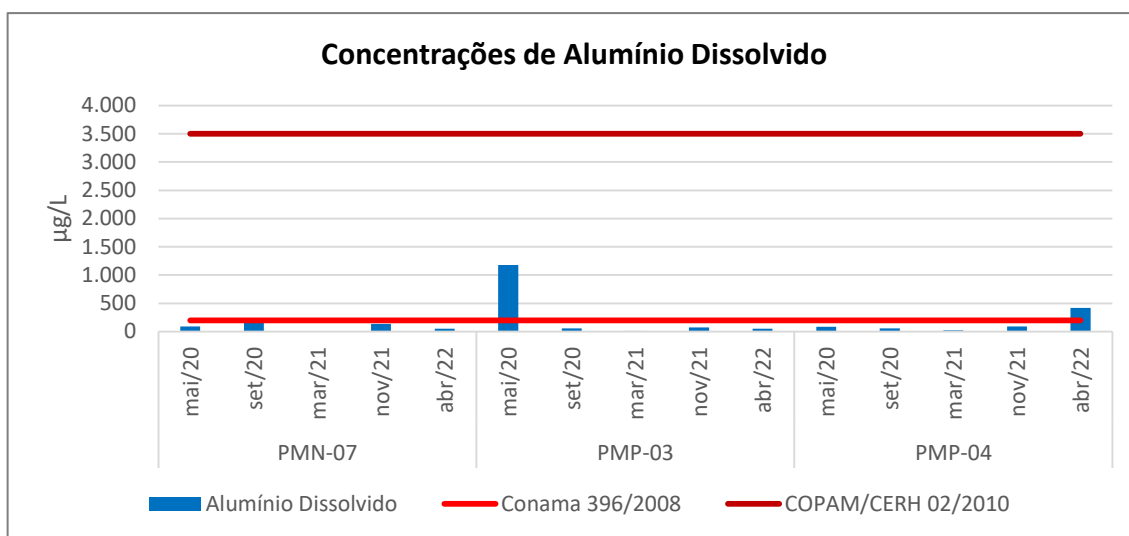


Figura 6.38 – Concentrações de alumínio dissolvido nas campanhas semestrais 2020 a 2022.

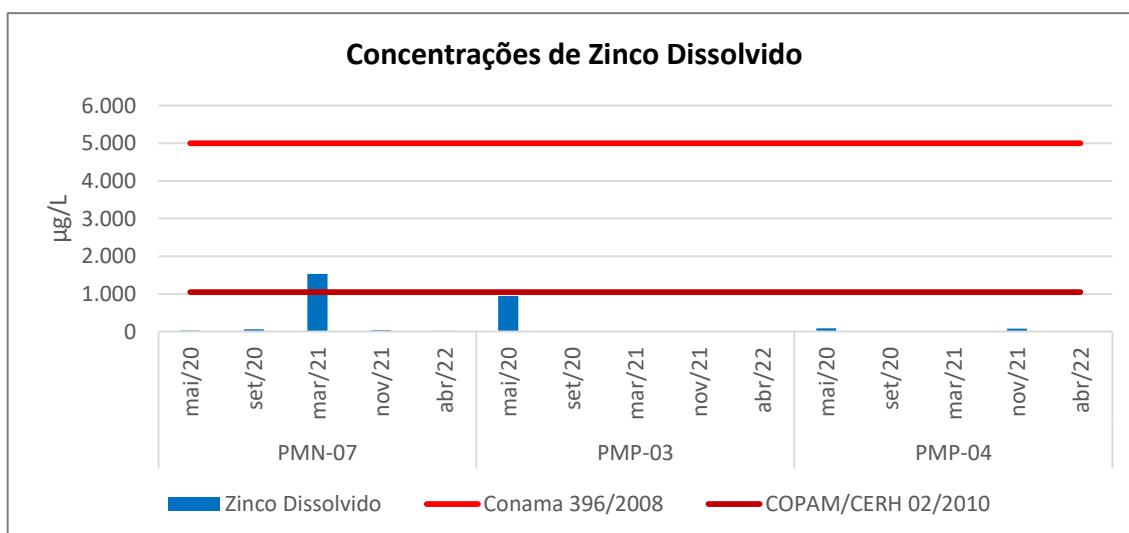


Figura 6.39 – Concentrações de zinco dissolvido nas campanhas semestrais 2020 a 2022.

Os teores de alumínio foram superiores aos limites da Conama 396/2008 apenas nas campanhas de maio/2020 (PMP-03) e abril/2022 (PMP-04). No restante das análises, os valores foram bastante inferiores, o que caracteriza ocorrências pontuais.

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

Além disso, vale ressaltar que o alumínio é um elemento essencial a organismos vivos, possui ampla e natural distribuição no solo e na água e baixa toxicidade associada, não havendo a necessidade de implantação de medidas mitigadoras para esse parâmetro. Esse metal é muito abundante na crosta terrestre e suas concentrações nas águas subterrâneas podem ser atribuídas às características geológicas da região, visto que há, no contexto da área, rochas e minerais ricos em alumínio.

As concentrações de zinco dissolvido superaram o limite da DN COPAM/CERH 02/2010 apenas em março de 2021 no PMN-07, o que caracteriza uma ocorrência pontual. Além disso, o resultado obtido ficou abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama 396/2008 para esse parâmetro, que é menos restritivo em comparação à norma estadual.

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 de substâncias como o zinco, especialmente na fração dissolvida, o que explica essas concentrações no mês de março.

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

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 à 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 padrão 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 MP₁₀, 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 μm . Já o $PM_{2,5}$ apresenta diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 2,5 μm e, por fim, o PTS apresenta partículas com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 50 μm .

No monitoramento realizado no CMT, unidade de origem do mineroduto, 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 junho 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 C**.

Foram efetuadas medições da qualidade do ar em 3 pontos situados em propriedades rurais no entorno do trecho do mineroduto a ser licenciado. As coordenadas dos pontos estão apresentadas no **Quadro 6.17** e a **Figura 6.40** traz o mapa de localização.

Quadro 6.17 – Coordenadas dos pontos de monitoramento de qualidade do ar.

Ponto	Coordenadas geográficas (UTM) SIRGAS 2000 - Fuso 23 K	
	Longitude (m E)	Latitude (m S)
P-01	200.952	7.787.197
P-02	204.017	7.787.636
P-03	203.505	7.789.106

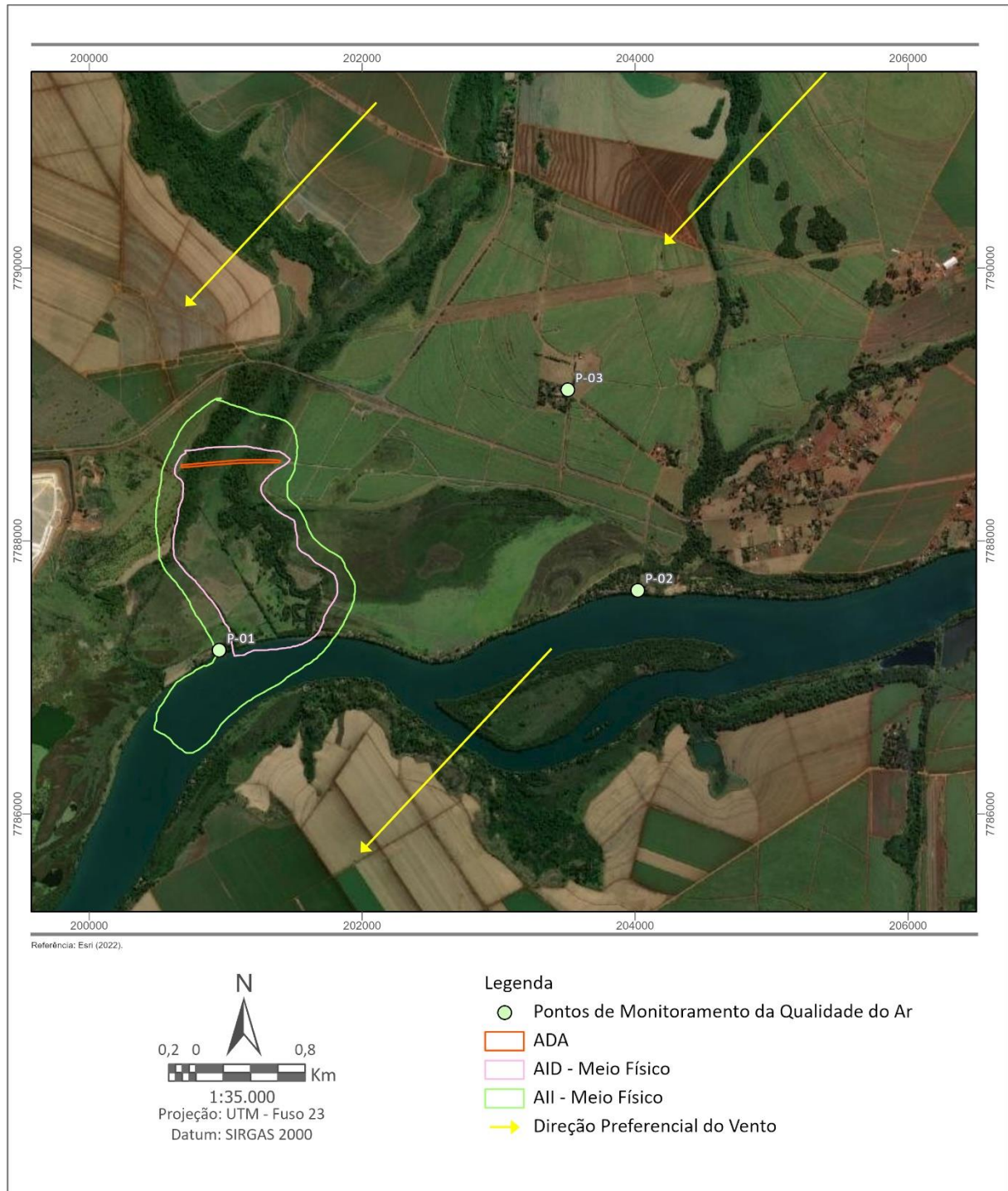


Figura 6.40 – Localização dos pontos de monitoramento da qualidade do ar.

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.

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);

- 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 Discussão

Para cada ponto, foram realizadas 2 coletas, de 24 horas cada, do parâmetro PTS.

O **Quadro 6.18** exhibe os resultados dessas medições em comparação com o limite estabelecido pela Resolução Conama nº 491/2018 (240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Em seguida, a **Figura 6.41** traz uma representação gráfica dos dados apresentados.

Quadro 6.18 – Resultados das concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS).

Ponto		Data	PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Conama 491/2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
P-01	Coleta 1	21/06/22	89	240
	Coleta 2	22/06/22	87	
P-02	Coleta 1	21/06/22	78	
	Coleta 2	22/06/22	84	
P-03	Coleta 1	21/06/22	114	
	Coleta 2	22/06/22	184	

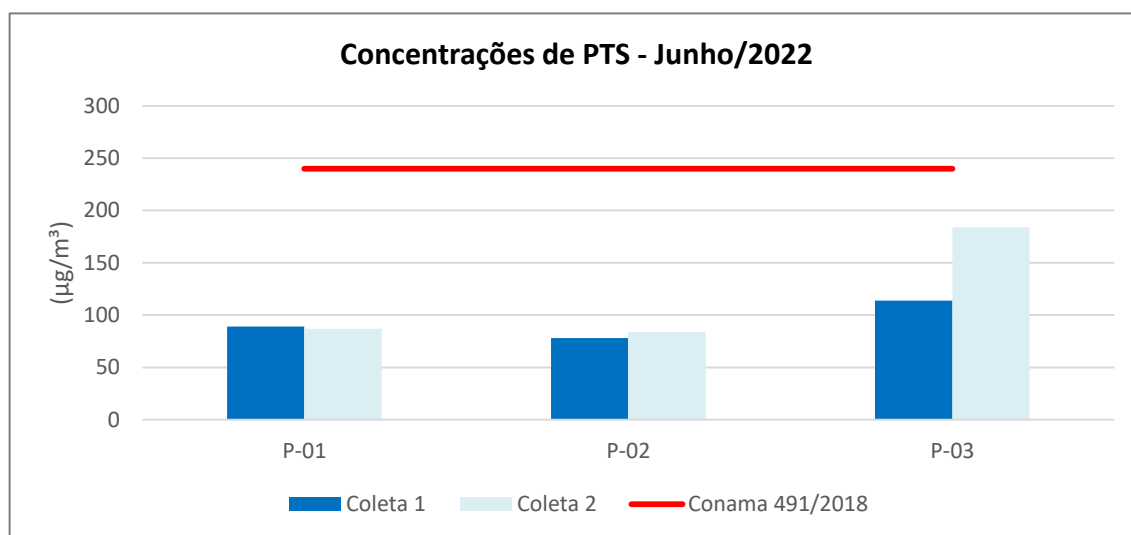


Figura 6.41 – Concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS).

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, o 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.

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.

6.2.13.1 Padrões Legais

Os padrões legais, no que diz respeito à qualidade do nível do ruído no entorno do mineroduto, 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; ruídos acima destes limites 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 com o período da medição.

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

RL_{Aeq} (dB)	
Período diurno	Período noturno
70	60

Fonte: Lei Estadual de MG nº 10.100/1990.

6.2.13.2 Metodologia

A presente campanha de monitoramento de ruídos foi realizada no mês de junho de 2022. As amostragens 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 D**.

Foram selecionados 3 pontos para amostragem na região do trecho do mineroduto a ser licenciado. As coordenadas estão dispostas no **Quadro 6.21**. A localização desses pontos é apresentada na **Figura 6.42**.

Quadro 6.21 – Coordenadas dos pontos de monitoramento de ruídos.

Ponto	Coordenadas geográficas (UTM) SIRGAS 2000 - Fuso 23 K	
	Longitude (m E)	Latitude (m S)
P-01	201.708	7.787.652
P-02	203.268	7.787.421
P-03	203.054	7.790.874

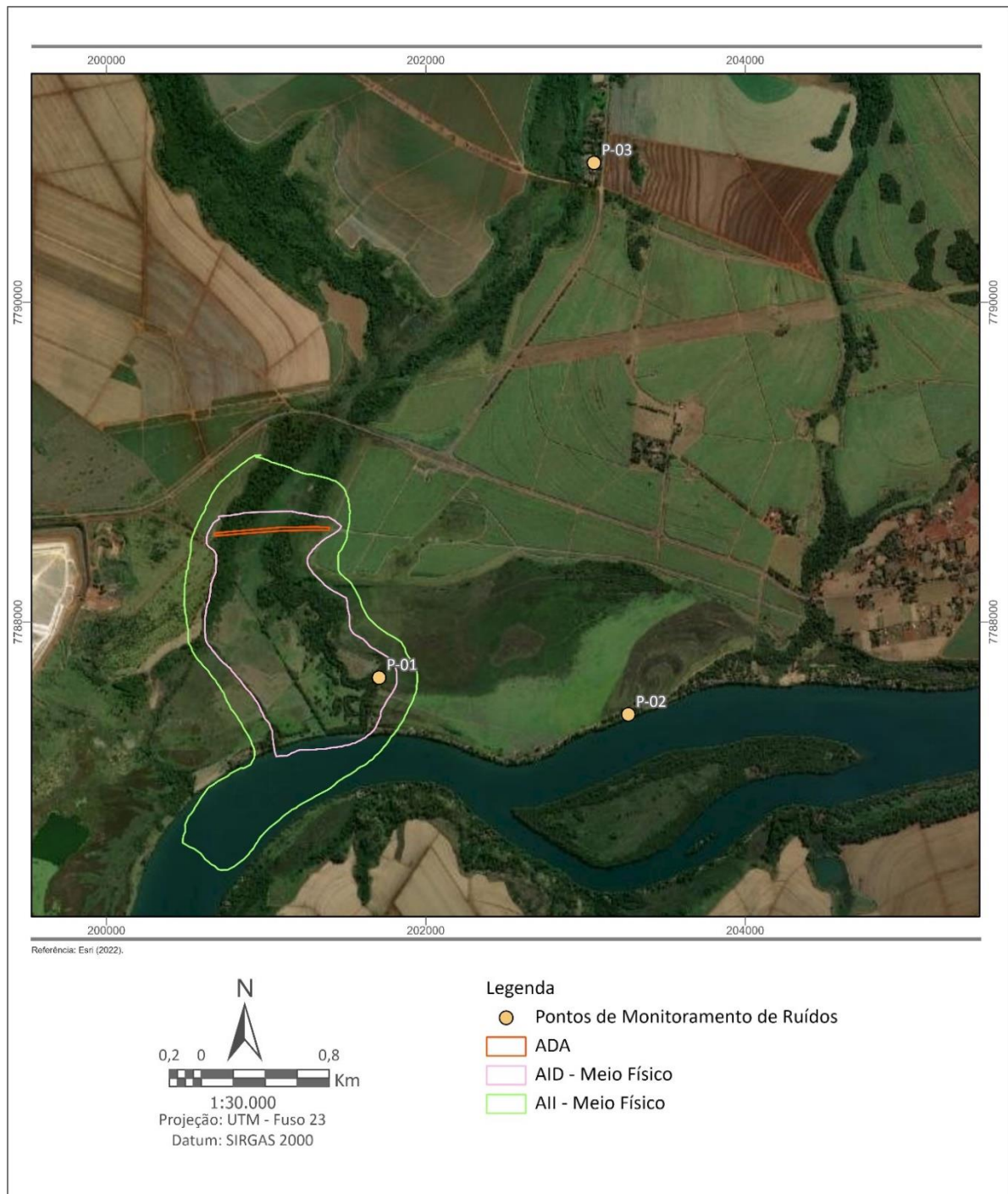


Figura 6.42 – Localização dos pontos de monitoramento de ruídos.

O equipamento utilizado foi um Medidor de Ruídos, Modelo Fusion e Fabricante 01dB, devidamente calibrado para uso.

A duração da medição, de 10 minutos, foi definida de forma a permitir a caracterização das fontes objeto de medição.

As medições foram realizadas em modo contínuo, registrando o nível de pressão sonora contínuo ponderado em A no espectro global, obtido por integração no tempo T (LAeq,T), de um em um segundo, para determinar os níveis sonoros provenientes do empreendimento. As medidas foram efetuadas nos períodos diurno e noturno.

As **Fotos 6.7** e **6.8** trazem registros dos procedimentos de medição diurno e noturno.



Foto 6.7 – Monitoramento de ruídos no período diurno (P-01).



Foto 6.8 – Monitoramento de ruídos no período noturno (P-01).

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.

Os valores obtidos nos pontos monitorados estão apresentados no **Quadro 6.22**.

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		LAeq dB (A) Junho/22	
	Diurno	Noturno	Diurno	Noturno	Diurno	Noturno
P-01					39,0	39,0
P-02	40	35	70	60	45,0	39,0
P-03					53,0	39,0

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.

As **Figuras 6.43** e **6.44** exibem os gráficos com os resultados obtidos na campanha de monitoramento dos níveis de ruídos na área.

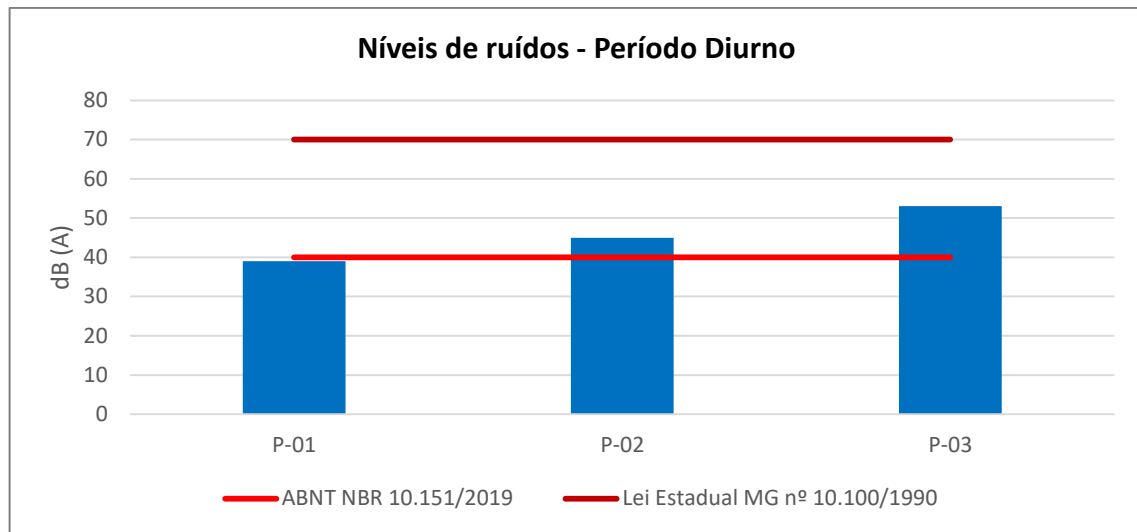


Figura 6.43 – Valores dos níveis de ruídos no período diurno.

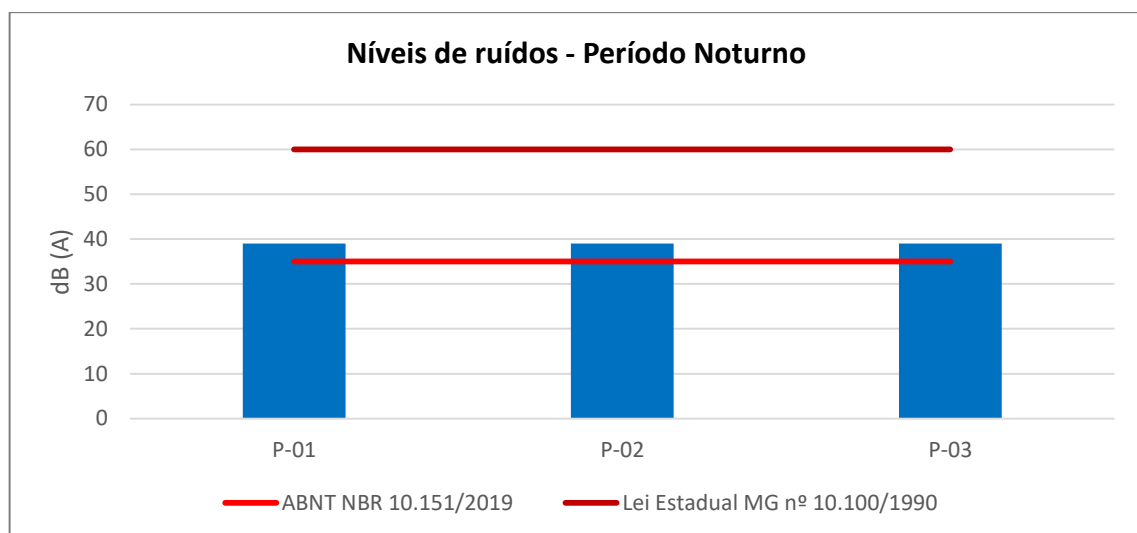


Figura 6.44 – Valores dos níveis de ruídos no período noturno.

Nota-se que na campanha atual há valores de níveis de ruídos acima da norma NBR 10.151/2019, porém todos são inferiores aos limites estabelecidos pela legislação estadual. Os resultados em desconformidade com a norma NBR 10.151/2019 referem-se aos pontos P-02 e P-03, nos períodos diurno e noturno; e Ponto 01, no período noturno.

É importante ressaltar que a operação do mineroduto não gera ruídos.

6.2.14 Vibrações

Durante os monitoramentos de ruídos realizados na região do empreendimento, foram também realizadas, nos mesmos pontos, medições para o monitoramento de vibrações.

O mineroduto realiza um tipo de atividade que não causa vibrações significativas quando em operação. Intensidades mais representativas ocorrem durante sua implantação, na qual as vibrações podem ocorrer devido a atividades de terraplenagem e ao fluxo de máquinas e automóveis no terreno.

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 9653:2018, que consiste em um guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em área urbana.

O **Quadro 6.23** exibe os limites de velocidade da PPV segundo a norma supracitada. Vale lembrar que 1 Hz corresponde a uma oscilação por segundo.

Quadro 6.23 – 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 junho/2022, o monitoramento de vibrações na área 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 E**.

Os pontos nos quais foram realizadas as medições de vibrações coincidem com os 3 pontos de monitoramento de ruídos na campanha de junho/2022, conforme apresentam o **Quadro 6.24** e a **Figura 6.45**.

Quadro 6.24 – Coordenadas dos pontos de monitoramento de vibrações.

Ponto	Coordenadas geográficas (UTM) SIRGAS 2000 - Fuso 23 K	
	Longitude (m E)	Latitude (m S)
P-01	201.708	7.787.652
P-02	203.268	7.787.421
P-03	203.054	7.790.874

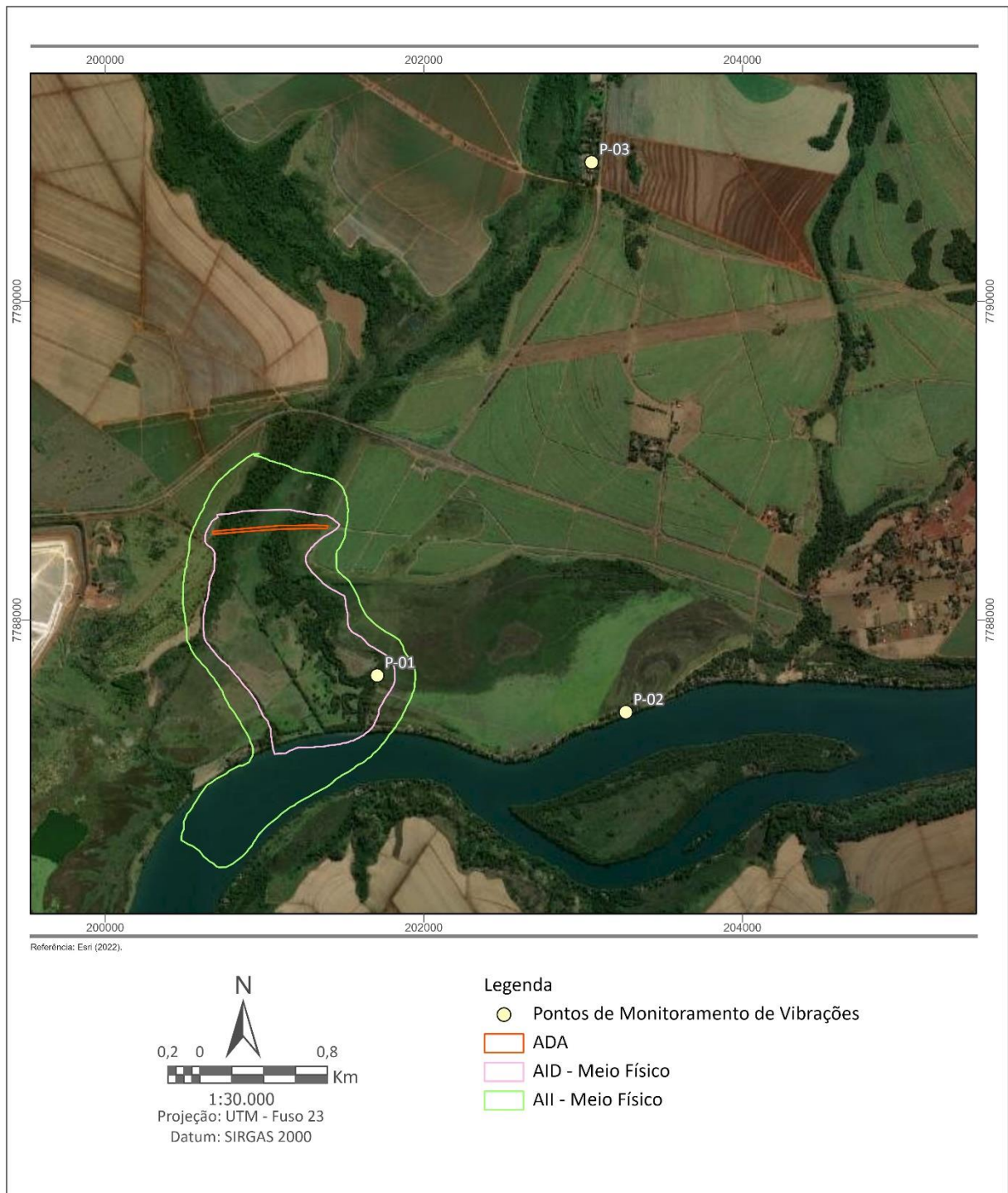


Figura 6.45 – Localização dos pontos de monitoramento de vibrações.

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 mineroduto.

As medições foram realizadas em dois períodos, diurno e noturno.

O método de referência utilizado nos ensaios realizados consiste na norma:

- ABNT NBR 9653/2018 – 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.

6.2.14.3 Resultados e Discussão

Os resultados obtidos no monitoramento de vibrações constam no **Quadro 6.25**.

Quadro 6.25 – Resultados obtidos no monitoramento de vibrações.

Pontos		Velocidade de Vibração de Partícula de Pico (mm/s)			
		Eixo Transversal	Eixo Vertical	Eixo Horizontal	Resultante
P-01	Diurno	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13
	Noturno	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13
P-02	Diurno	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13
	Noturno	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13
P-03	Diurno	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13
	Noturno	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13

Nota-se que todos os resultados obtidos foram inferiores aos Limites de Quantificação do equipamento e estão, portanto, enquadrados nos padrões da norma ABNT NBR 9653/2018.

Dessa forma, pode-se concluir que as atividades desenvolvidas na região do mineroduto 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. Já as áreas suspeitas de contaminação são aquelas em que, após avaliação preliminar, foram observados indícios de contaminação.

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).

Na lista de áreas contaminadas da Feam (2021), consideram-se as áreas que tiveram comprovação da contaminação na etapa de Investigação Confirmatória e/ou aquelas em que foi identificada fase livre, conforme DN COPAM/CERH 02/2010. São incluídas na lista: AI, ACI, AMR e 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).

Foram levantados os dados de áreas contaminadas e reabilitadas nos municípios de Uberaba e Delta. Em Delta, há apenas uma área cadastrada, já reabilitada para uso. Já em Uberaba, há 22 áreas inventariadas pela Feam, das quais 10 se encontram em monitoramento para reabilitação ou já reabilitadas para uso declarado. Entre as 12 áreas restantes, sob investigação ou intervenção (AI ou ACI), quatro são de responsabilidade da Mosaic Fertilizantes, localizadas no interior dos Complexos Industriais de Uberaba CIU-03 ou CIU-04, todas já em fase de intervenção ou remediação.

O **Quadro 6.26** traz as informações sobre as áreas contaminadas e reabilitadas cadastradas no banco de dados da Feam (2021) para os municípios de Uberaba e Delta.

O maior número de empreendimentos com áreas contaminadas cadastradas em Minas Gerais equivale a postos de combustíveis, com cerca de 74% do total, o que se observa refletido no quadro a seguir para os municípios de Uberaba e Delta. Já as indústrias químicas, que correspondem às atividades da Mosaic Fertilizantes, representam apenas 2% das áreas contaminadas e reabilitadas em Minas Gerais (FEAM, 2021).

Em seguida, a **Figura 6.46** apresenta a localização das áreas contaminadas ou reabilitadas nas proximidades da ADA. Nota-se que não há nenhuma área cadastrada nas imediações das áreas de influência do empreendimento, sendo que a área mais próxima (Pilha de Fosfógeno CIU-03 – Mosaic Fertilizantes) dista cerca de 1,7 km da ADA.

Dessa forma, conclui-se que as áreas contaminadas cadastradas pela FEAM (2021) nos municípios de Uberaba e Delta exercem pouca ou nenhuma influência sobre o trecho do mineroduto a ser licenciado.

Vale ressaltar que, quanto ao uso e ocupação do solo no entorno do trecho do mineroduto a ser licenciado, nota-se uma baixa densidade de ocupação, com uso predominantemente rural, sem atividades com potencial de contaminação nas regiões vizinhas.

Quadro 6.26 – Áreas contaminadas e rehabilitadas para os municípios de Uberaba e Delta.

Área / Responsável	Classificação	Etapa de Gerenciamento	Atividade	Fonte de Contaminação	Meio Impactado	Coordenadas UTM – Fuso 23 K Datum SIRGAS 2000	
						Longitude (m E)	Latitude (m S)
Uberaba							
Aterro Sanitário Municipal de Uberaba	AI	Investigação Confirmatória	Tratamento e/ou disposição final de resíduos	Descarte/Disposição de Resíduos	Águas subterrâneas, Solo	193.979	7.793.533
Hac Auto Posto E Serviços – Posto Litro Ltda	AI	Investigação Confirmatória	Posto de combustíveis	Vazamento ou Infiltração	Águas subterrâneas, Solo	191.977	7.812.476
Terminal de Uberaba – Transpetro (Petrobrás Transporte S/A)	AI	Investigação Detalhada/ Avaliação de Risco	Armazenamento e distribuição de derivados de petróleo e álcool combustível	Vazamento ou Infiltração	Águas subterrâneas, Solo	196.714	7.785.912
Auto Posto Energia Ltda	ACI	Investigação Detalhada/ Avaliação de Risco	Posto de combustíveis	Vazamento ou Infiltração	Águas subterrâneas, Solo	191.984	7.813.222
Unidade Operacional e de Apoio – FCA (Ferrovia Centro Atlântica S/A)	ACI	Intervenção/ Remediação	Ferrovia	Vazamento ou Infiltração	Águas subterrâneas, Solo	193.809	7.815.014
Posto Milani – Milani & Gasparoto Ltda	ACI	Intervenção/ Remediação	Posto de combustíveis	Vazamento ou Infiltração	Águas subterrâneas, Solo	191.402	7.810.538
CIU-03 (Acidente) – Mosaic Fertilizantes	ACI	Projeto de Intervenção	Indústria Química	Acidente, Vazamento ou Infiltração	Águas subterrâneas, Solo	197.993	7.786.812
Área Industrial CIU-03 – Mosaic Fertilizantes	ACI	Intervenção/ Remediação	Indústria Química	Descarte/Disposição de Resíduos	Águas subterrâneas	197.993	7.786.812
Pilha de Fosfogesso CIU-03 – Mosaic Fertilizantes	ACI	Intervenção/ Remediação	Indústria Química	Descarte/Disposição de Resíduos	Águas subterrâneas	199.374	7.787.491

Área / Responsável	Classificação	Etapa de Gerenciamento	Atividade	Fonte de Contaminação	Meio Impactado	Coordenadas UTM – Fuso 23 K Datum SIRGAS 2000	
						Longitude (m E)	Latitude (m S)
Área Industrial CIU-04 – Mosaic Fertilizantes	ACI	Intervenção/Remediação	Indústria Química	Descarte/Disposição de Resíduos	Águas superficiais	197.715	7.788.555
Posto Santa Marta Ltda	ACI	Investigação Detalhada/Avaliação de Risco	Posto de combustíveis	Vazamento ou Infiltração	Águas subterrâneas	189.814	7.814.250
W-1- Comercio De Combustíveis E Lubrificantes Ltda Epp	ACI	Investigação Detalhada/Avaliação de Risco	Posto de combustíveis	Vazamento ou Infiltração	Solo	190.722	7.811.227
Copervale – Cooperativa Agropecuária Vale Do Rio Grande	AMR	Monitoramento para Reabilitação	Posto de combustíveis	Vazamento ou Infiltração	Águas subterrâneas, Solo	192.788	7.813.488
Vale Fértil – Unidade Operacional e de Apoio – FCA	AMR	Monitoramento para Reabilitação	Ferrovia	Vazamento ou Infiltração	Águas subterrâneas, Solo	196.933	7.789.540
Posto Santa Beatriz – Paris Auto Posto Ltda	AMR	Monitoramento para Reabilitação	Posto de combustíveis	Vazamento ou Infiltração	Águas subterrâneas, Solo	190.795	7.811.959
Posto Brasil	AMR	Monitoramento para Reabilitação	Posto de combustíveis	Vazamento ou Infiltração	Águas subterrâneas, Solo	192.485	7.813.981
Posto Caxuxa II Ltda	AMR	Monitoramento para Reabilitação	Posto de combustíveis	Vazamento ou Infiltração	Águas subterrâneas, Solo	182.041	7.831.735
Posto Nossa Senhora Aparecida Ltda	AMR	Monitoramento para Reabilitação	Posto de combustíveis	Vazamento ou Infiltração	Águas subterrâneas, Solo	193.457	7.812.085
Auto Posto Nossa Senhora De Lourdes Ltda	AR	Área Reabilitada	Posto de combustíveis	Vazamento ou Infiltração	Águas subterrâneas, Solo	195.695	7.812.592

Área / Responsável	Classificação	Etapa de Gerenciamento	Atividade	Fonte de Contaminação	Meio Impactado	Coordenadas UTM – Fuso 23 K Datum SIRGAS 2000	
						Longitude (m E)	Latitude (m S)
Acidente de Uberaba – FCA	AR	Área Reabilitada	Ferrovias	Vazamento ou Infiltração	Águas subterrâneas e superficiais, Solo	195.449	7.823.517
Posto de Abastecimento CIU-03 – Mosaic Fertilizantes	AR	Área Reabilitada	Posto de combustíveis	Vazamento ou Infiltração	Águas subterrâneas, Solo	198.413	7.786.748
Prodoeste Veiculos E Serviços Ltda	AR	Área Reabilitada	Posto de combustíveis	Vazamento ou Infiltração	Águas subterrâneas, Solo	193.025	7.810.468
Delta							
Posto Delta Ltda	AR	Área Reabilitada	Posto de combustíveis	Vazamento ou Infiltração	Águas subterrâneas, Solo	210.123	7.788.152

Fonte: FEAM (2021).



Figura 6.46 – Localização das áreas contaminadas e reabilitadas em Uberaba e Delta (FEAM, 2021).

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

Para o meio biótico, a Área de Influência Direta – AID foi definida em função da supressão vegetal, ruídos e presença humana que têm o potencial de deslocar a fauna para áreas de fragmentos ciliares e áreas alagadas/brejosas próximas, bem como a geração de sedimentos decorrentes da obra que possam afetar a fauna aquática. Assim, a AID do meio biótico abrange trecho de área alagada e fragmentos ciliares a montante da ADA, considerando deslocamento de fauna; e a jusante da mesma, considerando deslocamento de fauna e geração de sedimentos que possam afetar a biota aquática, até a confluência do rio Grande, abrangendo ainda uma pequena porção do leito deste último.

A Área de Influência Indireta – AII circunda a AID e se estende a norte pelos fragmentos ciliares, a leste e oeste em áreas não agricultadas e a sul em fragmentos ciliares na margem esquerda do rio Grande, neste caso considerando deslocamentos de avifauna. A delimitação também se estende ligeiramente além da AID no leito do rio Grande, considerando eventuais impactos à biota aquática.

Ressalta-se que, a exemplo das áreas de influência delimitadas para o meio físico, essa demarcação das áreas de influência do meio biótico considera mais prováveis impactos decorrentes da obra, já que na operação considera-se que os mesmos serão pouco significativos e com alcance muito limitado.

A **Figura 6.47**, sobre imagem de satélite, ilustra as áreas de influência do meio biótico.

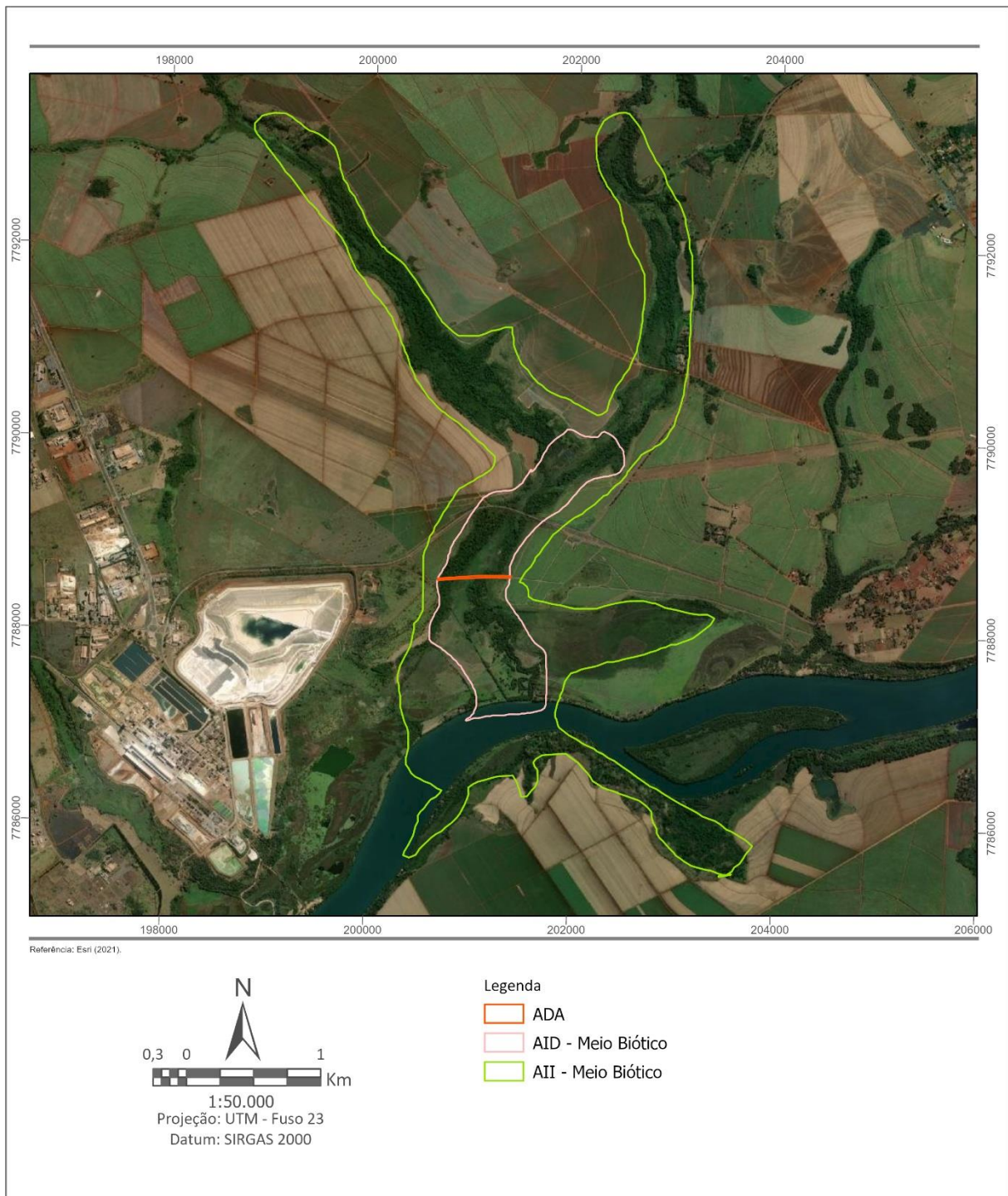


Figura 6.47 – Áreas de influência do meio biótico

6.3.2 Flora

6.3.2.1 Metodologia

6.3.2.1.1 Levantamento de dados

Os dados do inventário florestal na área de intervenção do mineroduto foram obtidos durante uma campanha de campo realizada nos dias 13 e 14 de dezembro de 2021.

O inventário florestal quali-quantitativo foi realizado por medição direta de indivíduos arbóreos com DAP (diâmetro à altura do peito - 1,30 m acima do solo) mínimo de 5 cm. A circunferência dos indivíduos arbóreos foi mensurada com auxílio de fita métrica e a altura total das árvores foi obtida com auxílio de trena a laser (**Foto 6.9**).



Foto 6.9 – Medição de CAP (circunferência à altura do peito) durante o inventário florestal.

Todos os indivíduos arbóreos amostrados foram identificados com plaquetas de alumínio, com numeração sequencial e georreferenciados com auxílio de GPS de navegação (Garmin Etrex 30x) de acordo com o número das plaquetas, durante a coleta de dados de campo (**Foto 6.10**).



Foto 6.10 – Indivíduo arbóreo plaqueteado durante o inventário.

Com o georreferenciamento das árvores foi elaborado o mapa com localização dos indivíduos arbóreos, conforme planta topográfica planimétrica apresentada no **Anexo F**.

As espécies encontradas no estudo foram identificadas por técnicos com conhecimento em botânica, com base no sistema de classificação *Angiosperm Phylogeny Group IV* (APG IV, 2016). Para as espécies não identificadas em campo foi realizada uma descrição morfológica

dos principais caracteres vegetativos e reprodutivos (quando presente), e fotografadas para posterior identificação. Para confirmação taxonômica foram utilizadas chaves dicotômicas, bibliografias específicas e consultado herbários virtuais, como Neotropical Herbarium Specimens, Royal Botanic Gardens, REFLORA.

Para execução do inventário florestal foi utilizado o método do 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.

A área amostrada no inventário florestal com os pontos de amostragem das árvores mensuradas está indicada na **Figura 6.48**.

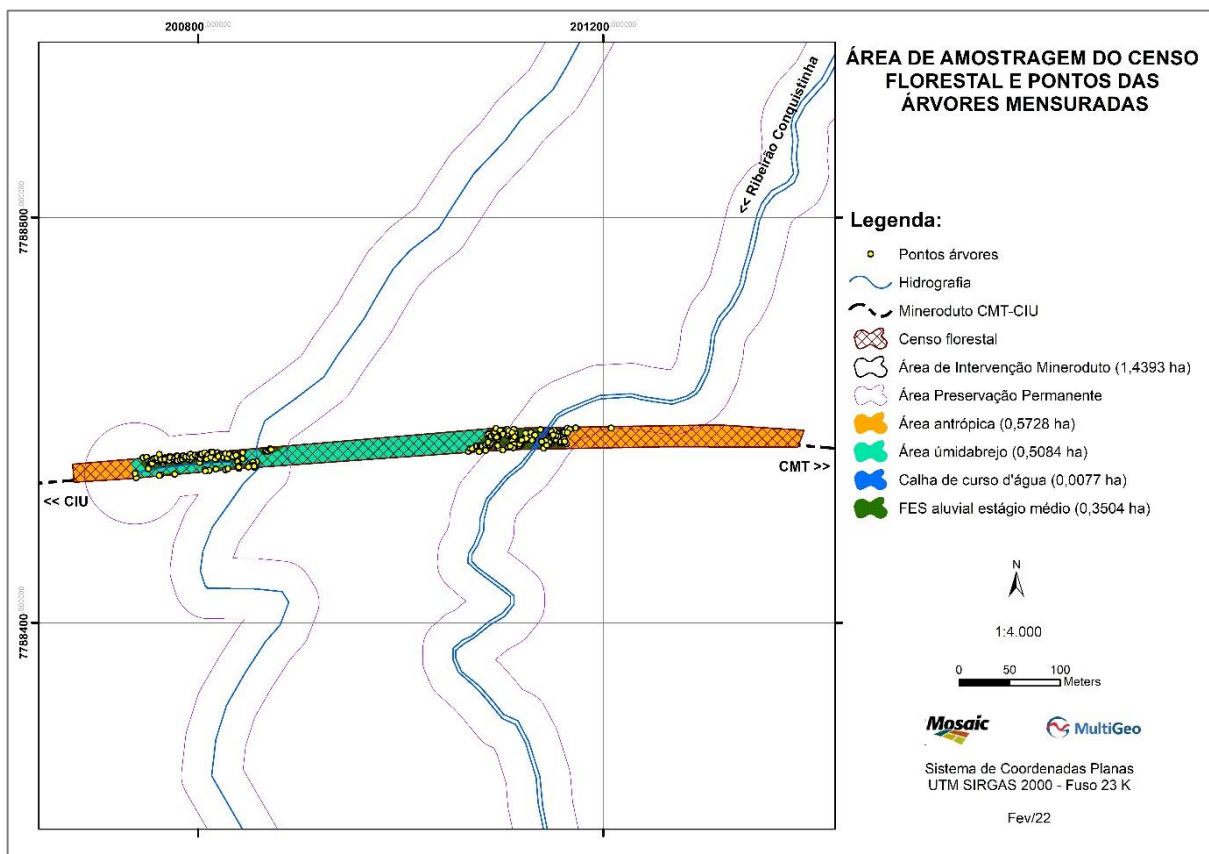


Figura 6.48 – Croqui de cobertura vegetal e localização das árvores amostradas no inventário florestal.

A planta topográfica planimétrica de cobertura vegetal e localização das árvores isoladas em escala adequada é apresentada no **Anexo F** deste relatório.

6.3.2.1.2 Análise dos dados

Com os dados coletados foram processados os parâmetros florísticos e fitossociológicos da estrutura da vegetação. Para tanto foram utilizados os softwares Excel 2007 e Mata Nativa 4.

- **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:

$$DoA_i = \frac{AB_i}{A} \quad \text{e} \quad DoR = \frac{DoA}{DoT} \times 100$$

$$DoT = \frac{ABT}{A} \quad e \quad ABT = \sum_{i=1}^s AB_i$$

em que:

DoA_i = dominância absoluta da i-ésima espécie, em m²/ha;

AB_i = área basal da i-ésima espécie, em m², 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 m²/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:

$$IVI_i = DR_i + DoR_i + FR_i$$

$$IVI_i(\%) = VI_i / 3$$

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 amostrada utilizou-se a equação apresentada no “Inventário Florestal de Minas Gerais”, ajustada para a fisionomia Floresta Estacional Semidecidual na região da sub-bacia do rio Grande (SCOLFORO, 2008).

Quadro 6.27 – Equação volumétrica.

Fitofisionomia/tipologia vegetal	Fórmula Volumétrica Utilizada
Floresta Estacional Semidecidual	$LN(VTcc) = -9,7394993677 + 2,3219001043 * \ln(Dap) + 0,5645027997 * \ln(H)$

Em que:

VTcc: Volume total com casca (m³)

Dap: Diâmetro à altura do peito (cm)

H: Altura total (m)

Para estimativa da volumetria de tocos e raízes para fitofisionomias florestais nativas foi considerado o rendimento de 10 m³/ha, conforme definido no Anexo I da Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 3.102/2021.

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-ecológicos 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).

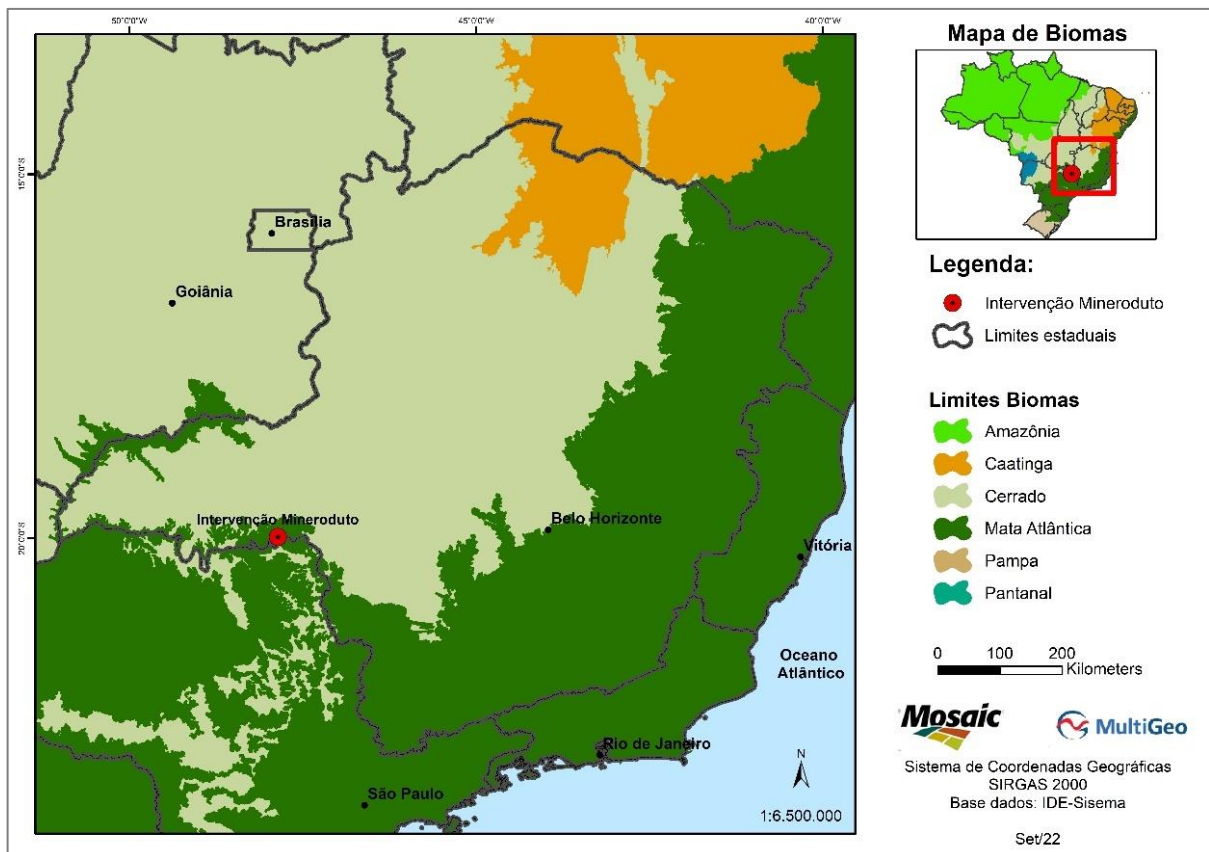
6.3.2.1 Resultados

6.3.2.1.1 Caracterização regional

O Estado de Minas Gerais abriga diferentes formações vegetais nativas e paisagens variadas, em função das diferentes formas de relevo, solo e clima. O território mineiro está recoberto em 54% pelo Bioma Cerrado, 40% pelo domínio da Mata Atlântica e outros 6% pelo domínio da Caatinga.

Segundo dados do Instituto Estadual de Florestas (IEF, 2009), cerca de 32,9% do território de Minas Gerais são de áreas de remanescentes da cobertura vegetal nativa, sendo 20,5% no Cerrado, 9,5% na Mata Atlântica e 2,9% na Caatinga.

De acordo com os limites de biomas disponíveis no IDE-Sisema (Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos), a área de intervenção está inserida no Bioma Mata Atlântica, conforme indicado na **Figura 6.49**.



Fonte: IDE-Sisema (2022).

Figura 6.49 – Localização da área de intervenção em relação aos biomas brasileiros

O Bioma Mata Atlântica é composto por florestas ombrófilas densas e mistas (com araucária), florestas estacionais decíduas (em que mais de 50% das árvores perdem as folhas no período seco) e florestas estacionais semidecíduas (em que 20 – 50% das árvores perdem as folhas no período seco).

Na área de intervenção do mineroduto, ocorrem formações florestais caracterizadas como Floresta Estacional Semidecidual, consideradas formações aluviais, por estarem sujeitas à inundação temporária. No local também ocorre área úmida/brejo e área antrópica.

Segundo Veloso et al. (1991), a Floresta Estacional Semidecidual está condicionada pela dupla estacionalidade climática, uma estação chuvosa seguida por veranicos e outra com período de seca associado a temperaturas de inverno. Nesta formação ocorre a estacionalidade foliar dos elementos arbóreos dominantes, que estão adaptados à estação desfavorável (fria ou seca). Nos dois casos, a percentagem de árvores caducifólias no conjunto florestal situa-se entre 20% e 50%.

Segundo o sistema fitogeográfico de Veloso (1992), as florestas estacionais sujeitas à inundação temporária ou permanente são denominadas formações aluviais.

6.3.2.1.1.1 Unidades de Conservação

De acordo com a Lei 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 incluídas a Área de Proteção Ambiental - APA, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional - FLONA, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN.

O art. 25 da Lei do SNUC define que as unidades de conservação, exceto Área de Proteção Ambiental e Reserva Particular do Patrimônio Natural, devem possuir zona de amortecimento e, quando conveniente, corredores ecológicos.

Entende-se por zona de amortecimento o entorno de uma Unidade de Conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a Unidade.

Ainda, de acordo com § 3º do art. 36 da lei do SNUC, *“quando o empreendimento afetar Unidade de Conservação específica ou sua zona de amortecimento, o licenciamento a que se refere o caput deste artigo só poderá ser concedido mediante autorização do órgão responsável por sua administração, e a Unidade afetada, mesmo que não pertencente ao Grupo de Proteção Integral, deverá ser uma das beneficiárias da compensação definida neste artigo”.*

Segundo dados de unidades de conservação disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema), a instalação do empreendimento não causará interferência em Unidades de Conservação (UCs) existentes na região (**Figura 6.50**).

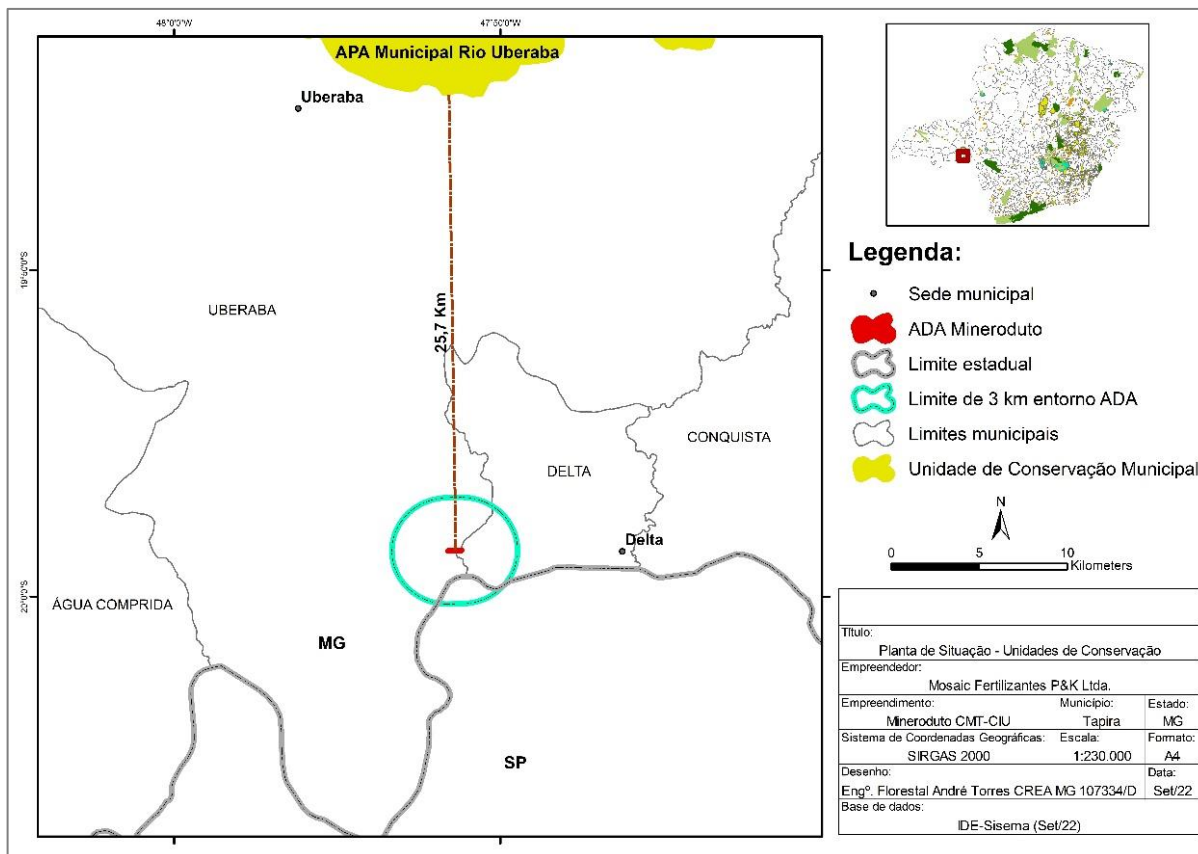


Figura 6.50 – Localização do empreendimento em relação às unidades de conservação.

A unidade de conservação mais próxima ao empreendimento é a Área de Proteção Ambiental – APA Municipal Rio Uberaba, distante 25,7 km do limite da área diretamente afetada.

6.3.2.1.1.2 Áreas de Restrição Ambiental

Segundo dados do IDE-Sisema, na aba “Áreas prioritárias para conservação (Biodiversitas)”, o local de implantação do empreendimento não está inserido em áreas consideradas prioritárias para conservação da biodiversidade.

A área prioritária para conservação mais próxima ao empreendimento, denominada “Conquista” e listada na categoria “Alta”, dista 20,3 km.

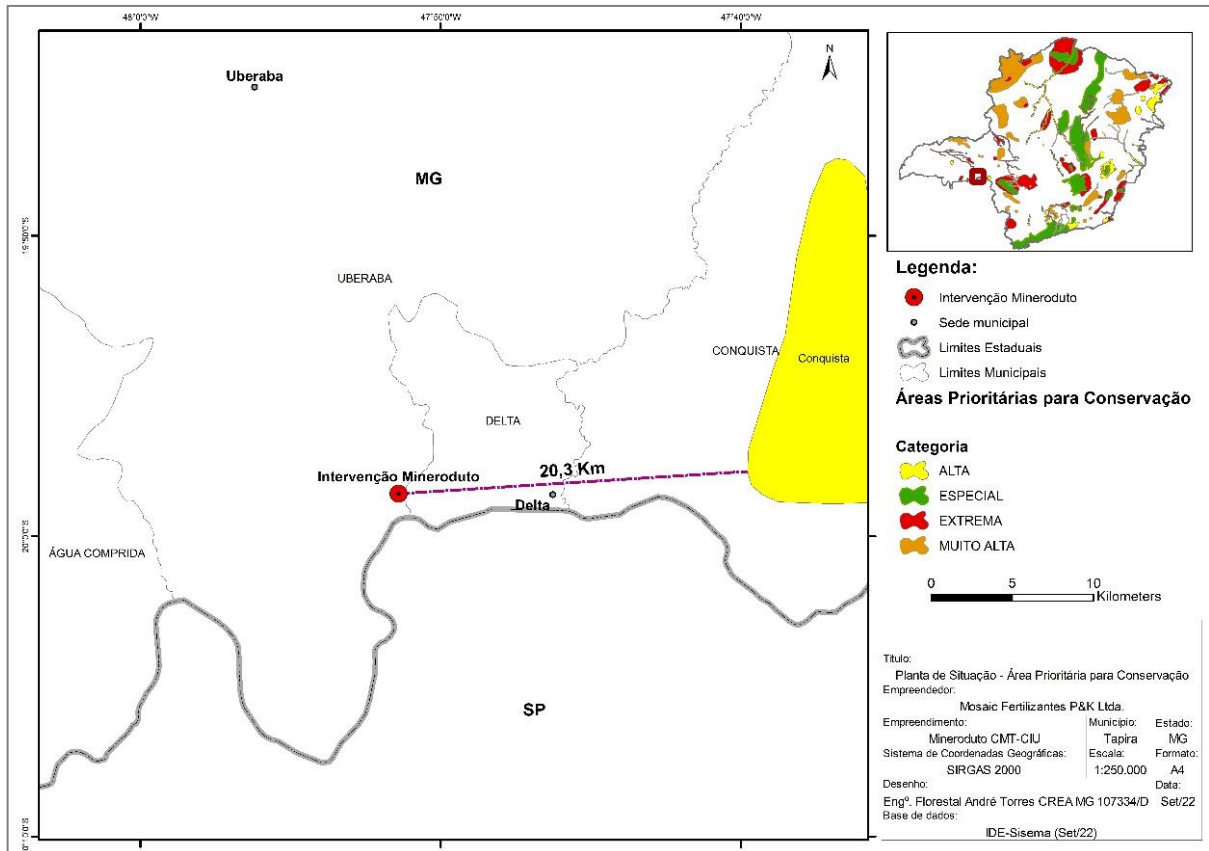


Figura 6.51 – Localização do empreendimento em relação às áreas prioritárias para conservação.

O empreendimento também não se encontra dentro de corredores ecológicos instituídos legalmente pelo IEF – Instituto Estadual de Florestas (Figura 6.52), comunidades quilombolas ou terras indígenas (Figura 6.53), segundo dados do IDE-Sisema (Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos).

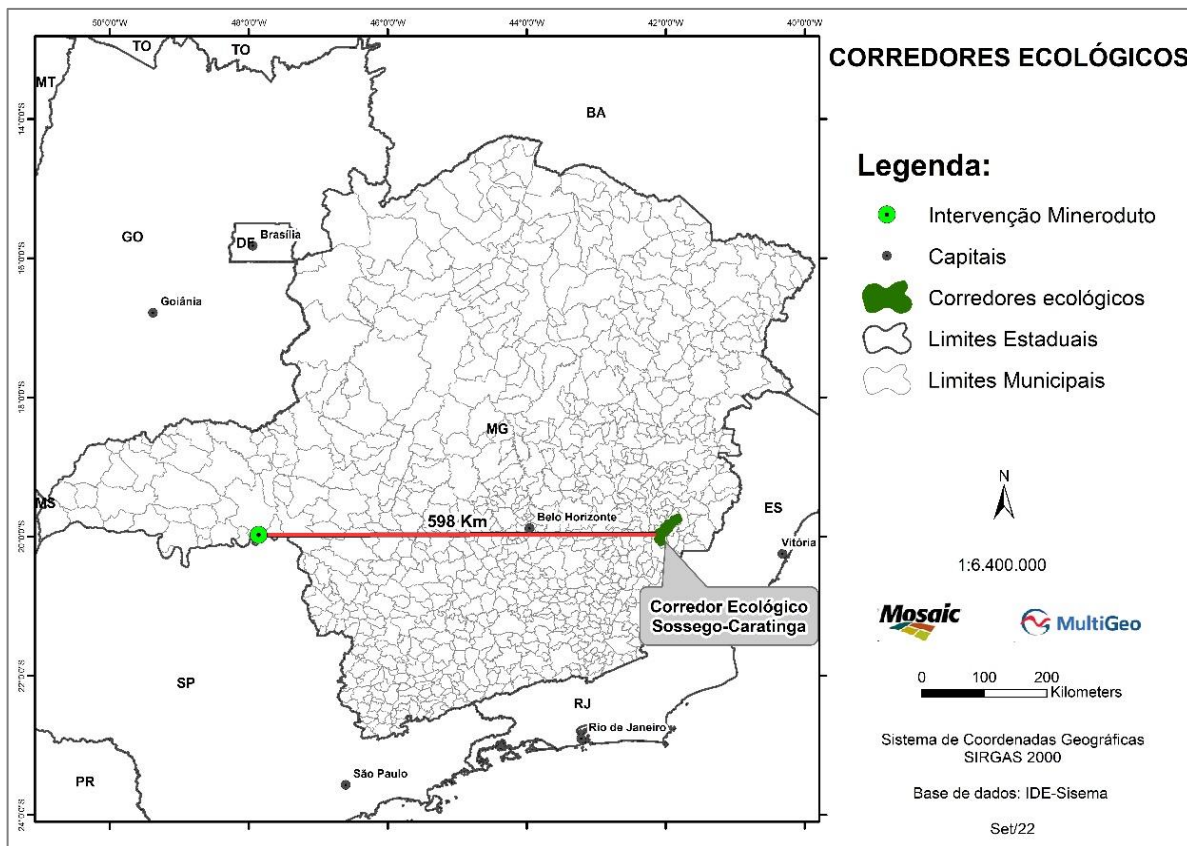


Figura 6.52 – Localização do empreendimento em relação a corredores ecológicos.

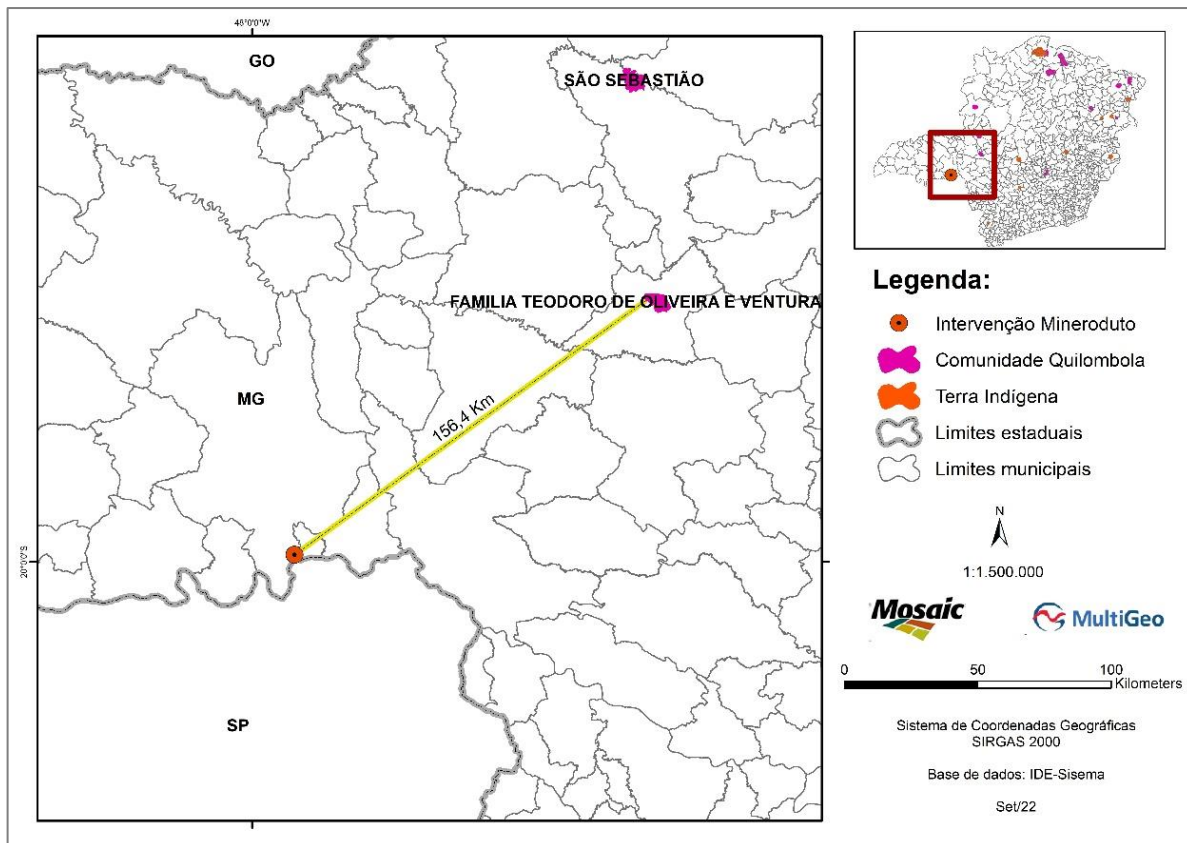


Figura 6.53 – Localização do empreendimento em relação às terras quilombolas/indígenas.

6.3.2.1.2 Cobertura vegetal - ADA E AID

A cobertura vegetal na área de estudo (**Foto 6.11**) é composta em geral por áreas antrópicas, além de formações florestais caracterizadas como Floresta Estacional Semidecidual e área úmida/brejo. O empreendimento está localizado próximo ao leito natural do rio Grande, na divisa entre os estados de Minas Gerais e São Paulo.



Foto 6.11 – Aspecto geral do uso do solo na área de estudo.

De acordo com dados do IDE-Sisema, na AID do empreendimento ocorre a Floresta Estacional Semidecidual Montana.

6.3.2.1.2.1 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 antrópicos, destinados principalmente para o desenvolvimento de atividades agropecuárias, como pastagem e cana.

Na AID, a cobertura vegetal foi classificada nas seguintes tipologias: área antrópica, área úmida/brejo, cultura agrícola (cana), Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio, massa d'água (rio Grande) e rodovia.

Os remanescentes de vegetação nativa (Floresta Estacional Semidecidual) representam 31,6% da cobertura vegetal na AID.

O **Quadro 6.28** a seguir apresenta a quantificação da cobertura vegetal inserida na AID e a **Figura 6.54** apresenta o croqui com a vegetação mapeada na AID.

Quadro 6.28 – Cobertura vegetal na AID do empreendimento.

Tipologia/classe de uso	Área (ha)	%
Área antrópica	65,6048	29,4%
Área úmida/brejo	72,5425	32,5%
Cultura agrícola (cana)	4,3937	2,0%
FES estágio médio	70,4132	31,6%
Massa d'água (rio Grande)	8,8889	4,0%

Tipologia/classe de uso	Área (ha)	%
Rodovia	1,0896	0,5%
Total	222,9328	100,0%

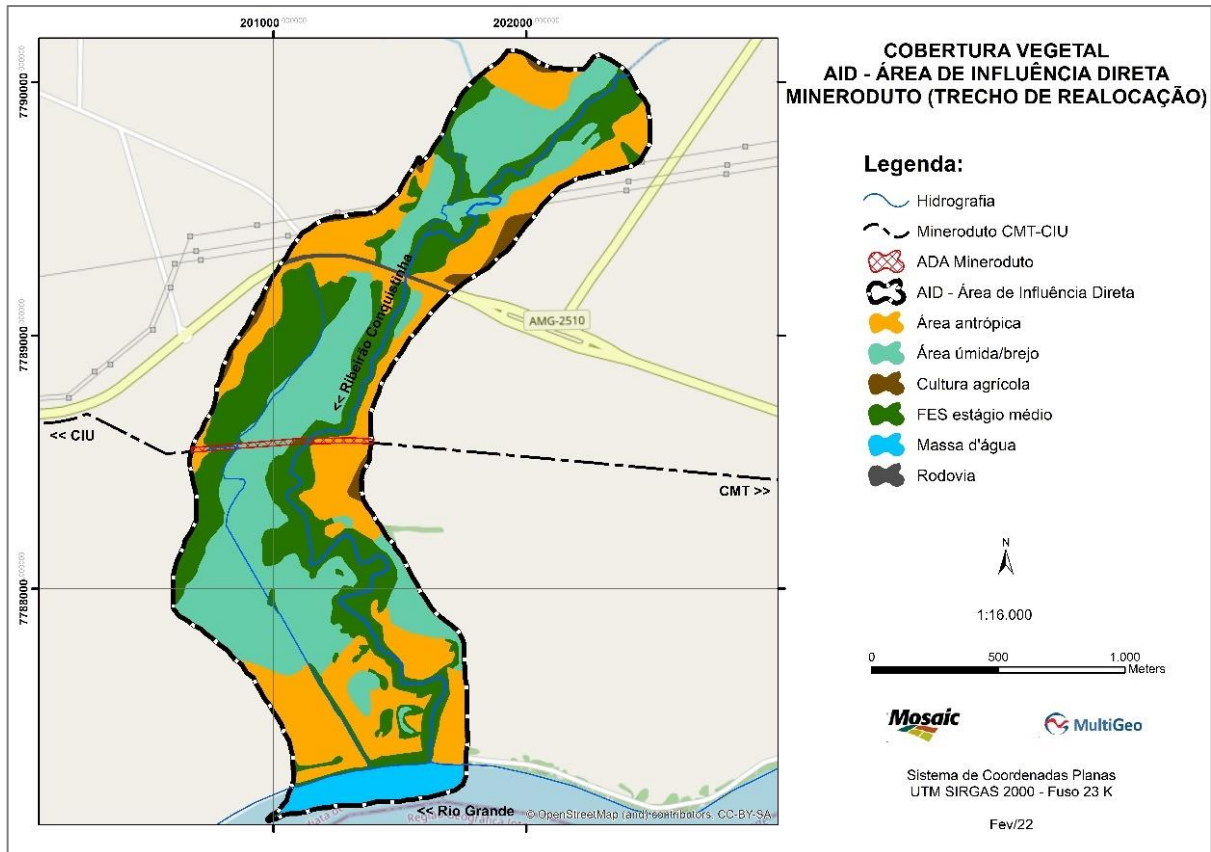


Figura 6.54 – Cobertura vegetal na AID do empreendimento.

6.3.2.1.2.2 ADA - Área Diretamente Afetada

A área de intervenção necessária para realocação do trecho do mineroduto possui extensão total de 1,4393 ha e está ocupada por remanescentes florestais classificados como Floresta Estacional Semidecidual aluvial em estágio médio de regeneração, além de área úmida/brejo, área antrópica e uma pequena porção da calha natural do ribeirão Conquistinha (**Foto 6.12**).



Foto 6.12 – Aspecto geral da área de intervenção do mineroduto (linha tracejada branca).

A Figura 6.55 apresenta um croqui de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal na área de intervenção.

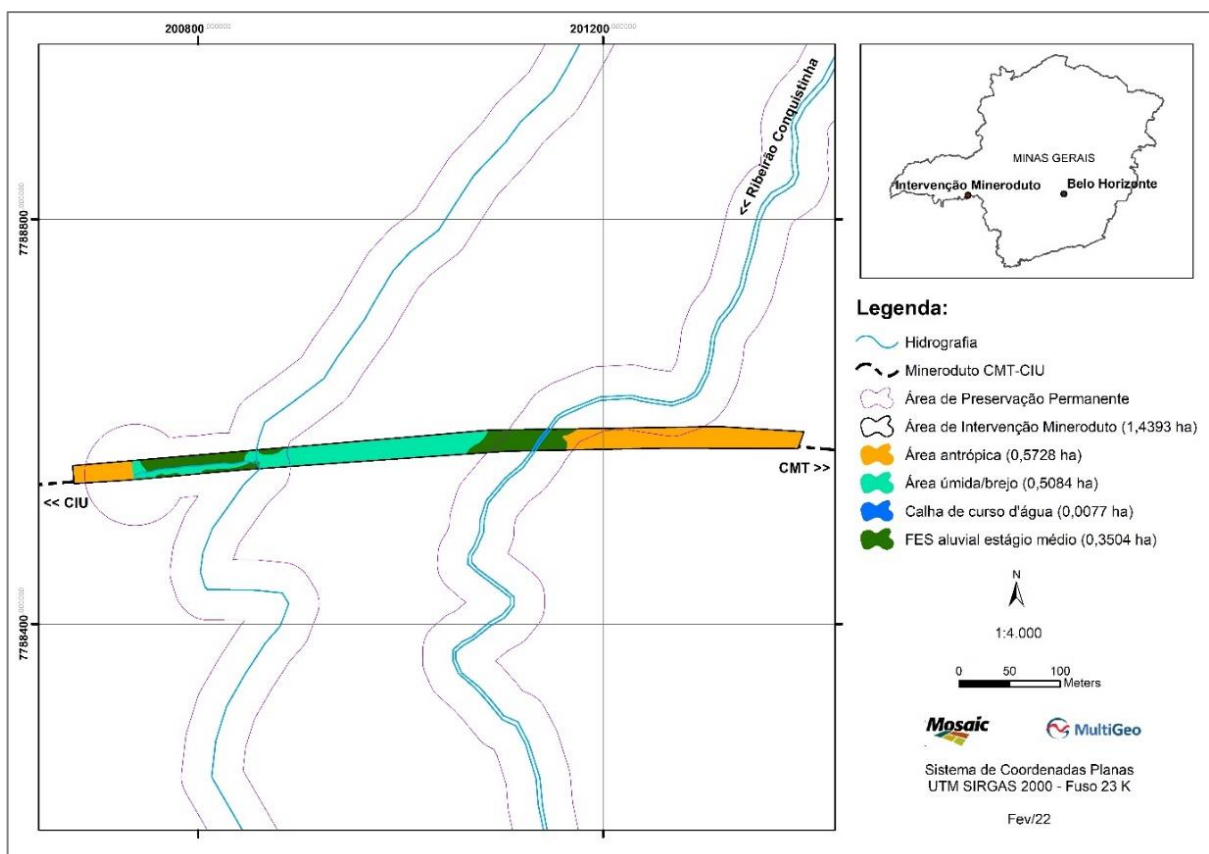


Figura 6.55 – Croqui de uso do solo e cobertura vegetal na área de intervenção.

O Quadro 6.29 apresenta a quantificação do uso do solo na área de intervenção do mineroduto.

Quadro 6.29 – Quantificação das classes de uso do solo na área de intervenção.

Tipologia/classe de uso	Em APP (ha)	Fora de APP (ha)	Área total (ha)
Área antrópica	0,1693	0,4035	0,5728
Área úmida/brejo	0,1264	0,3820	0,5084
Calha de curso d'água	0,0077	0,0000	0,0077
FES aluvial estágio médio	0,3001	0,0503	0,3504
Total	0,6035	0,8358	1,4393

O local apresenta solo úmido e encharcado em sua maior extensão, com predomínio de espécies adaptadas a ambientes úmidos.

6.3.2.1.2.2.1 Áreas antrópicas

As áreas antrópicas são formações ocupadas por vegetação herbácea e eventual presença de espécies arbustivas, sem rendimento lenhoso (**Foto 6.13**). Nesses ambientes predominam espécies ruderais, como *Pennisetum purpureum* (capim-napier), *Cenchrus echinatus* (carrapicho), *Hyptis suaveolens* (mentrasto), *Ipomoea* sp. (corriola).



Foto 6.13 – Área antrópica no local de intervenção.

6.3.2.1.2.2.2 Áreas úmidas/brejos

As áreas úmidas/brejos são formações pioneiras com vegetação ocupando áreas de solo de deposição recente, ainda instáveis (VELOSO, 1992). Na área de intervenção esses ambientes estão descaracterizados em relação à cobertura vegetal original e ocupados por espécies típicas de ambientes com saturação hídrica, ilustradas na **Foto 6.14**, como *Typha angustifolia* (taboa), *Hedychium coronarium* (lírio-do-brejo), *Heliconia* sp. (helicônia).



Foto 6.14 – Área úmida/brejo no local de intervenção.

6.3.2.1.2.2.3 Calha de curso d'água

A tipologia calha de curso d'água é a extensão da área com lâmina d'água ocupada pela calha natural do ribeirão Conquistinha.

6.3.2.1.2.2.4 Floresta Estacional Semidecidual (FES) aluvial estágio médio

A Floresta Estacional Semidecidual aluvial é a formação florestal que ocorre na área de intervenção, especialmente ao longo dos cursos d'água, sujeita a inundações periódicas (Fotos 6.15 e 6.16). Nessa tipologia predominam espécies arbóreas adaptadas a ambientes de solo úmido, como *Xylopia emarginata* (pindaíba-do-brejo), *Calophyllum brasiliense* (guanandi), *Croton urucurana* (sangra-d'água), *Inga sessilis* (ingá).

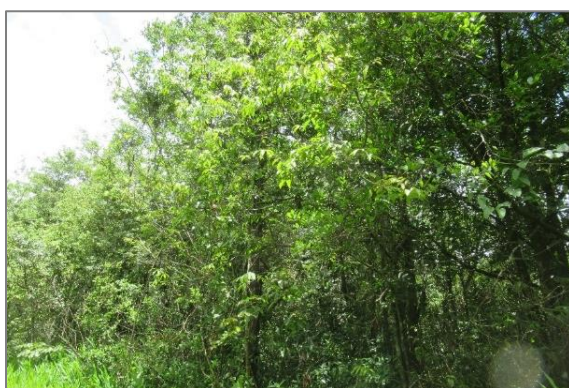


Foto 6.15 – FES aluvial em estágio médio no local de intervenção.



Foto 6.16 – Interior de fragmento de FES aluvial em estágio médio no local de intervenção.

Destaca-se que no fragmento florestal localizado a oeste da área de intervenção ocorrem alguns indivíduos da palmeira *Mauritia flexuosa* (buriti), palmeira típica de áreas de Vereda. Esse fragmento foi classificado como Floresta Estacional Semidecidual por não apresentar características típicas de Vereda, como presença de um estrato gramíneo associado com buritis. Segundo Ribeiro e Walter (1998), Vereda é a fitofisionomia com a palmeira arbórea

Mauritia flexuosa emergente, em meio a agrupamentos mais ou menos densos de espécies arbustivo-herbáceas, encontradas em solos hidromórficos. Ainda, segundo Eiten (1994), a Vereda é um brejo gramíneo permanente com buritis.

6.3.2.1.3 Levantamento Florístico ADA/AID

Durante o estudo florístico realizado na área de estudo do mineroduto (ADA e AID) foram levantadas 58 espécies e 40 famílias botânicas.

O **Quadro 6.30** apresenta a lista florística das espécies arbóreas levantadas na área de estudo do mineroduto. As **Fotos 6.17** a **6.18** apresentam algumas dessas espécies indetificadas.

Quadro 6.30 – Lista florística das espécies arbóreas levantadas na área de estudo do mineroduto.

Família	Nome científico	Nome comum	Hábito	Fisionomia	Local
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Pau-pombo	ARB	F	ADA/AID
Annonaceae	<i>Annona</i> sp.	Embira	ARB	F	ADA
	<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	Pindaíba-do-brejo	ARB	F	ADA/AID
Aquifoliaceae	<i>Illex affinis</i>	Congonha	ARB	F	ADA/AID
Arecaceae	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Buriti	ARB	F	ADA/AID
Asteraceae	<i>Vernonia</i> sp.	Assa-peixe	ABT	A	ADA
Bignoniaceae	<i>Tabebuia insignis</i> (Miq.) Sandwith	Ipê-branco-do-brejo	ARB	F	ADA/AID
Bromeliaceae	<i>Ananas</i> sp.	Gravatá	HRB	F	ADA
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand.	Amescla	ARB	F	ADA/AID
Cactaceae	<i>Rhipsalis</i> sp.	Ripsalis	HRB	F	ADA
Cannabaceae	<i>Celtis pubescens</i> Spreng.	Esporão-de-galo	ARB	A	AID
	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Crindiúva	ARB	A	AID
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum brasiliense</i> Miq.	Chá-de-soldado	ARB	F	ADA/AID
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Guanandi	ARB	F	ADA/AID
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	Corriola	TRP	A	ADA
Costaceae	<i>Costus spiralis</i> (Jacq.) Roscoe	Cana-de-macaco	HRB	A/AU	ADA/AID
Cucurbitaceae	<i>Luffa aegyptiaca</i> Mill.	Bucha	HRB	A	ADA
Cyatheaceae	<i>Cyathea delgadii</i> Sternb	Samambaiçu	ABT	F	ADA/AID
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.	Tiririca	HRB	A	ADA/AID
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i> L.	Lixeira	ARB	A	AID
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i>	Fruta-de-pomba	ARB	F	ADA/AID
	<i>Croton urucurana</i> Baill.	Sangra-d'água	ARB	F	ADA/AID
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	Mamona	ABT	A	AID
	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong.	Leiteiro	ARB	F	AID
Fabaceae	<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	Angico	ARB	A	AID

Família	Nome científico	Nome comum	Hábito	Fisionomia	Local
	Fabaceae sp.1		ARB	F	ADA
	<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	Ingá	ARB	F	ADA/AID
	<i>Lonchocarpus</i> sp.	Embira-de-sapo	ARB	F	ADA/AID
	<i>Mimosa</i> sp.	Arranha-gato	ABT	AU	ADA/AID
Heliconiaceae	<i>Heliconia</i> sp.	Helicônia	HRB	A/AU	ADA/AID
Lamiaceae	<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.	Mentrasito	HRB	A	ADA
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela-guaicá	ARB	F	ADA/AID
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	Pixirica	ABT	F	ADA/AID
	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro-do-brejo	ARB	F	ADA/AID
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Marinheiro	ARB	F	ADA/AID
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	Figueira	ARB	F	ADA
	<i>Eugenia florida</i> DC.	Guamirim	ARB	F	ADA/AID
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Goiabeira-comum	ARB	F	ADA
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	Jaborandi	ABT	F	ADA/AID
	<i>Bambusa</i> sp.	Bambu	ARB	A	AID
	<i>Brachiaria</i> sp.	Braquiária	HRB	A	AID
	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Carrapicho	HRB	A	ADA
	<i>Eustachys</i> sp.	Capim-pé-de-galinha	HRB	A	ADA/AID
Poaceae	<i>Fimbristylis</i> sp.	Capim-navalha	HRB	F	ADA
	<i>Lasiacis</i> sp.	Taquari	HRB	F	ADA/AID
	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	Capim-napier	HRB	A	ADA/AID
	<i>Saccharum officinarum</i> L.	Cana-de-açúcar	HRB	A	AID
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororoca	ARB	F	ADA/AID
Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.	Café-do-mato	ABT	F	ADA/AID
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	Bapeva	ARB	F	ADA
Smilacaceae	<i>Smilax brasiliensis</i> Spreng.	Japicanga	TRP	F	ADA
Styracaceae	<i>Styrax oblongus</i>	Laranjinha-do-brejo	ARB	F	ADA

Família	Nome científico	Nome comum	Hábito	Fisionomia	Local
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris</i> sp.	Samambaia	HRB	F	ADA/AID
Typhaceae	<i>Typha angustifolia</i> L.	Taboa	HRB	AU	ADA/AID
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba	ARB	F	ADA/AID
	<i>Urtica dioica</i> L.	Urtiga	HRB	A	ADA
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	Gervão	HRB	A	ADA
Zingiberaceae	<i>Hedychium coronarium</i>	Lírio-do-brejo	HRB	A/AU	ADA/AID

Legenda: ARB: Arbórea; ABT: Arbustiva; HRB: Herbácea; TRP: Trepadeira; F: Floresta Estacional Semidecidual; A: Área Antrópica; AU: Área Úmida; ADA: Área Diretamente Afetada/ AID: Área de Influência Direta.



Foto 6.17 – Espécie *Croton urucurana* na área de estudo.



Foto 6.18 – Espécie *Protium heptaphyllum* na área de estudo.



Foto 6.19 – Espécie *Costus spiralis* na área de estudo.



Foto 6.20 – Espécie *Hedyosmum brasiliense* na área de estudo.

6.3.2.1.4 Espécies ameaçadas de extinção, imunes de corte e de interesse econômico

Para verificação de espécies ameaçadas de extinção foi consultada a Portaria do MMA nº 148 de 7 de junho de 2022, que apresenta a Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção.

Também foram consideradas espécies declaradas de interesse comum e imunes de corte no Estado de Minas Gerais (Leis Estaduais nº 20.308/2012 e 13.635/2000)

De acordo com a Portaria MMA nº 148/2022, a espécie *Cedrela odorata* (cedro-do-brejo), encontra-se na lista de flora ameaçada de extinção, na classe “Vulnerável”.

A espécie *Mauritia flexuosa* (buriti) é declarada de interesse comum e imune de corte no Estado de Minas Gerais segundo a Lei Estadual 13.635/2000.

A intervenção ambiental na área do mineroduto causará impactos sobre espécies ameaçadas de extinção e imunes de corte, portanto serão propostas ações para mitigar os impactos sobre essas espécies.

6.3.2.1.4.1 Análise de risco de sobrevivência *in situ* de espécies ameaçadas

Para análise quanto ao risco de sobrevivência *in situ* de espécies ameaçadas de extinção na área de intervenção do mineroduto, foi avaliada principalmente a área de ocorrência das espécies de acordo com dados disponíveis para cada uma, no sentido de verificar uma possível ocorrência restrita ao local de intervenção.

Segundo dados do REFLORA, com banco de dados da flora brasileira, a espécie *Cedrela odorata* não é endêmica do Brasil e possui ampla distribuição geográfica nas regiões Norte (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia), Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Sergipe), Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso), Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo) e Sul (Paraná, Santa Catarina). Ocorre nos domínios Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, em diferentes tipos de vegetação.

A intervenção na área do mineroduto ocorrerá de forma linear, em uma pequena faixa ao longo do fragmento florestal existente no local, e com isso os remanescentes florestais no entorno não serão afetados. Dessa forma, possivelmente outros exemplares da espécie *Cedrela odorata* também serão mantidos no entorno do empreendimento.

Em relação à espécie *Mauritia flexuosa*, dados do REFLORA informam que a espécie não é endêmica do Brasil e possui ocorrências confirmadas no Norte (Acre, Amazonas, Pará, Rondônia, Tocantins), Nordeste (Bahia, Ceará, Maranhão, Piauí), Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso) e Sudeste (Minas Gerais, São Paulo). Ocorre nos domínios Amazônia, Caatinga e Cerrado, na floresta ciliar, floresta de Igapó e Palmeiral.

Durante o levantamento de campo na área de intervenção, também foram observados muitos exemplares da palmeira buriti no entorno da área de intervenção, o que corrobora que a espécie não está restrita ao local de intervenção.

Considerando a ampla distribuição geográfica das espécies ameaçadas e imunes de corte levantadas na área de intervenção, além do fato da intervenção comprometer apenas uma parte dos fragmentos florestais inseridos na região do empreendimento, considera-se que a supressão necessária para o mineroduto não agravará o risco de conservação dessas espécies.

6.3.2.1.4.2 *Análise de vedações da Lei 11.428/2006 – Artigos 11, 30 e 31*

Quanto às vedações definidas no Art. 11 da Lei Federal nº 11.428/2006, para o corte e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração do Bioma Mata Atlântica, segue análise de cada alínea desse artigo:

- a) abrigar espécies da flora e da fauna silvestres ameaçadas de extinção, em território nacional ou em âmbito estadual, assim declaradas pela União ou pelos Estados, e a intervenção ou o parcelamento puserem em risco a sobrevivência dessas espécies;**

Conforme apresentado anteriormente, a área de intervenção do empreendimento abriga espécies de flora ameaçadas de extinção e imunes de corte, porém nenhuma das espécies possui ocorrência restrita à área de abrangência direta da intervenção. Destaca-se também que a população vegetal considerada ameaçada de extinção não possui variabilidade genética exclusiva na área de intervenção.

- b) exercer a função de proteção de mananciais ou de prevenção e controle de erosão;**

A área de intervenção do empreendimento não está inserida em área de proteção de manancial, nem exerce a função de prevenção e controle de erosões.

c) formar corredores entre remanescentes de vegetação primária ou secundária em estágio avançado de regeneração;

Na área de intervenção do mineroduto não ocorre vegetação primária ou remanescente florestal em estágio avançado de regeneração.

A paisagem local é composta por um mosaico vegetacional com presença de remanescentes florestais em estágio médio de regeneração, entremeados com áreas antrópicas e área úmida/brejo. Portanto, não forma corredor ecológico de vegetação primária ou secundária em estágio avançado de regeneração.

d) proteger o entorno das unidades de conservação;

Segundo dados de unidades de conservação disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema), a instalação do empreendimento não causará interferência em Unidades de Conservação (UCs) existentes na região.

Conforme apresentado anteriormente, a unidade de conservação mais próxima ao empreendimento é a Área de Proteção Ambiental – APA Municipal Rio Uberaba, distante a 25,7 km do limite da área diretamente afetada.

e) possuir excepcional valor paisagístico, reconhecido pelos órgãos executivos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA;

A área de intervenção não possui excepcional valor paisagístico reconhecido pelos órgãos executivos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA.

Além disso, a intervenção requerida não acarretará em supressão de vegetação em estágio avançado de regeneração e não tem por finalidade o parcelamento do solo. Portanto, não se aplica às vedações dos artigos 30 e 31 da Lei Federal nº 11.428/2006.

6.3.2.1.5 Inventário florestal - ADA

Durante o inventário florestal realizado na área de intervenção do mineroduto foram mensurados 262 indivíduos arbóreos, entre árvores vivas (251) e mortas (11), distribuídos entre 23 espécies e 18 famílias botânicas.

As planilhas de campo do inventário florestal (censo) encontram-se no **Anexo G**.

O **Quadro 6.31** apresenta a lista florística das espécies arbóreas amostradas no inventário florestal realizado na área de intervenção do mineroduto.

Quadro 6.31 – Lista florística das espécies arbóreas amostradas no inventário florestal realizado na área de intervenção do mineroduto.

Nome científico	Nome vulgar	Família	G.E.	Espécie Ameaçada/ Imune de corte		Grau de Vulnerabilidade	Número de indivíduos	Volume (m ³)
				Sim	Não			
<i>Annona</i> sp.	Embira	Annonaceae	-	-	X	-	6	0,2305
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Guanandi	Clusiaceae	S	-	X	-	12	4,2260
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba	Urticaceae	P	-	X	-	2	0,0319
<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro-do-brejo	Meliaceae	S	X		Vulnerável*	5	0,4029
<i>Croton urucurana</i> Baill.	Sangra-d'água	Euphorbiaceae	P	-	X	-	22	1,8567
<i>Erythroxylum deciduum</i>	Fruta-de-pomba	Erythroxylaceae	P	-	X	-	1	0,0214
<i>Eugenia florida</i> DC.	Guamirim	Myrtaceae	S	-	X	-	7	0,6891
Fabaceae sp.1	-	Fabaceae	-	-	X	-	2	0,0377
<i>Ficus</i> sp.	Figueira	Moraceae	-	-	X	-	6	1,5029
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Marinheiro	Meliaceae	S	-	X	-	3	0,1430
<i>Illex affinis</i>	Congonha	Aquifoliaceae	S	-	X	-	6	0,1719
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	Ingá	Fabaceae	P	-	X	-	52	18,9584
<i>Lonchocarpus</i> sp.	Embira-de-sapo	Fabaceae	-	-	X	-	1	0,0133
<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Buriti	Arecaceae	P	X		Imune**	3	5,0901
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororoca	Primulaceae	P	-	X	-	2	0,2971
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela-guaicá	Lauraceae	S	-	X	-	27	7,4710
<i>Pouteria</i> sp.	Bapeva	Sapotaceae	-	-	X	-	1	0,1160
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) M.	Amescla	Burseraceae	S	-	X	-	36	2,7471
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiabeira-comum	Myrtaceae	P	-	X	-	1	0,0119
<i>Styrax oblongus</i>	Laranjinha-do-brejo	Styracaceae	S	-	X	-	4	0,1341
<i>Tabebuia insignis</i> (Miq.) S.	Ipê-branco-do-brejo	Bignoniaceae	P	-	X	-	6	0,2038
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Pau-pombo	Anacardiaceae	P	-	X	-	16	3,0584
<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	Pindaíba-do-brejo	Annonaceae	P	-	X	-	30	5,3851
Árvores mortas			-	-	X	-	11	0,7591

Legenda: G.E.: Grupo Ecológico; P: Pioneira; S: Secundária. * Portaria MMA 148/2022; ** Lei Estadual 13.635/2000.

6.3.2.1.5.1 Dados fitossociológicos

6.3.2.1.5.1.1 Estrutura Horizontal

Os dados fitossociológicos obtidos no inventário revelam que a espécie *Inga sessilis* obteve o maior valor de IVI (Índice de Valor de Importância) na comunidade, seguida por *Ocotea puberula*, *Xylopia emarginata*, *Protium heptaphyllum* e *Tapirira guianensis*, respectivamente.

A estrutura horizontal da vegetação amostrada pode ser visualizada no **Quadro 6.32** e na **Figura 6.56**.

Quadro 6.32 – Estrutura horizontal da vegetação arbórea amostrada no censo.

Nome Científico	N	P	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVI	VI (%)
<i>Inga sessilis</i>	52	1	2,4438	148,40	19,85	100	4,17	6,97	34,28	54,13	58,29	19,43
<i>Ocotea puberula</i>	27	1	1,0058	77,06	10,31	100	4,17	2,87	14,11	24,41	28,58	9,53
<i>Xylopia emarginata</i>	30	1	0,7062	85,62	11,45	100	4,17	2,02	9,91	21,36	25,52	8,51
<i>Protium heptaphyllum</i>	36	1	0,4318	102,74	13,74	100	4,17	1,23	6,06	19,80	23,96	7,99
<i>Tapirira guianensis</i>	16	1	0,4523	45,66	6,11	100	4,17	1,29	6,34	12,45	16,62	5,54
<i>Croton urucurana</i>	22	1	0,2835	62,79	8,40	100	4,17	0,81	3,98	12,37	16,54	5,51
<i>Calophyllum brasiliense</i>	12	1	0,4865	34,25	4,58	100	4,17	1,39	6,82	11,40	15,57	5,19
<i>Mauritia flexuosa</i>	3	1	0,4787	8,56	1,15	100	4,17	1,37	6,71	7,86	12,03	4,01
morta	11	1	0,1771	31,39	4,20	100	4,17	0,51	2,48	6,68	10,85	3,62
<i>Ficus</i> sp.	6	1	0,2058	17,12	2,29	100	4,17	0,59	2,89	5,18	9,34	3,11
<i>Eugenia florida</i>	7	1	0,1210	19,98	2,67	100	4,17	0,35	1,70	4,37	8,54	2,85
<i>Tabebuia insignis</i>	6	1	0,0456	17,12	2,29	100	4,17	0,13	0,64	2,93	7,10	2,37
<i>Annona</i> sp.	6	1	0,0411	17,12	2,29	100	4,17	0,12	0,58	2,87	7,03	2,34
<i>Illex affinis</i>	6	1	0,0381	17,12	2,29	100	4,17	0,11	0,53	2,83	6,99	2,33
<i>Cedrela odorata</i>	5	1	0,0618	14,27	1,91	100	4,17	0,18	0,87	2,78	6,94	2,31
<i>Styrax oblongus</i>	4	1	0,0306	11,42	1,53	100	4,17	0,09	0,43	1,96	6,12	2,04
<i>Guarea guidonia</i>	3	1	0,0342	8,56	1,15	100	4,17	0,10	0,48	1,63	5,79	1,93
<i>Myrsine umbellata</i>	2	1	0,0386	5,71	0,76	100	4,17	0,11	0,54	1,31	5,47	1,82
Fabaceae sp.1	2	1	0,0099	5,71	0,76	100	4,17	0,03	0,14	0,90	5,07	1,69
<i>Cecropia pachystachya</i>	2	1	0,0088	5,71	0,76	100	4,17	0,03	0,12	0,89	5,05	1,68
<i>Pouteria</i> sp.	1	1	0,0168	2,85	0,38	100	4,17	0,05	0,24	0,62	4,79	1,59
<i>Erythroxylum deciduum</i>	1	1	0,0046	2,85	0,38	100	4,17	0,01	0,06	0,45	4,61	1,54
<i>Lonchocarpus</i> sp.	1	1	0,0035	2,85	0,38	100	4,17	0,01	0,05	0,43	4,60	1,53
<i>Psidium guajava</i>	1	1	0,0032	2,85	0,38	100	4,17	0,01	0,04	0,43	4,59	1,53
Total	262	1	7,1294	747,7	100	2400	100	20,3	100	200	300	100

Legenda: N (nº de 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).

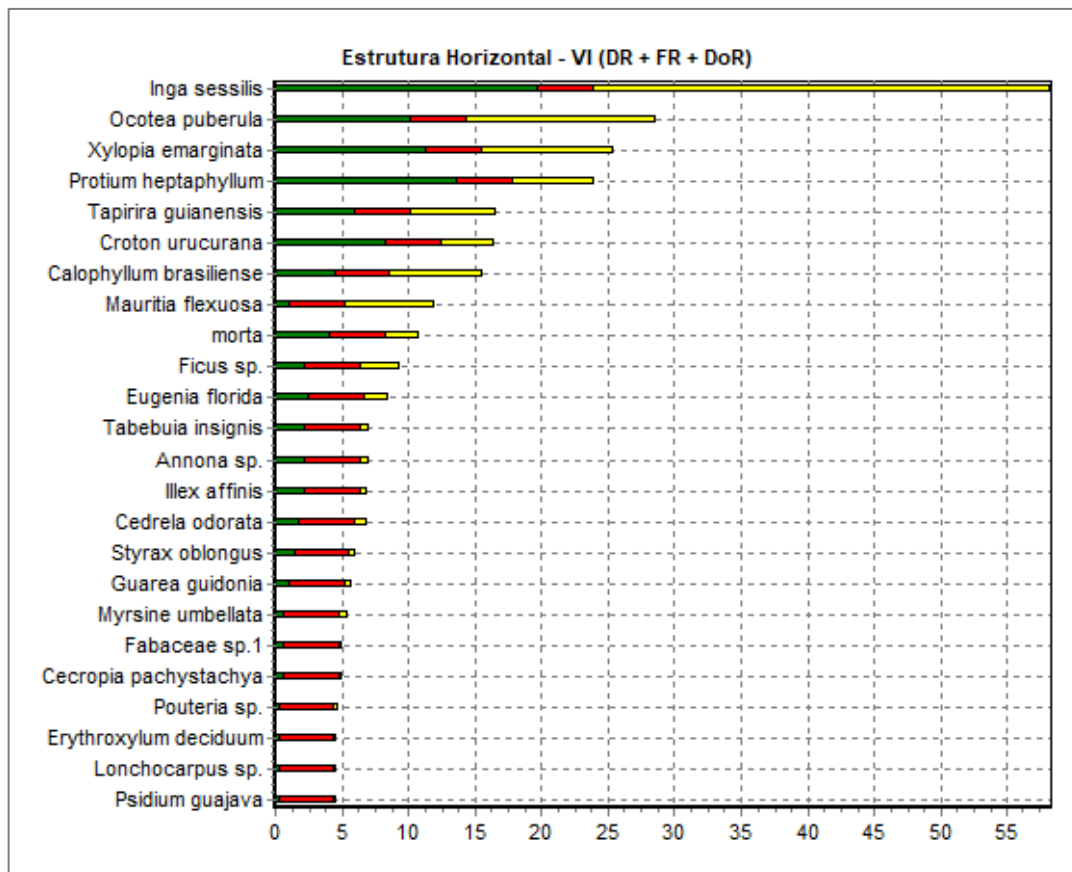


Figura 6.56 – Representação gráfica do IVI das espécies amostradas no inventário.

6.3.2.1.5.1.2 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 vegetação amostrada revelam que o estrato inferior ficou no patamar abaixo de 6,37 metros de altura, o médio entre 6,37 e 11,70 metros e o superior acima de 11,70 m. As espécies com maior número de indivíduos no estrato superior foram *Xylopia emarginata*, *Inga sessilis* e *Calophyllum brasiliense*.

A altura média da população arbórea amostrada foi de 9,0 metros.

A estrutura vertical da vegetação amostrada pode ser visualizada na **Figura 6.57**.

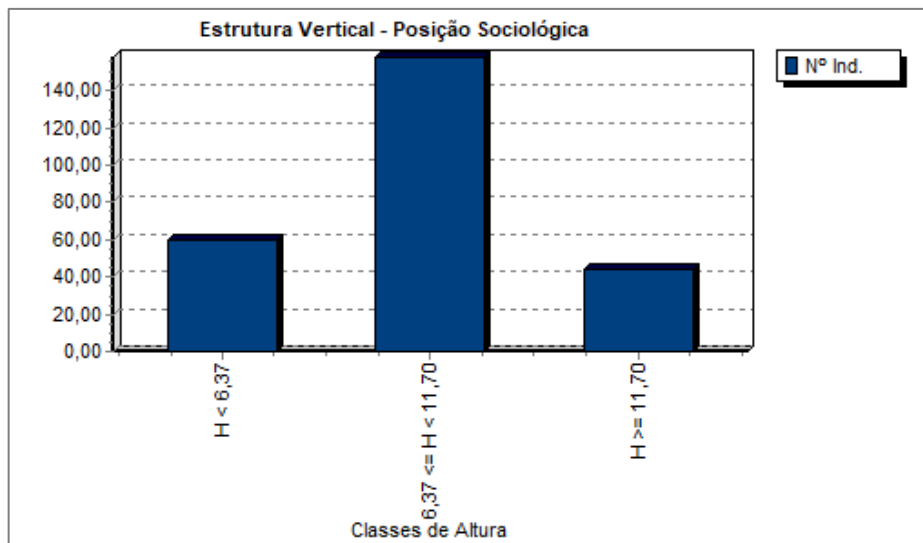


Figura 6.57 – Representação gráfica da estrutura vertical da vegetação amostrada, de acordo com o número de indivíduos (Nº ind.).

6.3.2.1.5.1.3 Distribuição diamétrica

A estrutura diamétrica de uma população é a distribuição do número de árvores por classes de diâmetro e pode ser utilizada para caracterizar tipologias vegetais, estágios sucessionais, estados de conservação, regimes de manejo, processos de dinâmica de crescimento e verificar a sustentabilidade ambiental de manejo.

A estrutura diamétrica da população inventariada revela uma concentração de indivíduos nas menores classes de diâmetro, conforme demonstra a **Figura 6.58**.

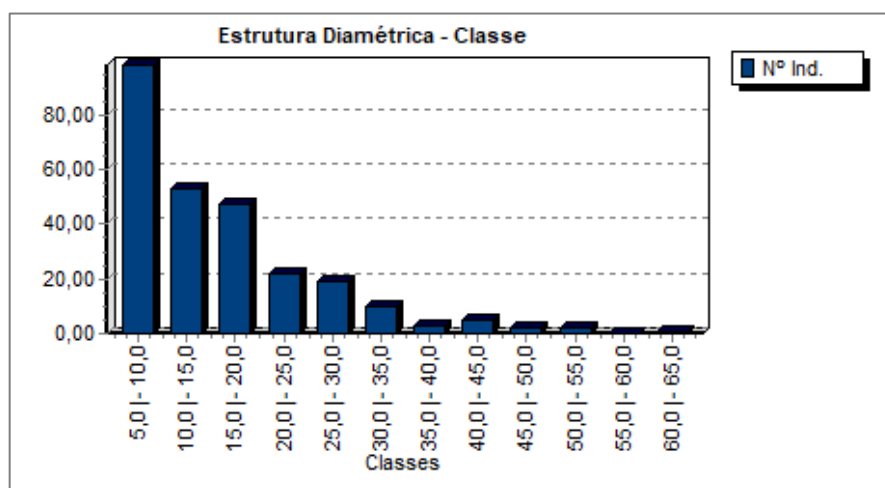


Figura 6.58 – Representação gráfica da estrutura diamétrica da vegetação amostrada.

De acordo com o **Quadro 6.33** abaixo, a classe diamétrica de maior representatividade na amostragem foi de 5,0 - 10,0 cm de DAP, com 98 indivíduos, seguida pelas classes de 10,0 - 15,0 cm com 53 indivíduos e 15,0 - 20,0 cm com 47 indivíduos da população total amostrada.

Quadro 6.33 – Número de indivíduos (Nº), área basal (AB) e volume total (VT) por classe diamétrica.

Classe	Nº ind	AB (m ²)	VT (m ³)	Nº Ind/ha	AB/ha (m ²)	VT/ha (m ³)
5,0 - 10,0	98	0,4628	1,9828	280	1,3210	5,6588
10,0 - 15,0	53	0,6507	3,6067	151	1,8570	10,2932
15,0 - 20,0	47	1,1631	7,5019	134	3,3190	21,4094
20,0 - 25,0	22	0,8602	6,5412	63	2,4550	18,6679
25,0 - 30,0	19	1,0943	8,4407	54	3,1230	24,0887
30,0 - 35,0	10	0,8090	6,0840	29	2,3090	17,3630
35,0 - 40,0	3	0,3266	2,6969	9	0,9320	7,6966
40,0 - 45,0	5	0,7076	6,5636	14	2,0190	18,7318
45,0 - 50,0	2	0,3600	2,9849	6	1,0270	8,5186
50,0 - 55,0	2	0,4000	4,1819	6	1,1420	11,9346
55,0 - 60,0	0	0,0000	0,0000	0	0,0000	0,0000
60,0 - 65,0	1	0,2953	2,9748	3	0,8430	8,4897
Total	262	7,1294	53,5595	748	20,3470	152,8524

A média diamétrica (DAP) dos indivíduos amostrados foi de 13,1 cm.

6.3.2.1.5.2 Definição do estágio sucessional

6.3.2.1.5.2.1 Fitofisionomia

De acordo com o sistema fitogeográfico proposto no Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012), na área de intervenção do mineroduto ocorre a Floresta Estacional Semidecidual aluvial (**Foto 6.21**).

Esta fitofisionomia ocorre ao longo de cursos d'água e está sujeita a inundações periódicas. Nessa tipologia predominam espécies arbóreas adaptadas a ambientes de solo úmido, como *Xylopia emarginata* (pindaíba-do-brejo), *Calophyllum brasiliense* (guanandi), *Croton urucurana* (sangra-d'água), *Inga sessilis* (ingá), *Tapirira guianensis* (pau-pombo), *Guarea guidonia* (marinheiro).



Foto 6.21 – Floresta Estacional Semidecidual (FES) no local de intervenção.

6.3.2.1.5.2.2 Estágio sucessional da floresta

Para definição do estágio sucessional da formação florestal inserida na área de intervenção, foram considerados os parâmetros estabelecidos na Resolução Conama nº 392/2007, que define vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais.

Os fragmentos de FES – Floresta Estacional Semidecidual no local de intervenção apresentam estratificação da vegetação, com presença de dossel e sub-bosque.

O dossel florestal apresenta-se no geral com altura em torno de 10 a 12 metros, com algumas árvores emergentes atingindo até 15 metros de altura. Entre as espécies de destaque no dossel florestal estão: *Xylopia emarginata*, *Inga sessilis*, *Calophyllum brasiliense*, *Ocotea puberula*, *Protium heptaphyllum*, *Tapirira guianensis*.

Na tipologia florestal, existe a formação de sub-bosque, principalmente no fragmento inserido na face oeste da área de intervenção, com presença de indivíduos arbóreos regenerantes, além de muitas espécies arbustivas e herbáceas, como *Hedyosmum brasiliense*, *Piper aduncum*, *Cyathea delgadii*, *Psychotria sp.*, *Miconia sp.*, *Costus spiralis*.

A presença de espécies epífitas é muito baixa, sendo verificada apenas a presença de um exemplar da espécie *Rhipsalis sp.*

Ocorrem algumas trepadeiras ao longo da fisionomia, especialmente espécies herbáceas, como *Smilax brasiliensis*.

A serapilheira é evidente, em geral contínua e de espessura média.

O diâmetro médio das árvores amostradas nessa fisionomia durante o inventário florestal foi de 13,1 cm e a área basal estimada por hectare foi de 20,35 m² por hectare.

A altura média dos indivíduos arbóreos amostrados nessa fisionomia foi de 9,0 metros.

De acordo com as características observadas nos remanescentes florestais inseridos na área de intervenção, a vegetação foi enquadrada em estágio médio de regeneração. O **Quadro 6.34** traz um panorama das características observadas de acordo com cada fator.

Quadro 6.34 – Características indicadoras do estágio sucessional – FES médio.

Fator	Características observadas					
Estratificação	Ausente	()	Dossel e sub-bosque	(X)	Dossel, subdossel e sub-bosque	()
Altura	Até 5 m	()	Entre 5 e 12 metros	(X)	Maior que 12 metros	()
Média de DAP	Até 10 cm	()	Entre 10 e 20 cm	(X)	Maior que 20 cm	()
Espécies pioneiras	Alta frequência	()	Média frequência	(X)	Baixa frequência	()
Indivíduos arbóreos	Predominância de indivíduos jovens de espécies arbóreas (paliteiro)	()	Predominância de espécies arbóreas	(X)	Predominância de espécies arbóreas com ocorrência frequente de árvores emergentes	()
Cipós e arbustos	Ausente ()	Alta frequência ()	Média frequência e presença marcante de cipós	(X)	Baixa frequência	()
Epífitas	Ausente ()	Baixa diversidade e frequência	(X)	Média diversidade e frequência	()	Alta diversidade e frequência ()
Serapilheira	Ausente ()	Fina e pouco decomposta	()	Presente com espessura variando ao longo do ano	(X)	Grossa - variando em função da localização ()

Fator	Características observadas			
Trepadeiras	Ausente ()	Herbáceas ()	Herbáceas ou lenhosas (X)	Lenhosas e frequentes ()

6.3.2.1.5.3 Dados gerais do inventário florestal

O **Quadro 6.35** apresenta dados gerais do inventário florestal, informando o DAP médio, altura média (H), número de indivíduos (Nº Ind), área basal (AB) e volume total (VT) em m³ e metro estéreo (mst).

O fator de conversão para transformação de m³ para metro estéreo (mst) foi de 1,5 e para estimativa do rendimento volumétrico de tocos e raízes foi considerada a razão de 10 m³/ha (SEMAD/IEF, 2021).

Quadro 6.35 – Dados gerais do inventário florestal.

Dados Gerais do Censo Florestal	
Número de espécies identificadas:	23
Número de indivíduos mensurados:	262
DAP médio (cm):	13,1
Altura (H) média (m):	9,0
Área basal total (m ²):	20,3470
Volume parte aérea (m ³):	53,5595
Volume parte aérea (mst):	80,3393
Volume tocos e raízes (m ³):	3,5040
Volume tocos e raízes (mst):	5,2560
Volume total (parte aérea + tocos e raízes) (m³)	57,0635
Volume total (parte aérea + tocos e raízes) (mst)	85,5953

Durante a execução do inventário florestal, foi obtida a altura comercial de indivíduos arbóreos com potencial para utilização em serraria ou marcenaria, para aproveitamento na forma de madeira em tora na fase de extração. Conforme definido no Art. 30 da Lei 3.102/2021, entende-se por tora as seções do tronco de uma árvore com diâmetro superior a 20 cm e comprimento igual ou superior a 2,2 metros.

De acordo com o inventário florestal estima-se um rendimento de 2,1767 m³ de madeira em tora ao longo da área de intervenção do mineroduto (**Quadro 6.36**).

Quadro 6.36 – Estimativa de produtos florestais.

Destinação e Quantificação do Material Lenhoso (m ³)					
	Nativa	Exótica		Nativa	Exótica
Lenha para carvão	-	-	Madeira para serraria	-	-
Lenha de uso doméstico	-	-	Madeira para celulose	-	-
Lenha para outros fins	54,8868	-	Madeira para outros fins	2,1767	-

O **Quadro 6.37** apresenta o volume de madeira nativa em tora estimado para cada espécie, ao longo de toda área de intervenção.

Quadro 6.37 – Volume de madeira nativa em tora por espécie.

Nome científico	Volume tora (m ³)
<i>Calophyllum brasiliense</i>	0,8250
<i>Croton urucurana</i>	0,1566

Nome científico	Volume tora (m³)
<i>Inga sessilis</i>	0,3069
<i>Myrsine umbellata</i>	0,0672
<i>Protium heptaphyllum</i>	0,1876
<i>Tapirira guianensis</i>	0,4093
<i>Xylopia emarginata</i>	0,2241
Total Geral	2,1767

6.3.3 Fauna

A primeira campanha de inventário qualitativo e quantitativo da fauna terrestre para a área de intervenção no mineroduto foi realizada, no período seco, entre os dias 12 e 16 de setembro de 2022. A segunda campanha, no período chuvoso, foi realizada entre os dias 07 e 11 de novembro para a herpetofauna, entre os dias 21 e 25 para a mastofauna e de 22 a 24 de novembro para a avifauna.

Para a fauna aquática, as amostragens ocorreram entre os dias 12 a 14 de outubro, na estação seca, e 28 e 30 de novembro de 2022, no período chuvoso.

O monitoramento foi realizado nas áreas de influência do empreendimento e em diferentes fitofisionomias de forma a avaliar toda a comunidade faunística presente nos diferentes habitats existentes. A área de inventário está inserida em um écotono entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado.

Foram elaboradas listas das espécies de provável ocorrência para a área de estudo a partir de trabalhos de levantamento de fauna na região. As listas de dados secundários para as espécies da avifauna, mastofauna, herpetofauna e ictiofauna encontram-se no **Anexo H**.

Os pontos de amostragem para cada grupo são apresentados nos próximos itens.

As metodologias de amostragem variam para cada grupo faunístico avaliado, descritas nos próximos itens. Após os levantamentos, foram realizadas as análises estatísticas.

A análise estatística foi processada com auxílio dos *softwares* BioEstat 5.3 e Past. Utilizaram-se os índices de diversidade de Simpson e de Shannon para se calcular índices de biodiversidade entre fisionomias e entre estações, além do índice de equitabilidade de Pielou. A diferença entre a biodiversidade e entre fisionomias foi comparada por meio de análise de variância ANOVA. A análise de variância tem como propósito verificar os efeitos de vários tratamentos, complementando-se pelo exame das diferenças entre as médias por meio de estatística Tukey.

Equação da estatística Tukey:

$$\bar{y}_i - \bar{y}_j \pm \frac{Q(1 - \alpha; r, nT - r)}{\sqrt{2}} s \sqrt{(1/n_i) + (1/n_j)}$$

Onde:

- \bar{y}_i = média de amostras para o i, nível de fator;
- \bar{y}_j = média de amostras para o j, nível de fator;
- Q = percentil α superior da distribuição da variedade studentizada com r e nT- r graus de liberdade;
- α = probabilidade simultânea de cometer um erro de Tipo I;

- r = número de níveis;
- nT = número de observações no nível T ;
- s = desvio padrão da amostra;
- n_i = número de observações no nível i ;
- n_j = número de observações no nível j .

Para complementar os resultados da ANOVA, as médias das biodiversidades por fisionomia foram comparadas, média a média, por meio de Teste de Tukey. A estratégia de Tukey consiste em definir a menor diferença significativa. Tal procedimento utiliza a amplitude da distribuição studentizada.

Todas as estatísticas pertinentes utilizaram um valor significativo para p de 0,05. O valor- p é definido como a probabilidade de se observar um valor da estatística de teste maior ou igual ao encontrado. Tradicionalmente, o valor de corte para rejeitar a hipótese nula é de 0,05, o que significa que, quando não há nenhuma diferença, um valor tão extremo para a estatística de teste é esperado em menos de 5% das vezes.

A curva do coletor foi elaborada utilizando o número de dias amostrados versus o número de espécies, uma vez que se torna difícil determinar a área observada, principalmente para avifauna, onde uma ave pode ser facilmente observada a centenas de metros. Para auxiliar na observação de ajuste da curva, uma linha logarítmica foi adicionada. Os valores máximos e mínimos para biodiversidade foram calculados por meio de Bootstrep, todavia o *software* não gera linhas para estes valores, gera apenas barras.

Para a similaridade na composição das comunidades animais, foi utilizado o índice de Jaccard e, com a utilização do programa Past, elaborado um cladograma com os resultados obtidos. Conforme proposto por Drumond et al. (1982), os critérios de avaliação das associações entre as espécies (%) foram considerados de acordo com as classes abaixo:

- Muito alto: 80-100;
- Alto: 60-79;
- Médio: 40-59;
- Baixo: 20-39;
- Muito baixo: menor ou igual a 19.

Para avaliação do status de ameaça das espécies, foram utilizadas:

- Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais (COPAM, 2010) a nível estadual;
- Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção (MMA, 2022);
- *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2022) a nível global.

As espécies listadas, em dados primários ou secundários, podem ser classificadas quanto ao status de conservação, sendo:

- Pouco Preocupante (LC);
- Quase Ameaçada (NT);
- Vulnerável (VU);
- Em Perigo (EN);
- Criticamente em Perigo (CR).

Ressalta-se que apenas as categorias VU, EN e CR configuram espécies em risco.

Ainda, o status de conservação pode ser definido a partir da base de dados do Comércio Internacional das Espécies da Fauna e Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção (CITES, 2022). O Apêndice I contém a lista de espécies mais ameaçadas entre as listadas na CITES exceto quando a finalidade da importação é para finalidades científicas; o Apêndice II contém a lista das espécies que não são necessariamente ameaçadas de extinção, mas cujo comércio deve ser controlado a fim de evitar usos incompatíveis com sua sobrevivência; e o Apêndice III é uma lista de espécies incluídas a pedido de uma entidade que já regula o comércio da espécie e que precisa da cooperação de outros países para impedir a exploração insustentável ou ilegal.

6.3.3.1 Avifauna

A avifauna pode ser considerada um dos grupos mais adequados para avaliar e monitorar consequências ecológicas oriundas de ações antrópicas, uma vez que esses animais possuem especializações únicas e aparentemente respondem às mudanças na composição e estrutura dos habitats de forma diferente dos demais vertebrados terrestres (SANTOS, 2004).

O Brasil abriga uma das mais diversas avifaunas do mundo. De acordo com a última atualização do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO, 2021), no território brasileiro existem cerca de 1.971 espécies de aves, das quais somente no estado de Minas Gerais estão catalogadas, aproximadamente, 788 espécies (MATTOS et al. 1993, PARRINI & PACHECO 1997, VASCONCELOS & LINS 1998, LOPES et al. 2008, WHITNEY et al. 2010, FREITAS et al. 2012, LOPES & FARIA 2014, REZENDE & VASCONCELOS 2018), o que corresponde a 39,9% da avifauna nacional.

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.

Além disso, observa-se que no Brasil, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2022), existem 280 espécies e subespécies de aves classificadas em algum grau de ameaça. Já de acordo com a Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM, 2010), no estado de Minas Gerais existem 133 espécies de aves classificadas em algum grau de ameaça a nível estadual.

A Mata Atlântica cobria, originalmente, 1,2 milhões de km² ou, aproximadamente, 12% de todo o território nacional (BROWN & BROWN, 1992). Entretanto, a forte ocupação humana alterou drasticamente seus ambientes naturais, restando atualmente cerca de 11% da cobertura original (RIBEIRO et al., 2009). Apesar da perda de habitats, este bioma ainda apresenta uma significativa diversidade biológica, sendo diagnosticadas, em sua área núcleo, 891 espécies de aves, das quais 213 são endêmicas (MOREIRA-LIMA, 2013).

Uma das maiores causas de ameaça a fauna brasileira é a fragmentação de habitat devido ao desmatamento. Isso vem causando declínio nas populações de diversas espécies presentes no território brasileiro.

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).

As aves possuem grande importância ambiental, participando de vários processos ecológicos essenciais, tais como: a dispersão e a quebra de dormência de sementes, sendo esse um fator que contribui para o aumento do fluxo gênico e promove a recolonização e a restauração de ambientes perturbados; a polinização, que permite a reprodução de muitas espécies de plantas; e a predação de roedores e insetos, que favorece o controle populacional dessas espécies (SEKERCIOGLU et al., 2004).

6.3.3.1.1 Dados secundários

As aves constituem um grupo taxonomicamente bem estudado, devido a algumas peculiaridades que facilitam sua observação e identificação, como, por exemplo, o fato de a maioria das espécies do grupo apresentar hábitos diurnos, cores e formas variadas. Além disso, as espécies de hábito noturno emitem com frequência vocalizações (GUZZI, 2004; DEVELEY, 2006). As peculiaridades e exigências do grupo fazem deste uma ferramenta eficaz na avaliação do status de conservação local (FAVRETTO et al., 2008). O grupo é afetado diretamente pela fragmentação de habitats, sofrendo alterações em sua distribuição, abundância, alimentação e sucesso reprodutivo, dentre outros aspectos.

Para elaboração dos dados secundários de avifauna, foram utilizados os dados consolidados de 19 campanhas de monitoramento semestrais realizadas pela empresa Ekos Planejamento Ambiental Ltda., entre março de 2012 e setembro de 2021, na área de influência da unidade de Uberaba da Mosaic Fertilizantes, o Complexo Industrial de Uberaba.

Ao longo de 19 campanhas, foram registradas 275 espécies, representando 24 ordens e 60 famílias, conforme apresentado no **Anexo H**.

Das espécies registradas, 4 constam nas listas de espécies ameaçadas em algum grau de risco. São elas:

- *Mycteria americana* (cabeça-seca): VU (COPAM, 2010);
- *Crax fasciolata* (mutum-de-penacho): EN (COPAM, 2010) e VU (IUCN, 2022);
- *Micropygia schomburgkii* (maxalalagá): EN (COPAM, 2010);
- *Ara ararauna* (arara-canindé): VU (COPAM, 2010).

São endêmicas da Mata Atlântica espécies: *Leucochloris albicollis* (beija-flor-de-papo-branco), *Baryphthengus ruficapillus* (juruva), *Automolus leucophthalmus* (barranqueiro-de-olho-branco), *Synallaxis spixi* (joão-teneném), *Tachyphonus coronatus* (tiê-preto) e *Sporophila ardesiac* (papa-capim-de-costas-cinzas).

Ainda, as espécies *Clibanornis rectirostri* (cisqueiro-do-rio), *Antilophia galeata* (soldadinho), *Cyanocorax cristatellus* (gralha-do-campo) e *Saltatricula atricollis* (batuqueiro) são endêmicas do Cerrado.

Vale ressaltar também a espécie *Icterus jamacaii* (corrupião), que é endêmica da Caatinga.

6.3.3.1.2 Amostragem

Para a amostragem das aves, foram definidos 13 pontos, cujas coordenadas são apresentadas no **Quadro 6.38**. Em seguida, a **Figura 6.59** ilustra a localização desses pontos.

Quadro 6.38 – Pontos de inventariamento da avifauna.

Pontos	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 - Fuso 23K	
	Longitude (m E)	Latitude (m S)
AV01	201.026	7.789.141
AV02	201.559	7.787.646
AV03	203.238	7.788.138
AV04	200.787	7.786.136
AV05	200.591	7.787.929
AV06	200.686	7.791.047
AV07	199.634	7.792.622
AV08	202.311	7.792.857
AV09	202.721	7.790.265
AV10	202.562	7.786.370
AV11	204.494	7.786.590
AV12	201.386	7.788.578
AV13	200.681	7.788.532

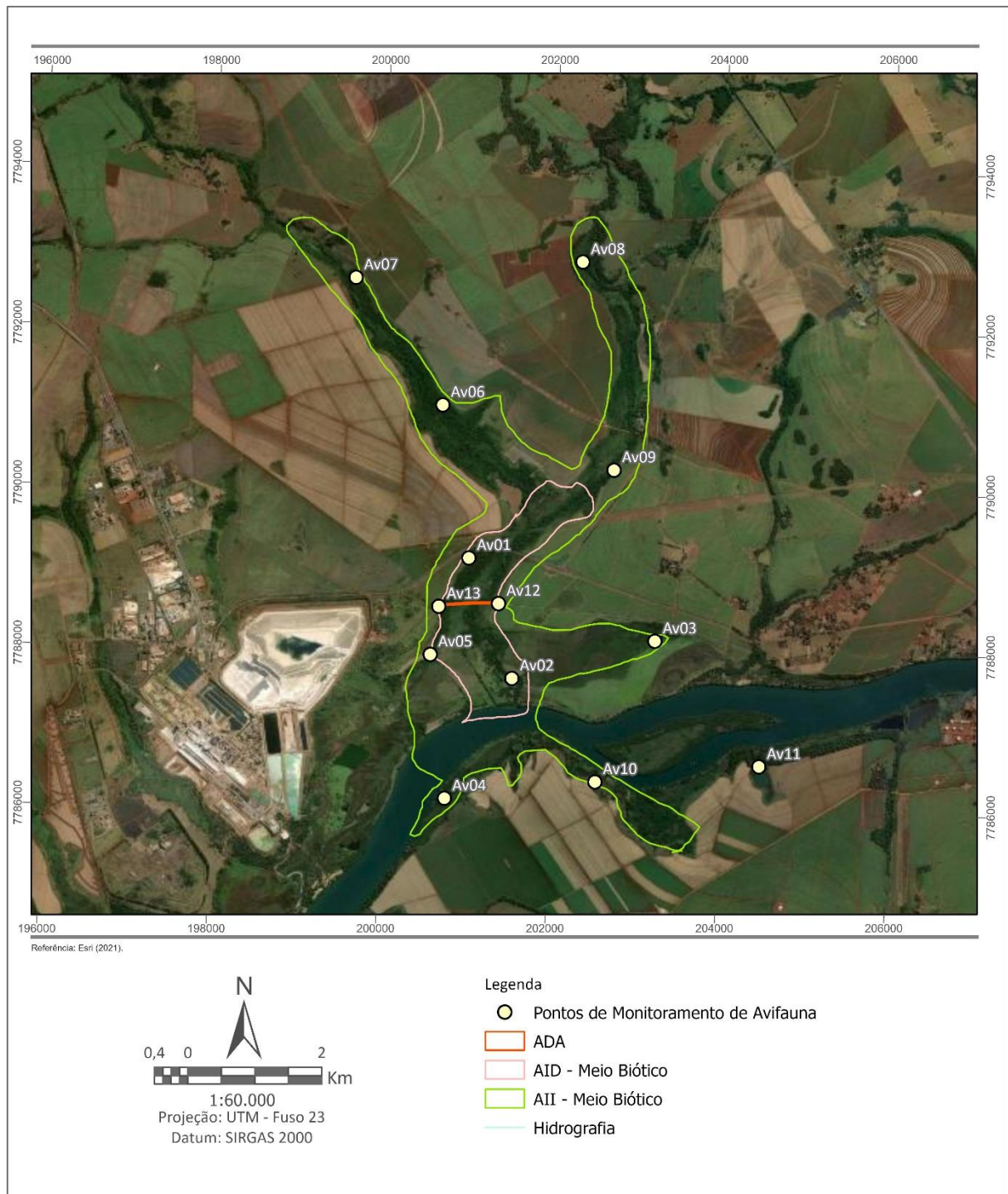


Figura 6.59 – Localização dos pontos de inventariamento de avifauna.

As Fotos 6.22 a 6.34 ilustram as fitofisionomias encontradas na área de estudo.



Foto 6.22 – Ponto AV01.



Foto 6.23 – Ponto AV02.



Foto 6.24 – Ponto AV03.



Foto 6.25 – Ponto AV04.



Foto 6.26 – Ponto AV05.



Foto 6.27 – Ponto AV06.



Foto 6.28 – Ponto AV07.



Foto 6.29 – Ponto AV08.



Foto 6.30 – Ponto AV09.



Foto 6.31 – Ponto AV10.



Foto 6.32 – Ponto AV11.



Foto 6.33 – Ponto AV12.



Foto 6.34 – Ponto AV13.

Para coleta de dados primários durante a campanha de levantamento da avifauna na área de estudo, foram utilizadas as metodologias de ponto de escuta (WHITAKER, 2017; VIELLIARD, 2010 e RALPH, 1993) e lista de Mackinnon.

Durante um tempo predeterminado de 10 minutos, a equipe técnica responsável pelo presente estudo permaneceu em um ponto pré-definido, onde foram anotadas todas as espécies de aves registradas através de visualização e/ou vocalização. A distância mínima entre cada ponto é de 200 metros, a fim de evitar a sobreposição dos mesmos quanto a indivíduos repetidos.

Em paralelo à metodologia de ponto de escuta, foi realizada também a metodologia de listas de Mackinnon (RIBON, 2010), caracterizando assim a elaboração de listagens numeradas contendo dez espécies de aves em cada lista. Em cada lista, cada espécie de ave detectada por contato auditivo ou por visualização foi anotada uma única vez, possibilitando, assim, o

cálculo da abundância relativa da espécie através da proporção de número de listas em que esta foi registrada.

A utilização das duas metodologias em paralelo permite a obtenção de dados robustos em curtos espaços de tempo, incluindo um levantamento acurado da riqueza de espécies, bem como dados de composição e abundância relativa, que podem ser relacionados com variáveis ambientais (O'DEA et al., 2004).

As amostragens ocorreram nas primeiras horas da manhã e ao final da tarde, uma vez que esses são os períodos de maior atividade das aves. Sempre que possível, realiza-se o registro das espécies por meio de registro fotográfico.

Para a identificação e registro das espécies em campo recorreu-se, também, ao apoio de um binóculo Bushnell e de uma câmera digital (**Foto 6.35**).



Foto 6.35 – Biólogo realizando ponto de escuta.

A identificação das espécies registradas durante o presente levantamento foi realizada *in loco* e a classificação taxonômica realizada através de consultas das últimas atualizações da lista do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO, 2021).

O status de endemismo foi definido com base em Lima (2013) para as espécies endêmicas da Mata Atlântica e Silva (1995) para as espécies endêmicas do Cerrado.

6.3.3.1.3 Dados primários

Durante a primeira campanha de inventariamento da avifauna, realizada no período seco (setembro/2022), foram registradas 113 espécies de aves, distribuídas em 20 ordens e 45 famílias. Para a segunda campanha, no período chuvoso (novembro/2022), foram registradas 113 espécies, distribuídas em 18 ordens e 40 famílias.

Os dados compilados das duas campanhas totalizam 155 espécies de aves para a área, distribuídas em 21 ordens e 48 famílias distintas, conforme **Quadro 6.39**.

Em seguida, as **Fotos 6.36 a 6.51** ilustram alguns dos espécimes registrados.

Quadro 6.39 – Espécies de avifauna registradas nas duas campanhas de inventário.

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Campanhas	Status de conservação			
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	Gavião-peneira	2	-	-	LC. Pop Inc	Apêndice II
		<i>Ictinia plumbea</i>	Sovi	2	-	-	LC. Pop Dec	Apêndice II
		<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavião-caramujeiro	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Geranoospiza caerulescens</i>	Gavião-pernilongo	1	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Heterospizias meridionalis</i>	Gavião-caboclo	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavião-carijó	1, 2	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Gavião-de-rabo-branco	1	-	-	LC. Pop Unk	-
Anseriformes	Anhimidae	<i>Anhima cornuta</i>	Anhuma	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	-
	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Marreca-cabocla	2	-	-	LC. Pop Inc	Apêndice III
		<i>Cairina moschata</i>	Pato-do-mato	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Amazonetta brasiliensis</i>	Marreca-ananaí	2	-	-	LC. Pop Dec	-
Apodiformes	Apodidae	<i>Tachornis squamata</i>	Andorinhão-do-buriti	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
	Trochilidae	<i>Phaethornis pretrei</i>	Rabo-branco-acanelado	2	-	-	LC. Pop Unk	Apêndice II
		<i>Eupetomena macroura</i>	Beija-flor-tesoura	1, 2	-	-	LC. Pop Unk	-
		<i>Colibri serrirostris</i>	Beija-flor-de-orelha-violeta	1	-	-	LC. Pop Unk	-
		<i>Chlorostilbon lucidus</i>	Besourinho-de-bico-vermelho	2	-	-	LC. Pop Unk	Apêndice II
		<i>Chrysuronia versicolor</i>	Beija-flor-de-banda-branca	1	-	-	LC. Pop Unk	-
		<i>Chionomesa fimbriata</i>	Beija-flor-de-garganta-verde	1	-	-	LC. Pop Unk	-
		<i>Chionomesa lactea</i>	Beija-flor-de-peito-azul	2	-	-	LC. Pop Dec	-
<i>Helimaster squamosus</i>	Bico-reto-de-banda-branca	1	-	-	LC. Pop Sta	-		
Cariamiformes	Cariamidae	<i>Cariama cristata</i>	Seriema	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Urubu	1, 2	-	-	LC. Pop Inc	-
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero	1, 2	-	-	LC. Pop Inc	-
	Jacaniidae	<i>Jacana jacana</i>	Jaçanã	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cabeça-seca	1	VU	-	LC. Pop Dec	-

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Campanhas	Status de conservação			
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Rolinha	1, 2	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Columbina squammata</i>	Fogo-apagou	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Columbina picui</i>	Rolinha-picuí	2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Patagioenas picazuro</i>	Asa-branca	1, 2	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Patagioenas cayennensis</i>	Pomba-galega	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Zenaida auriculata</i>	Avoante	1	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Leptotila verreauxi</i>	Juriti-pupu	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	Martim-pescador-grande	1	-	-	LC. Pop Sta	-
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Alma-de-gato	1	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Crotophaga major</i>	Anu-coroca	2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Crotophaga ani</i>	Anu-preto	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Tapera naevia</i>	Saci	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Carcará	1, 2	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Milvago chimachima</i>	Carrapateiro	1, 2	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Herpethotes cachinnans</i>	Acauã	2	-	-	LC. Pop Dec	Apêndice II
		<i>Micrastur semitorquatus</i>	Falcão-relógio	1	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Falco femoralis</i>	Falcão-de-coleira	2	-	-	LC. Pop Dec	Apêndice II
Galbuliformes	Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>	Ariramba	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	-
Galliformes	Cracidae	<i>Crax fasciolata</i>	Mutum-de-penacho	2	EN	-	VU. Pop Dec	-
Gruiformes	Aramidae	<i>Aramus guarana</i>	Carão	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
	Rallidae	<i>Rufirallus viridis</i>	Sanã-castanha	1	-	-	LC. Pop Unk	-
		<i>Laterallus melanophaius</i>	Sanã-parda	1, 2	-	-	LC. Pop Unk	-
		<i>Laterallus exilis</i>	Sanã-do-capim	2	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Mustelirallus albicollis</i>	Sanã-carijó	1, 2	-	-	-	-
<i>Pardirallus nigricans</i>	Saracura-sanã	2	-	-	LC. Pop Unk	-		
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Formicivora rufa</i>	Papa-formiga-vermelho	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Herpsilochmus longirostris</i>	Chorozinho-de-bico-comprido	1	-	-	LC. Pop Dec	-

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Campanhas	Status de conservação			
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
		<i>Thamnophilus doliatus</i>	Choca-barrada	1	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Thamnophilus pelzelni</i>	Choca-do-planalto	2	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Taraba major</i>	Choró-boi	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	-
	Dendrocolaptidae	<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	Arapaçu-de-cerrado	1, 2	-	-	LC. Pop Inc	-
	Furnariidae	<i>Furnarius figulus</i>	Casaca-de-couro-da-lama	1	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Furnarius rufus</i>	João-de-barro	1, 2	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Clibanornis rectirostris</i>	Cisqueiro-do-rio	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Phacellodomus ruber</i>	Graveteiro	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	Curutié	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Synallaxis frontalis</i>	Petrim	1, 2	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Synallaxis albescens</i>	Uí-pi	2	-	-	LC. Pop Sta	-
	Pipridae	<i>Antilophia galeata</i>	Soldadinho	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	-
	Tityridae	<i>Pachyramphus polychopterus</i>	Caneleiro-preto	2	-	-	LC. Pop Sta	-
	Rhynchocyclidae	<i>Todirostrum cinereum</i>	Ferreirinho-relógio	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	Sebinho-de-olho-de-ouro	1	-	-	LC. Pop Sta	-
	Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	Risadinha	2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Elaenia flavogaster</i>	Guaracava-de-barriga-amarela	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Myiopagis caniceps</i>	Guaracava-cinzenta	1	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Myiarchus swainsoni</i>	Irré	2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Myiarchus ferox</i>	Maria-cavaleira	1	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado	1	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi	1, 2	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Myiodynastes maculatus</i>	Bem-te-vi-rajado	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Myiozetetes cayanensis</i>	Bentevizinho-de-asa-ferrugínea	2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Myiozetetes similis</i>	Bentevizinho-de-penacho-vermelho	1	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri	1, 2	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Colonia colonus</i>	Viuvinha	2	-	-	LC. Pop Sta	-

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Campanhas	Status de conservação			
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
		<i>Fluvicola nengeta</i>	Lavadeira-mascarada	1, 2	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Gubernetes yetapa</i>	Tesoura-do-brejo	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	Guaracavuçu	1	-	-	LC. Pop Dec	-
	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Pitiguari	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Vireo chivi</i>	Juruviara	2	-	-	LC. Pop Sta	-
	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Andorinha-serradora	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
	Troglodytidae	<i>Troglodytes musculus</i>	Corruira	1, 2	-	-	-	-
		<i>Cantorchilus leucotis</i>	Garrinchão-de-barriga-vermelha	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	-
	Donacobiidae	<i>Donacobius atricapilla</i>	Japacanim	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	-
	Poliophtilidae	<i>Poliophtila dumicola</i>	Balança-rabo-de-máscara	1	-	-	LC. Pop Dec	-
	Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i>	Sabiá-branco	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Turdus rufiventris</i>	Sabiá-laranjeira	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
	Mimidae	<i>Mimus saturninus</i>	Sabiá-do-campo	2	-	-	LC. Pop Sta	-
	Motacillidae	<i>Anthus chii</i>	Caminheiro-zumbidor	1	-	-	-	-
	Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Tico-tico	1, 2	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Ammodramus humeralis</i>	Tico-tico-do-campo	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Arremon flavirostris</i>	Tico-tico-de-bico-amarelo	2	-	-	LC. Pop Sta	-
	Parulidae	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	Pia-cobra	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Myiothlypis flaveola</i>	Canário-do-mato	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Myiothlypis leucophrys</i>	Pula-pula-de-sobrancelha	2	-	-	LC. Pop Dec	-
	Icteridae	<i>Icterus pyrrhopterus</i>	Encontro	2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Icterus jamacaii</i>	Corrupião	1	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Gnorimopsar chopi</i>	Pássaro-preto	1	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Pseudoleistes guirahuro</i>	Chopim-do-brejo	2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Molothrus bonariensis</i>	Chupim	1	-	-	LC. Pop Inc	-
	Thraupidae	<i>Schistochlamys melanopis</i>	Sanhaço-de-coleira	2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Thraupis sayaca</i>	Sanhaço-cinzento	2	-	-	LC. Pop Sta	-

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Campanhas	Status de conservação			
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
		<i>Thraupis palmarum</i>	Sanhaço-do-coqueiro	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Sicalis flaveola</i>	Canário-da-terra	2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Sicalis luteola</i>	Tipio	2	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Volatinia jacarina</i>	Tiziu	1, 2	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Coryphospingus cucullatus</i>	Tico-tico-rei	1	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Tachyphonus rufus</i>	Pipira-preta	2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Tersina viridis</i>	Saí-andorinha	1	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Dacnis cayana</i>	Saí-azul	1	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Coereba flaveola</i>	Cambacica	1	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Sporophila collaris</i>	Coleiro-do-brejo	2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Sporophila nigricollis</i>	Baiano	1, 2	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Sporophila caerulescens</i>	Coleirinho	2	-	-	LC. Pop Inc	-
		<i>Sporophila leucoptera</i>	Chorão	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Sporophila angolensis</i>	Curio	1	CR	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Emberizoides herbicola</i>	Canário-do-campo	2	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Saltator similis</i>	Trinca-ferro	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	-
	Cardinalidae	<i>Cyanoloxia brissonii</i>	Azulão	1	-	-	LC. Pop Unk	-
	Fringillidae	<i>Euphonia chlorotica</i>	Fim-fim	1	-	-	LC. Pop Sta	-
	Estrildidae	<i>Estrilda astrild</i>	Bico-de-lacre	1	-	-	LC. Pop Sta	-
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Tigrisoma lineatum</i>	Socó-boi	1	-	-	LC. Pop Unk	-
		<i>Ixobrychus exilis</i>	Socó-vermelho	2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Butorides striata</i>	Socozinho	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Ardea cocoi</i>	Garça-moura	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Ardea alba</i>	Garça-branca	2	-	-	LC. Pop Unk	-
	Threskiornithidae	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	Coró-coró	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Theristicus caudatus</i>	Curicaca	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos toco</i>	Tucanuçu	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	Apêndice II

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Campanhas	Status de conservação			
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
	Picidae	<i>Picumnus cirratus</i>	Picapauzinho-barrado	2	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Picumnus albosquamatus</i>	Picapauzinho-escamoso	1	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Veniliornis passerinus</i>	Pica-pau-pequeno	1	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Colaptes melanochloros</i>	Pica-pau-verde-barrado	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Dryocopus lineatus</i>	Pica-pau-de-banda-branca	2	-	-	-	-
		<i>Campephilus melanoleucos</i>	Pica-pau-de-topete-vermelho	2	-	-	LC. Pop Dec	-
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara ararauna</i>	Arara-canindé	1, 2	VU	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Orthopsittaca manilatus</i>	Maracanã-do-buriti	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Diopsittaca nobilis</i>	Maracanã-pequena	1	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Periquitão	2	-	-	LC. Pop Dec	Apêndice II
		<i>Aratinga auricapillus</i>	Jandaia-de-testa-vermelha	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Eupsittula aurea</i>	Periquito-rei	1	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Forpus xanthopterygius</i>	Tuim	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Brotogeris chiriri</i>	Periquito-de-encontro-amarelo	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Amazona amazonica</i>	Curica	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Amazona aestiva</i>	Papagaio	2	-	-	NT. Pop Dec	Apêndice II
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus undulatus</i>	Jaó	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Crypturellus parvirostris</i>	Inhambu-chororó	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Nothura maculosa</i>	Codorna-amarela	1	-	-	LC. Pop Dec	-
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon surrucura</i>	Surucuá-variado	1	-	-	LC. Pop Dec	-
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Coruja-buraqueira	1, 2	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Asio flammeus</i>	Mocho-dos-banhados	1	-	-	LC. Pop Dec	-

Legenda: Status de conservação: COPAM (2010) = Deliberação Normativa COPAM nº 147/2010; MMA (2022) = Portaria MMA nº 148/2022; IUCN (2022) = International Union for Conservation of Nature (2022); LC = pouco preocupante; Pop Dec = população decrescendo; Pop Sta = população estável; Pop Inc = população aumentando; Pop Unk = população desconhecida; VU = vulnerável; EN = em perigo; CR = criticamente em perigo; CITES (2022) = Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies Silvestres Ameaçadas de Extinção (2022).



Foto 6.36 – Socó-boi (*Tigrisoma lineatum*).



Foto 6.37 – Pica-pau-pequeno (*Veniliornis passerinus*).



Foto 6.38 – Anhuma (*Anhima cornuta*).



Foto 6.39 – Arara-canindé (*Ara ararauna*).



Foto 6.40 – Curutié (*Certhiaxis cinnamomeus*).



Foto 6.41 – Papa-formiga-vermelho (*Formicivora rufa*).



Foto 6.42 – Tuim (*Forpus xanthopterygius*).



Foto 6.43 – Jaçanã (*Jacana jacana*).



Foto 6.44 – Cabeça-seca (*Mycteria americana*).



Foto 6.45 – Maracanã-do-buriti (*Orthopsittaca manilatus*).



Foto 6.46 – Gavião-caramujeiro (*Rostrhamus sociabilis*).



Foto 6.47 – Baiano (*Sporophila nigricollis*).



Foto 6.48 – Socoi-vermelho (*Ixobrychus exilis*).



Foto 6.49 – Tipio (*Sicalis luteola*).



Foto 6.50 – Lavadeira-mascarada (*Fluvicola nengeta*).



Foto 6.51 – Mutum-de-penacho (*Crax fasciolata*).

De acordo com a **Figura 6.60**, é possível observar que as famílias que apresentaram maior riqueza de espécies para a área, durante o levantamento, foram a Thraupidae (sanhaços, saíras e afins), com 18 espécies e a Tyrannidae (bem-te-vi, suiriris e afins), com 15 espécies. Este resultado pode ser justificado, inicialmente, por se tratarem de famílias típicas de ambientes abertos e por apresentarem espécies com hábitos generalistas, corroborando assim com os ambientes amostrados.

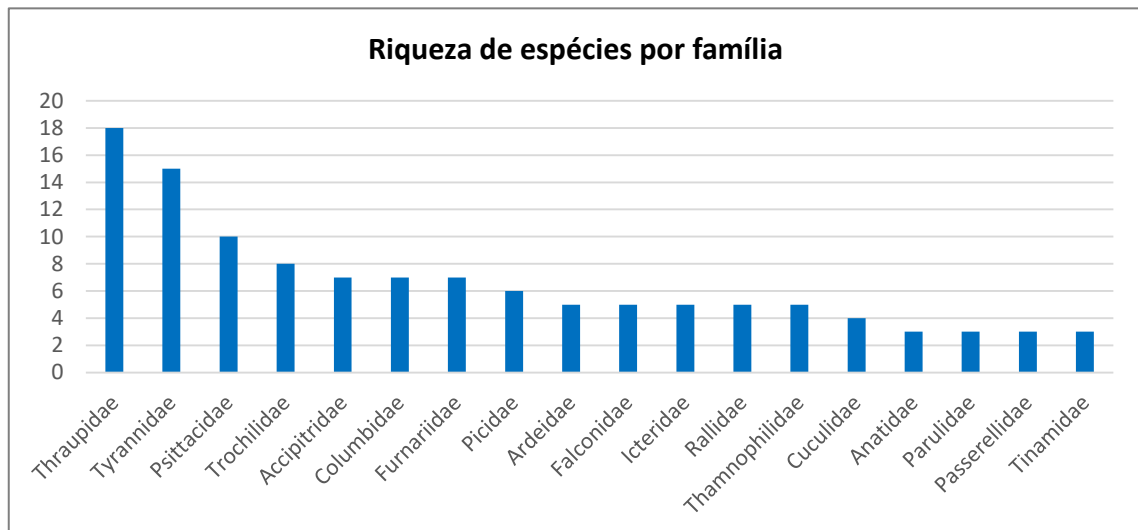


Figura 6.60 – Riqueza de espécies de avifauna por família.

Em relação à riqueza das espécies por ponto, como observado na **Figura 6.61**, o ponto que apresentou a maior riqueza de avifauna durante o levantamento foi o AV11, com 43 espécies. Nesse ponto, existe a presença tanto de área florestal como de lagoas e brejos. A presença de ambiente aquáticos tende a gerar uma maior riqueza de espécies.

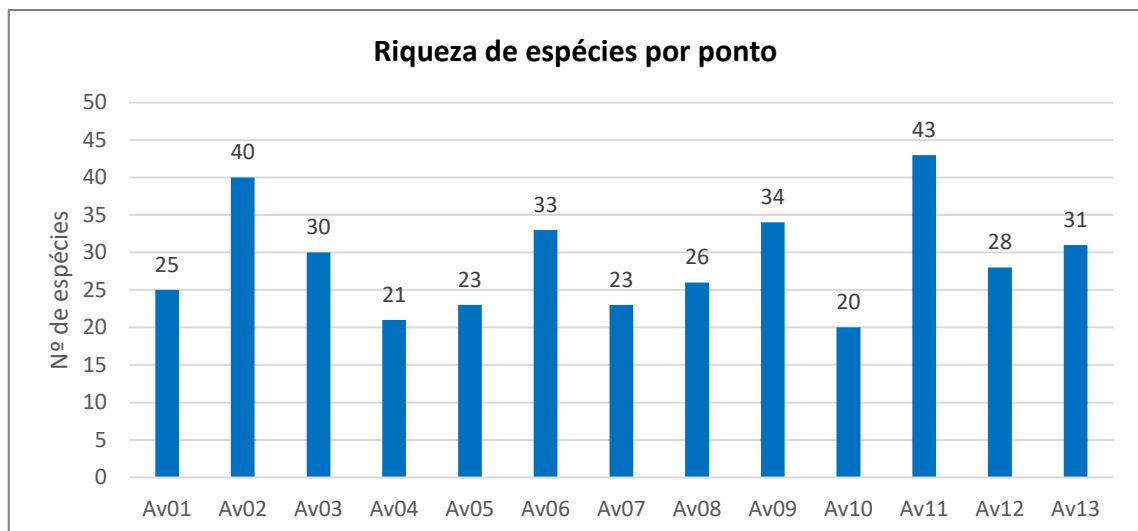


Figura 6.61 – Riqueza de espécies de avifauna por ponto.

Ao final das duas campanhas de levantamento da avifauna, é possível observar que a maior parte dos registros ocorreu com espécies tipicamente registradas em áreas de cerrado e de veredas, como a anhuma (*Anhima cornuta*), o cabeça-seca (*Mycteria americana*), o gavião-caramujeiro (*Rostrhamus sociabilis*) e o maracanã-do-buriti (*Orthopsittaca manilatus*), além de espécies típicas de áreas abertas, como o inhambu-chororó (*Crypturellus parvirostris*), a

fogo-apagou (*Columbina squammata*), o carcará (*Caracara plancus*) e a corruíra (*Troglodytes musculus*).

O **Quadro 6.40** traz informações sobre os pontos de registro de cada espécie, guildas tróficas, interesse ecológico, sensibilidade das espécies a perturbações antrópicas e endemismos. Vale ressaltar que algumas espécies foram registradas durante os caminhamentos e, por isso, não foram anotados pontos amostrais.

Quadro 6.40 – Dados de guildas tróficas, interesse ecológico, sensibilidade, endemismos e pontos de registros das espécies de avifauna.

Espécie	Pontos Amostrais	Guilda Trófica	Interesse Ecológico	Sensibilidade	Endemismo
<i>Elanus leucurus</i>	2	CAR		B	
<i>Ictinia plumbea</i>	8	INS	MA	M	
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	3, 11	CAR	MA	M	
<i>Geranospiza caerulescens</i>	1	CAR		M	
<i>Heterospizias meridionalis</i>	5	CAR		B	
<i>Rupornis magnirostris</i>	2, 11, 13	CAR		B	
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	9	CAR		B	
<i>Anhima cornuta</i>	3	ONI		M	
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	1, 3, 6, 12	ONI		B	
<i>Cairina moschata</i>	1, 7, 11	ONI		M	
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	11	ONI		B	
<i>Tachornis squamata</i>	2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 13	INS		B	
<i>Phaethornis pretrei</i>		NEC		B	
<i>Eupetomena macroura</i>	4, 13	NEC		B	
<i>Colibri serrirostris</i>	6	NEC		B	
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	9	NEC		B	
<i>Chrysuronia versicolor</i>	13	NEC		B	
<i>Chionomesa fimbriata</i>	6, 11	NEC		B	
<i>Chionomesa lactea</i>	10, 11	NEC		B	
<i>Heliomaster squamosus</i>	3	NEC		M	
<i>Cariama cristata</i>	8	ONI		M	
<i>Coragyps atratus</i>	7, 9, 12	DET		B	
<i>Vanellus chilensis</i>	2, 3, 11, 13	ONI		B	
<i>Jacana jacana</i>	3, 11	ONI		B	
<i>Mycteria americana</i>		ONI		B	
<i>Columbina talpacoti</i>	1, 5, 7, 8, 9, 10	GRA		B	
<i>Columbina squammata</i>	3, 5, 9	ONI		M	
<i>Columbina picui</i>		GRA		B	
<i>Patagioenas picazuro</i>	1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 12	GRA		M	
<i>Patagioenas cayennensis</i>	2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12	GRA	CIN	M	
<i>Zenaida auriculata</i>	3, 6, 9	GRA	CIN	B	
<i>Leptotila verreauxi</i>	8, 9, 10, 11, 12, 13	ONI		B	
<i>Megaceryle torquata</i>		PIS		B	
<i>Piaya cayana</i>	11	INS		B	
<i>Crotophaga major</i>		ONI		M	
<i>Crotophaga ani</i>	2, 7, 10, 11	ONI		B	
<i>Tapera naevia</i>	1, 3, 7, 10, 12, 13	ONI		B	

Espécie	Pontos Amostrais	Guildd Trófica	Interesse Ecológico	Sensibilidade	Endemismo
<i>Caracara plancus</i>	1, 4, 7, 9, 10, 11, 12	CAR		B	
<i>Milvago chimachima</i>	6, 12	CAR		B	
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	6	CAR		B	
<i>Micrastur semitorquatus</i>		CAR		M	
<i>Falco femoralis</i>		CAR		B	
<i>Galbula ruficauda</i>	6	INS		B	
<i>Crax fasciolata</i>		ONI		M	
<i>Aramus guarana</i>	3	CAR		M	
<i>Rufirallus viridis</i>	5, 7, 13	ONI		M	
<i>Laterallus melanophaius</i>	11	ONI		B	
<i>Laterallus exilis</i>	12	ONI		M	
<i>Mustelirallus albicollis</i>	2, 6, 13	ONI		B	
<i>Pardirallus nigricans</i>	3	ONI		B	
<i>Formicivora rufa</i>	2	INS		B	
<i>Herpsilochmus longirostris</i>	13	INS		M	
<i>Thamnophilus doliatus</i>	3, 5, 13	INS		B	
<i>Thamnophilus pelzelni</i>	8, 11, 13	INS		B	
<i>Taraba major</i>	1, 4, 6, 7, 13	INS		B	
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	8, 11	INS		M	
<i>Furnarius figulus</i>		INS		B	
<i>Furnarius rufus</i>	2, 8, 9, 10	INS		B	
<i>Clibanornis rectirostris</i>	9, 11, 12	INS		A	CE
<i>Phacellodomus ruber</i>	1, 3, 4, 5, 6, 9, 11, 13	INS		B	
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	3, 11, 12	INS		M	
<i>Synallaxis frontalis</i>	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	INS		B	
<i>Synallaxis albescens</i>	2, 12	INS		B	
<i>Antilophia galeata</i>	1, 2, 4, 10, 13	FRU		M	CE
<i>Pachyrhamphus polychopterus</i>		ONI	MA	B	
<i>Todirostrum cinereum</i>	4, 11	INS		B	
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	9	INS		B	
<i>Camptostoma obsoletum</i>	6, 13	INS		B	
<i>Elaenia flavogaster</i>	2, 3, 4, 5, 6	ONI		B	
<i>Myiopagis caniceps</i>	6	ONI		M	
<i>Myiarchus swainsoni</i>	5, 12	ONI	MA	B	
<i>Myiarchus ferox</i>	1, 6, 8, 12	INS		B	
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	8, 9	INS		B	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12	ONI	MA	B	
<i>Myiodynastes maculatus</i>	5, 8, 9, 11	ONI	MA	B	
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	11	INS		B	
<i>Myiozetetes similis</i>	11	ONI		B	
<i>Tyrannus melancholicus</i>	2, 9	INS	MA	B	
<i>Colonia colonus</i>	9	INS		B	
<i>Fluvicola nengeta</i>	11	INS		B	
<i>Gubernetes yetapa</i>		INS		B	
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	9	INS		B	
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	9, 11	INS		B	

Espécie	Pontos Amostrais	Guildd Trófica	Interesse Ecológico	Sensibilidade	Endemismo
<i>Vireo chivi</i>		INS	MA	B	
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	2, 3, 9, 11, 12	INS	MA	B	
<i>Troglodytes musculus</i>	9, 13	ONI		B	
<i>Cantorchilus leucotis</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	INS		B	
<i>Donacobius atricapilla</i>	3, 5, 6, 11, 12, 13	INS		M	
<i>Polioptila dumicola</i>	10	INS		B	
<i>Turdus leucomelas</i>	1, 4, 7, 8, 9, 11, 13	ONI	XER	B	
<i>Turdus rufiventris</i>	6, 8	ONI	XER	B	
<i>Mimus saturninus</i>	2	ONI		B	
<i>Anthus chii</i>	5, 13	INS		B	
<i>Zonotrichia capensis</i>	1, 2, 5, 6, 8, 9, 11	GRA		B	
<i>Ammodramus humeralis</i>	1, 2, 5, 12	GRA		B	
<i>Arremon flavirostris</i>	11, 13	ONI		M	
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	2, 6, 7, 13	INS		B	
<i>Myiothlypis flaveola</i>	8, 10, 11	INS		M	
<i>Myiothlypis leucophrys</i>	7	ONI		M	
<i>Icterus pyrrhopterus</i>	6	ONI		M	
<i>Icterus jamacaii</i>	2, 12	ONI	XER	B	CA
<i>Gnorimopsar chopi</i>	5	ONI	XER	B	
<i>Pseudoleistes guirahuro</i>	2	GRA		B	
<i>Molothrus bonariensis</i>	2	ONI		B	
<i>Schistochlamys melanopsis</i>		ONI		B	
<i>Thraupis sayaca</i>	5, 9	ONI		B	
<i>Thraupis palmarum</i>	1, 4, 6, 8, 9, 10	ONI		B	
<i>Sicalis flaveola</i>		GRA	XER	B	
<i>Sicalis luteola</i>	2, 6	GRA		B	
<i>Volatinia jacarina</i>	1, 2, 3, 6, 7, 12, 13	GRA		B	
<i>Coryphospingus cucullatus</i>	9	GRA		B	
<i>Tachyphonus rufus</i>	4	ONI		B	
<i>Tersina viridis</i>	6, 11	FRU	MA	B	
<i>Dacnis cayana</i>	11	ONI		B	
<i>Coereba flaveola</i>	2, 11	NEC		B	
<i>Sporophila collaris</i>		GRA		B	
<i>Sporophila nigricollis</i>	1, 2, 5, 13	GRA	XER	B	
<i>Sporophila caeruleascens</i>	1, 6	GRA	MA	B	
<i>Sporophila leucoptera</i>	2, 5	GRA		B	
<i>Sporophila angolensis</i>	4	GRA		A	
<i>Emberizoides herbicola</i>	2	ONI		B	
<i>Saltator similis</i>	13	ONI		B	
<i>Cyanoloxia brissonii</i>	13	GRA	XER	M	
<i>Euphonia chlorotica</i>	10	FRU		B	
<i>Estrilda astrild</i>	1, 6, 12	GRA	EX	B	
<i>Tigrisoma lineatum</i>	3	CAR		B	
<i>Ixobrychus exilis</i>	11	CAR		A	
<i>Butorides striata</i>	3, 11	CAR		B	
<i>Ardea cocoi</i>	8, 12	ONI		B	

Espécie	Pontos Amostrais	Guilda Trófica	Interesse Ecológico	Sensibilidade	Endemismo
<i>Ardea alba</i>	1	PIS		B	
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	7, 13	ONI		M	
<i>Theristicus caudatus</i>	2, 4, 9, 11	ONI		B	
<i>Ramphastos toco</i>	2, 3, 8, 9, 11	ONI		M	
<i>Picumnus cirratus</i>		INS		B	
<i>Picumnus albosquamatus</i>	2, 8, 12	INS		B	
<i>Veniliornis passerinus</i>	2, 11	INS		B	
<i>Colaptes melanochloros</i>		INS		B	
<i>Dryocopus lineatus</i>		INS		B	
<i>Campephilus melanoleucos</i>	8	INS		B	
<i>Ara ararauna</i>	1, 2, 3, 4, 13	FRU	XER	M	
<i>Orthopsittaca manilatus</i>	1, 2, 4, 7, 8, 10, 13	FRU		M	
<i>Diopsittaca nobilis</i>		FRU		M	
<i>Psittacara leucophthalmus</i>		FRU	XER	B	
<i>Aratinga auricapillus</i>	2, 6, 9, 13	FRU	XER	M	
<i>Eupsittula aurea</i>	3, 4, 10	FRU	XER	M	
<i>Forpus xanthopterygius</i>	5, 12	FRU		B	
<i>Brotogeris chiriri</i>	2, 4, 5, 6, 7, 10, 12	FRU		B	
<i>Amazona amazonica</i>	2, 3, 7, 11	FRU	XER	M	
<i>Amazona aestiva</i>		FRU	XER	M	
<i>Crypturellus undulatus</i>	7, 8	ONI	CIN	B	
<i>Crypturellus parvirostris</i>	1, 3, 7, 8, 11	ONI	CIN	B	
<i>Nothura maculosa</i>	7	ONI	CIN	B	
<i>Trogon surrucura</i>	8, 9	FRU		M	
<i>Athene cunicularia</i>	2	CAR		M	
<i>Asio flammeus</i>		CAR		M	

Legenda: Guilda trófica: CAR = carnívoros; DET = detritívoros; FRU = frugívoros; GRA = granívoros; INS = insetívoros; NEC = nectanívoros; ONI = onívoros; PIS = piscívoros. Interesse Ecológico: CIN = cinegética; EX = exótica; MA = migratória austral; XER = xerimbabo. Sensibilidade: A = alta; B = baixa; M = média. Endemismos: CE = Cerrado; CA = Caatinga.

Em relação às guildas tróficas, as espécies foram agrupadas nas seguintes categorias, segundo Motta-Junior (1990), Sick (1997), Lyra-Neves et al. (2004), Telino-Júnior et al. (2005) e Del Hoyo et al. (2013):

- Carnívoros: espécies predadoras, principalmente de pequenos vertebrados;
- Detritívoros: espécies que se alimentam de carcaças de vertebrados mortos, podendo se comportar também como predadores oportunistas;
- Frugívoros: alimentação a base de frutos;
- Granívoros: alimentam-se de grãos;
- Insetívoros: alimentam-se de artrópodes;
- Nectanívoros: alimentam-se do néctar das flores;
- Onívoros: alimentam-se de artrópodes, frutos, grãos e pequenos vertebrados; e,
- Piscívoros: alimentam-se de peixes.

A maior parte das espécies registradas são onívoras, contemplando ordens variadas. As guildas com menor expressão são a piscívora, representada pelo martim-pescador-grande (*Megaceryle torquata*) e pela garça-branca (*Ardea alba*), e a detritiva, representado pela espécie do urubu-preto (*Coragyps atratus*) (Figura 6.62).

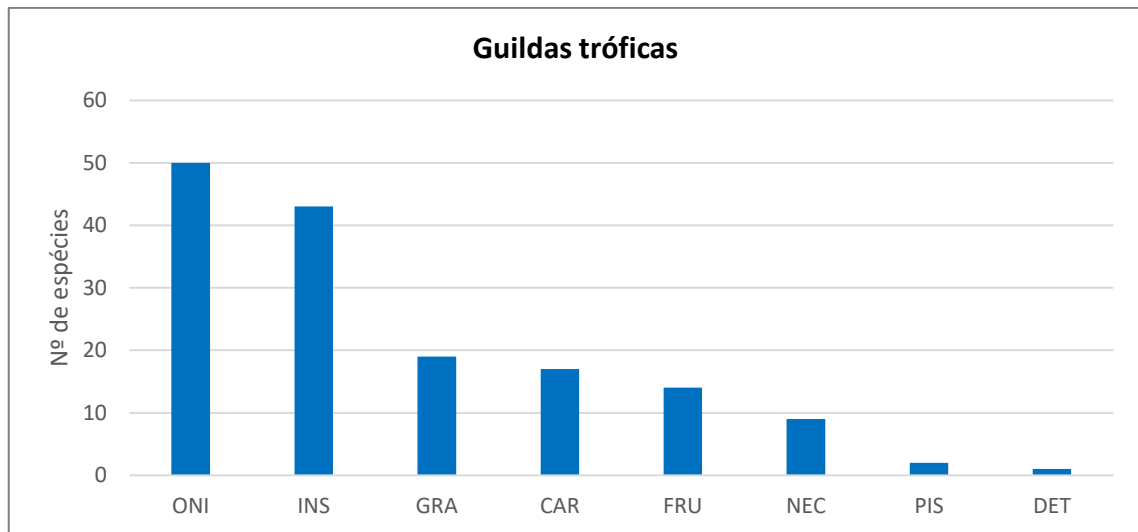


Figura 6.62 – Guildas tróficas das espécies de avifauna.

Durante as campanhas, foram registradas 4 espécies enquadradas em algum grau de risco, de acordo com as listas de espécies ameaçadas. São elas:

- *Crax fasciolata* (mutum-de-penacho): EN (COPAM, 2010) e VU (IUCN, 2022);
- *Mycteria americana* (cabeça-seca): VU (COPAM, 2010);
- *Ara ararauna* (arara-canindé): VU (COPAM, 2010);
- *Sporophila angolensis* (curió): CR (COPAM, 2010).

O mutum-de-penacho (*Crax fasciolata*) é uma espécie que habita o chão de florestas de galeria e bordas de florestas densas. Embora passe a maior parte do tempo no chão, empoleira-se para dormir. Vive aos pares ou em pequenos grupos familiares e vem sofrendo ameaças devido à caça para consumo de sua carne e à destruição de seus habitats.

O cabeça-seca (*Mycteria americana*) é uma espécie que habita manguezais, pantanais e alagados permeados de florestas, onde se alimenta coletivamente. Tem o hábito de viver em grupos.

A arara-canindé (*Ara ararauna*) é localmente comum na copa de florestas de galeria, várzeas com palmeiras (buritizais, babaçuais, etc.), interior e bordas de florestas altas. A espécie foi encontrada em praticamente toda área de estudo, tanto em ambientes de cerrado, como em áreas de veredas.

O curió (*Sporophila angolensis*) é uma espécie com hábitos solitários ou de casal. Pode ser avistado em capoeiras arbustivas, clareiras com gramíneas, arbustos nas bordas de florestas altas e pântanos, penetrando também nas florestas. A principal causa de sua ameaça está vinculada à sua grande captura devido ao canto.

O **Anexo I** traz um laudo técnico, elaborado por biólogo especialista em avifauna, com análise de sobrevivência das espécies ameaçadas citadas.

Vale destacar também a espécie de papagaio *Amazona aestiva*, classificado como “Quase Ameaçado - NT” pela IUCN (2022), que consta no Apêndice II do CITES (2022), o qual lista as espécies não necessariamente ameaçadas de extinção, mas cujo comércio deve ser controlado a fim de evitar usos incompatíveis com sua sobrevivência. O papagaio é uma espécie que habita florestas úmidas, savanas, florestas de galeria, áreas cultivadas com árvores e matas com palmeiras. A destruição de seus habitats naturais é um dos maiores

fatores de riscos para a espécie. O papagaio também é uma espécie bastante visada pelo tráfico de animais silvestres, devido à sua inteligência e sua capacidade de imitar a voz humana, o que contribui para seu nível de ameaça. Porém, em algumas regiões essa espécie tornou-se bastante numerosa, em razão da fuga de indivíduos de cativeiro.

Outras espécies registradas nas duas campanhas de levantamento também estão presentes no Apêndice II do CITES (2022), como tucanuçu (*Ramphastos toco*), visto que os tucanos são aves muito visadas pelo tráfico de animais devido ao seu colorido exuberante e seus robustos bicos. Ainda, constam nesse apêndice: *Elanus leucurus* (gavião-peneira), *Ictinia plumbea* (sovi), *Phaethornis pretrei* (rabo-branco-acanelado), *Chlorostilbon lucidus* (besourinho-de-bico-vermelho), *Herpetotheres cachinnans* (acaúã), *Falco femoralis* (falcão-de-coleira) e *Psittacara leucophthalmus* (periquitão).

A espécie *Dendrocygna autumnalis* (marreca-cabocla) figura o Apêndice III do CITES (2022), que consiste em 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.

Foram encontradas, durante as duas campanhas de levantamento, duas espécies endêmicas do bioma Cerrado, o cisqueiro-do-rio (*Clibanornis rectirostris*) e o soldadinho (*Antilophia galeata*). Além destas, também foi registrada uma espécie endêmica do bioma Caatinga, o corrupeirão (*Icterus jamacaii*). Contudo, não houve endemismos para a Mata Atlântica, bioma no qual se encontra a área de estudo.

Ao avaliar as espécies de interesse ecológico, pode-se verificar a ocorrência de 5 espécies classificadas como cinegéticas, 13 espécies classificadas como xerimbabos, 11 espécies migratórias austrais e uma espécie exótica.

Por definição, tem-se que as espécies cinegéticas são aquelas espécies nativas, vinculadas a algum uso humano, especialmente a caça. Durante o levantamento, as espécies registradas enquadradas nesta categoria foram: *Crypturellus undulatus* (jaó), *Crypturellus parvirostris* (inhambu-chororó), *Nothura maculosa* (codorna-amarela), *Zenaida auriculata* (avoante) e *Patagioenas cayennensis* (pomba-galega), sendo esta última alvo de 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: *Ara ararauna* (arara-canindé), *Psittacara leucophthalmus* (periquitão), *Aratinga auricapillus* (jandaia-de-testa-vermelha), *Eupsittula aurea* (periquito-rei), *Amazona amazonica* (Curica) e *Amazona aestiva* (papagaio).

Também são consideradas como xerimbabos as espécies da ordem Passeriformes: *Turdus leucomelas* (sabiá-branco), *Turdus rufiventris* (sabiá-laranjeira), *Icterus jamacaii* (corrupeirão), *Gnorimopsar chopi* (pássaro-preto), *Sicalis flaveola* (canário-da-terra), *Sporophila nigricollis* (baiano) e *Cyanoloxia brissonii* (azulão). Essas espécies são constantemente capturadas, desde filhotes a adultos, para serem vendidas no mercado clandestino de fauna.

Foram registradas 11 espécies que realizam a migração austral, ou seja, espécies que migram para a região norte do país durante o inverno e, durante o verão, migram para a região sul, onde se reproduzem. As espécies migratórias austrais são: *Ictinia plumbea* (sovi), *Rostrhamus sociabilis* (gavião-caramujeiro), *Pachyramphus polychopterus* (caneleiro-preto),

Myiarchus swainsoni (irré), *Pitangus sulphuratus* (bem-te-vi), *Myiodynastes maculatus* (bem-te-vi-rajado), *Tyrannus melancholicus* (suiriri), *Vireo chivi* (juruviara), *Stelgidopteryx ruficollis* (andorinha-serradora), *Tersina viridis* (saí-andorinha) e *Sporophila caerulescens* (coleirinho).

Tem-se como espécies exóticas aquelas que se encontram fora de sua área de distribuição natural ou histórica, isto é, que não são nativas da região em que se encontram. Durante o levantamento, foi registrada uma espécie, *Estrilda astrild* (bico-de-lacre), nativa do continente africano.

As espécies foram classificadas quanto à sensibilidade às perturbações antrópicas, segundo Parker III et al. (1996) e Stotz et al. (1996).

Conforme **Figura 6.63**, 113 táxons registrados apresentam baixa sensibilidade às perturbações antrópicas, 39 apresentam média sensibilidade e 3 apresentaram alta sensibilidade. A fragmentação da área pode ser um motivo pela baixa quantidade de espécies de alta sensibilidade, sendo que, de acordo com Piratelli (2005), áreas fragmentadas em situação crítica tendem a abrigar principalmente espécies generalistas e/ou especialistas de bordas.

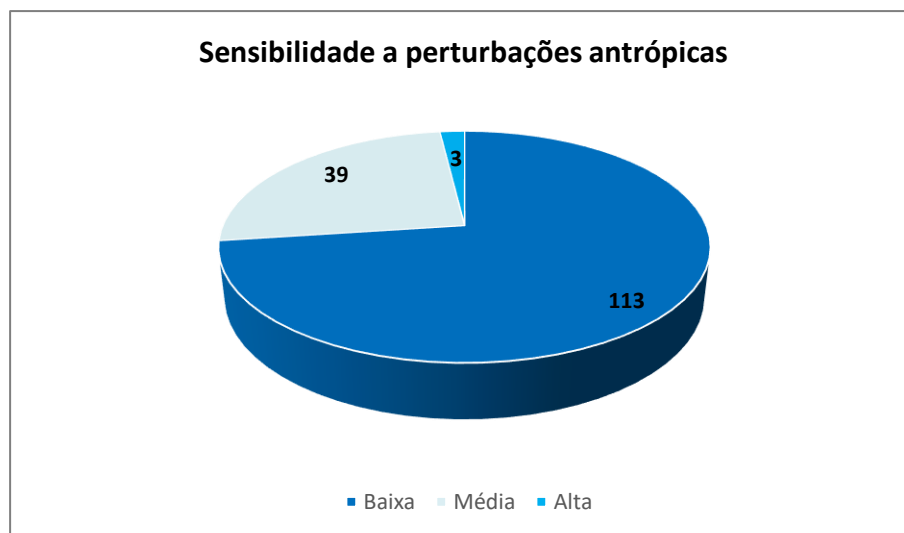


Figura 6.63 – Sensibilidade de espécies de avifauna às perturbações antrópicas.

6.3.3.1.4 Análises estatísticas

O índice de diversidade de Shannon-Wiener expressa o grau de incerteza que existe em se prever a qual espécie pertence um indivíduo escolhido ao acaso em uma amostra contendo "s" espécies e "n" indivíduos. Então, quanto maior a incerteza, maior será o valor de índice e maior será a diversidade da amostra.

O índice de Equitabilidade é um componente do índice de diversidade de Shannon-Wiener que demonstra a forma em que os indivíduos se encontram distribuídos entre as diferentes espécies na amostra. Os valores variam entre 0 (equitabilidade mínima) e 1 (equitabilidade máxima). Para calcular esses índices estatísticos foram utilizados apenas os dados obtidos através da metodologia de ponto fixo, uma vez que essa foi aplicada de forma padronizada na área de estudo.

Em relação aos níveis de diversidade, é possível observar que os pontos que apresentaram os maiores índices de Simpson e Shannon durante as campanhas de levantamento foram o AV13 e AV11, respectivamente (**Quadro 6.41**). É possível observar estes pontos estão

localizados em áreas com a presença de ambientes aquáticos, além de fragmentos florestais e área de vereda. Todos estes fatores juntos permitem um maior leque para nichos diferenciados, permitindo, portanto, um maior valor nos índices.

Quadro 6.41 – Dados de riqueza e índices de Simpson, Shannon e Pielou para avifauna.

Pontos Amostrais	Riqueza	Simpson	Shannon	Pielou
AV01	25	0,942	3,025	0,9397
AV02	40	0,952	3,374	0,9147
AV03	30	0,946	3,133	0,921
AV04	21	0,935	2,892	0,95
AV05	23	0,938	2,951	0,9411
AV06	33	0,886	2,887	0,8257
AV07	23	0,950	3,061	0,9761
AV08	26	0,948	3,129	0,9603
AV09	34	0,893	2,927	0,8301
AV10	20	0,942	2,919	0,9744
AV11	43	0,947	3,398	0,9034
AV12	28	0,941	3,095	0,9287
AV13	31	0,958	3,298	0,9605

De acordo com dados apresentados na **Figura 6.64**, é possível observar que a curva de acumulação de espécies apresenta ascendência em número de registros. De acordo com a riqueza esperada (Jack 2), é previsto um total de 218 espécies para a área. Comparando com as espécies registradas durante o levantamento (n = 155), existe um potencial para registro de mais 63 espécies para a região de estudo. Em comparação com os dados secundários (total de 275 espécies), registrou-se cerca de 71% das espécies esperadas para a região.

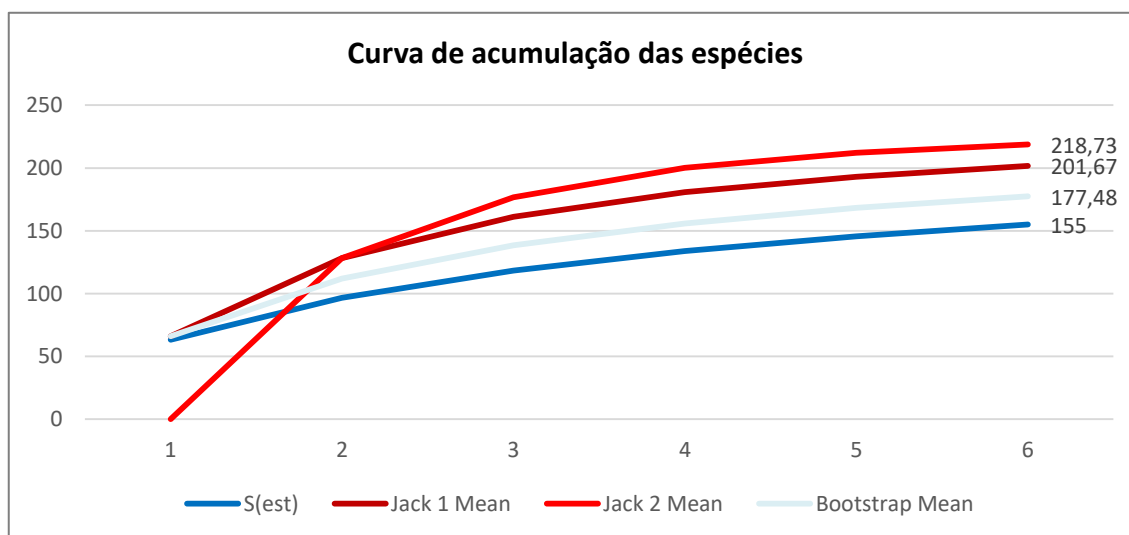


Figura 6.64 – Curva de acumulação das espécies de avifauna.

Além disso, foi calculado o índice de similaridade de Jaccard. A partir da análise do dendrograma, apresentado na **Figura 6.65**, percebe-se que os pontos mais similares entre si foram os pontos AV04 e AV10, com cerca de 66% de similaridade. Ao analisar esses pontos, é possível observar que ambos são compostos pelo mesmo tipo de ambiente (mata ciliar e plantação), tornando-os similares. O ponto AV08 foi o que apresentou o menor nível de similaridade entre os demais.

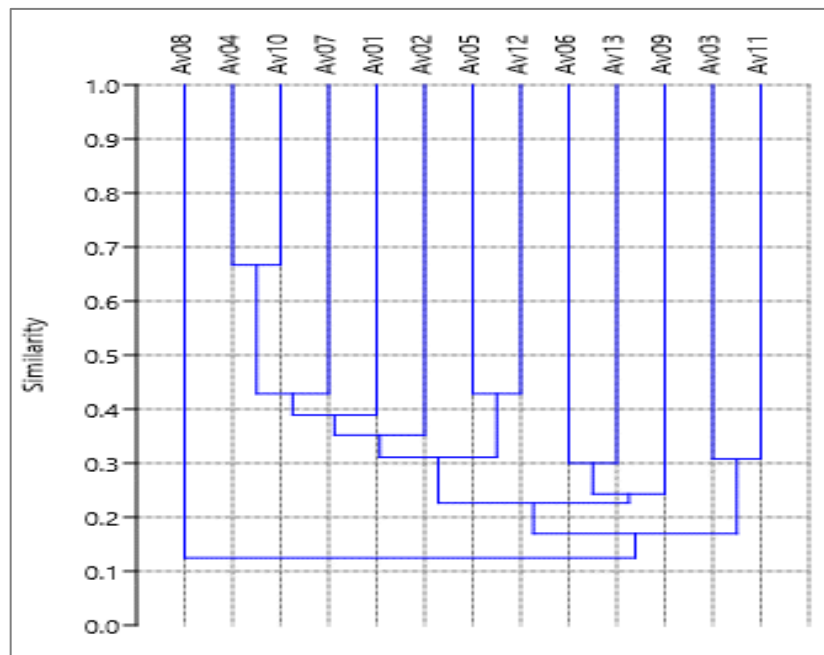


Figura 6.65 – Dendrograma de similaridade entre pontos amostrais de avifauna.

Por fim, foram calculados também o Índice Pontual de Abundância (IPA) e o Índice de Frequência nas Listas (IFL). Para efeito de cálculo do IPA das espécies, em cada área foi realizada a divisão do número de pontos em que cada espécie foi registrada pelo número de pontos amostrados na área. Para o cálculo do IPA das espécies em toda a campanha, realizou-se a divisão do número de pontos em que cada espécie foi registrada pelo número total de pontos amostrados. Para o cálculo do IFL das espécies, foi somado o número de vezes que uma determinada espécie foi registrada e dividido pelo número total de Listas de Mackinnon.

De acordo com o IFL calculado para o levantamento, as espécies que demonstraram os maiores valores foram o garrinchão-de-barriga-vermelha (*Cantorchilus leucotis*), com índice de 0,3, seguido pela pomba-asa-branca (*Patagioenas picazuro*) e o tiziu (*Volatinia jacarina*), ambos com índice de 0,28 (Figura 6.66). São espécies de ampla distribuição no território brasileiro e podem ser encontradas em diversos ambientes, desde áreas florestais a áreas antropizadas.

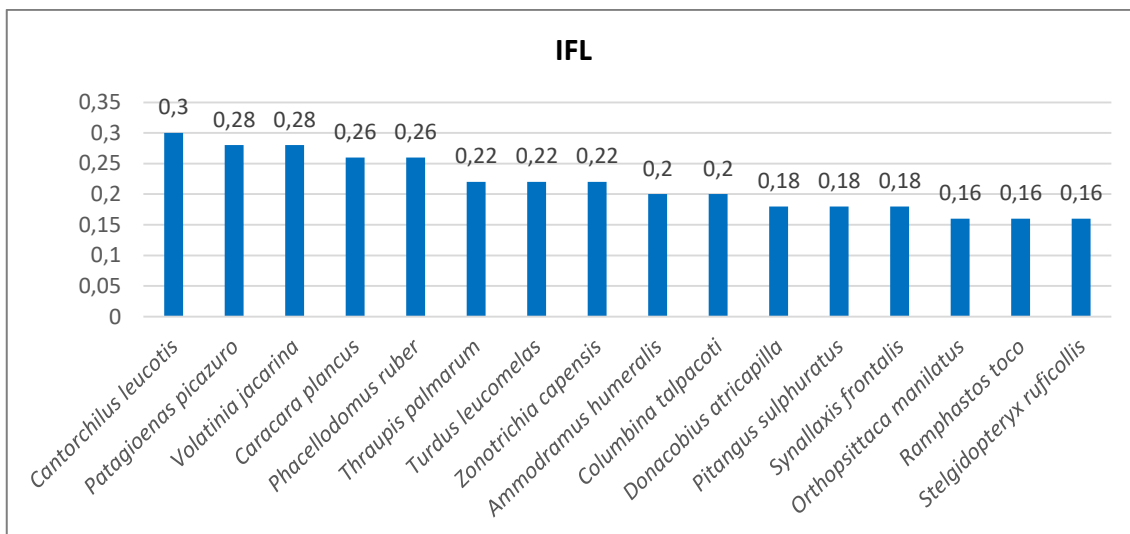


Figura 6.66 – IFL das espécies de avifauna.

Para o índice IPA calculado na primeira campanha, as espécies que demonstraram os maiores valores foram o andorinhão-do-buriti (*Tachornis squamata*), com índice de 2,38, seguido pelo bico-de-lacre (*Estrilda astrild*), com índice de 1,92 (Figura 6.67). Ambas são espécies com hábito de se reunirem em bando numérico, o que influencia diretamente no cálculo do IPA. A maior quantidade de indivíduos dessas espécies pode estar relacionada às características dos ambientes existentes na área de estudo, como áreas brejosas e campestres.

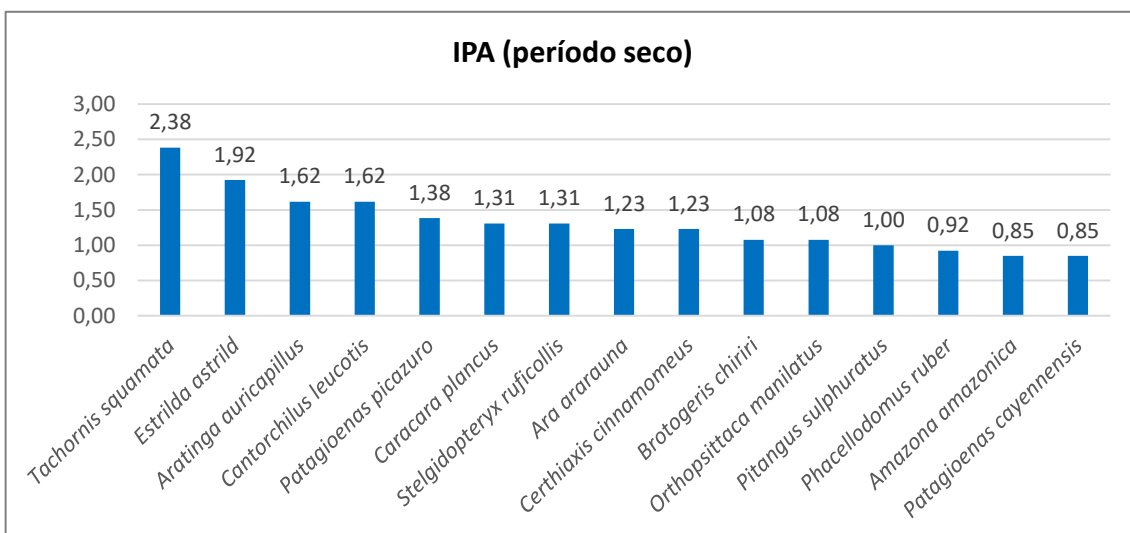


Figura 6.67 – IPA das espécies de avifauna na primeira campanha (período seco).

Para o índice IPA calculado na segunda campanha, a espécie que obteve o maior valor do índice IPA foi o tizi (*Volatinia jacarina*), com índice de 2,15, seguido pelo anu-preto (*Crotophaga ani*) e a andorinha-serradora (*Stelgidopteryx ruficollis*), ambos com índice de 0,85 (Figura 6.68). Essas espécies tendem a se favorecer nos ambientes encontrados na área de estudo, como campos, áreas brejosas e plantações.

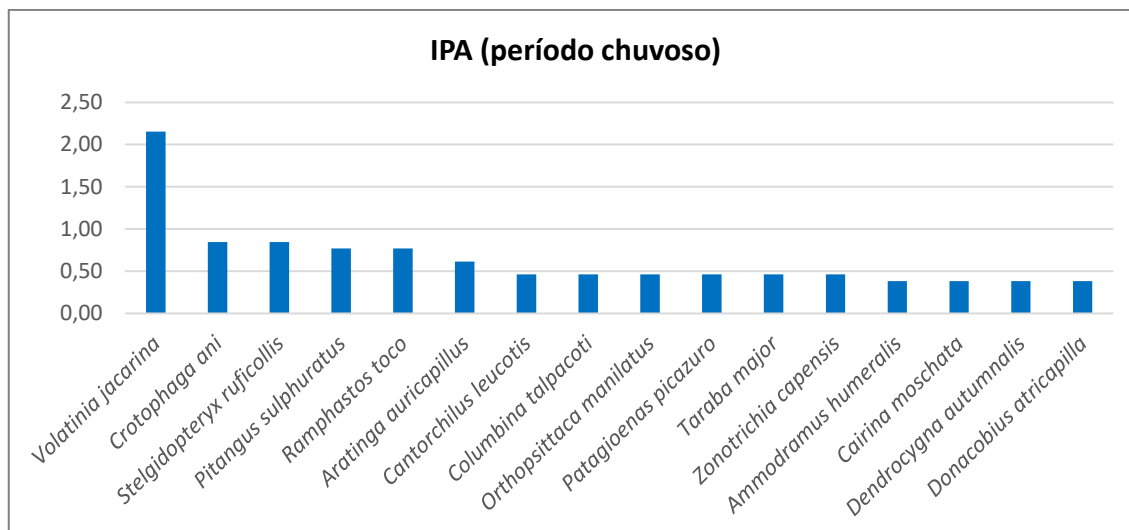


Figura 6.68 – IPA das espécies de avifauna na segunda campanha (período chuvoso).

6.3.3.1.5 Conclusões

De acordo com os dados obtidos durante o levantamento da avifauna, foi possível registrar um total de 155 espécies para a área de estudo, sendo que 113 foram registradas durante a primeira campanha e 113 durante a segunda. Ao se comparar com os dados secundários, o estudo atual corresponde a cerca de 71% do total esperado de espécies para a região.

Foram registradas 4 espécies enquadradas em algum grau de risco, de acordo com a lista estadual de espécies ameaçadas (COPAM, 2010): *Mycteria americana* (cabeça-seca) e *Ara ararauna* (arara-canindé), classificadas como “Vulnerável”, *Sporophila angolensis* (curió), presente na categoria “ criticamente em Perigo” e *Crax fasciolata* (mutum-de-penacho), enquadrada na categoria “Em Perigo”. Esta última também consta na lista internacional (IUCN, 2022), na categoria “Vulnerável”.

Algumas espécies se destacam pelo seu maior índice de IFL e IPA, as quais são: garrincho-de-barriga-vermelha (*Cantorchilus leucotis*), o tiziu (*Volatinia jacarina*), o andorinhão-doburiti (*Tachornis squamata*), o anu-preto (*Crotophaga ani*), a andorinha-serradora (*Stelgidopteryx ruficollis*) e o bico-de-lacre (*Estrilda astrild*), sendo estas espécies tipicamente registradas em áreas abertas e áreas de cerrado.

Destacam-se os pontos AV11 e AV13 devido aos seus elevados níveis de índices ecológicos e riquezas de espécies. É possível observar que os pontos amostrais na área de estudo são compostos principalmente de ambientes de veredas, mata de galeria e buritizal. Estes são ambientes de extrema importância para as espécies de avifauna, servindo como abrigo, passagem e áreas para forrageamento.

Ressalta-se que o trecho de intervenção do mineroduto possui pequena extensão, não afetando significativamente a 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.

Segundo o Comitê de Taxonomia da Sociedade Brasileira de Mastozoologia (CT-SBMz, 2022), atualmente são reconhecidas 775 espécies de mamíferos no âmbito nacional. Tais espécies estão distribuídas em 11 ordens, 51 famílias e 247 gêneros.

No estado de Minas Gerais, são encontrados três diferentes biomas, sendo eles, Mata Atlântica, Caatinga e Cerrado. Essa diversidade de ambientes resulta em uma extraordinária riqueza de espécies, sendo que o estado abriga em torno de 251 espécies de mamíferos, o que corresponde a cerca de 33% das espécies brasileiras. Não obstante, 32 espécies são consideradas endêmicas no Estado (PAGLIA et al., 2012).

Entre os três biomas que ocorrem no estado de Minas Gerais, a Mata Atlântica é o segundo maior. Originalmente, cobria 49% da área total do estado; contudo, atualmente, restam cerca de 11,5% dessa cobertura original (HIROTA & PONZONI, 2019). A Mata Atlântica é considerada um dos biomas mais ricos em termos de biodiversidade do planeta, além de abrigar um expressivo número de espécies endêmicas. Por outro lado, esse bioma também é um dos mais ameaçados do mundo, tornando-se uma das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade mundial (MYERS et al., 2000).

Dentre as espécies de mamíferos, os marsupiais (Ordem Didelphimorphia, Família Didelphidae) e pequenos roedores (Ordem Rodentia, Famílias Cricetidae, Echimydae e Sciuridae), formam o grupo ecológico mais diversificado das florestas neotropicais. Na Mata Atlântica, podem ser encontradas 22 espécies de marsupiais e aproximadamente 98 espécies de pequenos roedores (PAGLIA et al., 2012). As espécies constituintes desses dois grupos são chamadas de pequenos mamíferos não voadores.

Já o grupo dos mamíferos terrestres de médio e grande porte abriga aproximadamente 247 espécies (QUINTELA et al., 2020), sendo que 64 podem ser encontradas no bioma Mata Atlântica (PAGLIA et al., 2012). Apesar desta grande riqueza, cerca de 110 espécies estão oficialmente categorizadas em algum grau de ameaça de extinção nacional (MMA, 2022).

Uma das principais ameaças para conservação da biodiversidade em todo o mundo é perda e degradação de habitats. Esse cenário tem se intensificado nas últimas décadas devido principalmente ao notável crescimento econômico e tecnológico, que tem aumentado as pressões sobre os ecossistemas e espécies (WWF, 2016). Com o intuito de promover o desenvolvimento sustentável, são necessárias a criação e a implantação de instrumentos de prevenção e mitigação de danos ambientais. Entre esses, os inventários e monitoramentos de espécies, executados durante diversas etapas do processo de avaliação de impacto ambiental no Brasil, estão na vanguarda das ciências biológicas, pois auxiliam na construção de planos de conservação fornecendo dados sobre ocorrência e abundância de mamíferos em uma determinada área além de permitir determinar mudanças nas comunidades faunísticas ao longo de escalas temporais e espaciais (YOCCOZ et al., 2001).

6.3.3.2.1 Dados secundários

Há poucos estudos publicados sobre a mastofauna silvestre da região de estudo, sendo que a maior parte dos inventários de espécies são realizados no âmbito do licenciamento ambiental e esses dados acabam não sendo disponibilizados e divulgados na forma de publicações científicas. Contudo, a área onde o empreendimento será instalado está inserida no bioma Mata Atlântica; com isso, historicamente, o que se esperaria encontrar são espécies nativas de mamíferos com ocorrência descrita para este bioma, com exceção de alguns casos de endemismos.

Para caracterizar a mastofauna terrestre com potencial de ocorrência para as áreas de influência do mineroduto, foram utilizados dois estudos publicados para o município de Uberaba/MG, onde o empreendimento será instalado.

O primeiro estudo foi realizado por Costa et al. (2019) e teve como objetivo inventariar a mastofauna presente nas áreas que seriam diretamente e indiretamente afetadas pela implantação do rodoanel do município de Uberaba.

O segundo estudo, realizado por Fonseca et al. (2016), teve como objetivo apresentar um levantamento de mamíferos terrestres de médio e grande porte, da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) – Vale Encantado, no município de Uberaba.

Ambos os estudos foram selecionados em razão da proximidade com a área de estudo e da utilização das mesmas metodologias adotadas para inventariamento da mastofauna (dados primários).

Com base nesses dois trabalhos, foram listadas 30 espécies de mamíferos com potencial de ocorrência para a área, sendo a ordem Carnívora a mais representativa, com 12 espécies, seguida por Cingulata, com 5 espécies. A lista dos dados secundários de mastofauna consta no **Anexo H**.

Esses dois estudos trazem informações importantes para a região, exemplificando o que pode ser esperado para a área quanto às espécies de mamíferos. As diferenças na composição das comunidades de mastofauna entre os estudos ocorrem em virtude das diferenças de métodos, esforço amostral, tamanho das áreas amostrais, características ambientais locais, dentre outros fatores.

Com base no levantamento de dados secundários, foram encontradas 11 espécies que constam nas listas de espécies ameaçadas em algum grau de risco. São elas:

- *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará): VU (COPAM, 2010 e MMA, 2022);
- *Dicotyles tajacu* (caititu): VU (COPAM, 2010);
- *Herpailurus yagouaroundi* (gato-mourisco, jaguarundi): VU (MMA, 2022);
- *Leopardus pardalis* (jaguaritica): VU (COPAM, 2010);
- *Lontra longicaudis* (lontra): VU (COPAM, 2010);
- *Lycalopex vetulus* (raposa-do-campo): VU (MMA, 2022);
- *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira): VU (COPAM, 2010; MMA, 2022 e IUCN, 2022);
- *Priodontes maximus* (tatu-canastra): EN (COPAM, 2010) e VU (MMA, 2022 e IUCN, 2022);
- *Puma concolor* (onça-parda): VU (COPAM, 2010);
- *Sylvilagus brasiliensis minensis* (tapeti): EN (IUCN, 2022);
- *Tolypeutes tricinctus* (tatu-bola-do-nordeste): EN (MMA, 2022) e VU (IUCN, 2022).

6.3.3.2.2 Amostragem

Para a amostragem dos mamíferos, foram definidos 8 pontos, cujas coordenadas são apresentadas no **Quadro 6.42**. Em seguida, a **Figura 6.69** ilustra a localização desses pontos.

Quadro 6.42 – Pontos de inventariamento da mastofauna.

Pontos	Método de amostragem	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 - Fuso 23K	
		Longitude (m E)	Latitude (m S)
Masto 1	BA e AF	200.748	7.788.559
Masto 2	BA e AF	201.379	7.788.171
Masto 3	BA e AF	203.915	7.787.752
Masto 4	BA e AF	201.671	7.789.896
Masto 5	BA e AF	200.254	7.791.430
Masto 6	BA	203.014	7.791.378
Masto 7	BA	200.475	7.786.965
Masto 8	BA e AF	202.551	7.792.696

Legenda: BA = Busca Ativa; AF = Armadilhamento fotográfico.

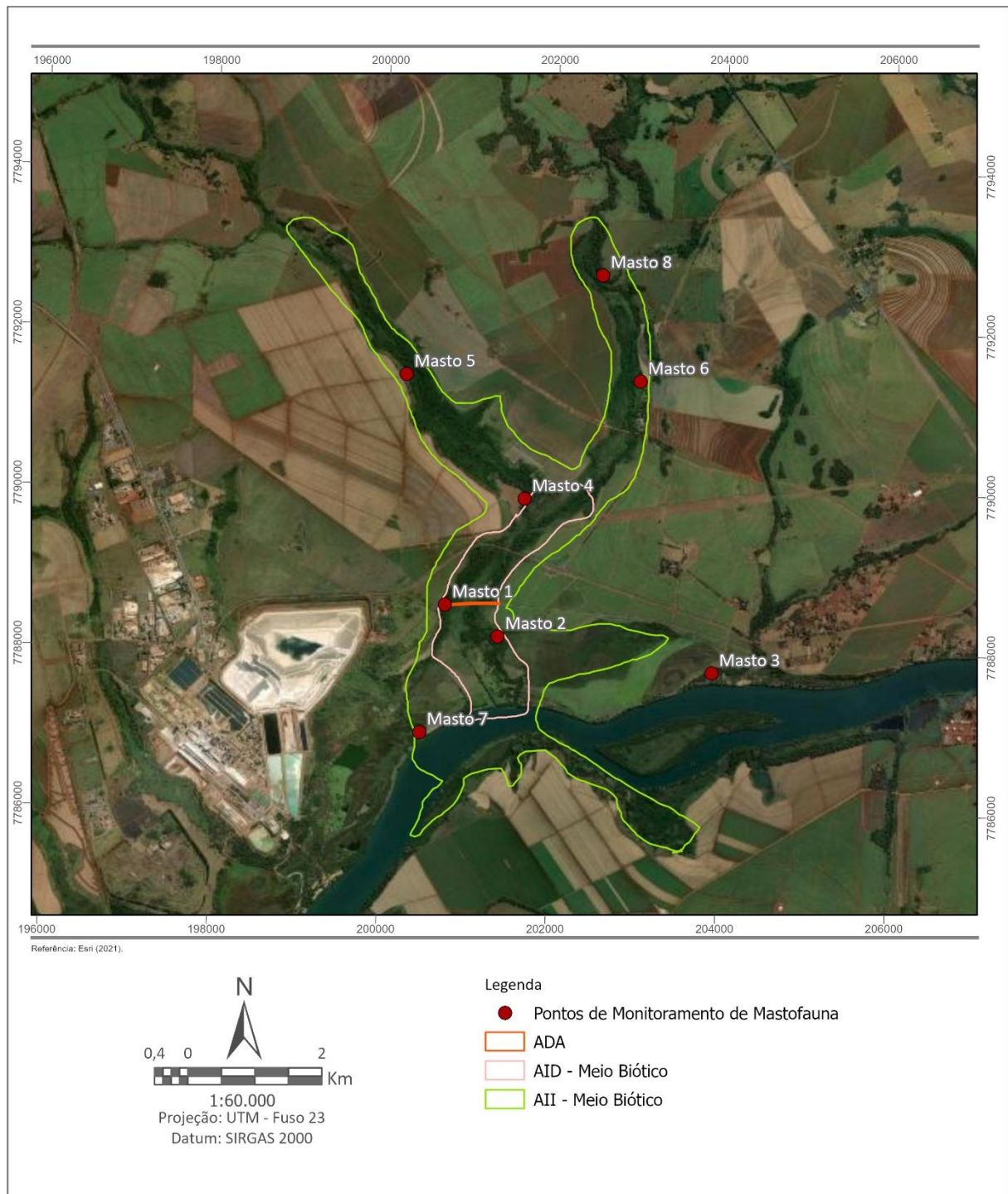


Figura 6.69 – Localização dos pontos de inventariamento da mastofauna.

As Fotos 6.52 a 6.55 ilustram as fitofisionomias encontradas na área de estudo.



Foto 6.52 – Ponto Masto 2 (período seco).



Foto 6.53 – Ponto Masto 3 (período seco).



Foto 6.54 – Ponto Masto 4 (período seco).



Foto 6.55 – Ponto Masto 6 (período seco).

Visando a melhor eficiência amostral para o presente grupo, foram empregadas diferentes metodologias, sendo elas: busca ativa (observação direta e indireta) e armadilhamento fotográfico.

A busca ativa consiste na realização de censos, em forma de transectos, nas áreas mais propícias à presença de mamíferos, como trilhas pré-existentes no interior de fragmentos florestais, áreas próximas a cursos d'água, entre outros. Os censos foram realizados em dois períodos distintos, matutino (entre 7 e 11 horas) e vespertino/noturno (entre 17 e 20 horas), com o objetivo de identificar indivíduos de mamíferos através da visualização e vocalização.

Além disso, indivíduos da mastofauna podem ser registrados a partir da observação indireta, que se baseia na localização e identificação de evidências ou vestígios deixados por animais através de pegadas, rastros, tocas, fezes e odores, sendo possível confirmar a presença de algumas espécies sem a observação direta do animal. Os rastros configuram a principal e mais importante forma de diagnosticar a presença de determinada espécie em seu habitat.

O armadilhamento fotográfico é utilizado para amostrar espécies de hábitos noturnos ou com hábitos furtivos, o que dificulta a visualização em campo. O método consiste na instalação de câmera acoplada a um sensor de raios infravermelhos capazes de detectar calor e um sensor de radar sensível a movimentos. Quando um animal atravessa o campo de ação do equipamento, ele dispara, capturando a imagem e possibilitando sua identificação.

Foram instaladas 6 armadilhas fotográficas, que permaneceram ativas 24 horas por dia, em diferentes fitofisionomias. Foram utilizadas iscas para atrair os animais, como frutas e sardinha.

Para identificação dos mamíferos, foram utilizados os guias de campo de Becker e Dalponte (1999) e Borges e Tomás (2005).

Com relação ao critério para enquadramento da mastofauna nos grupos de acordo com o porte, foram consideradas como espécies de médio e grande porte todas as espécies de mamíferos terrestres, não voadoras, que não pertencem à Ordem Didelphimorphia e apenas as espécies com mais de 1 kg de peso corporal da Ordem Rodentia (capivara, paca, cutias e ouriços). Sendo assim, o grupo de pequenos mamíferos foi constituído pelas espécies da Ordem Didelphimorphia e da Ordem Rodentia (com menos de 1 kg).

6.3.3.2.3 Dados primários

Durante a primeira campanha de inventariamento de mastofauna, no período chuvoso (setembro/2022), foram registradas 13 espécies de mamíferos, distribuídas em 10 famílias e 6 ordens. Durante a segunda campanha, no período seco (novembro/2022), foram registradas 10 espécies, distribuídas em 9 famílias e 6 ordens, sendo que apenas 2 espécies foram novas adições à lista da primeira campanha.

Considerando os dados consolidados das duas campanhas realizadas, foram obtidos 55 registros pertencentes a 15 espécies, sendo 14 espécies nativas e 1 espécie exótica, conforme **Quadro 6.43**.

Em seguida, as **Fotos 6.56 a 6.65** ilustram algumas das espécies registradas e vestígios encontrados.

Quadro 6.43 – Espécies de mastofauna registradas nas duas campanhas de inventário.

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Campanha	Status de conservação			
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato	1,2	-	-	LC. Pop Sta	Apêndice II
		<i>Chrysocyon brachyurus</i>	Lobo-guará	1,2	VU	VU	NT. Pop Unk	Apêndice II
	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Onça-parda	1	VU	-	LC. Pop Dec	Apêndice II
	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Quati	1	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão-pelada	1	-	-	LC. Pop Dec	-
Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Jaritataca	1	-	-	LC. Pop Unk	-	
Cingulata	Chlamyphoridae	<i>Cabassous unicinctus</i>	Tatu-do-rabo-mole	1	-	-	LC. Pop Unk	-
		<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-peba	1,2	-	-	LC. Pop Sta	-
	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Tatu-galinha	2	-	-	LC. Pop Sta	-
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis albiventris</i>	Gambá-de-orelha-branca	1,2	-	-	LC. Pop Sta	-
Primates	Atelidae	<i>Alouatta sp.</i>	Bugio	2	-	-	-	-
	Callitrichidae	<i>Calithrix penicillata</i>	Sagui-de-tufos-pretos	1,2	-	-	LC. Pop Dec	-
	Cebidae	<i>Sapajus libidinosus</i>	Macaco-prego	1,2	-	-	NT. Pop Dec	-
Rodentia	Caviidae	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Capivara	1,2	-	-	LC. Pop Sta	-
Cetartiodactyla	Suidae	<i>Sus scrofa domesticus x Sus scrofa</i>	Javaporco	1,2	-	-	LC. Pop Unk	-

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; NT = Quase Ameaçada; VU = Vulnerável; Pop Dec = população decrescendo; Pop Sta = população estável; Pop Inc = população aumentando; Pop Unk = população desconhecida; CITES (2022) = Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies Silvestres Ameaçadas de Extinção (2022).



Foto 6.56 – Macaco-prego (*Sapajus libidinosus*).



Foto 6.57 – Quati (*Nasua nasua*).

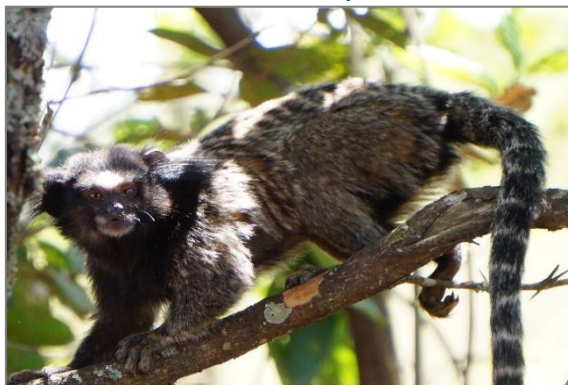


Foto 6.58 – Mico (*Callithrix penicillata*).



Foto 6.59 – Pegada de onça-parda (*Puma concolor*).



Foto 6.60 – Cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*).



Foto 6.61 – Javaporco (híbrido de *Sus scrofa*).



Foto 6.62 – Pegada de mão-pelada (*Procyon cancrivorus*).



Foto 6.63 – Pegada de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*).



Foto 6.64 – Pegada de jaratataca (*Conepatus semistriatus*).



Foto 6.65 – Toca de tatu-do-rabo-mole (*Cabassous unicinctus*).

A ordem Carnívora apresentou o maior número de espécies nesse levantamento. Esse resultado já era esperado, pois essa ordem apresenta a segunda maior riqueza de espécies entre os mamíferos terrestres de médio e grande porte no Cerrado (PAGLIA, et al., 2012). Mamíferos carnívoros desempenham um papel fundamental para o funcionamento dos ecossistemas terrestres, através do controle das populações de suas presas, que reflete na estruturação das comunidades de mamíferos, além de participar da dinâmica florestal através da dispersão de sementes (TERBORGH, 1992).

Foram obtidos, no total, 26 registros independentes de mamíferos na primeira campanha e 29 na segunda campanha, totalizando 55 registros. As espécies *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara) e *Cerdocyon thous* (cachorro do mato) foram as mais abundantes, com 10 e 8 registros respectivamente, seguidas pela espécie exótica *Sus scrofa domesticus* x *Sus scrofa* (javaporco), com 6 registros (Figura 6.70).

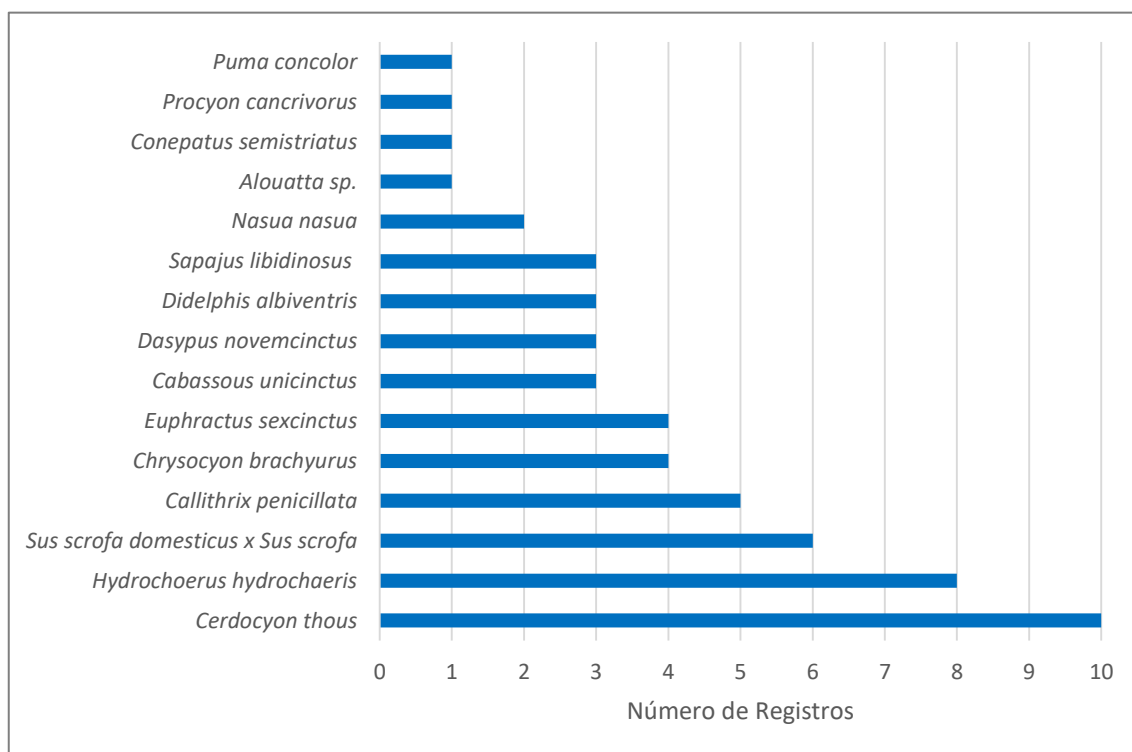


Figura 6.70 – Número de registros independentes de mamíferos durante as duas campanhas.

Considerando as duas campanhas de inventário, Masto 4 foi o ponto com o maior número de registros de indivíduos (n = 12) e de espécies (n = 9), seguido pelo ponto Masto 8, com registro de 11 indivíduos de 8 espécies (Figuras 6.71 e 6.72).

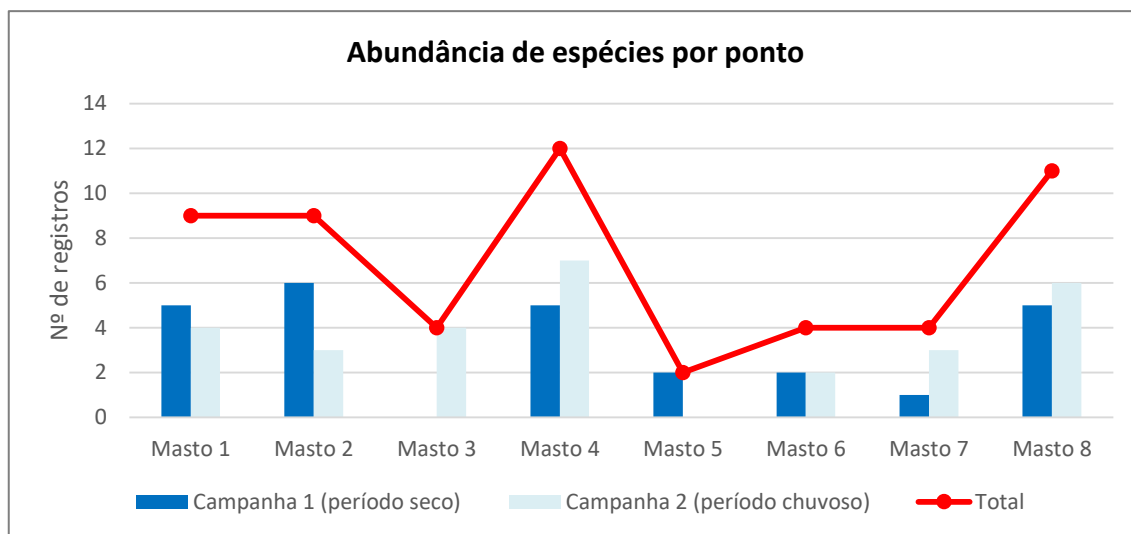


Figura 6.71 – Abundância de espécies de mastofauna por ponto amostral.

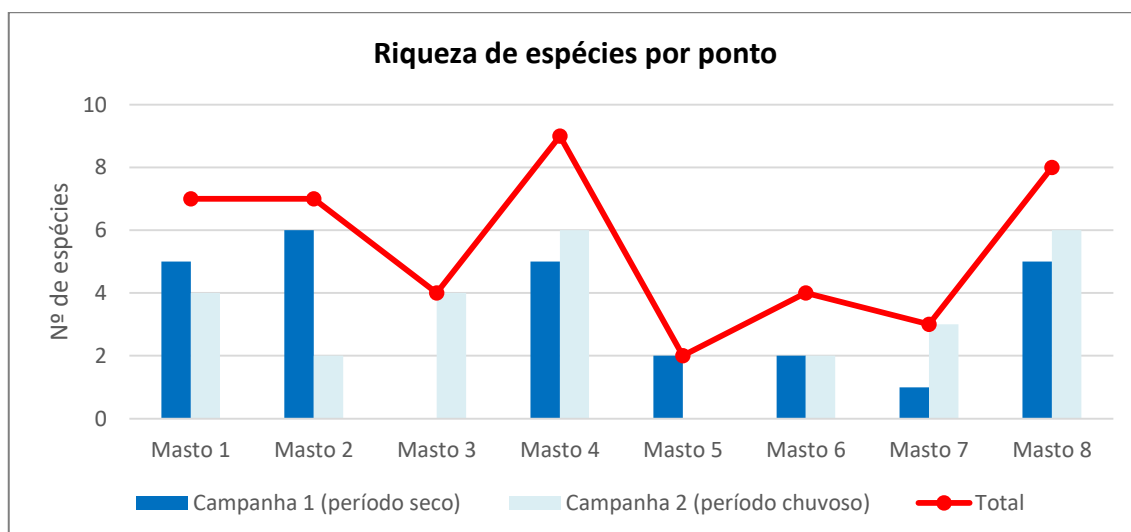


Figura 6.72 – Riqueza de espécies de mastofauna po ponto amostral.

O **Quadro 6.44** exibe as informações das espécies em relação aos pontos e métodos de registro.

Quadro 6.44 – Pontos e métodos de registro das espécies de mastofauna.

Espécie	Campanha 1 (seco)		Campanha 2 (chuvoso)	
	Pontos Amostrais	Métodos de Registro	Pontos Amostrais	Métodos de Registro
<i>Alouattasp.</i>	-	-	8	VOC
<i>Cabassous unicinctus</i>	1, 2, 5	TO, PE	-	-
<i>Callithrix penicillata</i>	7	VOC	3, 4, 7	VI, PE, VOC
<i>Cerdocyon thous</i>	1, 4, 6, 8	PE	1, 2, 3, 4, 7, 8	PE
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	1	PE	1, 3, 8	VI, PE, FE
<i>Conepatus semistriatus</i>	8	PE	-	-

Espécie	Campanha 1 (seco)		Campanha 2 (chuvoso)	
	Pontos Amostrais	Métodos de Registro	Pontos Amostrais	Métodos de Registro
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	-	-	3, 4, 6	AF, PE, TO
<i>Didelphis albiventris</i>	1, 2	AF	4	AF
<i>Euphractus sexcinctus</i>	8	TO	1, 4, 8	PE
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	2, 4, 5, 8	VI, PE	1, 4, 7, 8	AF, PE
<i>Nasua nasua</i>	1, 2	PE, ATR	-	-
<i>Procyon cancrivorus</i>	4	PE	-	-
<i>Puma concolor</i>	4	PE	-	-
<i>Sapajus libidinosus</i>	2, 8	AF, VOC	6	VI
<i>Sus scrofa domesticus x Sus scrofa</i>	2, 4, 6	AF, PE	2, 8	AF, PE

Legenda: AF = armadilha fotográfica; ATR = atropelamento; FE = fezes; PE = pegadas; TO = toca; VI = visualização; VOC = vocalização.

Com relação ao status de ameaça, foram registradas as seguintes espécies em algum grau de risco de acordo com as listas estadual, nacional e/ou global:

- Lobo guará (*Chrysocyon brachyurus*): VU (COPAM, 2010; MMA, 2022);
- Onça parda (*Puma concolor*): VU (COPAM, 2010).

Além disso, essas duas espécies, juntamente com o cachorro do mato (*Cerdocyon thous*), constam no Apêndice II da lista do CITES (2022). Esse Apêndice elenca as espécies não necessariamente ameaçadas de extinção, mas cujo comércio deve ser controlado a fim de evitar usos incompatíveis com sua sobrevivência.

O **Anexo I** traz um laudo técnico, elaborado por biólogo especialista em mastofauna, com análise de sobrevivência das espécies ameaçadas citadas.

O município de Uberaba está localizado em uma área de transição entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado. Na área de estudo, não foram registradas espécies endêmicas da Mata Atlântica. Contudo, duas espécies encontradas são endêmicas do Cerrado, sendo elas *Callithrix penicillata* (sagui-de-tufos-pretos) e *Sapajus libidinosus* (macaco-prego) (GUTIÉRREZ & MARINHO-FILHO, 2017).

Entre as espécies registradas durante o inventário, algumas são comumente caçadas de forma ilegal no Brasil, tais como: *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara) e as espécies de tatu *Cabassous unicinctus*, *Dasyopus novemcinctus* e *Euphractus sexcinctus*, utilizadas na alimentação. Outras espécies, como o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) e a onça parda (*Puma concolor*) são caçadas por, em alguns casos, serem responsáveis pela predação de animais de criação e domésticos.

Na maioria dos casos, espécies de grande porte são preferidas por caçadores pela maior quantidade de carne, otimizando assim o custo benefício do processo de caça (CULLEN et al., 2001).

Durante o inventário, foram encontrados diversos vestígios de atividades de caça (**Fotos 6.66 e 6.67**). A presença do javaporco (híbrido de *Sus scrofa*) na região pode, em parte, explicar a atividade de caça, já que existem grupos que atuam de forma legalizada para controle e manejo dessa espécie, conforme autorização do IBAMA através da Instrução Normativa 03/2013. Contudo, algumas das armadilhas encontradas como o poleiro de caça e uma armadilha tipo gaiola para espécies menores, não possuem relação com a caça de javali.



Foto 6.66 – Poleiro utilizado para caça.



Foto 6.67 – Armadilha tipo gaiola para mamíferos de médio e grande porte.

6.3.3.2.4 Análises estatísticas

O índice de diversidade taxonômica de Shannon-Wiener (H') foi de 2,47 e equitabilidade de Pielou (J) 0,91, com base nos dados obtidos nas duas campanhas de inventário de mastofauna nas áreas de influência do mineroduto, conforme **Quadro 6.45**. A diversidade foi maior na primeira campanha devido à maior riqueza de espécies, porém a diversidade encontrada na segunda campanha também está dentro do esperado, visto que usualmente esse índice varia entre 1,5 e 3,5 (MAGURRAN, 1988).

Quadro 6.45 – Dados de riqueza, número de registros, diversidade e equitabilidade de mastofauna.

Índices	Campanha 1	Campanha 2	Total
Riqueza (S)	13	10	15
Número de registros (N)	26	29	55
Diversidade (H')	2,41	2,16	2,47
Equitabilidade (J)	0,94	0,93	0,91

O **Quadro 6.46** exibe os índices de diversidade, dominância e equitabilidade por pontos. Contudo, devido ao baixo esforço amostral realizado até o momento, esses dados devem ser analisados com grande cautela em virtude do grande viés amostral. Como não tivemos nenhuma espécie dominante em nossas amostras, os pontos com maiores riquezas de espécies apresentaram também maiores valores de diversidade.

Quadro 6.46 – Dados de riqueza, diversidade, dominância e equitabilidade de mastofauna por ponto.

Índices	Masto 1	Masto 2	Masto 3	Masto 4	Masto 5	Masto 6	Masto 7	Masto 8
Riqueza	7	7	4	9	2	4	3	8
Indivíduos	9	9	4	12	2	4	4	11
Dominância	0,16	0,18	0,25	0,12	0,5	0,25	0,37	0,14
Diversidade (H')	1,88	1,83	1,38	2,13	0,69	1,38	1,04	2,02
Equitabilidade (J)	0,97	0,97	0,94	1	0,97	1	0,94	0,97

Para calcular a riqueza estimada de espécies a partir da riqueza observada em campo, foi utilizado o *software* Estimate S, que permitiu calcular também o desvio padrão do número de espécies (representado pelas barras da **Figura 6.72**). O estimador de riqueza utilizado foi o Jackknife 1ª Ordem. A unidade amostral submetida ao cálculo foi “número de registros”.

A **Figura 6.73** mostra que a curva de acumulação de espécies não apresenta tendência à estabilização, encontra-se ainda em ascensão. A riqueza estimada foi de 18,56 espécies, indicando que novas espécies ainda podem ser adicionadas à lista. Sendo assim, com base nos dados obtidos até o momento, foram registradas aproximadamente 70% das espécies que podem ocorrer no local.

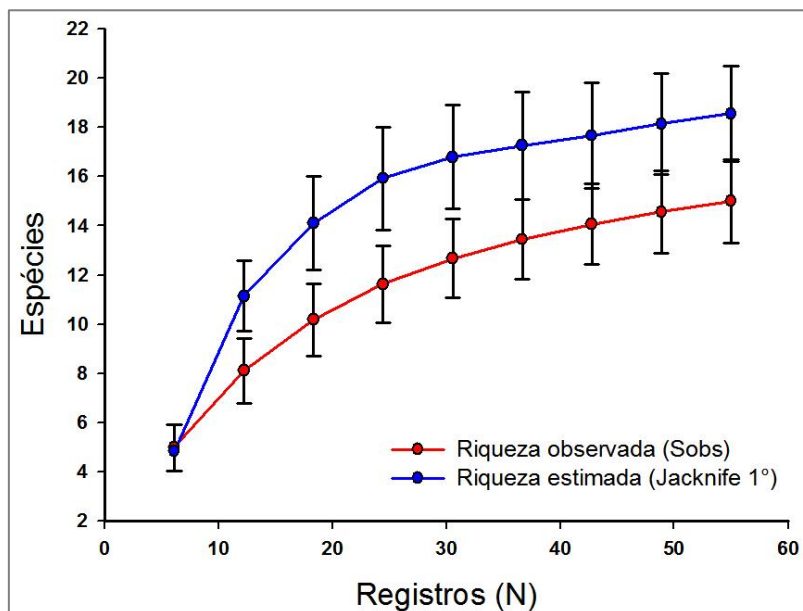


Figura 6.73 – Curva de acumulação das espécies de mastofauna.

A **Figura 6.74** ilustra a relação de similaridade entre os pontos amostrais. A análise de similaridade foi realizada utilizando o índice de Jaccard, que leva em consideração a composição da comunidade entre as áreas. Essa análise indicou um coeficiente de correlação cofenética de 0,74. A maior similaridade foi registrada entre os pontos Masto 1 e Masto 2, que compartilham 5 espécies. Outro agrupamento foi formado com os pontos Masto 3 e Masto 7 que compartilham duas espécies.

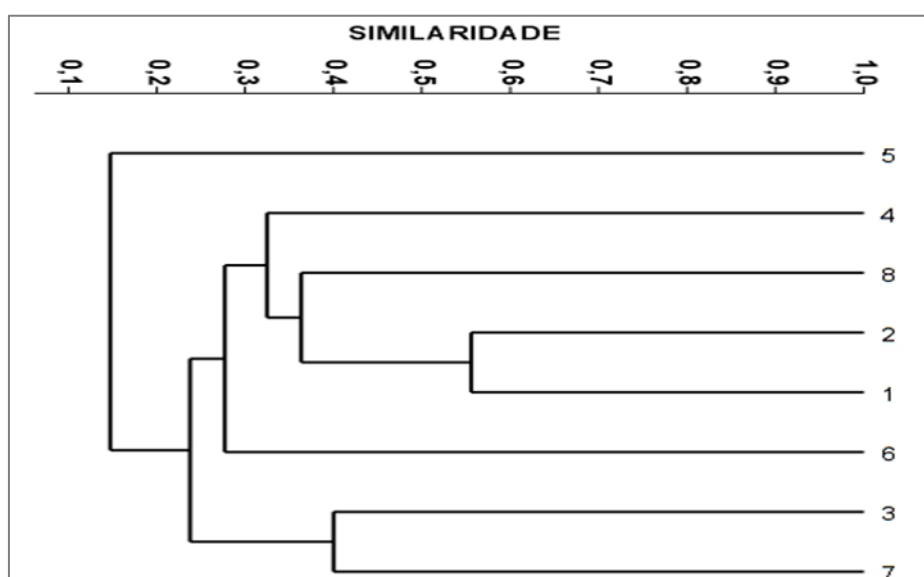


Figura 6.74 – Dendrograma de silimaridade entre pontos amostrais de mastofauna.

6.3.3.2.5 Conclusões

Após a consolidação dos dados das duas campanhas de inventário faunístico, foram registradas 15 espécies de mamíferos, sendo 14 espécies nativas e 1 espécie exótica.

Com relação ao status de ameaça, foram registradas duas espécies em algum grau de risco de acordo com as listas estadual, nacional e/ou global: lobo guará (*Chrysocyon brachyurus*), classificada como VU nas listas COPAM (2010) e MMA (2022), e onça parda (*Puma concolor*), classificada como VU pela COPAM (2010).

No contexto de paisagem, a área onde o empreendimento está inserido possui pouca cobertura de vegetação nativa. A maior parte dos remanescentes de vegetação nativa são formados por APPs e estão localizadas ao longo de córregos e áreas alagadas. Esses poucos remanescentes estão imersos em uma grande matriz agrícola composta principalmente por monoculturas de cana-de-açúcar. Outro agravante é a qualidade dos remanescentes de vegetação, sendo que a grande maioria está em estado inicial e secundário de sucessão. Essa baixa qualidade do habitat se reflete não só na riqueza de mamíferos terrestres, como também na composição da comunidade.

As espécies mais abundantes durante as duas campanhas, a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e o cachorro do mato (*Cerdocyon thous*), são tolerantes à degradação ambiental, com grande plasticidade trófica e com pouca exigência de habitat, o que permite que essas espécies sobrevivam nesses ambientes alterados.

Apesar da área apresentar poucos remanescentes de vegetação nativa, é importante destacar a presença da onça-parda (*Puma concolor*), um carnívoro predador de grande porte, e também do lobo guará (*Chrysocyon brachyurus*). A presença dessas espécies ameaçadas pode indicar que a área ainda tem potencial de abrigar ou funcionar como corredor para espécies de grande porte se deslocarem na paisagem agrícola.

As espécies de primatas dependem fortemente da cobertura florestal para sua sobrevivência. Devido a isso, a IUCN aponta a perda de habitat causada pela agricultura, extração de madeira ou pecuária como a principal ameaça, atualmente, para conservação dos primatas (ESTRADA et al., 2017). Portanto, é de grande importância a preservação dos remanescentes de vegetação existentes na área do empreendimento e a execução de um programa de recuperação de áreas degradadas com o intuito de aumentar a quantidade de cobertura florestal, especialmente nas APPs.

Não foi registrada nenhuma espécie endêmica do Bioma Mata Atlântica. Já para o Cerrado, duas espécies são endêmicas: *Callithrix penicillata* e *Sapajus libidinosus*. A modificação de habitat induzida por atividades antrópicas, principalmente resultantes da conversão de áreas florestadas em áreas agrícolas, pode ser um dos principais determinantes da expansão da distribuição de espécies endêmicas ou características do Cerrado, que ocupam habitats densamente florestados, como a Mata Atlântica (MAGIOLI et al., 2020).

Entre as ameaças identificadas durante o inventário, destacamos a presença de animais domésticos, como cães, gatos e bovinos, no interior de fragmentos. Cães domésticos constituem uma ameaça potencial à biodiversidade local, pois, além da predação, animais domésticos também podem disseminar doenças em animais selvagens (CURI et al., 2010). A presença de animais domésticos em ambientes naturais já configura um dos maiores impactos negativos à conservação de animais silvestres no Brasil. Canídeos selvagens são

susceptíveis às mesmas enfermidades parasitárias, virais, bacterianas e fúngicas dos cães domésticos (CURI et al., 2010).

Outro problema comum na região do triângulo mineiro é a presença do javaporco (híbrido de *Sus scrofa*), avistado durante as duas campanhas, inclusive em bandos com adultos e filhotes. O javaporco tem sido conhecido no Brasil pelos prejuízos econômicos causados por seus ataques às plantações. Além disso, o javaporco também compete com os animais silvestres, visto que seu grande porte e força podem causar o afugentamento dos mesmos, além da predação de animais silvestres de pequeno porte (KLEIN, 2022)

Ressalta-se que o trecho de intervenção do mineroduto possui pequena extensão, não afetando significativamente a mastofauna local, visto que o entorno possui condições de absorver as alterações causadas pela supressão de vegetação.

6.3.3.3 Herpetofauna

A herpetofauna é um grupo formado pelos animais classificados como anfíbios (Amphibia) e répteis (Reptilia). Esses animais são considerados um grupo faunístico de destaque nos estudos ambientais, visto que são componentes importantes na biodiversidade global e grupos-chave na cadeia alimentar, atuando como carnívoros, herbívoros (girinos), predadores e presas, além de conectar ecossistemas aquáticos e terrestres (URBINA-CARDONA, 2008).

Devido à sua baixa mobilidade, especificidade de habitat, requerimentos fisiológicos e facilidade de estudo, as espécies da herpetofauna são consideradas modelos ideais para estudar os efeitos da fragmentação e também um grupo de destaque para estudos em regiões sob pressão de empreendimentos impactantes (VITT et al., 1990; ANDREANI et al., 2003).

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. Esses animais são considerados ótimos bioindicadores de qualidade do ambiente (LOPES, 2010) e são biocontroladores de invertebrados e pequenos vertebrados, além de servir de alimento para outros táxons e atuarem significativamente na bioprospecção (BERTOLUCI et al., 2009). São, portanto, considerados sentinelas ambientais.

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. Os répteis são também considerados bioindicadores de qualidade ambiental, respondendo às variações do meio, à presença de espécies invasoras e à ocorrência de queimadas (FILHO, 2003). São também excelentes biocontroladores, principalmente de artrópodes, além de que podem ser excelentes dispersores de sementes (SANTOS et al., 2012). Alguns desses animais são utilizados como animais de estimação (MURIARTY, 2002), na medicina popular e na bioprospecção e como alimento (OLIVEIRA, 2013; ARAÚJO & LUNA, 2017).

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).

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, onde se encontra a área de estudo. 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.

Apesar da grande riqueza de anfíbios e répteis no Brasil, várias espécies estão ameaçadas graças à destruição dos ecossistemas naturais, principalmente daqueles que são considerados hotspots pra conservação, como a Mata Atlântica e o Cerrado (MELLO et al., 2016). Nesse contexto, com o objetivo de analisar as populações ocorrentes em uma região determinada ou determinado habitat, os levantamentos de fauna atuam como importantes mecanismos de mitigação de impactos sobre a biota, pois permitem avaliações e, sempre que necessário, mudanças das ações em curso, visando a conservação das espécies faunísticas (NARITA et al., 2010).

6.3.3.3.1 Dados secundários

Para o diagnóstico no contexto regional onde está localizado o empreendimento, compilou-se uma lista de espécies de anfíbios e répteis com potencial ocorrência na área, com base em trabalhos realizados em localidades próximas. Para isso, os dados foram obtidos através de busca por artigos científicos, teses e dissertações, além de relatórios de licenciamento ambiental que tenham disponibilizado informações sobre a ocorrência de espécies.

Nesse contexto, foram encontrados quatro estudos, sendo três artigos científicos e um relatório de monitoramento ambiental com levantamento de herpetofauna na região do Triângulo Mineiro, onde o empreendimento está inserido. São eles:

- Giaretta et al. (2008): *Species richness, relative abundance, and habitat of reproduction of terrestrial frogs in the Triângulo Mineiro region, Cerrado biome, southeastern Brazil.*
- Siqueira e Facure (2017): *Snakes from the Pontal do Triângulo Mineiro Region, Cerrado Domain, Southeastern Brazil.*
- Neves et al. (2019): *Herpetofauna in a highly endangered area: the Triângulo Mineiro region, in Minas Gerais State, Brazil.* Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal.
- Pereira (2022): Relatório de levantamento de dados de Anfíbios e Répteis para compor o monitoramento de fauna da Fazenda Agroeldorado, município de Uberlândia, MG.

A partir dos dados compilados de fontes citadas acima, foi elaborada uma lista de espécies, que resultou na potencial ocorrência de 99 espécies na região, conforme apresentado no

Anexo H. A nomenclatura dos grupos taxonômicos segue as últimas listas de anfíbios e répteis da Sociedade Brasileira de Herpetologia (SEGALLA et al., 2021; COSTA & BÉRNILS, 2021).

Dentre as espécies registradas, apenas a *Proceratophrys moratoii* (sapo-de-chifre) se encontra em categoria de risco, sendo classificada como CR pela IUCN (2022).

6.3.3.3.2 Amostragem

Para amostragem da herpetofauna, foram definidos 11 pontos em diferentes fitofisionomias presentes nas áreas do empreendimento. As coordenadas desses pontos são apresentadas no **Quadro 6.47** e, em seguida, a **Figura 6.75** ilustra a sua localização.

Quadro 6.47 – Pontos de inventariamento da herpetofauna.

Pontos	Descrição	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 – Fuso 23	
		Longitude (m E)	Latitude (m s)
HP01	Mata ciliar próximo à rodovia (ADA)	201.553	7.789.064
HP02	Pequeno córrego próximo às plantações (ADA)	201.375	7.788.893
HP03	Área brejosa (ADA)	201.212	7.788.593
HP04	Vereda (ADA)	200.733	7.788.573
HP05	Vereda (ADA)	201.059	7.789.167
HP06	Alagado em decorrência da cheia do rio (ADA)	201.295	7.788.275
HP07	Pequeno barramento nas áreas de plantio (AID)	203.029	7.792.952
HP08	Área brejosa em uma propriedade particular (AID)	203.014	7.791.395
HP09	Alagado com veredas (AID)	201.939	7.789.674
HP10	Área de vereda de difícil acesso próxima as plantações (AID)	201.157	7.790.913
HP11	Mata ciliar do rio Grande (AID)	203.593	7.787.478

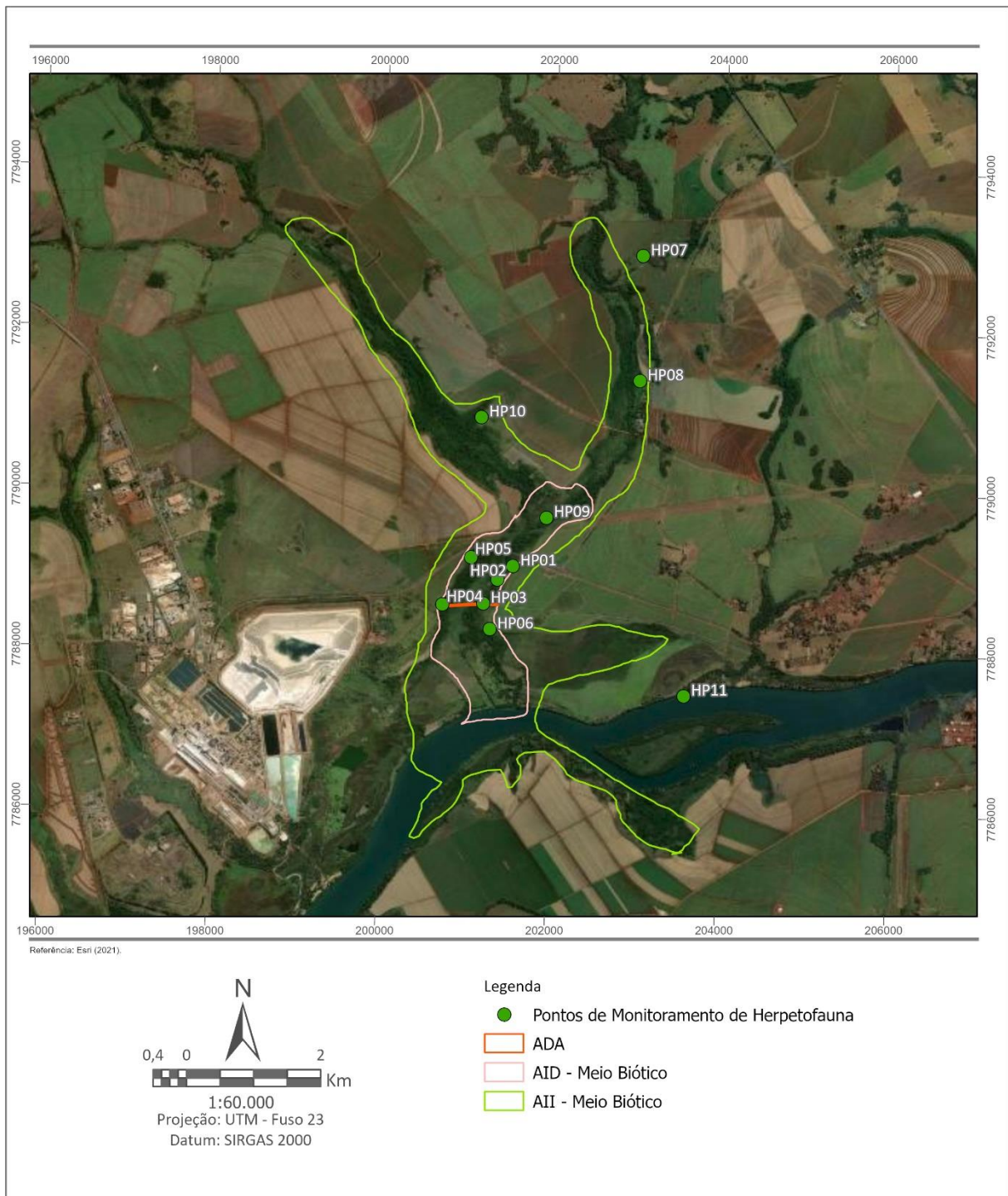


Figura 6.75 – Localização dos pontos de inventariamento da herpetofauna.

As Fotos 6.68 a 6.78 ilustram os pontos de levantamento.



Foto 6.68 – Ponto HP01 (período seco).



Foto 6.69 – Ponto HP02 (período seco).



Foto 6.70 – Ponto HP03 (período seco).



Foto 6.71 – Ponto HP04 (período seco).



Foto 6.72 – Ponto HP05 (período chuvoso).



Foto 6.73 – Ponto HP06 (período chuvoso).



Foto 6.74 – Ponto HP07 (período chuvoso).



Foto 6.75 – Ponto HP08 (período seco).



Foto 6.76 – Ponto HP09 (período seco).



Foto 6.77 – Ponto HP10 (período seco).



Foto 6.78 – Ponto HP11 (período chuvoso).

Para amostragem da comunidade de herpetofauna, foram utilizadas quatro metodologias complementares: busca ativa visual, busca ativa auditiva, amostragem em estrada (CRUMP & SCOTT JÚNIOR, 1994) e amostragem por *Time Constrained Search* (TCS).

Realizou-se busca ativa em todos os microambientes possíveis onde possam ocorrer anuros, lagartos e serpentes, como ocos de árvores, serrapilheira, ao redor de brejos e poças temporárias, buracos e tocas no chão, debaixo de rochas, entre raízes, cupinzeiros e todos os estratos vegetativos (MARTINS & OLIVEIRA, 1999). As serpentes podem ser encontradas tanto durante o dia como à noite, visto que existem espécies de hábito noturno e diurno, tal como alguns anuros. Nesse contexto, a amostragem foi realizada em ambos os períodos (Fotos 6.79 e 6.80).



Foto 6.79 – Busca ativa (período noturno).



Foto 6.80 – Busca ativa (período diurno).

A busca ativa auditiva foi realizada em trechos dos pontos inventariados, percorridos com o intuito de registrar anfíbios anuros que emitem vocalizações, principalmente na época

reprodutiva, em que machos vocalizam para atrair as fêmeas (FREITAS & SILVA, 2007), sendo mais eficiente em áreas alagadas e no período noturno.

O método da amostragem de estrada (AE), aplicado de forma não padronizada, consiste em percorrer estradas em baixa velocidade durante os deslocamentos entre as áreas amostrais, procurando espécies que estejam paradas ou se deslocando entre ambientes, sendo indicado especialmente para o encontro de serpentes e lagartos. Espécimes mortos por atropelamento são frequentemente registrados também por esse método. Os dados coletados por essa metodologia serão tratados como encontros ocasionais ou oportunistas (EO).

A amostragem por *Time Constrained Search* (TCS) consiste avaliar a riqueza e a abundância da herpetofauna por meio da procura direta das espécies, limitada por tempo. Dessa forma, o deslocamento é feito a pé, lentamente, à procura de anfíbios e répteis que estejam visualmente expostos ou nos abrigos ao longo de um tempo fixo previamente determinado. No caso desse monitoramento, os transectos tiveram a duração de uma hora e foram percorridos por dois profissionais no período diurno, dentro das estações de amostragem. Esse tipo de metodologia geralmente resulta em baixo número de registros quando comparada a outros métodos, mas é uma importante ferramenta complementar.

As buscas ocorreram em dois períodos do dia, pela manhã (entre 8h e 11h) e tarde/noite (entre 16h e 21h), totalizando um esforço amostral de 8 h/dia de amostragem. Para garantir a eficiência do levantamento de dados, foram utilizadas ferramentas como máquina fotográfica, lanternas com alta potência e zoom, gravador para registro sonoro de anfíbios e gancho para serpentes. Não foi necessário realizar coletas (eutanásia de indivíduos) para identificação das espécies em laboratório, sendo todos os animais identificados nos pontos de amostragem.

A nomenclatura dos grupos taxonômicos está de acordo com as últimas listas de anfíbios e répteis da Sociedade Brasileira de Herpetologia (SEGALLA et al., 2021; COSTA & BÉRNILS, 2021).

6.3.3.3.3 Dados primários

A primeira campanha, no período seco (setembro/2022), de inventariamento de herpetofauna resultou em 81 registros de 10 espécies, sendo 7 espécies de anfíbios (1 ordem, 3 famílias) e 3 de répteis (1 ordem, 2 famílias). Já na segunda campanha, em período chuvoso (novembro/2022), foram registrados 177 indivíduos pertencentes a 17 espécies, sendo 14 anfíbios (1 ordem, 5 famílias) e 3 répteis (1 ordem, 2 famílias).

Os dados consolidados das duas campanhas resultaram em 18 espécies, sendo 15 anuros (1 ordem, 5 famílias) e 3 répteis (1 ordem, 2 famílias), conforme **Quadro 6.48**.

Em seguida, as **Fotos 6.81 a 6.90** ilustram algumas das espécies registradas.

Quadro 6.48 – Espécies de herpetofauna registradas nas duas campanhas de inventário.

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Campanha	Status de conservação			
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo-cururu	1, 2	-	-	DD	-
	Brachycephalidae	<i>Ischnocnema guenterii</i>	Rãzinha	2	-	-	-	-
	Hylidae	<i>Boana albopunctata</i>	Pererereca-cabrinha	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Boana faber</i>	Perereca-martelo	2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Dendropsophus minutus</i>	Pererequinha-do-brejo	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	Pererequinha-do-brejo	2	-	-	LC. Pop Dec	-
		<i>Oloolygon canastrensis</i>	Perereca	1	-	-	DD	-
		<i>Scinax fuscovarius</i>	Pererequinha-de-banheiro	2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Scinax fuscomarginatus</i>	Pererequinha-do-brejo	2	-	-	LC. Pop Sta	-
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fuscus</i>	Rã-piadora	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Leptodactylus macrosternum</i>	Rã-manteiga	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Rã-de-bigode	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Leptodactylus mystacinus</i>	Rã-de-bigode	2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Physalaemus cuvieri</i>	Rã-cachorro	2	-	-	LC. Pop Sta	-
	Odontophrynidae	<i>Odontophrynus cultripes</i>	Sapo-verruga	2	-	-	LC. Pop Sta	-
Squamata	Teiidae	<i>Ameiva ameiva</i>	Lagarto-verde	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Salvator merianae</i>	Teiú	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
	Tropiduridae	<i>Tropidurus torquatus</i>	Calango	1, 2	-	-	LC. Poo Unk	-

Legenda: Status de conservação: COPAM (2010) = Deliberação Normativa COPAM nº 147/2010; MMA (2022) = Portaria MMA nº 148/2022; IUCN (2022) = *International Union for Conservation of Nature* (2022); LC = pouco preocupante; Pop Dec = população decrescendo; Pop Sta = população estável; Pop Inc = população aumentando; Pop Unk = população desconhecida; DD = deficiente de dados; CITES (2022) = Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies Silvestres Ameaçadas de Extinção (2022).



Foto 6.81 – Perereca-cabrinha (*Boana albopunctata*).



Foto 6.82 – Rã-de-bigode (*Leptodactylus mystaceus*).



Foto 6.83 – Perereca (*Ololygon canastrensis*).



Foto 6.84 – Rã-piadora (*Leptodactylus fuscus*).



Foto 6.85 – Rã-manteiga (*Leptodactylus macrosternum*).



Foto 6.86 – Sapo-cururu (*Rhinella diptycha*).



Foto 6.87 – Calango (*Tropidurus torquatus*).



Foto 6.88 – Lagarto-verde (*Ameiva ameiva*).



Foto 6.89 – Teiú (*Salvator merianae*).



Foto 6.90 – Pererequinha-do-brejo
(*Dendropsophus rubicundulus*).

Como era esperado, na segunda campanha, realizada no período chuvoso, tanto a abundância como a riqueza de espécies da herpetofauna foram maiores na área de estudo. Na estação seca, é comum um resultado com baixa abundância e riqueza de espécies da herpetofauna, devido à influência dos fatores abióticos como pluviosidade e temperatura e período de reprodução, principalmente dos anuros, que têm o pico de atividade nos meses mais quentes e úmidos. Portanto, com o aumento na taxa de atividades dos indivíduos em função da estação chuvosa, que é mais propícia para a reprodução, torna-se mais fácil o registro das espécies.

A distribuição das espécies de anuros entre as famílias diagnosticadas corroborou com o padrão normalmente observado para a região Neotropical, no qual Hylidae e Leptodactylidae são responsáveis por abrigar as maiores riquezas. A família Hylidae é considerada a mais numerosa no mundo dentre os anuros, sendo constituída por 1.036 espécies descritas (FROST, 2022). Com relação à diversidade no território brasileiro, essa família ocupa o primeiro lugar em riqueza de espécies, com mais de 300 descritas (SEGALLA et al., 2021). As espécies da família mostram-se adaptadas à vida arborícola, devido à presença de discos adesivos que permite a utilização de diversos estratos verticais auxiliando na segregação espacial de espécies desse grupo em ambientes florestais (CARDOSO et al., 1989; CONTE & ROSA-FERES, 2007).

Entre os representantes da família Hylidae registradas nas duas campanhas, estão *Boana albopunctata* (perereca-cabrinha), *Dendropsophus minutus* (pererequinha-do-brejo), *Ololygon canastrensis* (perereca), *Boana faber* (perereca-martelo), *Dendropsophus rubicundulus* (pererequinha-do-brejo), *Scinax fuscovarius* (pererequinha-de-banheiro) e *Scinax fuscumarginatus* (pererequinha-do-brejo). As duas primeiras espécies apresentam alta plasticidade, adaptando-se às ações antropogênicas, ou até mesmo se beneficiando delas.

Por sua vez, a família Leptodactylidae é constituída por 233 espécies distribuídas, principalmente, na América do Sul (FROST, 2022). Os anfíbios do gênero *Leptodactylus* apresentam oviposição em ninhos de espuma e variação quanto ao modo de reprodução, sendo esse pouco ou bastante dependente do ambiente aquático, além de grande variação de tamanho, desde pequeno a médio porte até os maiores, com cerca de 20 cm de comprimento rostro-cloacal (DUELLMAN e TRUEB, 1994; PRADO et al., 2009). *Leptodactylus fuscus* (rã-piadora), *Leptodactylus macrosternum* (rã-manteiga), *Leptodactylus mystaceus*

(rã-de-bigode), *Leptodactylus mystacinus* (rã-de-bigode) e *Physalaemus cuvieri* (rã-cachorro) foram as espécies dessa família registradas nesse estudo.

Durante a primeira campanha, a espécie de anfíbio mais abundante nas áreas do empreendimento foi a perereca-cabrinha (*Boana albopunctata*), com 26 registros. Com relação aos répteis, o lagarto teiú (*Salvator merianae*) foi o mais registrado, com três indivíduos. Na segunda campanha, o anfíbio mais abundante foi a rã-piadora (*Leptodactylus fuscus*), com 45 registros, e entre os répteis, o lagarto (*Ameiva ameiva*) foi o mais registrado, com 10 indivíduos (**Quadro 6.49**).

Quadro 6.49 – Número e método de registro das espécies de herpetofauna.

Espécie	Campanha 1 (seco)		Campanha 2 (chuvoso)	
	Nº de Registros	Métodos de Registro	Nº de Registros	Métodos de Registro
<i>Ameiva ameiva</i>	3	VI	10	VI
<i>Boana albopunctata</i>	26	VI, VOC	14	VI, VOC
<i>Boana faber</i>	-	-	2	VOC
<i>Dendropsophus minutus</i>	7	VOC	10	VI, VOC
<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	-	-	14	VI, VOC
<i>Ischnocnema guenterii</i>	-	-	2	VOC
<i>Leptodactylus fuscus</i>	15	VI, VOC	45	VI, VOC
<i>Leptodactylus macrosternum</i>	3	VI	19	VI, VOC
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	5	VI, VOC	7	VI, VOC
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	-	-	23	VI, VOC
<i>Odontophrynus cultripes</i>	-	-	1	VOC
<i>Ololygon canastrensis</i>	2	VI, VOC	-	-
<i>Physalaemus cuvieri</i>	-	-	3	VI, VOC
<i>Rhinella diptycha</i>	16	VI	9	VI, VOC
<i>Salvator merianae</i>	3	VI	2	VI
<i>Scinax fuscomarginatus</i>	-	-	9	VI, VOC
<i>Scinax fuscovarius</i>	-	-	6	VI, VOC
<i>Tropidurus torquatus</i>	1	VI	1	VI

Legenda: VI = visualização; VOC = vocalização.

A *Boana albopunctata* ou perereca-cabrinha, como é conhecida popularmente, é uma espécie comumente abundante, tanto em áreas abertas como florestadas, tendo maior ocorrência em ambientes de transição. Tem sua atividade de vocalização e desovas às margens de corpos d'água permanentes (GUIMARÃES et al., 2011). Os machos vocalizam no chão ou sobre a vegetação e sua atividade reprodutiva é praticamente contínua ao longo do ano (BARRETO e MOREIRA, 1996).

A *Leptodactylus fuscus*, conhecida popularmente como rã-piadora, é uma espécie de rã de porte pequeno a médio e corpo robusto, pertencente ao grupo *fuscus* (HEYER, 1978). Apresenta coloração dorsal que varia em tons de cinza ao verde-escuro, possuindo pequenos ocelos de cor marrom-escuro. Habita áreas abertas dos biomas Mata Atlântica, Cerrado, Floresta Amazônica, Chaco e Pantanal, onde é comum encontrar a espécie vocalizando sobre o chão próximo às lagoas temporárias ou permanentes, naturais ou artificiais. Possui hábitos noturnos e dieta insetívora. A reprodução é prolongada, estendendo-se por toda a estação chuvosa e a ovoposição é realizada em ninhos de espuma

subterrâneos e após fortes chuvas os girinos são carreados para dentro das lagoas para terminar o desenvolvimento (LAFUC, 2022).

Camuflagem eficiente, baixa densidade, movimentação discreta, comportamento críptico e grande agilidade na fuga são características que dificultam a detecção e captura da fauna reptiliana. Por isso, a maioria dos estudos herpetofaunísticos apresentam uma riqueza bem menor de espécies de répteis comparados à fauna de anfíbios. Estudos com a comunidade de répteis demandam grande esforço, período amostral maior e combinação de variados métodos de coleta (CECHINI & MARTINS, 2000). Considerando as duas campanhas de inventário, por exemplo, houve o registro de apenas três espécies de répteis, sendo o lagarto verde (*Ameiva ameiva*) o mais abundante, seguido pelo teiú (*Salvator merianae*).

O lagarto verde (*Ameiva ameiva*) apresenta extensa distribuição geográfica, ocorrendo desde a Costa Rica até a Argentina (HARVEY et al., 2012). No Brasil, pode ser encontrado em diversos biomas, inclusive em áreas antrópicas (SARTORIUS et al., 1999). Sua dieta inclui uma grande variedade de tipos de presa, sendo dominada por artrópodes (e.g. gafanhotos, baratas e besouros), mas também inclui vertebrados, como anfíbios (SILVA et al., 2013; SALES et al., 2011), outros lagartos (ZALUAR et al., 2000; VITT, 2000) e mamíferos (MORAES & SANTOS, 2012). Sendo assim, por apresentar uma dieta generalista, desempenha uma importante função no ecossistema, atuando no equilíbrio ecológico das espécies.

A espécie *Salvator merianae* possui a maior distribuição geográfica do gênero, ocorrendo na Argentina, Uruguai, Paraguai e em todas as regiões do Brasil (PÉRES JÚNIOR, 2003). Sua dieta é considerada generalista e oportunista (CASTRO & GALETTI, 2004; TOLEDO et al., 2004). A espécie possui uma atividade com variação sazonal e unimodal, sendo mais concentrada nos meses de novembro e dezembro. Uma curiosidade sobre essa espécie é a longevidade, que pode variar entre 17 a 20 anos (BRITO et al., 2001).

Com relação aos pontos amostrais, tanto a abundância como a riqueza de espécies da herpetofauna das duas campanhas foram maiores nos pontos HP09 e HP06, os quais são caracterizados como ambientes aquáticos próximos às matas e veredas (**Figuras 6.76 e 6.77**).

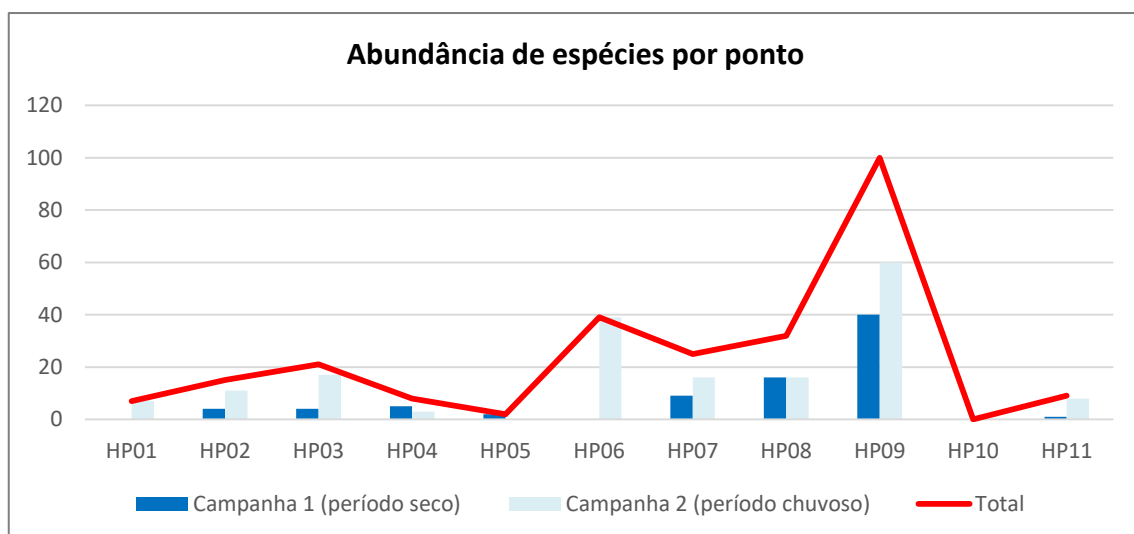


Figura 6.76 – Abundância de espécies de herpetofauna por ponto.

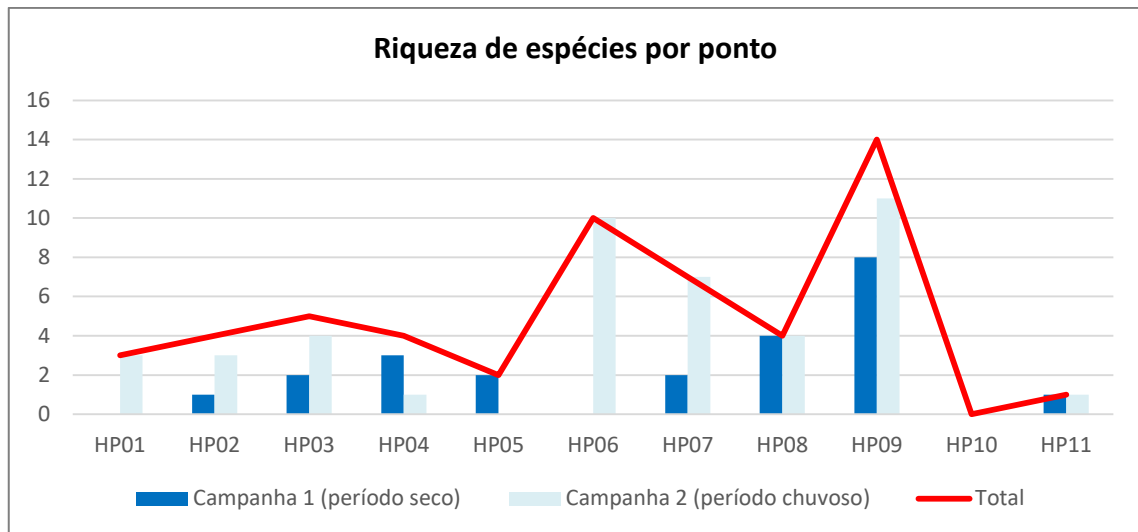


Figura 6.77 – Riqueza de espécies de herpetofauna por ponto.

Nenhuma das espécies registradas é considerada rara ou ameaçada de acordo com as listas estadual (COPAM, 2010), nacional (MMA, 2022) ou global (IUCN, 2022). Também não foram encontradas espécies presentes na lista do CITES (2022).

Houve o registro de duas espécies de anuros endêmicas do bioma Cerrado, a pererequinha do brejo (*Dendropsophus rubicundulus*) e o sapo-verruga (*Odontophrynus cultripes*), contudo não foram encontradas espécies endêmicas da Mata Atlântica.

Das espécies registradas, destaca-se a rã-manteiga (*Leptodactylus macrosternum*) como espécie de valor econômico, sendo a carne o principal produto, que é saudável e rica em proteínas, considerada uma iguaria fina e com demanda crescente.

Por ser procurada como alimento, a rã-manteiga é considerada cinegética, bem como o lagarto teiú (*Salvator merianae*), visto que a caça pode constituir uma potencial ameaça para esses animais (SOUZA et al., 2015).

Da herpetofauna da região, as espécies mais importantes de interesse epidemiológico são as serpentes. Os acidentes ofídicos representam sério problema de saúde pública nos países tropicais pela frequência com que ocorrem e pela morbi-mortalidade que ocasionam (PINHO & PEREIRA, 2001). A maioria destes acidentes deve-se às serpentes do gênero *Bothrops* (jararaca, jararacuçu, urutu e outros) e *Crotalus* (cascavel), sendo raros os produzidos por *Lachesis* (surucucu, surucutinga) e *Micrurus* (coral) (BERNARDE, 2009). Nesse estudo, não houve o registro de espécie de interesse epidemiológico.

As espécies da herpetofauna são consideradas ótimas bioindicadoras ambientais devido à sua alta sensibilidade diante das perturbações ambientais e sua restrição de habitat utilizado. Os anfíbios, de modo geral, podem ser considerados bioindicadores de qualidade ambiental já que possuem seu ciclo de vida intimamente ligado à água e pele permeável. Dessa forma, qualquer alteração nas condições de umidade, temperatura, qualidade de água ou mesmo alterações dos habitats disponíveis para alimentação ou refúgio, serão sentidas por esses animais. Essas alterações podem provocar doenças, diminuição das populações ou até extinção de espécies e configura uma das principais causas de diminuição das populações dos anfíbios ao redor do mundo.

6.3.3.3.4 Análises estatísticas

Ao todo 11 pontos foram amostrados, porém não houve o registro de espécies da herpetofauna no HP10, composto por áreas de mata ciliar e veredas, em nenhuma das duas campanhas.

Os pontos amostrais com maiores índices de diversidade foram àqueles associados a ambientes aquáticos, já que a maioria das espécies registradas pertence à ordem anura, a qual necessita de corpos d'água para reprodução, ovoposição e busca de alimento para anfíbios anuros, justificando o maior número de espécies (DUELLMAN & TRUEB, 1994). Dentre eles, destacam-se o HP09 e HP06, os quais apresentaram maiores valores de diversidade, sendo o primeiro composto por áreas de veredas próximas a uma lagoa e o segundo caracterizado por uma área brejosa, respectivamente. Com relação aos valores de equitabilidade, o ponto HP08 apresentou maior valor (0,978), o que demonstra uma comunidade de herpetofauna equitativa, com poucas espécies dominantes e, portanto em equilíbrio dinâmico (**Quadro 6.50**).

Quadro 6.50 – Dados de riqueza, diversidade, dominância e equitabilidade de herpetofauna.

Índices	HP01	HP02	HP03	HP04	HP05	HP05	HP07	HP08	HP09	HP10	HP11
Riqueza	3	4	5	4	2	10	7	4	14	0	1
Indivíduos	7	15	21	8	2	39	25	32	100	0	9
Dominância	0,428	0,289	0,234	0,312	0,5	0,144	0,187	0,136	0,074	0	0,802
Diversidade (H')	0,955	1,31	1,608	1,255	0,693	2,104	1,899	2,035	2,749	0	0,348
Equitabilidade (J)	0,869	0,946	0,897	0,905	1	0,914	0,864	0,978	0,933	0	0,503

A riqueza total (S=18) correspondeu a 76,92% da estimada por Jacknife 1 e 87,46% da riqueza estimada por Bootstrap. Esses resultados revelam um esforço de amostragem bastante eficiente para as duas campanhas de amostragem, ou seja, acima dos 75% indicados como uma suficiência amostral satisfatória para caracterizar uma comunidade biológica (BAGER & ROSA, 2011). A análise da curva de rarefação confirma a suficiência amostral devido a sua tendência assintótica, que indica o registro da maioria das espécies ocorridas nas áreas de estudo. (**Figura 6.78**).

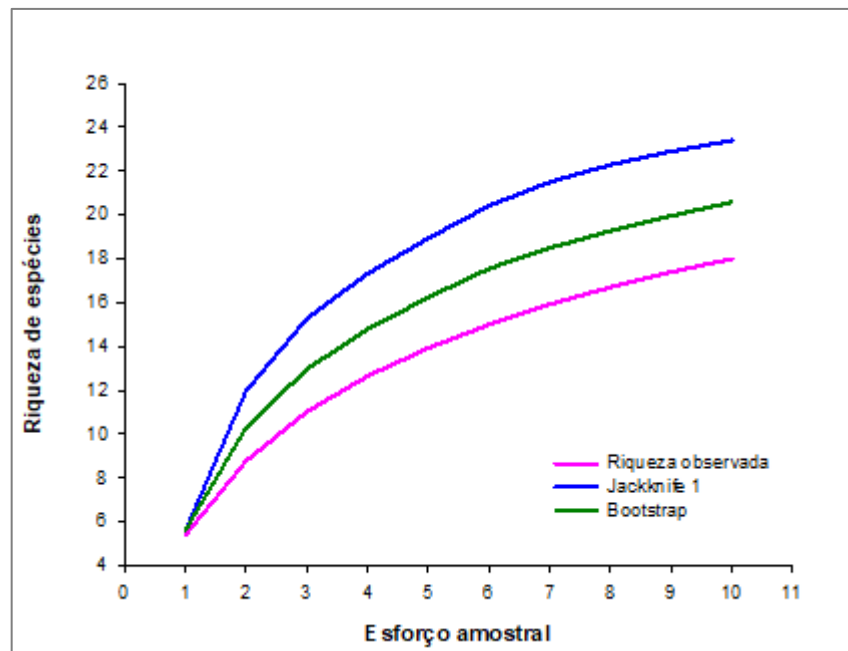


Figura 6.78 – Curva de acumulação das espécies de herpetofauna.

A análise de similaridade revela duas diferentes assembleias da herpetofauna para a área de estudo (Figura 6.79). A assembleia “A” é composta pelas estações amostrais HP01, HP02, HP03, HP04, HP05, HP06, HP07, HP08, e HP09 caracterizadas por ambientes com a presença de corpos d’água e veredas, influenciando diretamente na composição de espécies adaptadas a condições de alterações da paisagem. Desses, os pontos HP02 e HP03 foram os mais similares, devido aos registros das espécies *Rhinella diptycha*, *Leptodactylus fuscus*, *Leptodactylus mystacinus* e *Leptodactylus macrosternum*. A assembleia “B” é exclusiva do ponto HP11, caracterizado como áreas de mata ciliar do rio Grande, próximas às plantações, onde houve o registro do lagarto *Ameiva ameiva*.

As assembleias formadas estão bem distribuídas nas áreas do empreendimento, demonstrando que a herpetofauna é heterogênea e apresenta comunidades distintas entre áreas de veredas, ambientes florestais, represamentos e áreas brejosas.

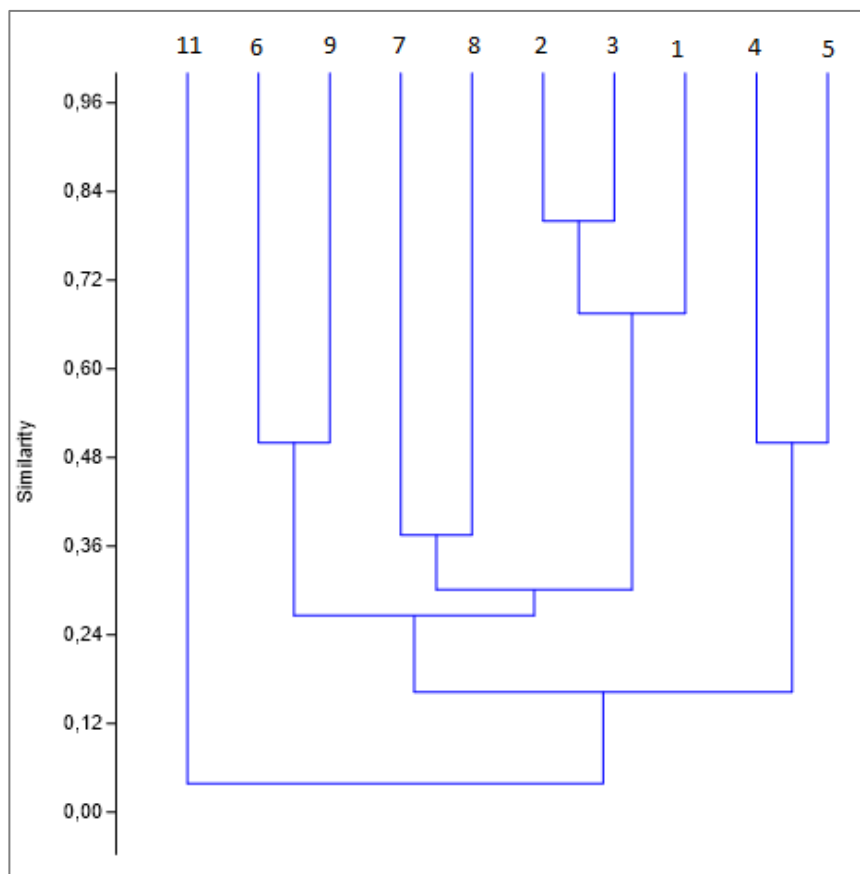


Figura 6.79 – Dendrograma de similaridade entre pontos amostrais de herpetofauna.

6.3.3.3.5 Conclusões

O inventário de herpetofauna se mostrou bastante eficiente através das análises estatísticas, que indicam resultado satisfatório. O estudo apresentou espécies de importância ecológica, tais como endêmicas do bioma cerrado, espécies com valor econômico, bem como indicadoras de qualidade ambiental.

Houve um aumento na lista da herpetofauna registrada na primeira campanha, em período seco, com inclusão de sete espécies que não haviam sido registradas anteriormente. A maioria das espécies registradas apresenta ampla distribuição e plasticidade ambiental.

Não foram registradas espécies em grau de risco de acordo com as listas de espécies ameaçadas (COPAM, 2010; MMA, 2022; IUCN, 2022), tampouco raras ou presentes na lista do CITES (2022).

Houve o registro de duas espécies de anuros endêmicas do bioma Cerrado, a pererequinha do brejo (*Dendropsophus rubicundulus*) e o sapo-verruga (*Odontophrynus cultripes*), contudo não foram encontradas espécies endêmicas da Mata Atlântica.

De forma geral, os resultados patenteiam que, apesar de a área de estudo ser bastante antropizada, contém uma representativa amostra da diversidade de anfíbios e répteis, principalmente dos anuros, que são mais fáceis de ser registrados. Essa diversidade pode ser atribuída à manutenção dos habitats específicos necessários à sobrevivência das populações, bem como à capacidade de adaptação de algumas espécies às alterações humanas. Portanto, com a continuação dos estudos por meio do monitoramento ambiental, abrangendo períodos secos e chuvosos, é possível que haja um conhecimento mais ampliado

sobre a estrutura e a composição da comunidade de répteis e anfíbios nas áreas do empreendimento.

Ressalta-se que o trecho de intervenção do mineroduto possui pequena extensão, não afetando significativamente a herpetofauna local, visto que o entorno possui condições de absorver as alterações geradas pela supressão de vegetação.

6.3.3.4 Ictiofauna

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.

Apesar de ser relativamente conhecida, a ictiofauna possui muitas lacunas quando o tema é ictiofauna de riachos (ROCHA & BOEGER, 2009; SANTOS, 2010). Os riachos de cabeceira e as veredas têm grande importância na manutenção da ictiofauna da bacia hidrográfica como um todo (SILVA et al., 2012), visto que são habitats de espécies únicas e funcionam como berçários e fonte de refúgio e alimento para os peixes juvenis, os quais conseguem atingir tamanho suficiente para descerem os cursos rumo aos grandes rios (NOGUEIRA et al., 2010).

Os riachos de pequeno porte são os principais afetados pelas atividades humanas. O intenso uso do solo pode ocasionar assoreamento e poluição dos mesmos, influenciando na saúde dos animais aquáticos e da população humana associada (NOGUEIRA et al., 2010; AMORIM et al., 2013). O impacto nestes cursos d'água influencia diretamente os rios para onde estes córregos fluem, causando impactos em cadeia.

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 perífíton, entre outros (ARAÚJO & PINHEIRO, 2009).

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.

Na área de estudo, dentre os possíveis impactos ao ambiente provocados pelo empreendimento e outros no entorno, podemos destacar a retirada da vegetação nativa, erosão, alteração da paisagem, uso de adubos solúveis e produtos químicos e assoreamento de cursos d'água (NETO & RAMALHO, 2010). Sendo assim, trabalhos de inventariamento são

importantes para conhecimento da fauna de peixes local, além de auxiliar na mitigação de impactos e contribuir com a preservação ambiental.

6.3.3.4.1 Dados secundários

A área estudada é drenada pela bacia do rio Grande, pertencente à bacia do rio Paraná. É a segunda maior da América do Sul e possui uma alta diversidade de espécies, em torno de 639 espécies (LANGEANI et al., 2009). O rio Grande é um grande tributário desta imensa bacia composta pelas bacias dos rios: Grande, Paranaíba, Tietê e Paranapanema. Os dois primeiros, quando se encontram, formam o rio Paraná.

A ictiofauna do rio Grande possui muitas lacunas quando o tema é ictiofauna de riachos (ROCHA & BOEGER, 2009; SANTOS, 2010). Para a porção do Alto Paraná, com 900.000 km², há estimativas variando de 130 (BONETTO, 1986) a mais de 250 espécies apenas no trecho brasileiro da bacia (AGOSTINHO & JÚLIO JÚNIOR, 1999).

Para elaboração dos dados secundários de ictiofauna, foram utilizados relatórios de 13 campanhas de monitoramento realizadas pela empresa Clam Engenharia Ltda., entre março de 2019 e janeiro de 2022, na área de influência da unidade de Uberaba da Mosaic Fertilizantes, o Complexo Industrial de Uberaba.

Ao longo de 13 campanhas, foram registradas 35 espécies, pertencentes a 17 famílias e 4 ordens, conforme apresentado no **Anexo H**. Nenhuma espécie está listada como ameaçada de extinção nas listas oficiais.

6.3.3.4.2 Amostragem

O inventariamento da ictiofauna foi realizado em 6 pontos de amostragem, distribuídos ao longo dos trechos alagados, do rio Grande, riachos e represamentos nas áreas de influência do empreendimento. As coordenadas dos pontos de amostragem constam no **Quadro 6.51** e, em seguida, a **Figura 6.80** traz a sua localização.

Quadro 6.51 – Pontos de inventariamento da ictiofauna.

Pontos	Descrição	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 – Fuso 23	
		Longitude (m E)	Latitude (m s)
ICT 01	Rio Grande	201.803	7.787.239
ICT 02	Córrego Conquistinha	201.408	7.787.774
ICT 03	Lagoa marginal às margens do córrego Conquistinha	201.935	7.789.916
ICT 04	Riacho tributário do córrego Conquistinha	202.480	7.794.087
ICT 05	Rio Grande, a jusante da foz do córrego Conquistinha	200.980	7.787.112
ICT 06	Córrego do Jão, a montante de todas as outras estações amostrais	200.020	7.791.803

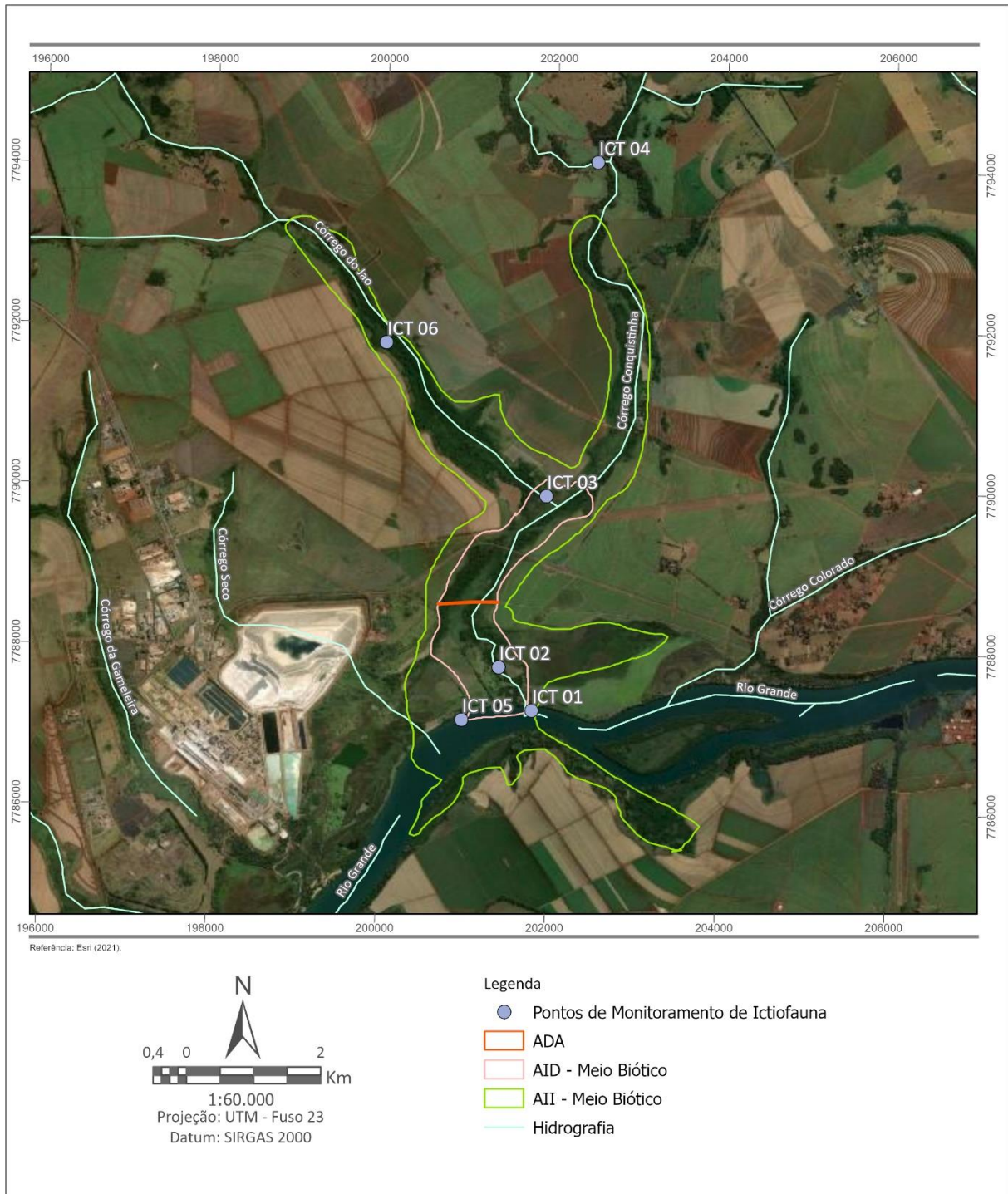


Figura 6.80 – Localização dos pontos de inventariamento da ictiofauna.

A estação amostral ICT 01 (**Foto 6.91**) se localiza no rio Grande. No ponto de amostragem, o rio é de 4ª ordem. A coleta foi feita no corpo hídrico, a montante da foz do córrego Conquistinha, a fim de se estimar o melhor possível os habitats da estação amostral.

O ponto ICT 02 (**Foto 6.92**) se localiza no córrego Conquistinha que, no local de amostragem, é de 2ª ordem. Neste local, a coleta foi feita também no corpo hídrico.

A coleta no ponto ICT 03 (**Foto 6.93**) foi realizada no interior de uma lagoa marginal.

Por sua vez, a amostragem no ponto ICT04 (**Foto 6.94**) ocorreu em um riacho tributário do córrego Conquistinha. No ponto de amostragem, o riacho é de 1ª ordem.

A estação amostral ICT 05 (**Foto 6.95**) se situa no rio Grande, a jusante da foz do córrego Conquistinha, onde é classificado como sendo de 4ª ordem.

Por fim, no ponto ICT 06 (**Foto 6.96**), localizado no córrego do Jão, o corpo hídrico é de 1ª ordem. Neste local, a coleta foi realizada a montante das outras estações amostrais.



Foto 6.91 – Ponto ICT 01.



Foto 6.92 – Ponto ICT 02.



Foto 6.93 – Ponto ICT 03.



Foto 6.94 – Ponto ICT 04.



Foto 6.95 – Ponto ICT 05.



Foto 6.96 – Ponto ICT 06.

Para amostragem de peixes, foram utilizadas 10 redes de espera simples, tarrafas, redes de arrasto e puçás (**Fotos 6.97 e 6.98**) em cada estação amostral, conforme especificações apresentadas no **Quadro 6.52**.



Foto 6.97 – Uso de rede de arrasto.



Foto 6.98 – Uso de puçá.

Quadro 6.52 – Especificações técnicas de equipamentos utilizados.

Equipamento	Especificações Técnicas
Redes de emalhar	3; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 12; 14 cm (nós opostos) / 1,5 a 1,6 de altura e 10 m de comprimento
Tarrafas	8 mm, 12 mm
Puçá	2 mm / 1 m de diâmetro
Redes de arrasto	4 mm/ 1,6 m de altura e 10 m de comprimento

As redes de emalhar foram expostas entre 18h e 6h. Os trabalhos com puçás foram executados em áreas rasas e destinados à captura de espécies de pequeno porte ou juvenis de maior porte, sendo operados durante o começo e o fim do dia, nas áreas das mesmas estações amostradas com redes de emalhar. Em relação às tarrafas, foram feitos cinco lances de cada malha.

Os peixes coletados foram separados por tamanho de malha das redes, identificados, medidos (comprimento padrão em centímetros), pesados (peso corporal em gramas) e fotografados. A identificação foi comprovada por especialistas, e material testemunho (DRUMMOND et al., 2005; LUNDBERG et al., 1998; REIS et al., 2010).

Após a tomada dos dados, os peixes vivos e saudáveis foram devolvidos para o curso hídrico. Indivíduos mortos durante o processo foram fixados em formol 10%. Espécimes com dúvidas taxonômicas também foram anestesiados e sacrificados com Eugenol e, posteriormente, fixados em formaldeído a 10% da solução comercial. Em seguida, foram acondicionados em sacos contendo etiquetas com anotações sobre o tipo de aparelho de pesca, malha, ponto de amostragem e período de captura e conservados em álcool 70%.

Em laboratório, os peixes foram identificados a nível específico ou, em caso de impossibilidade justificada, ao nível taxonômico mais próximo do específico. Os exemplares foram medidos (comprimento padrão - CP em cm) e pesados (precisão 1 g), sendo então transferidos para álcool 70° GL e separados em lotes contendo entre 20 e 30 exemplares.

6.3.3.4.3 Dados primários

Durante a primeira campanha de inventário de ictiofauna, no período seco (setembro/2022), foram capturados um total de 104 espécimes de peixes de 16 espécies, distribuídas em 4 ordens, 11 famílias. Na segunda campanha, realizada em período chuvoso (novembro/2022), foram registrados 129 indivíduos de 16 espécies, pertencentes a 4 ordens e 10 famílias.

Os dados consolidados das duas companhias totalizaram o registro de 233 espécimes de peixes, distribuídos em 4 ordens, 13 famílias e 22 espécies, conforme **Quadro 6.53**.

Em seguida, as **Fotos 6.99 a 6.106** ilustram alguns dos espécimes registrados.

Quadro 6.53 – Espécies de ictiofauna registradas nas duas campanhas de inventário.

Ordem	Família	Espécie	Nome Popular	Campanha	Status de conservação			
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2022)
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax altiparanae</i>	Lambari-de-rabo-amarelo	1, 2	-	-	-	-
		<i>Psalidodon fasciatus</i>	Lambari	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Hyphessobrycon eques</i>	Mato-Grosso	1, 2	-	-	-	-
		<i>Serrapinnus heterodon</i>	Piaba	1, 2	-	-	-	-
	Lebiasinidae	<i>Pyrrhulina australis</i>	Charutinho	1	-	-	-	-
	Bryconidae	<i>Salminus hilarii</i>	Tabarana	1, 2	-	-	-	-
	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Traíra	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	Jeju	1	-	-	LC. Pop Sta	-
	Curimatidae	<i>Steindachnerina insculpta</i>	Branquinha	1, 2	-	-	LC. Pop Sta	-
	Anostomidae	<i>Leporinus friderici</i>	Piau-três-pintas	2	-	-	LC. Pop Sta	-
<i>Leporinus octofasciatus</i>		Piau-flamengo	2	-	-	LC. Pop Unk	-	
Serrasalminidae	<i>Serrasalmus marginatus</i>	Piranha-branca	2	-	-	-	-	
Gymnotiformes	Gymnotidae	<i>Gymnotus sylvius</i>	Sarapó	1, 2	-	-	LC. Pop Unk	-
Perciformes	Cichlidae	<i>Geophagus brasiliensis</i>	Acará	1	-	-	-	-
		<i>Cichla kelberi</i>	Tucunaré	2	-	-	LC. Pop Unk	-
		<i>Cichlasoma paranaense</i>	Acará	2	-	-	LC. Pop Sta	-
		<i>Satanoperca pappaterra</i>	Acará	2	-	-	-	-
Siluriformes	Heptapteridae	<i>Rhamdia quelen</i>	Bagre	1	-	-	LC. Pop Sta	-
	Callichthyidae	<i>Callichthys callichthys</i>	Tamboatá	1, 2	-	-	-	-
	Loricariidae	<i>Hypostomus ancistroides</i>	Cascudo	1	-	-	LC. Pop Unk	-
		<i>Hypostomus heraldoi</i>	Cascudo	1, 2	-	-	LC. Pop Unk	-
	Auchenipteridae	<i>Trachelyopterus sp.</i>	Cangati	1	-	-	-	-

Legenda: Status de conservação: COPAM (2010) = Deliberação Normativa COPAM nº 147/2010; MMA (2022) = Portaria MMA nº 148/2022; IUCN (2022) = International Union for Conservation of Nature (2022); LC = pouco preocupante; Pop Dec = população decrescendo; Pop Sta = população estável; Pop Inc = população aumentando; Pop Unk = população desconhecida; CITES (2022) = Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies Silvestres Ameaçadas de Extinção (2022).



Foto 6.99 – Lambari (*Psalidodon fasciatus*).



Foto 6.100 – Acará (*Geophagus brasiliensis*).



Foto 6.101 – Lambari-de-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*).

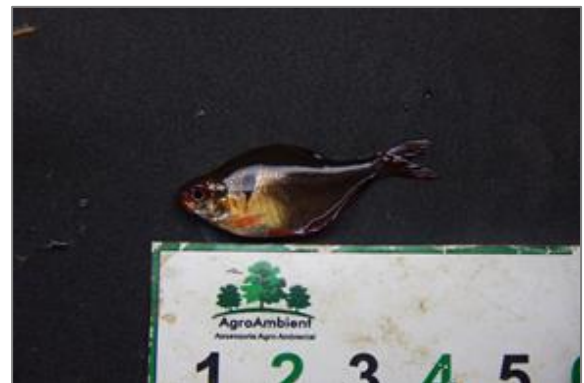


Foto 6.102 – Mato-Grosso (*Hyphessobrycon eques*).



Foto 6.103 – Traíra (*Hoplias malabaricus*).



Foto 6.104 – Bagre (*Rhamdia quelen*).



Foto 6.105 – Cascudo (*Hypostomus heraldoi*).



Foto 6.106 – Cascudo (*Hypostomus ancistroides*).

A família Characidae apresentou a maior riqueza, seguida de Erythrinidae e Loricariidae, na primeira campanha. Já na segunda, a família Characidae continuou sendo a mais representativa, porém as famílias Cichlidae e Anostomidae se destacaram das demais. A maior abundância foi também da família Characidae, seguida de Erythrinidae, em ambas as campanhas (**Figuras 6.81 e 6.82**).

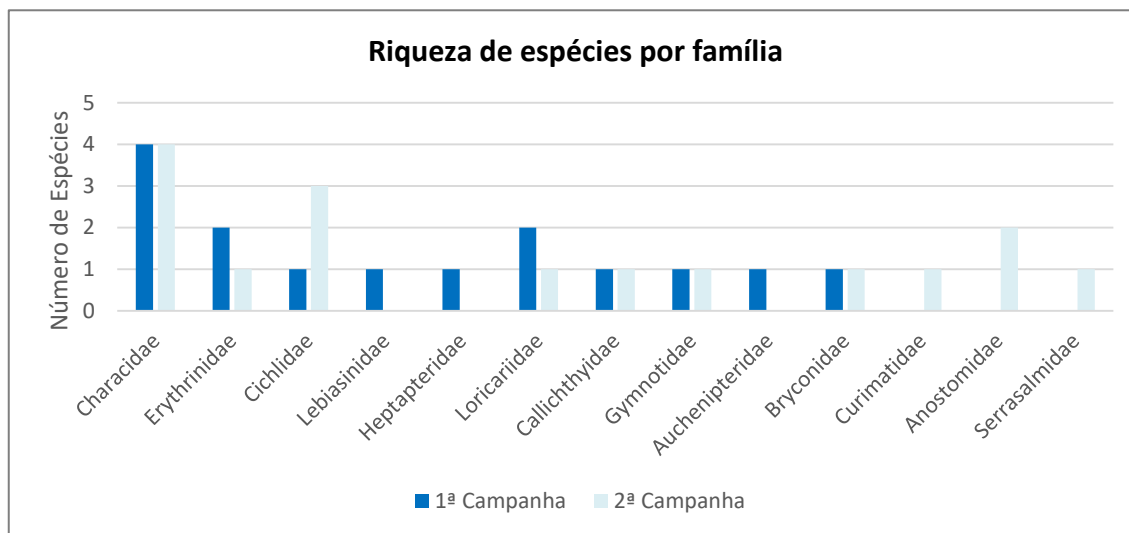


Figura 6.81 – Riqueza de espécies de ictiofauna por família.

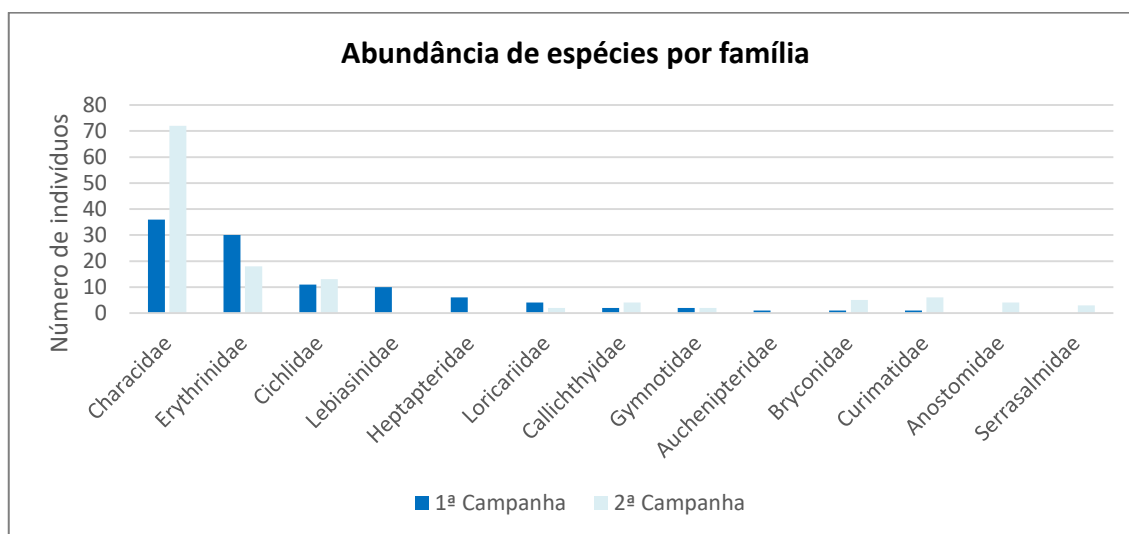


Figura 6.82 – Abundância de espécies de ictiofauna por família.

A relação de Siluriformes e Characiformes da ictiofauna estudada não reflete um padrão geral para riachos Neotropicais (LOWEL-MCCONNELL, 1999; BUCKUP, 1999), pois Langeani et al. (2009) levam em consideração os ambientes lóticos. Na área de estudo, há também ambientes lênticos, porém, aparentemente, não estão influenciando negativamente a biota aquática, com um predomínio de Characiformes, demonstrado pela maior presença de indivíduos membros da família Characidae.

Não foram registradas espécies presentes nas listas de ameaça (COPAM, 2010; MMA, 2022; IUCN, 2022) ou do CITES (2022).

Foi encontrada apenas uma espécie exótica à sub-bacia do rio Grande na área de estudo ao longo das duas campanhas, o que corresponde a 5% das espécies capturadas. Trata-se da

espécie *Cichla Kelberi*, o tucunaré. De origem Amazônica, a espécie é bastante utilizada para a pesca esportiva e por isso foi introduzida em várias bacias da região sudeste, incluindo a bacia do Rio Grande. É uma espécie piscívora e que causa grande impactos sobre a diversidade de peixes do local onde é introduzida.

Entre as espécies de importância ecológica, destacam-se aquelas da família Characidae, visto que são peixes de grande importância para a cadeia alimentar. Dentre as espécies de importância cinegética na área de estudo, destacam-se: *Hoplias malabaricus* (traíra) e *Hoplerythrinus unitaeniatus* (jeju), da família Erythrinidae, e *Leporinus friderici* (piauí-três-pintas) e *Leporinus Octofasciatus* (piauí-flamengo), da família Anostomidae.

Os riachos nas áreas da propriedade se destacaram pela preservação da mata ciliar, em alguns pontos, resultando em um refúgio para os peixes jovens da região, como os lambaris, capturados nas duas campanhas. Estes animais dependem de frutos, insetos e sementes para alimentação, são os chamados alimentos alóctones, que vem de fora dos corpos d'água. As árvores que compõe as matas ciliares fornecem tais recursos para os peixes, mas esses recursos são sazonais com predomínio para época de seca. Desta forma, a preservação das matas ciliares auxilia na manutenção dos recursos alimentares ao longo do ano.

As estações amostrais ICT 03 e ICT 02 apresentaram as maiores riquezas, com 8 e 5 espécies, respectivamente, durante a primeira campanha. Na segunda campanha, em período chuvoso, essas duas estações amostrais apresentaram 8 espécies cada. A menor diversidade, na primeira campanha, foi obtida na estação amostral ICT 05 com apenas uma espécie, mesma quantidade encontrada na estação ICT06, na segunda campanha.

No total geral, os maiores valores de riqueza e abundância foram encontrados no ponto ICT 03, conforme Figuras 6.83 e 6.84.

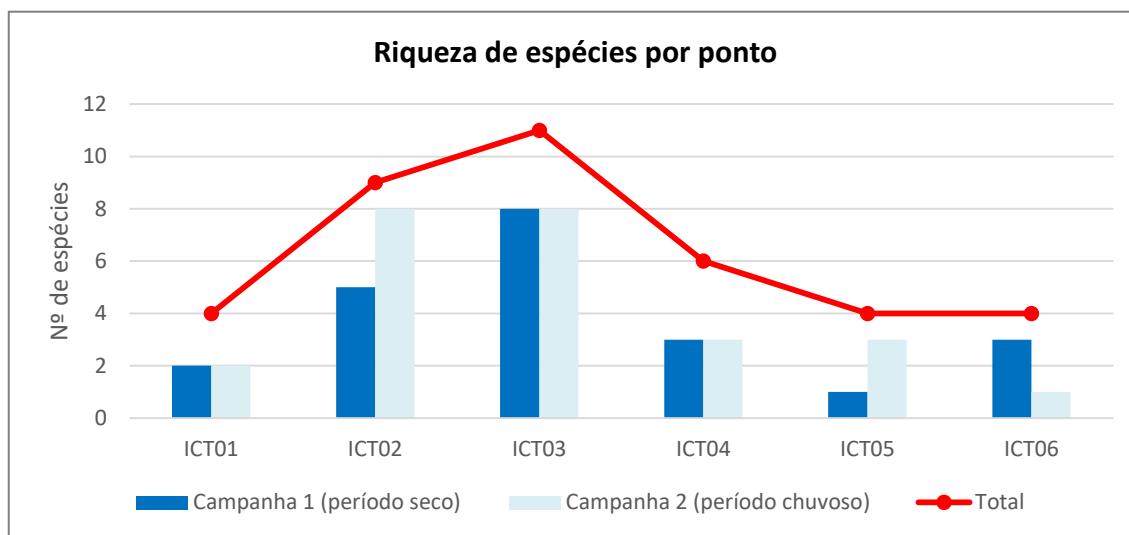


Figura 6.83 – Riqueza de espécies de peixes por ponto amostral.

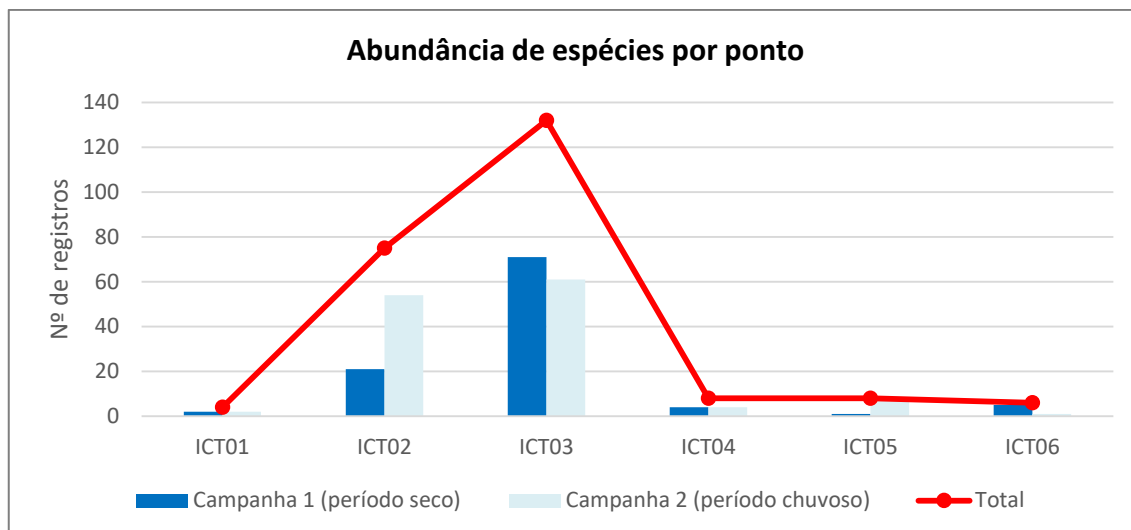


Figura 6.84 – Abundância de espécies de peixes por ponto amostral.

A traíra (*Hoplias malabaricus*) e mato-grosso (*Hyphessobrycon eques*) foram as espécies de maior abundância da primeira campanha. *Hoplias malabaricus* é uma espécie carnívora, nativa, amplamente distribuída na bacia, típica de riachos e lagoas, se beneficiando das condições lânticas de lagoas e barragens para proliferar. Já a *Hyphessobrycon eques* é uma espécie onívora, típica de lagoas marginais. Não possuem característica de migração e reproduzem-se o ano todo.

Percebe-se que a comunidade da área de estudo apresentou como indivíduos de maior abundância relativa acumulada nas duas campanhas as espécies *Hoplias malabaricus* (traíra) e *Astyanax altiparanae* (lambari-de-rabo-amarelo), conforme **Quadro 6.54**.

Hoplias malabaricus é uma espécie carnívora, nativa, amplamente distribuída na bacia, típica de riachos e lagoas se beneficiando das condições lânticas de lagoas e barragens para proliferar. *Astyanax altiparanae* é uma espécie onívora, típica de pequenos corpos d'água e lagoas marginais. As espécies não possuem característica de migração e reproduzem-se o ano todo.

Quadro 6.54 – Dados de espécies por ponto amostral.

Espécie	Campanha 1 (seco)		Campanha 2 (chuvoso)	
	Pontos	Nº de Registros	Pontos	Nº de Registros
<i>Astyanax altiparanae</i>	2, 5	7	1, 2, 3, 4	34
<i>Callichthys callichthys</i>	3	2	3	4
<i>Geophagus brasiliensis</i>	3	11	-	-
<i>Hoplerthrinus unitaeniatus</i>	3	1	-	-
<i>Hoplias malabaricus</i>	3, 6	29	3	18
<i>Hyphessobrycon eques</i>	3	12	3	16
<i>Hypostomus ancistroides</i>	4	1	-	-
<i>Hypostomus heraldoi</i>	2	3	2, 6	2
<i>Psalidodon fasciatus</i>	2, 6	11	2, 4	9
<i>Pyrrhulina australis</i>	3, 4	10	-	-
<i>Rhamdia quelen</i>	1, 2, 4	6	-	-
<i>Salminus hilarii</i>	1	1	2, 4	5

Espécie	Campanha 1 (seco)		Campanha 2 (chuvoso)	
	Pontos	Nº de Registros	Pontos	Nº de Registros
<i>Serrapinnus heterodon</i>	3	6	3	13
<i>Steindachnerina insculpta</i>	2	1	2	6
<i>Trachelyopterus sp.</i>	6	1	-	-
<i>Gymnotus sylvius</i>	3	2	2, 3	2
<i>Cichla kelberi</i>	-	-	1, 5	3
<i>Cichlasoma paranaense</i>	-	-	3	6
<i>Leporinus friderici</i>	-	-	3, 5	2
<i>Leporinus octofasciatus</i>	-	-	2	2
<i>Satanoperca pappaterra</i>	-	-	5	4
<i>Serrasalmus marginatus</i>	-	-	2	3

Através da análise da biomassa total da comunidade de peixes, observa-se que a traíra (*Hoplias malabaricus*) foi a espécie de maior biomassa nas duas campanhas, seguida da tabarana (*Salminus hilari*) e do bagre (*Rhamdia quelen*), que são comuns na região e de grande importância para a pesca local (Figura 6.85).

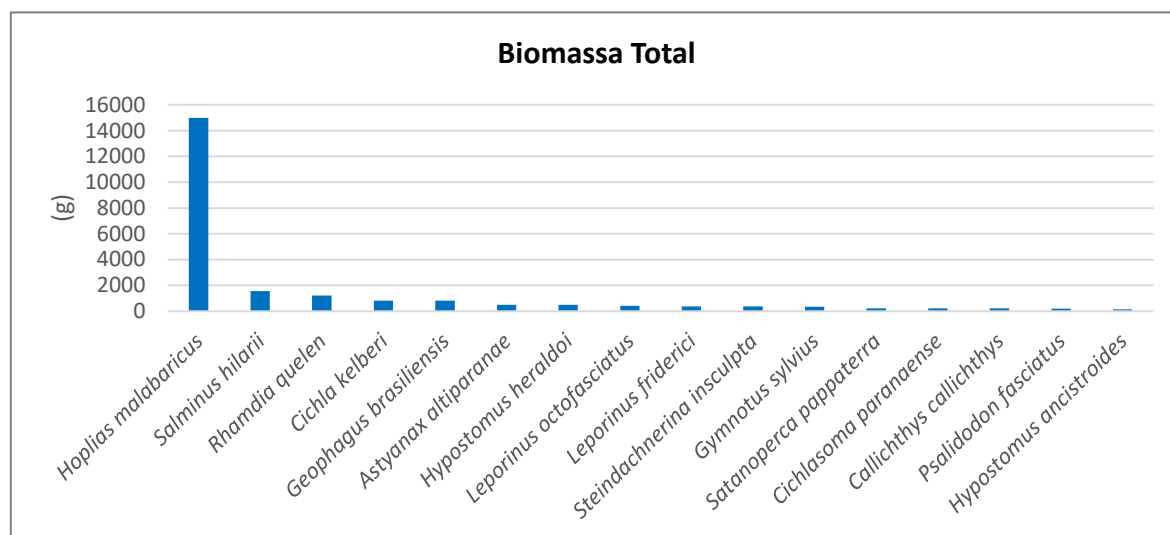


Figura 6.85 – Biomassa total da ictiofauna.

Na área de estudo, ocorrem riachos de primeira e segunda ordem, o rio Grande (de quarta ordem), alagados naturais e barragens artificiais. Essas barragens podem contribuir para uma situação de pouca diversidade no futuro, em alguns pontos, uma vez que esses ambientes possuem características que contribuem para o estabelecimento de espécies sedentárias e com elevada plasticidade comportamental (AGOSTINHO et al., 2007).

6.3.3.4 Análises estatísticas

Conforme apresentado no **Quadro 6.55**, a estação amostral ICT 03 apresentou os maiores valores de diversidade considerando as duas campanhas de inventário, segundo os parâmetros de Shannon, seguida das estações ICT 02 e ICT 04. O resultado é interessante, pois essas áreas preservam características primitivas, pouco alteradas. No geral, as outras estações apresentaram baixos valores de diversidade. Esta é uma condição que está se tornando comum na região do cerrado (NOGUEIRA et al., 2010).

Quadro 6.55 – Dados de riqueza, diversidade, dominância e equitabilidade de ictiofauna.

Índices	ICT 01	ICT 02	ICT 03	ICT 04	ICT 05	ICT 06
Riqueza	4	9	11	6	4	4
Indivíduos	4	75	132	8	8	6
Dominância	0	0,2836	0,1977	0,0714	0,25	0,2
Diversidade (H')	2	2,3084	2,6977	2,5	1,75	1,7925
Equitabilidade (J)	1	0,7282	0,7798	0,9671	0,875	0,8962

Os índices de equitabilidade são maiores para os pontos ICT 01, ICT 04, ICT 05 e ICT 06. No geral, refletem uma estruturação das assembleias bem semelhante, relacionada às condições dos habitats na região. Porém é importante a continuidade de estudos na região para clarear os resultados obtidos nestas campanhas, principalmente em relação a discrepância das estações ICT 02 e ICT 03.

A discrepância dos estimadores de diversidade em relação à dominância está relacionada à dominância de poucas espécies e a possíveis mudanças nos habitats em locais que favorecem a colonização por espécies oportunistas (BENEDITO-CECILIO et al., 1997). O ponto com maior dominância é o ICT 02, seguido de ICT 05, onde ocorreu a dominância de algumas espécies, principalmente de *Astyanax altoparanae* (lambari-de-rabo-amarelo).

A curva do coletor permite avaliar se o esforço de coleta foi suficiente para representar a comunidade de peixes da área de estudo. O aumento da riqueza de espécies é diretamente proporcional ao esforço de captura até atingir a estabilização. Quando se observa a estabilização da curva, tem-se que o tempo de duração do estudo foi suficiente para registrar as principais espécies da comunidade estudada.

As campanhas de inventariamento de peixes da área de estudo registraram um total de 22 espécies, enquanto são esperadas aproximadamente 211 espécies para a bacia do rio Grande. Pela curva de acumulação dos dados compilados das duas campanhas (Figura 8.86), percebe-se que a taxa de captura está em crescimento, sinalizando que o tempo do inventariamento ainda não foi suficiente para avaliar a real diversidade presente nas áreas da propriedade, sendo necessária a continuidade das campanhas para melhor avaliar a diversidade e estimar os reais impactos do empreendimento sobre a ictiofauna local.

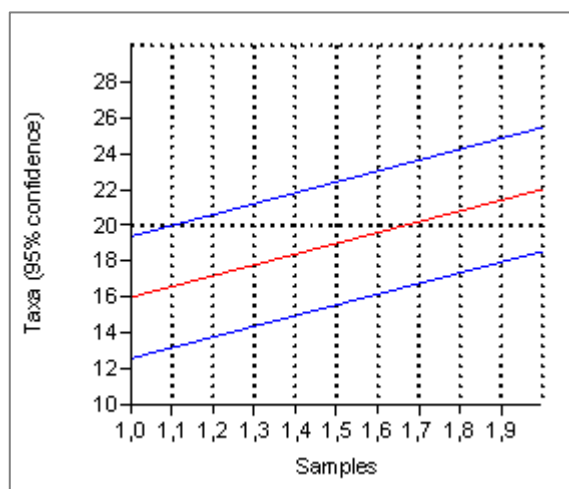


Figura 6.86 – Curva de acumulação das espécies de ictiofauna.

O índice de similaridade de Jaccard (J) apresentou grupos distintos que caracterizam bem os ambientes estudados. Na **Figura 6.87**, é possível notar que as estações amostrais ICT 01 e ICT 04 são similares por compartilharem espécies e possuem similaridade também com o ponto ICT 02, enquanto as estações ICT 03 e ICT 06 são relacionadas por compartilharem características de habitat. Já o ponto ICT 05 aparece isolado, pois corresponde à menor diversidade.

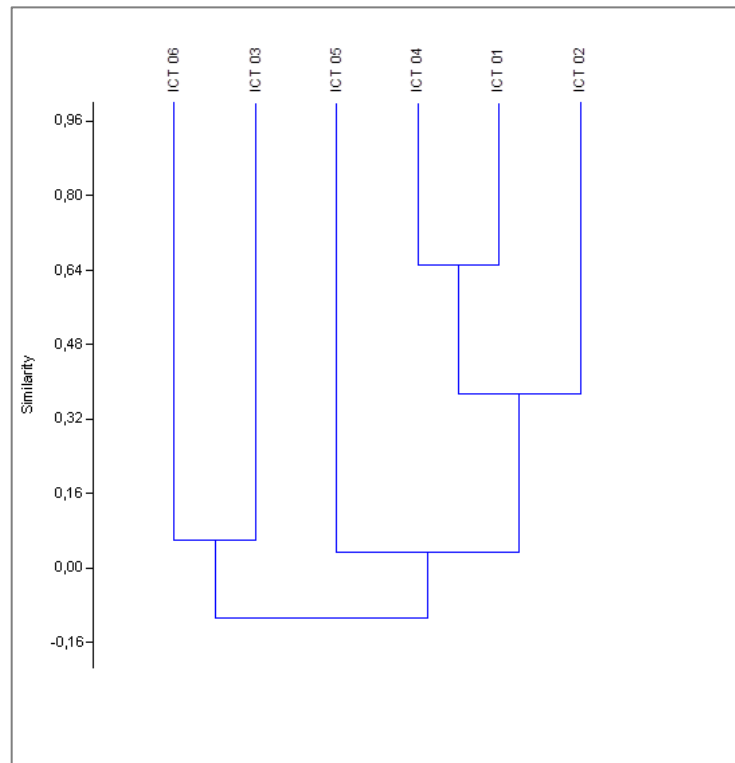


Figura 6.87 – Dendrograma de similaridade entre estações amostrais de ictiofauna.

Os dados de captura por unidade de esforço (CPUE) são de extrema importância para o manejo dos recursos pesqueiros e entendimento dos processos de escassez e abundância (BINI et al., 1997).

Os dados para números de indivíduos por estações amostrais (CPUEn) são apresentados na **Figura 6.88**. O fato dos pontos ICT 03 e ICT 02 terem os maiores estimadores nas duas campanhas se deve a fatores diferentes. O ICT 03 é uma lagoa marginal onde foi capturada uma grande quantidade de espécies e de indivíduos. Já a estação amostral ICT 02 é um ribeirão com boa diversidade de espécies, conservando características primitivas.

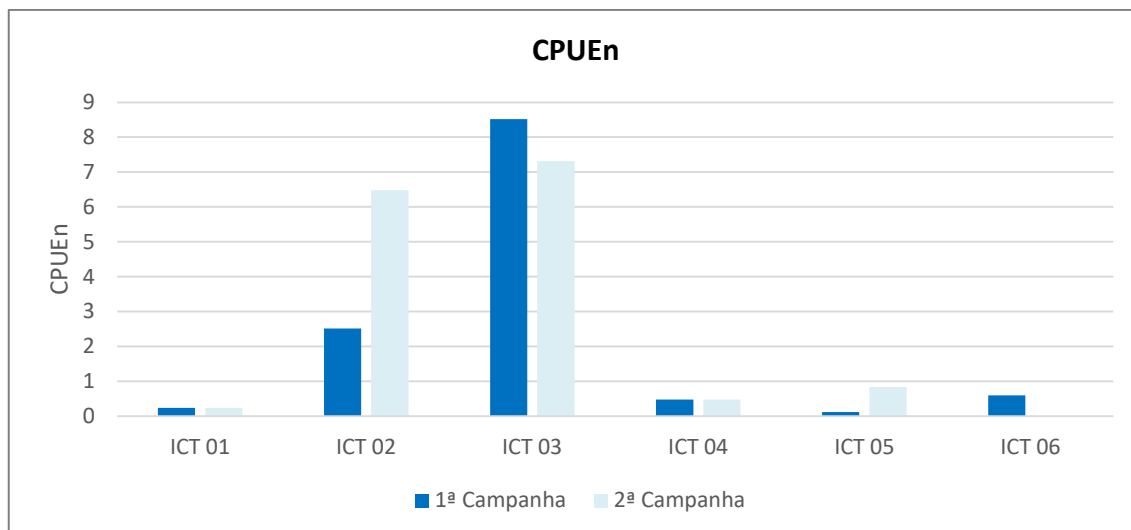


Figura 6.88 – CPUEn para ictiofauna.

Em termos de biomassa por estações amostrais, percebe-se que as estações amostrais ICT 03 e ICT 02 apresentaram os maiores valores em ambas as campanhas, conforme **Figura 6.89**. Certamente o resultado está ligado à captura de grande quantidade de exemplares de *Hoplias malabaricus* (traíra) na estação amostral ICT 03 e de *Psalidodon fasciatus* (lambari) e *Astyanax altiparanae* (lambari-de-rabo-amarelo) na estação amostral ICT 02.

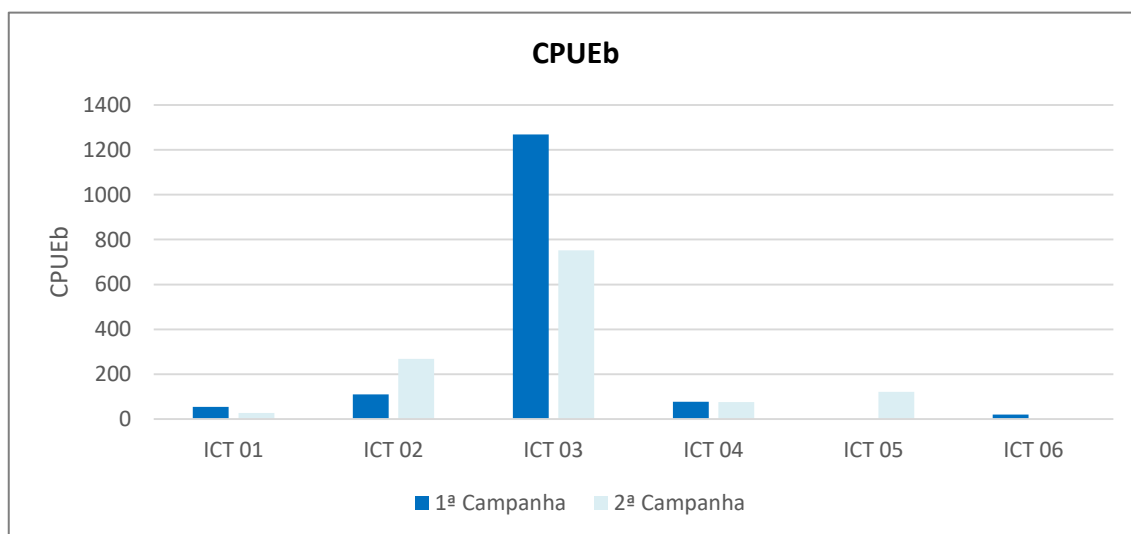


Figura 6.89 – CPUEb para ictiofauna.

6.3.3.4.5 Conclusões

A área de estudo está inserida em uma região circundada por diversas atividades impactantes à ictiofauna, tais como plantações extensivas de cana de açúcar em detrimento de matas ciliares, o assoreamento de cursos hídricos, barramentos e destruição das áreas de alagados naturais. Todos esses impactos podem ser remediados e mitigados através de um manejo correto, que leve em consideração a preservação das matas ciliares, controle de processos erosivos e avaliação dos locais com maior ocorrência de espécies antes de qualquer intervenção.

Todas essas ações de conservação estão sendo observadas nas áreas da Mosaic Fertilizantes. Os habitats estão visualmente preservados, de forma que as atividades do empreendimento influenciam o mínimo possível no ambiente natural.

A simplificação de ambientes, em decorrência de atividades impactantes, favorece a homogeneização da ictiofauna e a dominância de espécies generalistas. Porém a preservação dos locais de maior diversidade, como as lagoas naturais e os riachos, minimizam consideravelmente os impactos dos barramentos artificiais.

Não foram registradas espécies ameaçadas de extinção de acordo com as listas estadual, nacional ou global.

Apesar das campanhas apresentarem indícios de simplificação da ictiofauna nos pontos amostrais ICT 05 e ICT 06, a ictiofauna da região está relativamente bem representada, por apresentar espécies que ocupam os mais variados níveis tróficos.

As estações amostrais ICT 03, ICT 04 e ICT 06 precisam de atenção especial, pois são as estações onde foram encontradas espécies mais sensíveis como *Hyphessobrycon eques* (mato-grosso) e *Pyrrhulina australis* (charutinho).

Nesse sentido, a continuidade dos estudos através do inventariamento da ictiofauna nas áreas de influência do empreendimento é de extrema importância para melhor avaliar a dinâmica das populações de peixes ali presentes.

Para manter a riqueza da comunidade de peixes da região, é preciso que as margens dos rios e riachos continuem sendo preservadas, pois como foi visto no presente estudo, estes riachos estão funcionando como um refúgio natural. As lagoas naturais precisam de uma atenção especial, visto que são habitats de espécies de extrema importância ecológica para a região, além de serem extremamente sensíveis a ações antrópicas.

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 da pista de acesso ao mineroduto e realocação da estrutura, com o intuito de possibilitar a identificação e qualificação dos principais impactos que este empreendimento poderá gerar sobre os aspectos socioeconômicos e à qualidade de vida dos habitantes. Desse modo, esse item corresponde a um diagnóstico ambiental focado principalmente em relação aos aspectos que poderão ser alterados pela implantação e operação do empreendimento.

6.4.1 Delimitação das áreas de influência

Para a definição da Área de Influência Direta (AID), optou-se pela delimitação da região sudoeste de Delta somada ao zoneamento do Distrito Industrial III na forma de setor censitário definido pelo IBGE em 2010.

Já para a definição da Área de Influência Indireta (AII), optou-se por utilizar os limites dos municípios de Delta e Uberaba juntos. As definições destas áreas de influência foram realizadas em função da localização física e da relação dos impactos do empreendimento na região (**Figura 6.90**).

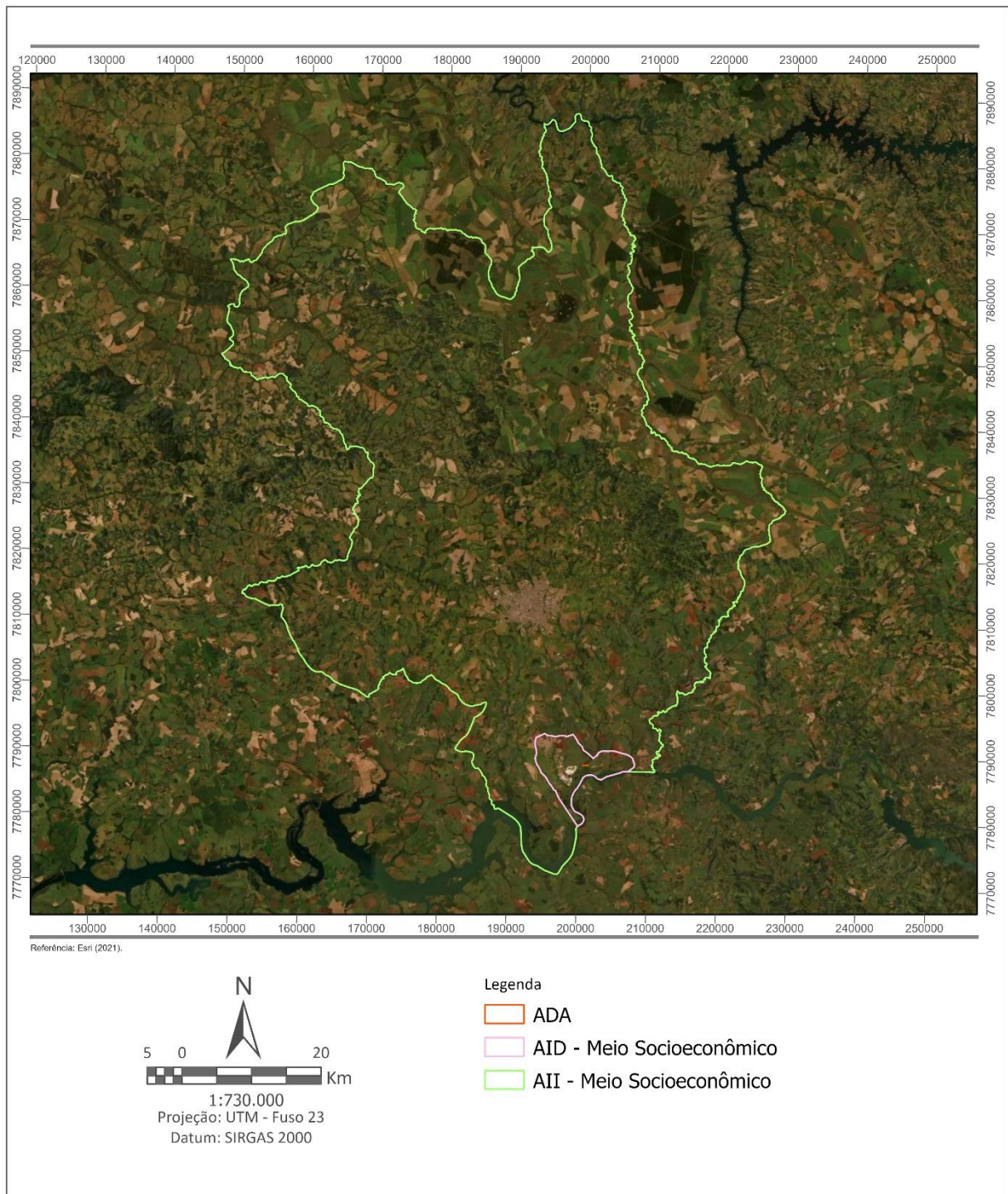


Figura 6.90 – Áreas de influência do meio socioeconômico.

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, pela compilação de dados governamentais disponibilizados pelo Atlas Brasil e por informações disponibilizadas pelas prefeituras municipais de Delta e Uberaba, complementados por estudos específicos de campo e interpretações de fotos.

No que concerne ao levantamento arqueológico e de patrimônio cultural, os estudos foram realizados pela empresa A Lasca Consultoria e Assessoria em Arqueologia Ltda. e suas fontes de informação. Seus procedimentos metodológicos são apresentados no **Anexo J**.

6.4.3 Caracterização Regional

De acordo com a divisão territorial brasileira realizada pelo IBGE (2017), os municípios de Uberaba e Delta inserem-se nas regiões intermediária e imediata de Uberaba, no estado de Minas Gerais, conforme **Figura 6.91**.

Esta região imediata contempla ainda os municípios de Campo Florido, Veríssimo, Nova Ponte, Conceição das Alagoas, Água Comprida, Conquista, Sacramento e Santa Juliana.

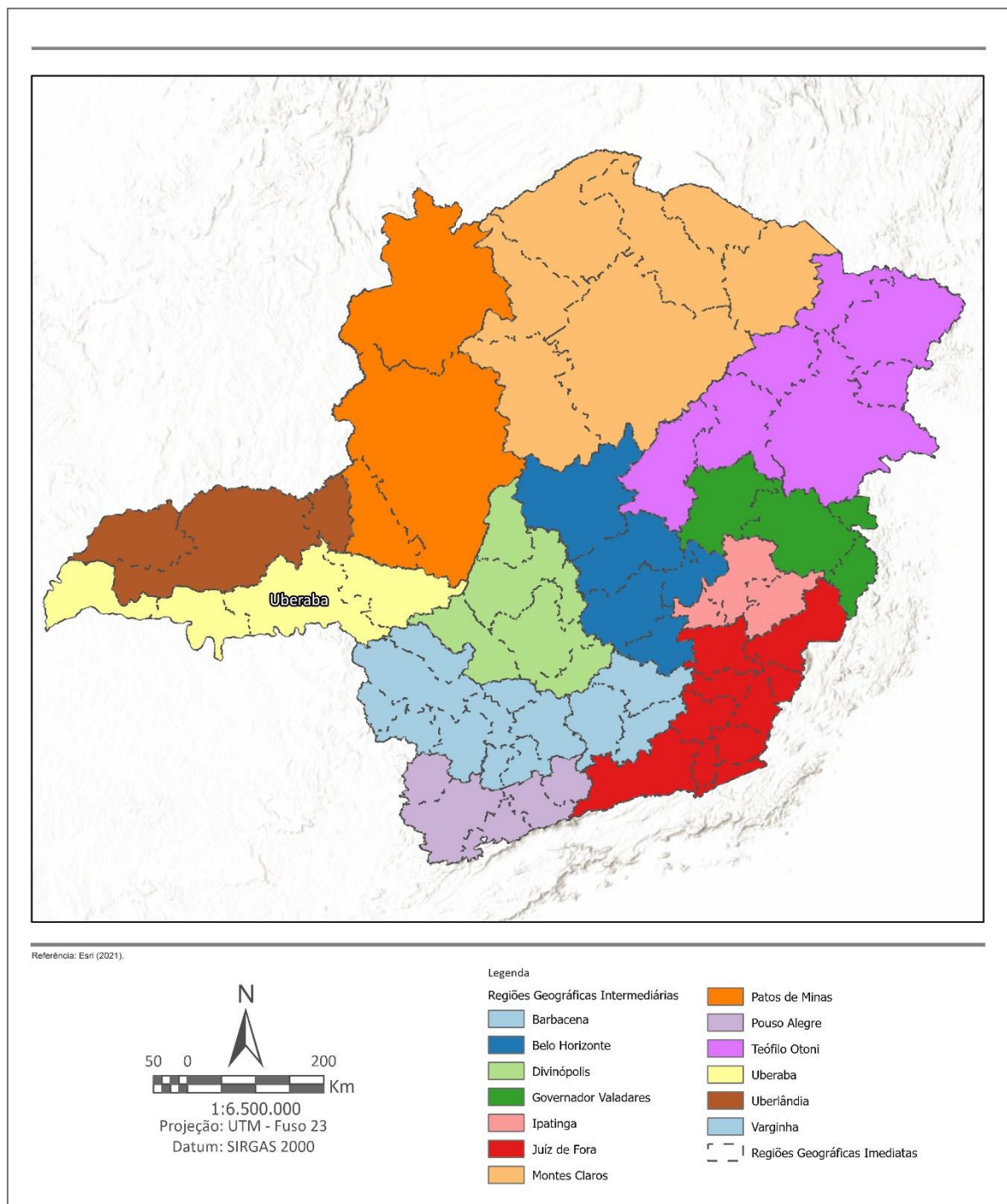


Figura 6.91 – Regiões geográficas intermediárias e imediatas de MG, com destaque para a região imediata de Uberaba (IBGE, 2017).

6.4.4 Uso e Ocupação do Solo

6.4.4.1 Uberaba

O município de Uberaba possui uma área de 4.523,957 km² e apresenta infraestrutura de cidade de médio a grande porte.

O uso e a ocupação do solo no município têm suas normas e orientações definidas pela Lei Complementar nº 376/2007.

A partir desta legislação, as áreas inseridas no perímetro urbano de Uberaba subdividem-se em Zonas Urbanas, Zonas de Chácaras, Zonas Residenciais, Zonas de Comércio e Serviços, Zonas Mistas, Zonas Empresariais, Zonas Especiais e Zonas Especiais de Interesse Social.

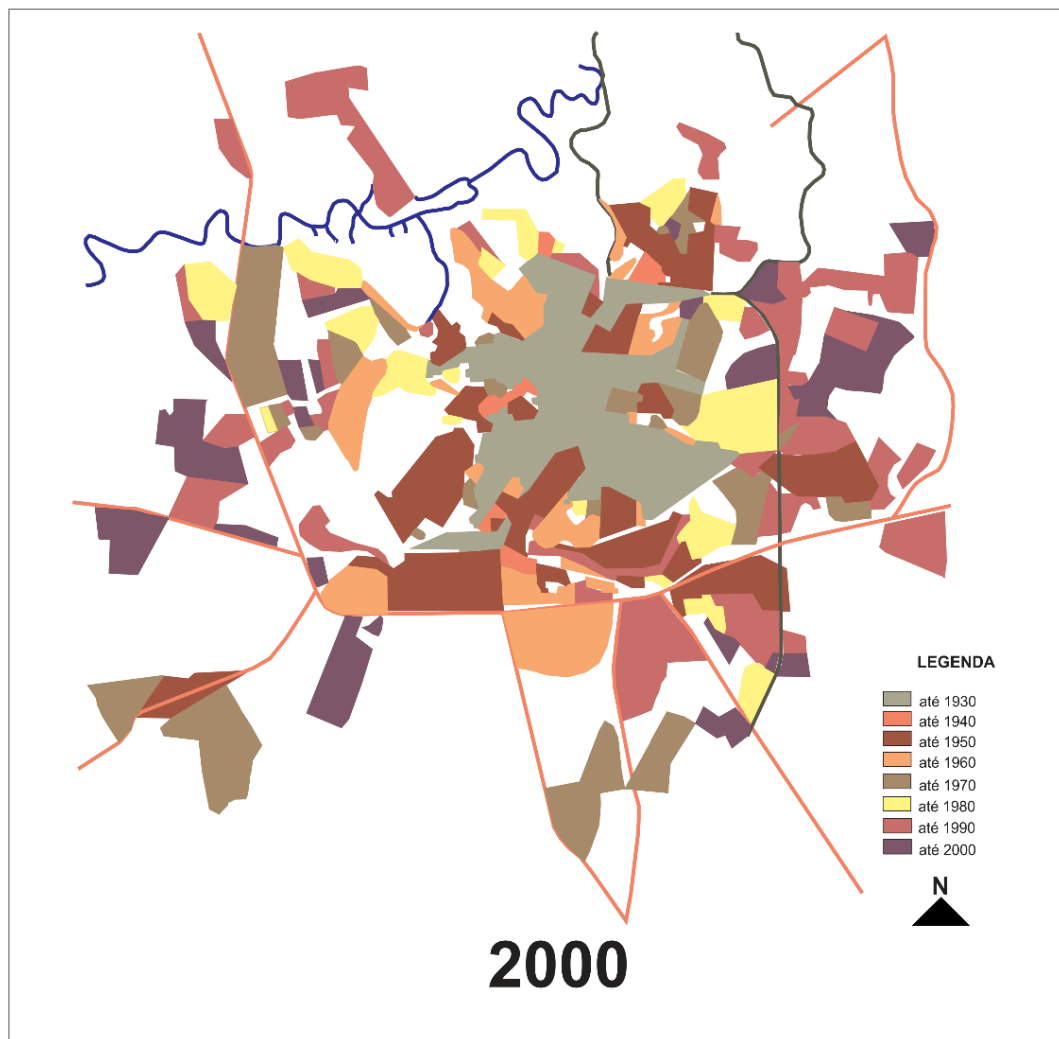
A **Foto 6.107** apresenta uma área de expansão no município de Uberaba.



Fonte: Prefeitura Municipal de Uberaba (2021)

Foto 6.107 – Área de expansão no município de Uberaba.

A partir dos anos 2000, a cidade apresentou dois grandes vetores de crescimento: para o leste e para o oeste (**Figura 6.92**), representados por bairros como Parque dos Girassóis, Morumbi, Pacaembu, Copacabana (GONÇALVES, 2015).



Fonte: Teobaldo Neto (2008).

Figura 6.92 – Mapa da expansão urbana de Uberaba através dos anos.

6.4.4.2 Delta

A cidade de Delta possui 102,784 km² 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. Os serviços estão 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 de polícia civil e militar, secretaria de educação e demais prédios ligados à prefeitura. As dependências administrativas e financeiras não fogem da característica de edificações de pequeno porte.

A expansão da malha urbana no município de Delta apresenta dois vetores de crescimento principal, a oeste e a norte, com construção de casas populares (**Foto 6.108**).



Fonte: Prefeitura Municipal de Delta (2021).

Foto 6.108 – Casas populares na área de expansão no município de Delta.

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 Uberaba e Delta. Além da grande diferença de área, a quantidade de habitantes também é significativamente diferente: a população total estimada em 2021 para Uberaba (340.277 habitantes) é cerca de 31 vezes maior que a população total estimada em 2021 para Delta (10.994 habitantes), de acordo com dados estimados do IBGE (2021).

Um estudo de Gomes (2015) classifica Uberaba como uma cidade média, um polo regional com influência na rede urbana regional por sua oferta de bens e serviços, reforçando sua polarização regional, de modo que se mostra atrativa para a população do entorno e também de outras regiões. Uberaba, apesar de fazer parte da rede urbana de Belo Horizonte, possui forte ligação com São Paulo, segundo a Região de Influência do IBGE (IBGE, 2007).

A polarização regional é disputada com Uberlândia. Entretanto, mesmo com a liderança do município vizinho, Uberaba apresenta considerável centralidade regional. Além disso, possui forte relação com municípios do interior do estado de São Paulo próximos à divisa MG-SP, o que reforça seu papel na rede urbana regional e nacional (GOMES, 2015).

Desde a década de 70, o município de Uberaba apresenta concentração majoritariamente em áreas urbanas. Delta, por ser um município novo, foi desmembrado de Uberaba em 1995, possui dados apenas a partir do censo de 2000, apresentando também uma população majoritariamente urbana, conforme demonstra o **Quadro 6.56**.

Quadro 6.56 – Evolução da população segundo sua localidade.

Localidade		1970	1980	1991	2000	2010	2021 (Estimativa)
Delta	Rural	—	—	—	405	505	—
	Urbana	—	—	—	4.660	7.584	—

Localidade		1970	1980	1991	2000	2010	2021 (Estimativa)
	Total	—	—	—	5.065	8.089	10.994
Uberaba	Rural	16.403	16.689	11 098	8.194	6.612	—
	Urbana	110.370	182.576	200 258	244.171	289.376	—
	Total	126.773	199.265	211.356	252.365	295.988	340.277
Minas Gerais	Rural	5.422.365	4.396.734	3.956.259	3.219.666	2.882.114	—
	Urbana	6.063.298	8.983.371	11.786.893	14.671.828	16.715.216	—
	Total	11.485.663	13.380.105	15.743.152	17.891.494	19.597.330	21.411.923

Fonte: IBGE (2010).

Entre os anos de 2000 e 2010, as taxas de urbanização das cidades de Uberaba e Delta demonstraram um aumento de 1 a 2% cada uma, o que evidencia uma estabilização do vínculo da cidade com o meio urbano. O estado de Minas Gerais, como um todo, mostrou um acréscimo de sua taxa de urbanização em aproximadamente 3%, indicando que ambos os municípios seguem o padrão estadual (**Quadro 6.57**).

Quadro 6.57 – Percentual de urbanização por localidade.

Taxa de Urbanização 2000 e 2010						
Localidades	População urbana		População total		Taxa	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Delta	4.660	7.584	5.065	8.089	92,0%	93,8%
Uberaba	244.171	289.376	252.365	295.988	96,8%	97,8%
Minas Gerais	14.671.828	16.715.216	17.891.494	19.597.330	82,0%	85,3%

Fonte: IBGE (2000) e IBGE (2010).

Analisando os municípios, é possível observar que Delta se apresenta com alta taxa de urbanização desde sua fundação. O município de Uberaba, na década de 70, já apresentava um alto grau de urbanização, que veio se acentuando no decorrer dos anos, chegando próximo aos 100% em 2010 (**Quadro 6.58**).

De modo geral, ao longo dos 50 anos analisados, ambos os municípios passaram por um grande crescimento populacional e urbano. Entretanto, nos últimos 20 anos, Delta tem apresentado um crescimento muito mais acentuado, visto que sua população praticamente dobrou considerando os resultados do censo de 2000 e da estimativa de 2021. Isso provavelmente se deve ao fato de o município, apesar de novo, estar localizado em uma área estratégica e atrativa, próxima a um dos distritos industriais de Uberaba.

Quadro 6.58 – Evolução do grau de urbanização 1970 a 2010.

Localidade		1970	1980	1990	2000	2010
Delta	Urbana	—	—	—	4660	7584
	População Total	—	—	—	5065	8089
	Grau	—	—	—	92,0%	93,8%
Uberaba	Urbana	110.370	182.576	200258	244.171	289.376
	População Total	126.773	199.265	211.356	252.365	295.988
	Grau	87,1%	94,7%	94,7%	96,8%	97,8%

Fonte: IBGE (2010).

A densidade demográfica do município de Delta é quase três vezes a densidade demográfica

do estado de Minas Gerais, enquanto a do município de Uberaba é cerca de duas vezes a apresentada pelo estado. Essa diferença ocorre pelo fato da área total de Uberaba ser mais de 40 vezes maior do que a de Delta, enquanto a população de Delta é cerca de 30 vezes menor do que a de Uberaba. Os dados mencionados podem ser verificados no **Quadro 6.59**.

Quadro 6.59 – Densidade demográfica dos municípios da AID.

Localidade	População	Área	Densidade
Uberaba	340.277	4.523,957 km ²	75,2 hab/km ²
Delta	10.994	102,784km ²	107,0 hab/km ²
Minas Gerais	21.411.923	586.513,983km ²	36,5 hab/km ²

Fonte: IBGE (2010).

A partir de uma análise dos dados do IBGE (2010), verifica-se que Uberaba, apesar do predomínio de uma população mais nova, possui uma considerável quantidade de habitantes acima dos 45 anos de idade, enquanto Delta apresenta uma população essencialmente jovem, variando principalmente entre 15 e 39 anos. Outro fator observado é que enquanto Uberaba possui um padrão semelhante para a população masculina e feminina, Delta apresenta uma população masculina nitidamente mais expressiva (**Figuras 6.93 e 6.94**).

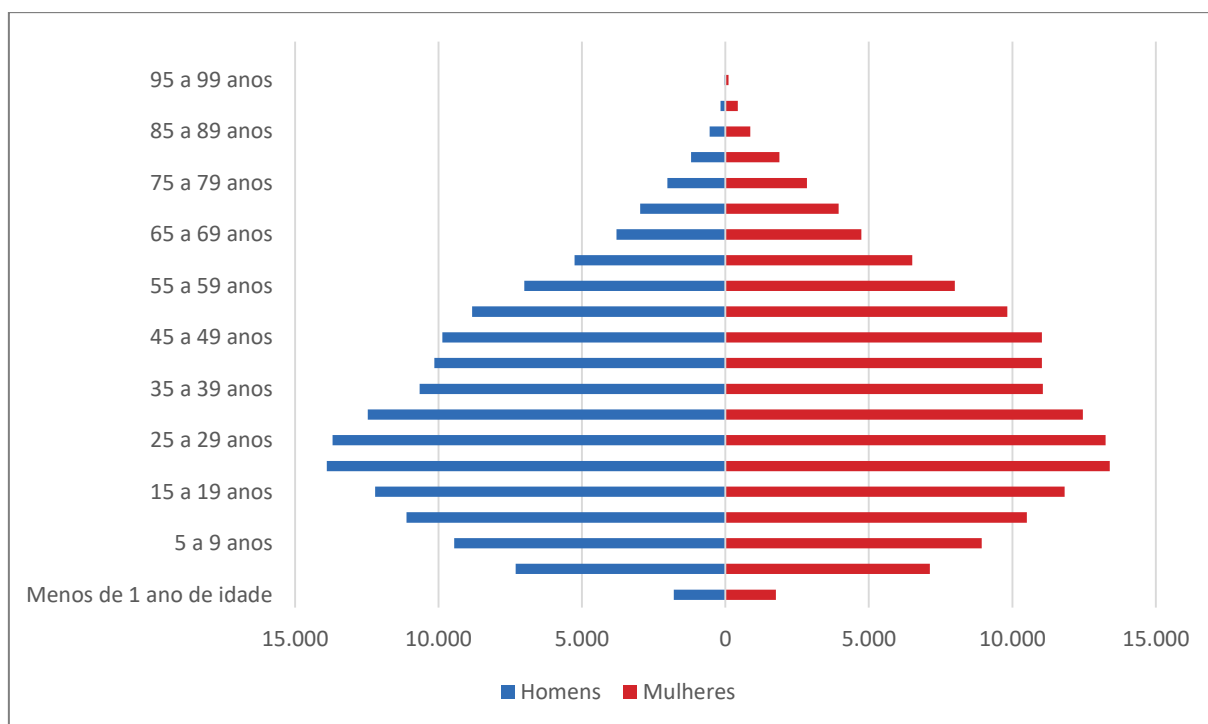


Figura 6.93 – Pirâmide etária do município de Uberaba - 2010.

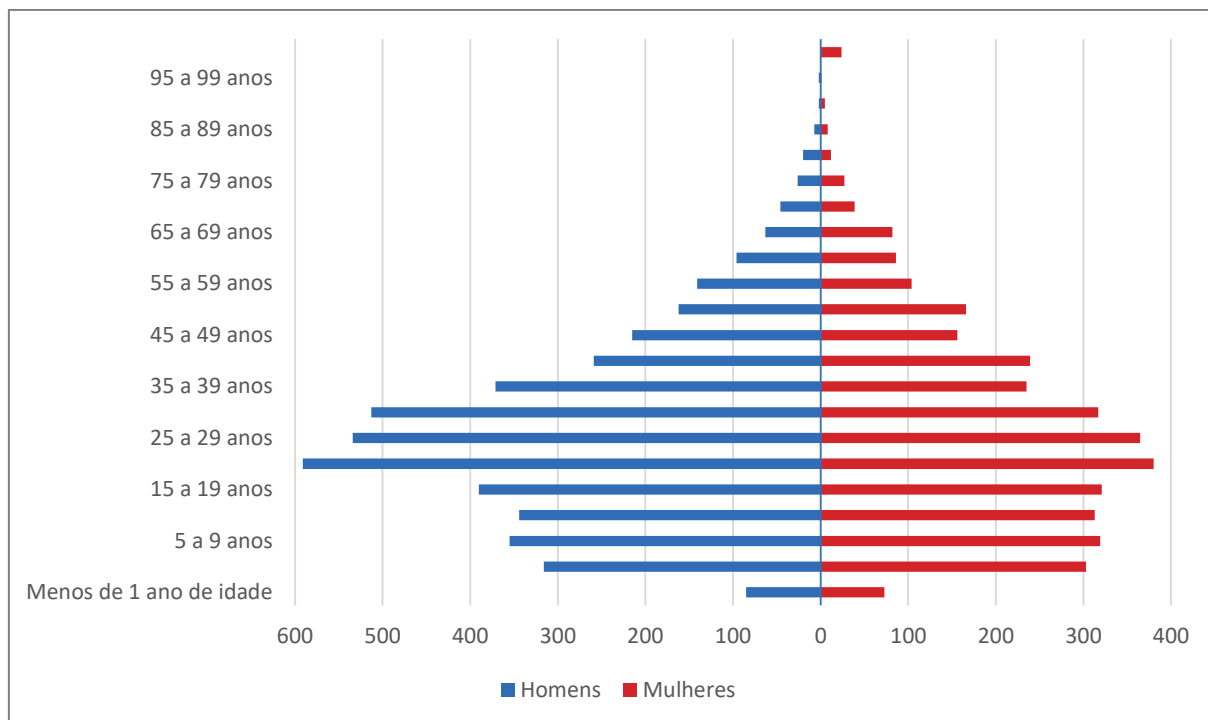


Figura 6.94 – Pirâmide etária do município de Delta - 2010.

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 Delta foi de 0,639, situando o município em 601º lugar no ranking do estado de Minas Gerais, que possui 853 municípios. Nesse mesmo ano, Uberaba ficou em 14º lugar, com 0,772. Segundo a classificação do PNUD, o IDHM de Uberaba é considerado alto e o de Delta, médio.

A dimensão que mais contribui para o IDHM do município de Delta é longevidade, com índice de 0,808, seguida de renda, com índice de 0,672, e de educação, com índice de 0,481. Na mesma ordem de relevância estão estes parâmetros para a cidade de Uberaba com os seguintes índices: longevidade 0,845, renda 0,772 e educação 0,705.

Segundo dados do IBGE (2020), o salário médio mensal no município de Uberaba era de 2,6 salários mínimos, o que levou o município à 28ª melhor posição em comparação aos 853 municípios do estado de Minas Gerais. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 29,8%, 52º lugar do estado. Já em comparação com o total de cidades

do país (5.570), Uberaba ficava na posição 373 em relação ao salário médio mensal, e 539 em relação à proporção de pessoas ocupadas.

No que diz respeito ao município de Delta, o salário médio mensal dos trabalhadores formais no ano de 2020 era de 2,8 salários-mínimos, superando a posição de Uberaba e se posicionando na 21ª colocação no estado e 226ª do país. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 33,7%, 24ª posição do estado.

6.4.7 Atividades Econômicas

Segundo dados do Atlas Brasil, em 2010, entre a população de 18 ou mais anos de Uberaba, 70,46% era economicamente ativa, sendo que 49,34% estavam no setor de serviços, 16,48% no setor de comércio, 12,79% na indústria de transformação, 8,75% na indústria de construção e 5,16% na agropecuária.

Já com relação à população de 18 anos ou mais de Delta, 65,27% era economicamente ativa. Das pessoas economicamente ativas, 46,37% trabalhavam na indústria de transformação, 23,64% no setor de serviços, 8,53% na agropecuária, 4,85% no comércio e 3,36% no setor de construção. Em ambos os municípios, os demais setores apresentam uma pequena parcela das atividades da população economicamente ativa.

Com base nos dados do IBGE de 2019, a cidade de Delta possui 186 empresas que geram 3.629 empregos, enquanto que a cidade de Uberaba possui 11.368 empresas que geram 100.506 postos de emprego.

Com relação a atividades econômicas que ocorrem no meio rural dos municípios em questão, têm-se as atividades de agricultura, extração vegetal e pecuária, cujos detalhes são apresentados nos **Quadros 6.60 a 6.62** abaixo (IBGE, 2020).

Quadro 6.60 – Produção agrícola em lavouras permanentes e temporárias.

Lavoura	Uberaba	Delta
Abacate	1.300 t	-
Banana	21 t	-
Café	335 t	-
Cebola	13.210 t	-
Alho	75 t	-
Batata Inglesa	22.003 t	-
Cana-de-açúcar	6.841.834 t	338.545 t
Feijão	3.258 t	-
Mandioca	3.255 t	13 t
Milho	176.803 t	28 t
Soja	181.124 t	1.328 t
Trigo	3.946 t	-
Batata Doce	-	-
Sorgo	53.412 t	-
Limão	50 t	-
Manga	1 t	-

Lavoura	Uberaba	Delta
Laranja	10.466 t	-
Mamão	41 t	-
Maracujá	51 t	-
Palmito	2 t	-
Amendoim	865 t	-
Abóbora	121 t	4t

Fonte: IBGE (2017).

Quadro 6.61 – Extração vegetal.

Extração vegetal e silvicultura	Uberaba	Delta
Eucalipto	6.150 ha	-
Carvão vegetal	2.587 t	-
Madeira lenha	13.500 m ³	-
Madeira em tora	345.000 m ³	-

Fonte: IBGE (2017).

Quadro 6.62 – Pecuária - efetivo de rebanho (em cabeças).

Pecuária	Uberaba	Delta
Bovinos	172.003	3.637
Equinos	4.816	93
Bubalinos	636	
Suínos	38.867	301
Caprinos	395	-
Ovinos	2.974	-
Galináceos	3.037	91.000

Fonte: IBGE (2017).

Atualmente os municípios apresentam uma paisagem rural com um grau antropogênico avançado, salvo por pequenas e esparsas áreas de vegetação natural.

6.4.8 Indicadores de Produto Interno Bruto – PIB

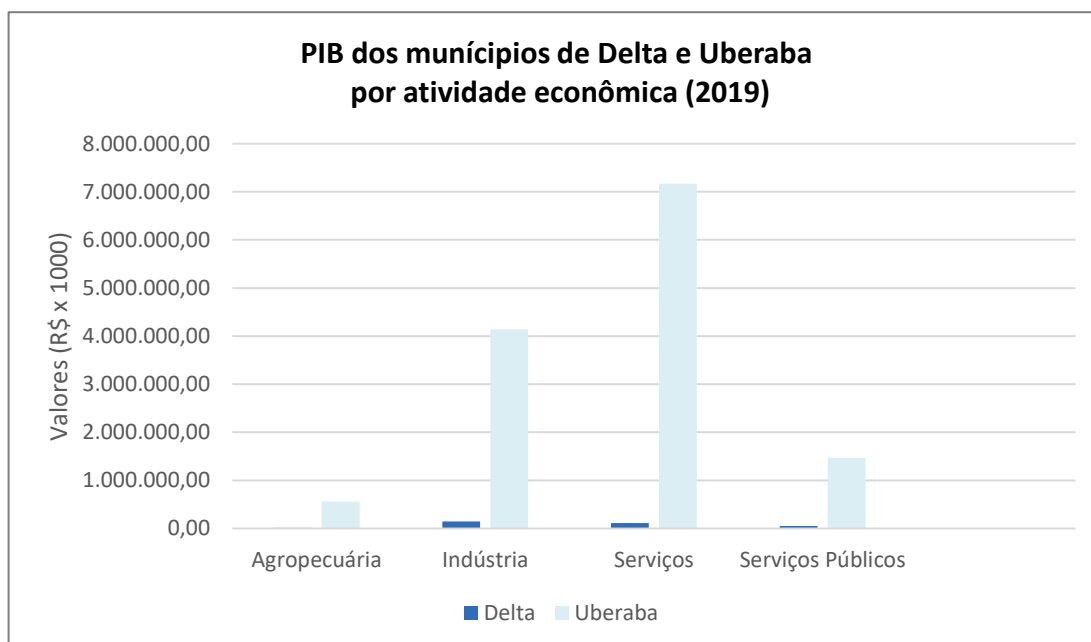
O Produto Interno Bruto – PIB é um indicador que quantifica a atividade econômica de uma região por meio da representação da soma (em valores monetários) de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região, durante um período de tempo determinado.

De acordo com os dados divulgados pelo IBGE no ano de 2019, os PIBs dos municípios de Delta e Uberaba tiveram como principais setores contribuintes a indústria e o setor de serviços, como se observa no **Quadro 6.63** e na **Figura 6.95**.

Quadro 6.63 – PIB de Uberaba e Delta por setor econômico – 2019.

Especificação	Uberaba		Delta	
	R\$ x 1.000	%	R\$ x 1.000	%
Agropecuária	555.790,22	3,6%	14.115,06	3,8%
Indústria	4.137.354,29	26,6%	142.814,89	38,3%
Serviços	7.167.920,59	46,1%	115.266,95	30,9%
Serviços Públicos	1.467.280,63	9,4%	53.023,78	14,2%
TOTAL	15.541.490,56	100	372.466,39	100

Fonte: IBGE (2019).



Fonte: IBGE (2019).

Figura 6.95 – Contribuição dos setores no PIB.

O município de Delta apresentou um crescimento gradativo do PIB entre os anos de 2015 e 2017. Entre 2017 e 2018 o PIB se manteve estável e, em 2019, cresceu novamente. Enquanto em Uberaba se observa uma diminuição do PIB em 2017, seguida de uma recuperação em 2018 e um novo aumento em 2019, vide **Quadro 6.64**.

Quadro 6.64 – Evolução do PIB (em R\$ x 1.000).

Localidade	2015	2016	2017	2018	2019
Uberaba	12.514.705,91	13.463.501,92	13.152.999,84	14.732.211,20	15.541.490,56
Delta	305.104,79	322.595,85	346.266,32	350.135,53	372.466,39

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.

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 Uberaba e Delta 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.

Uberaba 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 6.109**). Já os assentamentos humanos na cidade de Delta apresentam característica de construções simples, com predominância de edificações com um pavimento, chegando no máximo a dois pavimentos (**Foto 6.110**).



Fonte: G1 (2022), disponível em globo.com.

Foto 6.109 – Edificações do município de Uberaba.



Fonte: Prefeitura Municipal de Delta (2021).

Foto 6.110 – Vista aérea das edificações do município de Delta.

As áreas rurais de ambos os municípios apresentam características similares com predomínio de 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 no país. O **Quadro 6.65** apresenta o resultado da pesquisa nos municípios de Uberaba e Delta e no estado de Minas Gerais.

Quadro 6.65 – Indicadores de habitação em Uberaba e Delta em 2017.

Indicadores	Uberaba	Delta	Minas Gerais
% da população urbana residente em domicílios com água encanada	100	98,8	91,82
% da população urbana residente em domicílios com esgoto	99,50	98,08	78,30
% da população urbana residente em domicílios com coleta de resíduos	100	100	87,35

Fonte: Atlas Brasil (2017).

O esgotamento sanitário no município de Uberaba é realizado pela CODAU; já em Delta o esgotamento é de responsabilidade da Prefeitura Municipal.

A CODAU 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 tratamento e remoção de resíduos, antes de ser devolvido aos rios e córregos.

Na análise das condições habitacionais da população, a verificação da situação sanitária dos municípios é relevante. Na área urbana de Delta e Uberaba, segundo o Atlas Brasil (2017), 100% da população vivia em domicílios com coleta de resíduos.

O município de Uberaba conta desde 2005 com um aterro sanitário e, desde 2018, com uma

Política Municipal de Resíduos Sólidos, regida pela Lei municipal nº 12.909/2018. O aterro recebe resíduos sólidos de todo o município de Uberaba, sendo uma média 290 t/dia somente de resíduos domiciliares.

Em 2020, foi aprovado o Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PIGIRS), do Convale (Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Regional do Vale do Rio Grande), o qual inclui Uberaba, Delta, além de mais seis municípios da região.

6.4.11 Educação

Neste item é apresentado o quadro geral da educação nos municípios de Delta e Uberaba 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 16,23% para 13,12% em Delta e, em Uberaba, caiu de 6,27% para 4,19% (IBGE, 2010).

O **Quadro 6.66** apresenta a quantidade de escolas em ambos os municípios, nota-se um número muito superior em Uberaba.

Quadro 6.66 – Instituições de ensino em Uberaba e Delta – 2021.

Localidade	Nº de escolas			Total
	Ensino infantil	Ensino fundamental	Ensino médio	
Uberaba	94	94	38	226
Delta	3	2	1	6

Fonte: IBGE (2021).

Segundo o IBGE (2021), o número de matrículas, no ensino básico, no município de Uberaba era 59.067 e 2.331 em Delta, concentrando a maioria das matrículas no ensino fundamental (**Quadro 6.67**).

Quadro 6.67 – Matrículas em Uberaba e Delta – 2020.

Localidade	Nº de matrículas por modalidade de ensino			Total
	Infantil	Fundamental	Médio	
Uberaba	11.940	36.845	10.282	59.067
Delta	517	1.506	308	2.331

Fonte: IBGE (2021).

A rede de ensino básico, segundo o IBGE (2021), contava com um corpo docente de 127 profissionais em Delta e 4.255 profissionais em Uberaba, divididos pelas modalidades de ensino como representado no **Quadro 6.68**.

Quadro 6.68 – Corpo docente de Uberaba e Delta – 2021.

Localidade	Nº de profissionais por modalidade de ensino			Total
	Infantil	Fundamental	Médio	
Uberaba	1.366	2.000	889	4.255
Delta	25	79	23	127

Fonte: IBGE (2021).

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

Em 2009, município de Uberaba possuía no total 126 estabelecimentos de saúde, enquanto Delta contava com apenas um (**Quadro 6.69**).

Uberaba conta com estabelecimentos de saúde administrados pelas esferas municipal, estadual e federal, além de estabelecimentos privados. Enquanto Delta tem seu único estabelecimento de saúde sob administração municipal.

Quadro 6.69 – Estabelecimentos de saúde em Uberaba e Delta.

Localidade	Municipal	Estadual	Federal	Privado	Total
Uberaba	44	1	1	80	126
Delta	1	-	-	1	1

Fonte: IBGE (2009).

Em Uberaba haviam 929 leitos disponíveis em 2009, segundo o IBGE, resultando em um total de 3,14 leitos por mil habitantes, considerando a população da época. Este valor é considerado próximo ao satisfatório para o município segundo a OMS (Organização Mundial de Saúde), que sugere um mínimo de 3,5 leitos por mil habitantes.

Por sua vez, o município de Delta não possuía nenhum leito neste ano (IBGE, 2009), sendo dependente do município de Uberaba ou de outros municípios maiores nas proximidades.

O município de Uberaba possuía uma média superior ao estado de Minas Gerais como um todo, que apresentava um total de 2,25 leitos por mil habitantes (**Quadro 6.70**).

Quadro 6.70 – Situação do atendimento de saúde em Uberaba e Delta (2010).

Localidade	Habitantes (2010)	Número de leitos (2009)	Leitos por mil habitantes	Déficit por mil habitantes
Delta	8.089	—	—	-3,50
Uberaba	295.988	929	3,14	-0,36
Minas Gerais	19.597.330	44.012	2,25	-1,25

Fonte: Adaptado de IBGE (2009).

Analisando os dados do DATASUS apresentados no **Quadro 6.71**, verifica-se que, no município de Uberaba, a taxa bruta de mortalidade teve uma queda em 2014, porém em 2015 voltou a apresentar níveis semelhantes a 2013 e que se mantiveram estáveis até 2017. Enquanto em Delta, a mortalidade subiu em 2014, voltando aos níveis próximos aos de 2013 somente em 2017.

Outra observação importante é de que em relação às taxas brutas de mortalidade do estado de Minas Gerais durante o período analisado, Uberaba sempre apresenta valores superiores aos estaduais, enquanto Delta sempre apresenta valores inferiores.

Quadro 6.71 – Taxa bruta de mortalidade.

Ano	Taxa bruta de mortalidade (óbitos/1000 habitantes)		
	Uberaba	Delta	Minas Gerais
2013	7,35	3,2	6,10
2014	6,63	4,31	6,14

Ano	Taxa bruta de mortalidade (óbitos/1000 habitantes)		
	Uberaba	Delta	Minas Gerais
2015	7,09	4,74	6,28
2016	7,26	4,43	6,43
2017	7,30	3,33	6,53

Fonte: Ministério da Saúde (2021).

Considerando apenas a taxa de mortalidade infantil, segundo os últimos dados do IBGE, em 2020, a taxa em Uberaba é de 10,36 óbitos por mil nascidos vivos. Já em Delta, esta taxa é de 15,87 óbitos para cada mil nascidos vivos.

6.4.13 Lazer, Turismo e Cultura

Segundo dados da Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Turismo e Inovação de Uberaba (2010), os municípios de Uberaba e Delta estão compreendidos no Circuito dos Lagos, com um rico patrimônio natural e cultural, com paisagem de lagos, rios, áreas de caverna, sítios paleontológicos, entre outros atrativos que permitem turismo de aventura, cultural, religioso, rural e gastronômico.

A Prefeitura Municipal de Uberaba (2022) informa que o potencial turístico do município engloba as mais diversas vertentes do turismo. Há o turismo cultural e religioso, relacionados às igrejas católicas, ao espiritismo e às festas tradicionais como Folia de Reis, Congado, Festivais de Viola e Catira. A vocação agropecuária da cidade potencializa o turismo rural. Enquanto áreas verdes e cachoeiras proporcionam um turismo de aventura.

Há também um forte apelo ao turismo científico-cultural, representado pelo importante sítio paleontológico de Uberaba, que também abriga o Museu do Dinossauro, uma instituição com foco na divulgação do patrimônio paleontológico da região.

Segundo a Câmara Municipal de Delta (2022), o município oferece eventos culturais anuais como a Folia de Reis e a Festa do Peão (Fotos 6.111 e 6.112), além de possuir como principal ponto turístico a antiga ponte ferroviária sobre o Rio Grande, na divisa com o estado de São Paulo.



Fonte: Câmara Municipal de Delta (2022).

Foto 6.111 – Registro de uma festa de Folia de Reis.



Fonte: Câmara Municipal de Delta (2022).

Foto 6.112 – Registro da Festa do Peão de Delta.

6.4.14 Infraestrutura Regional

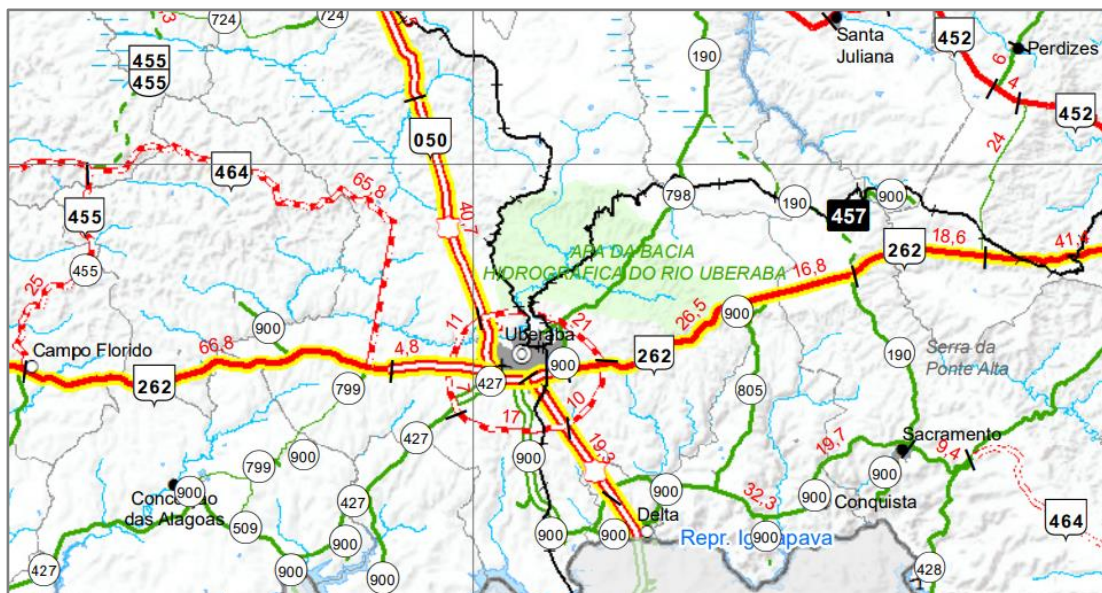
A Região Imediata de Uberaba possui uma malha viária com estradas sob administração federal (BR), estadual (MG) e municipal.

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 Região Imediata de Uberaba segundo o mapa do DNIT (2002) são:

- BR-050: rodovia radial que interliga o Distrito Federal à Baixada Santista;
- BR-262: rodovia transversal brasileira que interliga os estados do Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul;
- BR-452: rodovia federal radial, se inicia em Brasília e termina em Santos. Passa pelos estados de Goiás, Minas Gerais e São Paulo;
- BR-464: liga Delfinópolis a São João Batista do Glória;
- BR-455: rodovia federal de ligação brasileira, inicia-se em Uberlândia e termina em Planura, próximo à divisa com São Paulo
- MG-427: liga Uberaba à cidade de Conceição das Alagoas;
- MG-798: liga Uberaba a Nova Ponte e Romaria;
- MG-190: faz a ligação do Triângulo Mineiro com o Alto Paranaíba;

Na **Figura 6.96** é possível visualizar as principais estradas que constituem o sistema viário da região de Uberaba.



Fonte: DNIT (2002).

Figura 6.96 – Principais estradas da malha viária da Região Imediata de Uberaba.

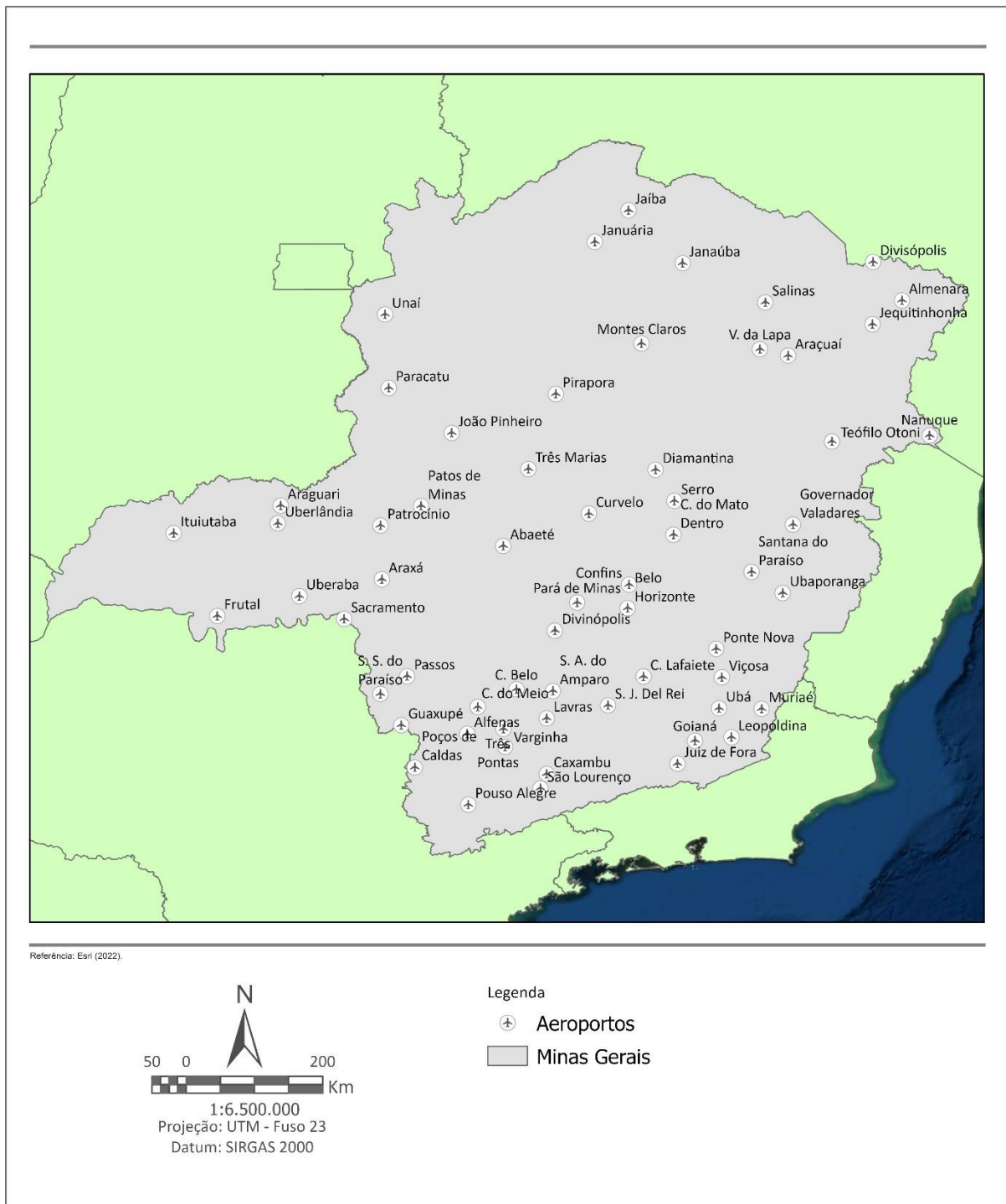
As estradas municipais fazem ligações das áreas rurais com os centros urbanos e geralmente possuem denominações regionais relacionadas aos seus destinos.

A estrutura aeroportuária da região é formada por dois aeroportos públicos, segundo o

mapa da Secretaria de Estado de Transporte de Obras Públicas (2018), sendo eles:

- O Aeroporto de Sacramento, de administração municipal, com pistas não pavimentadas.
- O Aeroporto de Uberaba – Mário de Almeida Franco – é o principal da região imediata, de administração federal (INFRAERO), com pista de pouso asfaltada de 1.780 km de comprimento e vôos comerciais para cidades mineiras e de outros estados.

A **Figura 6.97** traz a localização dos aeroportos no estado de Minas Gerais. É possível ver que há outros aeroportos próximos que também conseguem servir à região em municípios como Uberlândia e Araxá.



Fonte: Secretaria de Estado de Transporte de Obras Públicas (2018).

Figura 6.97 – Mapa dos aeroportos públicos em Minas Gerais.

6.4.15 Abastecimento de Água e Energia Elétrica

Em Uberaba, o sistema de abastecimento de água é administrado pela CODAU, responsável pela captação, tratamento e distribuição da água; já em Delta, quem fornece este serviço é a Prefeitura Municipal.

A CODAU é uma autarquia municipal criada pela lei complementar 106/1998. O ponto de captação de água está localizado no próprio município. Trata-se de um sistema que utiliza

captação superficial da água do rio Uberaba.

Para atender a população local com abastecimento de água, a CODAU tem uma Estação de Tratamento de Água (ETA), na qual são tratados diariamente 78 milhões de litros, que posteriormente são distribuídos para 14 Centros de Reservação espalhados pelo município, que, juntos, armazenam 89 milhões de litros de água.

A distribuição de energia elétrica em ambos os municípios é realizada pela CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais. No **Quadro 6.72**, pode-se observar a evolução do acesso à energia elétrica em Delta e Uberaba, comparando-se também com as taxas do estado de Minas Gerais (IBGE, 2010).

Quadro 6.72 – Acesso domiciliar à energia elétrica (1999 – 2003).

Localidade	% de pessoas em domicílios com energia elétrica		
	1991	2000	2010
Uberaba	99,27	99,55	99,85
Delta	97,3	99,38	99,88
Minas Gerais	85,35	95,66	99,35

Fonte: IBGE, 2010.

É possível observar que nos anos 2000, o acesso à energia elétrica já estava em quase 100% dos domicílios em ambos os municípios.

6.4.16 Comunicações

O município de Uberaba conta com uma diversificada rede de comunicações, incluindo emissoras de televisão, jornais, revistas, portais online e rádios. Entre algumas delas estão a Rádio Difusora (Bandeirantes) AM, Rádio Uberaba AM, Rádio Sete Colinas AM, Jovem Pan Uberaba FM, Zebu FM, Terra FM e Universitária FM.

Entre jornais impressos e online de Uberaba, tem-se: Jornal de Uberaba, Folha de Uberaba e o Jornal da Manhã. Já entre as revistas, estão a JM Magazine e a Revista Personalitá.

As emissoras de TV com sede em Uberaba são a TV Integração filiada à Rede Globo (com geração de sinais para 74 municípios da região) e a TV Band Triângulo. Além disso, há emissoras regionais sediadas em Uberlândia que abrangem também o cotidiano de todo o Triângulo Mineiro.

Segundo dados da Anatel (2022), o município de Uberaba possui 364.011 acessos à telefonia móvel, 31.378 acessos à televisão por assinatura, 249.798 acessos à telefonia fixa e 101.731 acessos à banda larga fixa. Enquanto em Delta, os números são de 7.921 acessos à telefonia móvel, 231 à TV por assinatura, 1.966 à telefonia fixa e 541 à banda larga fixa.

Em Delta, encontra-se a rádio Delta FM. Além disso, a proximidade com Uberaba faz com que redes de comunicação também abranjam o município vizinho.

6.4.17 Comunidades do Entorno

O IBGE, durante a realização do censo de 2010, subdividiu municípios em setores censitários. O setor 317010705000053 coincide com a área do Distrito Industrial III de Uberaba e corresponde tanto à área do empreendimento quanto às ocupações humanas adjacentes. Desta forma é possível caracterizar melhor este entorno a partir dos dados para este setor

censitário disponibilizados pelo IBGE.

Além disso, um estudo realizado pela Mosaic Fertilizantes a respeito de comunidades no entorno do Complexo Industrial de Uberaba identificou Portos de Areia e Ranchos como sendo o único conjunto identificado dentro do Distrito Industrial III.

No caso de Delta, considerou-se o setor 312125805000009, que abrange praticamente toda a área do município localizada a oeste da rodovia BR 464. Este é o setor que compreende a ADA da realocação do mineroduto e sua pista de acesso.

A **Figura 6.98** a seguir apresenta o perímetro de delimitação dos setores censitários (IBGE, 2010) utilizados para a caracterização das comunidades do entorno, além da localização da comunidade Portos de Areia/Ranchos.

Foi feito também um levantamento a partir de dados do INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária e não há informações sobre Projetos de Assentamento e Comunidades Quilombolas dentro dos limites dos setores censitários análogos ao Distrito Industrial III e à porção oeste de Delta.

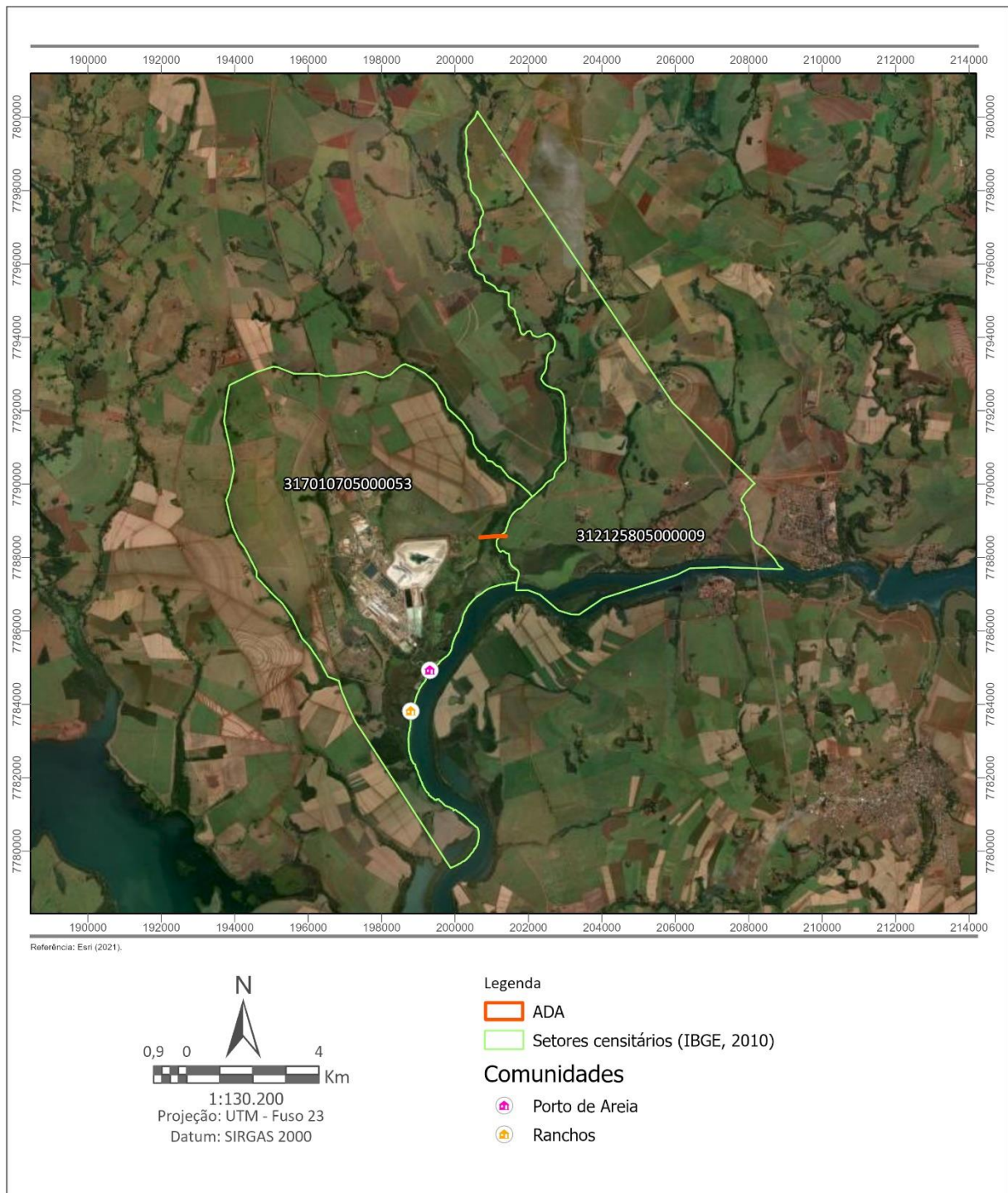


Figura 6.98 – Mapa dos setores censitários e das comunidades no entorno do empreendimento.

6.4.17.1 Distrito Industrial III

De acordo com os dados do IBGE (2010), o setor censitário 317010705000053, que coincide com a área do Distrito Industrial III em Uberaba, possui uma população de 164 habitantes, que vivem em um total de 44 domicílios particulares. Sendo 59,8% dessa população composta por homens e 40,2%, por mulheres.

Ainda segundo os dados do IBGE (2010), do total de habitantes, 155 possuem idade maior ou igual a 5 anos, sendo 139 destes (89,7%) alfabetizados.

Em relação aos domicílios particulares, todos são no formato de casa com banheiro próprio. Destas, 52,3% são cedidas por empregador, 43,2% são próprias e quitadas e 4,5% foram cedidas de outra forma. A quantidade de moradores por domicílio varia de uma a nove pessoas (IBGE, 2010).

O saneamento básico é apresentado pelo IBGE (2010) por meio de dados de acesso à água, coleta de lixo e energia elétrica. Os **Quadros 6.73 a 6.75** trazem os indicadores de saneamento básico na área do setor censitário.

Quadro 6.73 – Tipo de acesso domiciliar à água (IBGE, 2010).

Tipo de acesso	% de domicílios
Rede geral	6,8
Poço ou nascente na propriedade	63,6
Outra forma de abastecimento	29,6

Quadro 6.74 – Tipo de destino do lixo doméstico (IBGE, 2010).

Tipo de acesso	% de domicílios
Coletado por serviço de limpeza	47,7
Coletado em caçamba de serviço de limpeza	6,8
Queimado (na propriedade)	40,9
Enterrado (na propriedade)	2,3
Jogado em terreno baldio ou logradouro	2,3

Quadro 6.75 – Acesso à rede elétrica (IBGE, 2010).

Tipo de acesso	% de domicílios
Com energia elétrica de companhia distribuidora e com medidor de uso exclusivo	81,8
Com energia elétrica de companhia distribuidora e com medidor comum a mais de um domicílio	6,8
Sem energia elétrica	11,4

Na **Foto 6.113**, observa-se a localização de um dos poços artesianos presente no Distrito Industrial III, principal forma de acesso à água na região.



Foto 6.113 – Poço artesiano no Distrito Industrial III.

Segundo relatos dos trabalhadores locais, a coleta de lixo, inicialmente, era realizada pela Prefeitura Municipal de Uberaba e, posteriormente, o serviço foi terceirizado.

As **Fotos 6.114** e **6.115** apresentam locais e estruturas relacionadas ao sistema de acesso à energia elétrica no Distrito Industrial III, pertencentes à CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais), responsável por todo o sistema.



Foto 6.114 – Rede de transmissão de energia elétrica no Distrito Industrial III.



Foto 6.115 – Subestação elétrica no Distrito Industrial III.

Desta forma, é possível ver que os indicadores sociais apresentados para a área do Distrito Industrial III pelo IBGE (2010), mostraram-se abaixo dos níveis apresentados para o município de Uberaba como um todo, principalmente para saneamento básico. É importante salientar que o Distrito Industrial III se localiza fora do núcleo urbano central de Uberaba.

Na área do Distrito Industrial III, está a localidade Portos de Areia e Ranchos. Trata-se de uma comunidade com uma população de cerca de 100 habitantes, sendo parte dela fluante devido aos ranchos que possuem proprietários residentes em outras localidades. Nesta área se localizam cinco portos de areia legalizados que empregam a população local.

6.4.17.2 Setor oeste de Delta

Os dados do censo de 2010 do IBGE apresentam o setor censitário 312125805000009, que representa a região do município de Delta que se localiza a oeste da BR 464. Neste setor está a parte do município de Delta contida na área de influência direta do meio socioeconômico.

Dados do IBGE (2010) mostram que o setor censitário 312125805000009 possui uma população de 340 habitantes, que vivem em um total de 116 domicílios particulares. Sendo 53,5 % dessa população composta por homens e 46,5%, por mulheres.

Segundo o IBGE (2010), do total de habitantes, 313 possuem idade maior ou igual a 5 anos, sendo 301 destes (96,2%) alfabetizados.

Essa região, segundo relatos dos moradores, é popularmente conhecida como comunidade do Colorado.

Em relação aos domicílios particulares, todos são no formato de casa com banheiro próprio (**Fotos 6.116 e 6.117**). Destas, 50,9 % são cedidas por empregador, 31 % são próprias e quitadas, 16,4 % são alugadas e 1,7% foram cedidas de outra forma. A quantidade de moradores por domicílio varia de uma a nove pessoas (IBGE, 2010).



Foto 6.116 – Fachada de domicílio particular (1). Foto 6.117 – Fachada de domicílio particular (2).

O saneamento básico é apresentado pelo IBGE (2010) por meio de dados de acesso à água, coleta de lixo e energia elétrica. Os **Quadros 6.76 a 6.78** trazem os indicadores de saneamento básico na área do setor censitário.

Quadro 6.76 – Tipo de acesso domiciliar à água (IBGE, 2010).

Tipo de acesso	% de domicílios
Rede geral	0
Poço ou nascente na propriedade	96,6
Outra forma de abastecimento	3,4

Quadro 6.77 – Tipo de destino do lixo doméstico (IBGE, 2010).

Tipo de acesso	% de domicílios
Coletado por serviço de limpeza	55,2
Coletado em caçamba de serviço de limpeza	17,2
Queimado (na propriedade)	21,2

Tipo de acesso	% de domicílios
Enterrado (na propriedade)	4,3
Jogado em terreno baldio ou logradouro	1,7

Quadro 6.78 – Acesso à rede elétrica (IBGE, 2010).

Tipo de acesso	% de domicílios
Com energia elétrica de companhia distribuidora e com medidor de uso exclusivo	56,9
Com energia elétrica de companhia distribuidora e com medidor comum a mais de um domicílio	36,2
Com energia elétrica de companhia distribuidora e sem medidor	3,4
Com energia elétrica de outras fontes	3,4

Nota-se que os indicadores sociais apresentados para a área oeste do município de Delta pelo IBGE (2010) mostraram-se abaixo dos níveis apresentados para o município como um todo, principalmente em relação ao saneamento básico. O fator mais crítico nos dados de 2010 do IBGE no setor é em relação ao acesso à rede de abastecimento de água.

A **Foto 6.118** apresenta o poço artesiano, construído pela Prefeitura Municipal de Delta, utilizado para captação de água para a região.



Foto 6.118 – Poço artesiano em Delta.

Segundo relato dos moradores locais, a coleta de lixo é realizada pela Prefeitura Municipal de Delta. As ruas não dispõem de pontos de coleta de resíduos públicos, sendo comum o uso de lixeiras particulares em frente aos domicílios, como mostram as **Fotos 6.119** e **6.120**.



Foto 6.119 – Lixeira de domicílios locais (1).



Foto 6.120 – Lixeira de domicílios locais (2).

As **Fotos 6.121 e 6.122** mostram o sistema de distribuição de energia elétrica na região. Confirmou-se que a comunidade possui um amplo acesso a esse serviço, como já apresentado pelos dados do IBGE (2010).



Foto 6.121 – Sistema de distribuição de energia elétrica em Delta.



Foto 6.122 – Padrões de entrada de energia elétrica em Delta.

Há na região uma Unidade Básica de Saúde, situada em uma construção que, no passado, funcionou como uma Unidade de Processamento de Alimentos (**Foto 6.123**). Segundo relatos dos moradores locais, em 2022, a Prefeitura Municipal de Delta disponibiliza atendimento médico para a população local, toda segunda-feira, das 07h às 10h.



Foto 6.123 – Unidade Básica de Saúde em Delta.

Em relação ao comércio local da região (Fotos 6.124 e 6.125), observou-se a presença de dois bares pequenos, que funcionam também como vendas, e uma pousada.



Foto 6.124 – Comércio local.



Foto 6.125 – Pousada local.

A região é majoritariamente rural e tem a pecuária e a agricultura como as principais atividades desenvolvidas pelos moradores locais, como ilustram as Fotos 6.126 e 6.127.



Foto 6.126 – Exemplo de atividade pecuária desenvolvida na região.



Foto 6.127 – Exemplo de agricultura desenvolvida na região.

6.4.18 Patrimônio Histórico e Cultural

6.4.18.1 Arqueologia

Cunha (2004) define que patrimônio imaterial são formas de expressão e saberes que façam referência à identidade e à memória dos diversos grupos sociais.

O relatório elaborado por A Lasca Consultoria e Assessoria em Arqueologia Ltda. (2017a) traz um panorama sobre o patrimônio imaterial no município de Uberaba.

Segundo A Lasca (2017a), das manifestações culturais da região, estão inscritos nos registros do IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, a Roda de Capoeira e Ofício dos Mestres de Capoeira. Além disso, a Congada de Minas se encontra em processo de registro no mesmo órgão.

A Lasca (2017a) também revela que em Uberaba há bens culturais reconhecidos pelas três esferas de poder (União, Estado e Município), sendo manifestação das mais diversas e podendo ser classificados em:

- Bens Imóveis - Estruturas Arquitetônicas Isoladas;
- Bens Móveis / Bens Móveis Integrados;
- Conjuntos Paisagísticos Urbanos e Naturais;
- Registro Imaterial.

6.4.18.1.1 Potencial arqueológico regional

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.

Como um todo, pode-se dizer que o Triângulo Mineiro 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.

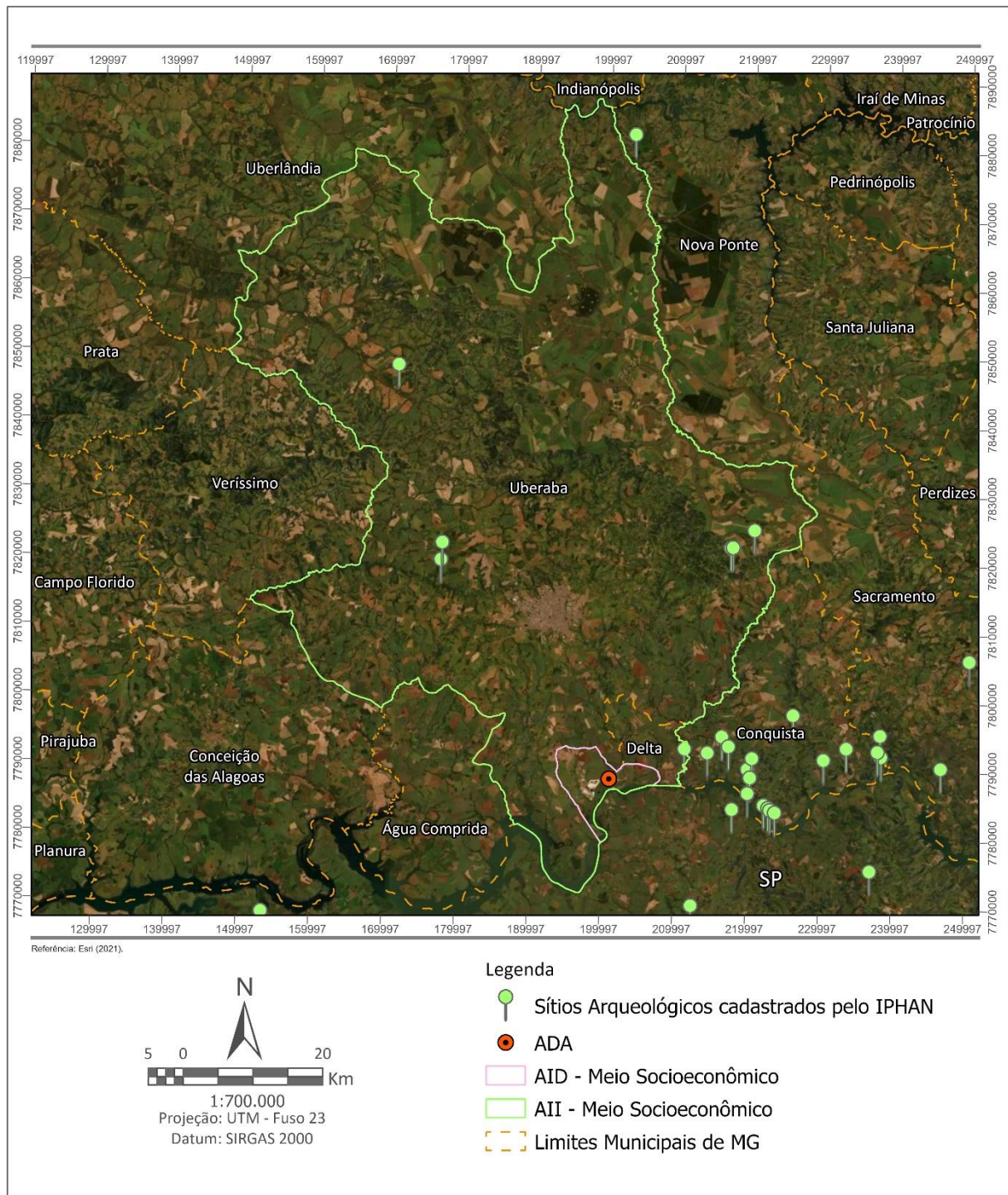
Os resultados do Projeto Quebra Anzol podem ser somados ao conhecimento que se tem sobre a existência de outros sítios na área que abarca a região sul do Triângulo Mineiro registrados pelo IPHAN. Como exemplo, destacam-se os sítios Fazenda Ribalta, Santo Inácio, Escolinha e Califórnia, sendo esses os mais próximos da ADA, apesar de estarem fora das áreas de influência do meio socioeconômico. Além dos sítios incluídos na AII, localizados nas regiões centro e norte do município de Uberaba.

6.4.18.1.2 Potencial arqueológico local

Em 2017, a empresa A Lasca Consultoria e Assessoria em Arqueologia Ltda. elaborou o relatório intitulado “Avaliação de Impacto ao Patrimônio Arqueológico na área de Implantação do Deposito do Fosfogesso-Compartimento G”, com o objetivo de apresentar os procedimentos e resultados obtidos pelo levantamento arqueológico em uma área dentro do Complexo Industrial de Uberaba da Mosaic Fertilizantes, a qual se encontra dentro dos limites da AID do projeto da pista de acesso e realocação do mineroduto.

Estas ações fazem parte da Portaria nº 9, de 01 de março de 2017 (Processo nº 01514.002301/2016-61). O estudo concluiu que não há evidências de bens arqueológicos na área.

Também foi levantada, no IPHAN (2021), a lista atualizada de sítios arqueológicos registrados no Brasil. O sítio arqueológico mais próximo da ADA do empreendimento se localiza a mais de 10 km de distância, sendo ele o sítio arqueológico Fazenda Ribalta, no município de Conquista/MG (**Figura 6.99**).



Fonte: IPHAN (2021).

Figura 6.99 – Sítios Arqueológicos nas imediações do empreendimento.

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, ligada à CPRM, que concentra informações sobre geossítios de diferentes tipologias, dentre os quais se destacam os sítios paleontológicos.

Em Delta, não há registros oficiais de sítios paleontológicos de acordo com a CPRM. Entretanto, em Uberaba, há o sítio Peirópolis e Serra da Galga (**Foto 6.128 e 6.129**), de grande importância nacional e alvo de diversas pesquisas científicas.



Fonte: Ribeiro & Carvalho (2007)

Foto 6.128 – Fóssil de *Uberabasuchus terrificus* no Sítio Peirópolis e Serra da Galga.



Fonte: Ribeiro & Carvalho (2007)

Foto 6.129 – Escavações paleontológicas no Sítio Peirópolis e Serra da Galga.

Ribeiro & Carvalho (2007) descreveram o sítio para o registro na SIGEP-CPRM. Nele ocorrem registros fósseis datados de 80 a 65 milhões de anos de idade e encontram-se os principais jazigos fossilíferos do Cretáceo continental brasileiro: microfósseis e macrofósseis que abrangem algas carófitas, esporocarpos de pteridófitas, ostracodes, gastrópodes, bivalves, icnofósseis de invertebrados, peixes, anfíbios e répteis (lagartos, tartarugas, crocodilomorfos e Dinosauria).

Os depósitos fossilíferos estão estratigraficamente contextualizados na Formação Marília (Grupo Bauru), notadamente no membro Serra da Galga. 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.

Junto ao sítio, estão localizados o Museu dos Dinossauros e o Centro de Pesquisas Paleontológicas Llewellyn Ivor Price. A ideia destas instituições é integrar a comunidade local e externa com a pesquisa e as descobertas científicas, além de prezar pela preservação e divulgação do patrimônio paleontológico regional.

Além do sítio Peirópolis e Serra da Galga, a CPRM também disponibiliza a localização de registros fossilíferos na região, que não necessariamente se encontram em sítios paleontológicos. É possível ver na **Figura 6.100** que nenhum sítio ou registro fossilífero se encontra nos limites da ADA e da AID do meio socioeconômico do empreendimento.

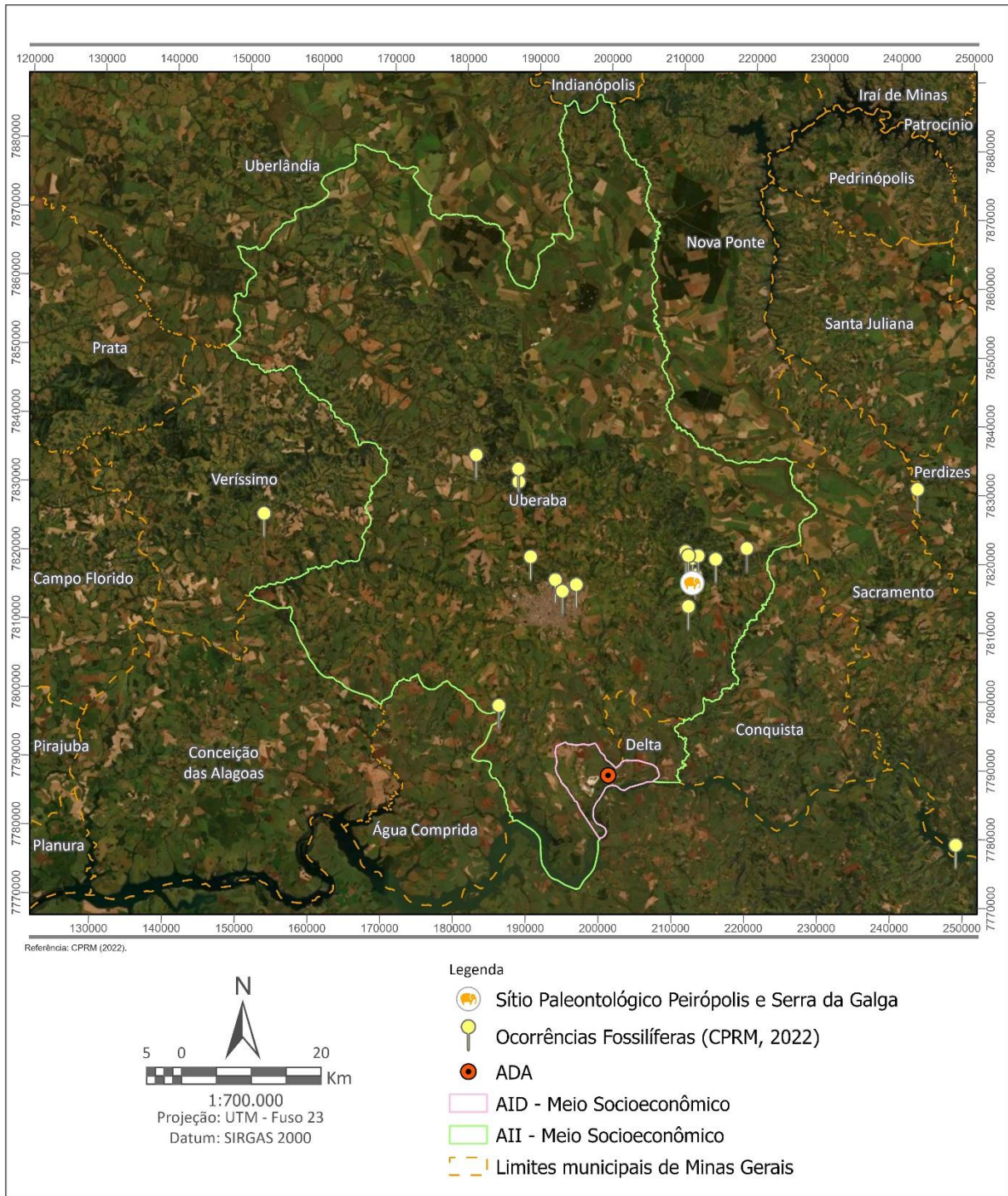


Figura 6.100 – Sítios Paleontológicos e ocorrências fossilíferas nas imediações do empreendimento.

7 SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS ASSOCIADOS À VEGETAÇÃO NATIVA

A Avaliação Ecosistêmica do Milênio (*Millennium Ecosystem Assessment* – MEA) foi conduzida entre 2001 e 2005 com o intuito de avaliar as consequências das mudanças nos ecossistemas sobre o bem-estar humano e estabelecer uma base científica que fundamentasse as ações necessárias para assegurar a conservação e o uso sustentável dos ecossistemas bem como suas contribuições para o bem-estar humano.

No último século, os seres humanos alteraram os ecossistemas mais rapidamente e extensivamente do que em qualquer outro período da história humana. De um lado, a transformação do planeta contribuiu para ganhos líquidos substanciais no bem-estar humano e no desenvolvimento econômico, mas por outro lado, provocou a perda e degradação dos serviços ecosistêmicos (MEA, 2005).

O Termo de Referência para elaboração de Estudo de Impacto Ambiental para atividade com necessidade de corte ou supressão de vegetação do bioma Mata Atlântica prevê que deve ser apresentada uma avaliação, contemplando as áreas sujeitas aos impactos diretos e indiretos do empreendimento, quanto às funções da vegetação nativa a ser suprimida para a biodiversidade local e regional, a preservação da fauna e do ecossistema associado, a qualidade do ar e o potencial de sequestro de carbono, a preservação de corpos d'água, do regime fluvial e da capacidade das áreas de recarga hídrica, o regime hidrológico e hidrogeológico, as condições climáticas e microclimáticas, a redução do escoamento superficial e atenuação de processos erosivos, a manutenção da qualidade do solo, dentre outras. Estas funções devem, então, ser analisadas do ponto de vista dos benefícios que fornecem ao bem-estar das comunidades, à sua subsistência e às suas atividades sociais, culturais ou econômicas.

O entendimento do MEA (2005) sobre a definição dos serviços ecosistêmicos (SE) abrange os ambientes naturais e os modificados pelo homem, além de utilizar o termo “serviços” como benefícios tangíveis e intangíveis que podem ser providos aos humanos (também entendidos, geralmente, como “bens” e “serviços”). O SE busca apresentar um olhar diferenciado para a necessidade de preservação do meio ambiente natural, sob a perspectiva da necessidade humana. Eles correspondem aos benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas e que sustentam o bem-estar humano.

Os serviços ecosistêmicos podem ser categorizados de várias maneiras diferentes, como por exemplo:

- Agrupamentos funcionais: regulação, transportador, habitat, produção e serviços de informação;
- Agrupamentos organizacionais: serviços associados a determinadas espécies que regulam algum insumo exógeno ou que estão relacionados com a organização de entidades bióticas;
- Agrupamentos descritivos: bens de recursos renováveis, bens de recursos não renováveis, serviços de estrutura física, serviços bióticos, serviços biogeoquímicos, serviços de informação e serviços sociais e culturais.

Para fins operacionais, este relatório seguirá a classificação do MEA que, por sua vez, classifica serviços ecosistêmicos em linhas funcionais, usando categorias de provisão,

regulação, cultura e suporte (**Quadro 7.1**). Ressalta-se que algumas das categorias podem se sobrepor.

Quadro 7.1 – Serviços ecossistêmicos.

Serviços de Provisão	Serviços de Regulação	Serviços Culturais
<i>Produtos obtidos dos ecossistemas</i>	<i>Benefícios obtidos da regulação dos processos ecossistêmicos</i>	<i>Benefícios intangíveis obtidos dos ecossistemas</i>
<ul style="list-style-type: none"> Alimentos Água potável Lenha Fibras Bioquímicos Recursos genéticos 	<ul style="list-style-type: none"> Regulação do clima Controle biológico Regulação dos fluxos de água Purificação de água Polinização 	<ul style="list-style-type: none"> Valores espirituais e religiosos Recreação e ecoturismo Valores estéticos Fonte de inspiração Valores educacionais Senso de Pertencimento Herança cultural
Serviços de Suporte		
<i>Serviços necessários para a produção de todos os outros serviços ecossistêmicos</i>		
<ul style="list-style-type: none"> Formação do solo 	<ul style="list-style-type: none"> Ciclagem de nutrientes 	<ul style="list-style-type: none"> Produção primária

Fonte: Adaptado de MEA (2005).

7.1 CATEGORIZAÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

7.1.1 Serviços de provisão

Os serviços de provisão referem-se a bens e/ou produtos obtidos dos ecossistemas que são consumidos por seres humanos. Eles incluem:

- Alimentos e fibras: referem-se à vasta gama de produtos alimentícios (derivados de plantas, animais e micróbios) e materiais como cânhamo, seda, madeira (que também pode servir como combustível) e muitos outros produtos.
- Recursos genéticos: são os genes e/ou informações genéticas usadas para a biotecnologia e/ou melhorias de animais e plantas.
- Recursos medicinais: referem-se aos produtos bioquímicos, farmacêuticos e de medicina natural, já que muitos medicamentos, biocidas e aditivos alimentares são derivados dos ecossistemas.
- Recursos ornamentais: consideram os produtos animais como peles e conchas, flores e plantas que são usados como ornamentos. Ressalta-se que o valor desses recursos é, muitas vezes, determinado culturalmente, podendo, portanto, também ser considerado um serviço cultural.
- Água potável: atua tanto em serviços de provisão quanto de regulação, visto que é bem/produto essencial para a vida terrestre (na forma de hidratação ou energia hidrelétrica) e também regula processos naturais do ecossistema.

7.1.2 Serviços de regulação

Serviços de regulação referem-se a benefícios obtidos a partir da regulação dos processos naturais de um ecossistema. Eles podem ser subdivididos em:

- Regulação da qualidade do ar: contribuem e extraem produtos químicos da atmosfera, influenciando outros aspectos da qualidade do ar.
- Regulação do clima (incluindo sequestro de carbono): influenciam o clima local e globalmente. Em escala local, as mudanças na cobertura da terra podem afetar tanto a temperatura quanto a precipitação. Em escala global, podem sequestrar ou emitir gases de efeito estufa, influenciando o clima.
- Regulação dos fluxos de água (enchente/seca): o grau de escoamento e percolação da água podem ser fortemente influenciados por mudanças na cobertura da terra.
- Purificação de água e tratamento de resíduos: os ecossistemas podem ajudar a filtrar e decompor os resíduos orgânicos introduzidos nas águas interiores e nos ecossistemas costeiros e marinhos.
- Fertilidade do solo: as propriedades do solo influenciam diretamente no balanço dos nutrientes ali presentes, que por sua vez influenciam no estoque de capital natural e no fluxo de outros serviços.
- Prevenção da erosão: a cobertura dos solos tem a capacidade de resistir a processos de desprendimento e transporte de partículas. Este serviço tem um papel preponderante para a preservação dos recursos edáficos, pois contribui para mitigar e diminuir processos erosivos que porventura possam prejudicar seu funcionamento.
- Controle biológico (doenças/ pragas): podem fornecer fatores que contribuem com o controle e proliferação de pragas e vetores de doenças. Este serviço depende das propriedades e processos biológicos que conduzem as interações em determinado local.
- Polinização: as mudanças do ecossistema afetam a distribuição, abundância e eficácia dos polinizadores.
- Prevenção de desastres: podem reduzir os danos causados por eventos climáticos extremos; como exemplo, pode-se citar a presença de ecossistemas costeiros (manguezais e recifes de coral) e solos saudáveis, que podem limitar inundações.

7.1.3 Serviços culturais

Os serviços culturais referem-se a benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas. Eles estão fortemente ligados aos valores e comportamentos humanos, bem como às instituições humanas e aos padrões de organização social, econômica e política. Os serviços culturais podem ser subdivididos em:

- Valores estéticos (paisagem): associado a beleza e/ou valores estéticos encontrados nos ecossistemas, que podem influenciar no lazer, criação de parques, passeios turísticos, valorização habitacional e outros.
- Recreação e turismo: similar ao item anterior, refere-se ao uso recreativo e/ou turístico em função das características das paisagens naturais ou cultivadas em uma determinada área.
- Valores espirituais e religiosos: podem ser atribuídos valores espirituais e/ou religiosos aos ecossistemas ou seus componentes.
- Valores educacionais/culturais: podem fornecer a base para a educação formal e informal em muitas sociedades. Também, a diversidade de ecossistemas é um fator que influencia a diversidade de culturas, podendo fornecer uma rica fonte de inspiração para arte, folclore, símbolos nacionais, arquitetura e publicidade. Além de influenciar as relações sociais que se estabelecem em determinadas culturas.

7.1.4 Serviços de suporte

Os serviços de suporte são necessários por auxiliar na provisão dos outros serviços ecossistêmicos. Eles diferem dos serviços de provisão, regulação e cultura pelo fato de seus impactos sobre as pessoas serem indiretos, sendo necessário um período de tempo mais longo para que as mudanças possam ser perceptíveis, enquanto as mudanças nas outras categorias têm impactos relativamente diretos e de curto prazo. Os serviços de suporte podem ser subdivididos em:

- Manutenção da biodiversidade: a biodiversidade é responsável pelo equilíbrio da matéria e energia do planeta como um todo.
- Manutenção do ciclo de vida: a ciclagem de nutrientes tem influência direta nos ciclos biogeoquímicos e nas emissões de gases de efeito estufa, afetando a provisão de outros SE que sustentam a existência humana. Os sistemas de águas interiores e costeiras, por exemplo, têm sido cada vez mais afetados pela eutrofização devido à transferência de nutrientes dos sistemas terrestres para os aquáticos, uma vez que os amortecedores biológicos que limitam essas transferências foram significativamente prejudicados.
- Formação do solo: é a base de sustentação da vida, pois possibilita o cultivo de alimentos que subsidiam a existência humana, promove o desenvolvimento da vegetação, permite o abastecimento de aquíferos através da percolação da água, além de muitas outras funções atreladas à vida no planeta.

7.2 SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS ASSOCIADOS À ÁREA DE INTERVENÇÃO

Conforme apresentado anteriormente, a ADA do empreendimento é de 1,4393 ha e está inserida no Bioma Mata Atlântica. Deverá haver a supressão de vegetação em uma área de 0,3504 ha de mata ciliar (Floresta Estacional Semidecídua) e de 0,5084 ha de vegetação de área úmida/brejo, lindeira à calha do córrego Conquistinha. O restante é composto por vegetação antrópica e pela própria calha desse córrego. As dimensões do empreendimento, em si, consistem em um comprimento de aproximadamente 720 m e uma largura de cerca de 20 m. A **Figura 7.1** traz a área interceptada do mineroduto em relação ao seu entorno, apresentando suas dimensões.

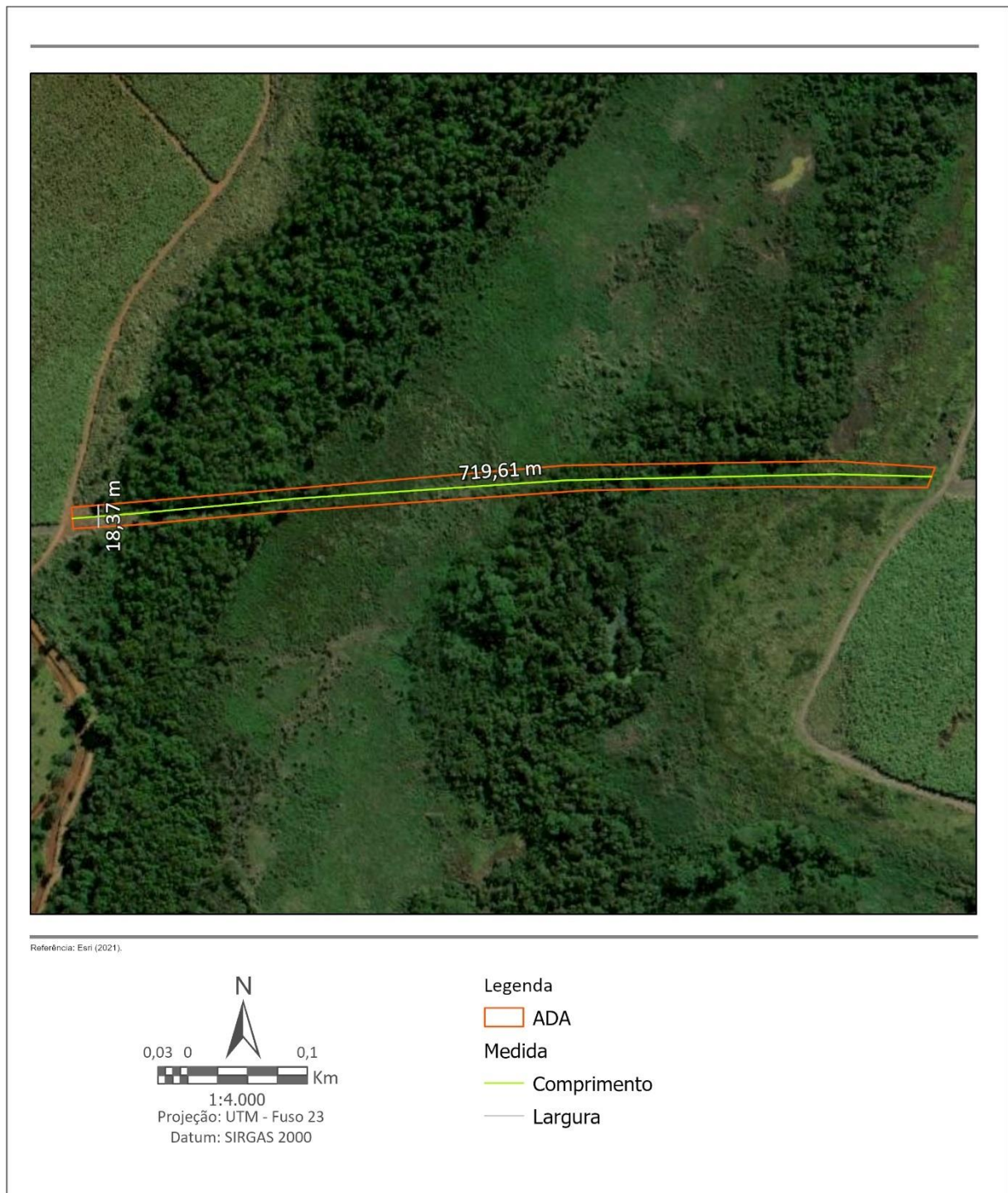


Figura 7.1 – Dimensionamento do Mineroduto.

A avaliação de serviços ecossistêmicos normalmente é feita considerando uma escala em nível regional ou mesmo em nível local, mas, ainda assim, em áreas bem maiores que o empreendimento objeto deste licenciamento.

Para a área de criação da pista de acesso e realocação do mineroduto foi realizada uma avaliação sucinta e pontual dos serviços ecossistêmicos da vegetação a ser suprimida, sendo importante ressaltar os seguintes pontos:

- A área de vegetação a ser suprimida é muito pequena e pontual - o empreendimento vai interceptar apenas parcialmente os fragmentos de vegetação existentes no local, já que se trata apenas de uma faixa de intervenção;
- A população local não utiliza diretamente os serviços potenciais de provisão. Além disso, pelo fato de a área estar inserida em APP, há restrições legais para algumas utilizações diretas de recursos;
- Embora presentes, os serviços de suporte e regulação são pouco afetados, pelo fato de a área ser muito pequena. Além disso, a compensação florestal prevista pode, depois de algum tempo de implantação, fornecer estes mesmos serviços;
- O valor estético foi identificado como único serviço cultural.

O **Quadro 7.2** apresenta a avaliação ecossistêmica feita de forma pontual, apenas para a faixa de vegetação a ser suprimida, correlacionando os serviços presentes (ou ausentes) e a relevância destes para a comunidade local potencialmente afetada.

Quadro 7.2 – Avaliação ecossistêmica para a faixa de vegetação a ser suprimida.

Categories	Função ecossistêmica	Serviços ecossistêmicos	Presença na área a ser suprimida	Alterações esperadas	Relevância para a comunidade afetada	Observações
Serviços de suporte	Produção primária; Propagação de espécies; Decomposição	Manutenção da biodiversidade	Sim	Pouca	Pouca	Pelo fato da área afetada ser muito pequena, esses serviços ecossistêmicos serão pouco comprometidos. Ressalta-se ainda, que a área suprimida será compensada por plantios florestais.
		Manutenção do ciclo de vida (ciclagem de nutrientes e da água/fotossíntese)	Sim	Pouca	Pouca	
		Formação do solo	Sim	Pouca	Pouca	
Serviços de provisão	Produtividade dos alimentos, água doce e demais recursos.	Alimentos	Não	Nenhuma	Nenhuma	Pelo fato da área afetada ser muito pequena, esses recursos potenciais seriam pouco significativos do ponto de vista quantitativo, além disso, essa área será compensada por plantios florestais. Ressalta-se que a área não é utilizada pela população para obtenção direta de recursos. O fato da área estar inserida em uma APP, faz com que tenha restrições legais para algumas utilizações diretas.
		Fibras/madeira	Sim	Pouca	Nenhuma	
		Recursos genéticos	Sim	Pouca	Nenhuma	
		Recursos medicinais	Não	Nenhuma	Nenhuma	
		Recursos ornamentais	Não	Nenhuma	Nenhuma	
		Água potável	Não	Nenhuma	Nenhuma	
Serviços de regulação	Qualidade e disponibilidade de água; Mitigação de danos hídricos; Qualidade e fertilidade do solo; Regulação da erosão; Produtividade vegetal; Estabilização climática.	Regulação da qualidade do ar	Sim	Pouca	Pouca	Os fragmentos florestais desempenham na região importante papel de filtragem do ar, inclusive no caso de queimadas do manejo de cana-de-açúcar. No entanto, considerando, a pequena área a ser afetada pelo empreendimento, este potencial é reduzido
		Regulação do clima (incluindo sequestro de carbono)	Sim	Pouca	Pouca	Embora o atributo exista, considera-se muito pequeno, devido ao tamanho reduzido da área de vegetação a ser suprimida.
		Regulação dos fluxos de água (enchente/seca)	Sim	Pouca	Pouca	Embora o atributo exista, considera-se muito pequeno, devido ao tamanho reduzido da área de vegetação a ser suprimida.
		Purificação da água	Sim	Pouca	Pouca	

Categorias	Função ecossistêmica	Serviços ecossistêmicos	Presença na área a ser suprimida	Alterações esperadas	Relevância para a comunidade afetada	Observações
		Fertilidade do solo	Sim	Pouca	Nenhuma	
		Prevenção da erosão	Sim	Pouca	Pouca	Embora o atributo exista, considera-se pequeno, devido ao tamanho reduzido da área de vegetação a ser suprimida.
		Controle biológico (doenças/pragas)	Sim	Pouca	Pouca	Embora o atributo exista, considera-se pequeno, devido ao tamanho reduzido da área de vegetação a ser suprimida.
		Polinização	Sim	Pouca	Pouca	Embora o atributo exista, considera-se pequeno, devido ao tamanho reduzido da área de vegetação a ser suprimida.
		Prevenção de desastres	Não	Nenhuma	Nenhuma	
		Controle de resíduos	Não	Nenhuma	Nenhuma	
Serviços culturais	Bem-estar da sociedade; Desenvolvimento cognitivo; Reflexão sobre os processos naturais.	Valores estéticos (paisagem)	Sim	Pouca	Pouca	A área não é utilizada pela população local para fins recreacionais, turísticos, de lazer e religiosos.
		Recreação e turismo	Não	Nenhuma	Nenhuma	
		Valores espirituais e religiosos	Não	Nenhuma	Nenhuma	
		Valores educacionais/culturais	Não	Nenhuma	Nenhuma	

8 ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

A análise desenvolvida neste capítulo leva em consideração três etapas, quais sejam: a *identificação*, *previsão* e *avaliação* dos impactos.

A identificação dos impactos corresponde à definição da lista dos impactos que a implantação da pista de acesso e a realocação do mineroduto 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.

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 e operação da pista de acesso ao mineroduto e da realocação da estrutura 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.

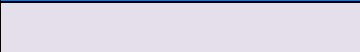




O **Quadro 8.1** sintetiza as possíveis qualificações que podem ser conferidas a cada um dos atributos escolhidos para a avaliação dos impactos, bem como os valores numéricos correspondentes.

Quadro 8.1 – 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 8.2**.

Quadro 8.2 – Escalas de avaliação da importância dos impactos.

Escala numérica	Escala quantitativa	Representação por cores
3 a 4	<i>muito pouco relevante</i>	
5 a 6	<i>pouco relevante</i>	
7 a 8	<i>medianamente relevante</i>	
9 a 10	<i>relevante</i>	
11 a 12	<i>muito relevante</i>	

Na sequência deste capítulo, são descritos e avaliados os impactos que a implantação da pista de acesso e a realocação do mineroduto podem 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 mineroduto já se encontra instalado e em operação.

A implantação da pista de acesso e a realocação do mineroduto são elementos necessários para a segurança ambiental da operação e continuidade do aproveitamento dos recursos minerais presentes da unidade do CMT, e os impactos positivos associados a ele são os impactos positivos 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. Além disso, o bom funcionamento do mineroduto é essencial para a continuidade das atividades da unidade de Uberaba, visto que é alimentada pelo minério transportado pela estrutura.

Acredita-se, contudo, que o objetivo do Estudo de Impacto Ambiental neste caso não é fundamentar uma decisão sobre a implantação ou não da pista de acesso e a realocação do mineroduto, 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.

8.1 IMPACTOS SOBRE O MEIO FÍSICO

8.1.1 Aumento da Carga de Poluentes nas Águas Superficiais

A implantação da pista de acesso e a realocação do mineroduto, na fase de obras (implantação), podem acarretar aumento da carga de poluentes devido à terraplenagem e outros serviços auxiliares, que podem causar o carreamento de sólidos pelas águas pluviais que, ao atingir os corpos d'água, poderão causar aumento de turbidez, sólidos em suspensão e assoreamento. Além disso, os corpos d'água próximos poderão receber, em menor quantidade, poluentes como óleos e graxas provenientes de máquinas e veículos durante a implantação. Durante a fase de operação, em condições normais, o empreendimento tem pouco potencial de alteração da qualidade das águas, exceto em condições acidentais em caso do rompimento do mineroduto. É importante ressaltar que a implantação do projeto visa diminuir o risco de rompimento da estrutura, já que possibilitará a manutenção periódica da estrutura.

A fim de mitigar/controlar este impacto, são propostos o **Programa de Controle Ambiental da Obra**, voltado à fase de implantação, e o **Plano de Ação de Emergências** para a operação. O monitoramento das ações de controle, durante a fase de implantação, será feito a partir do **Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais**.

Além disso, visto que este impacto pode vir a ser associado a uma situação de risco emergencial, como no caso de rompimento da tubulação do mineroduto e consequente vazamento de produtos, aplica-se também o **Plano de Comunicação de Riscos**.

Natureza	adverso
Intensidade	média (4)
Abrangência	local (2)

Reversibilidade	reversível (1)
Importância	medianamente relevante (7)
Fase de ocorrência	Implantação/Operação

8.1.2 Aumento das Taxas de Erosão

Os processos de aumento de taxas de erosão e de assoreamento estão geralmente associados às atividades que envolvem remoção da cobertura vegetal, exposição e movimentação do solo, 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.

No caso do mineroduto, os processos erosivos têm potencial progressão devido, principalmente, à remoção de vegetação existente no local para execução das obras de implantação. Nessa fase, é possível o deslocamento de sedimentos originados nas atividades de terraplenagem e outros serviços auxiliares.

O controle do impacto aqui descrito será feito através do **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas**, e sua eficácia monitorada através do **Programa de Controle Ambiental da Obra** e do **Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais**, durante a fase de implantação.

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

8.1.3 Alteração das Características do Solo

Ocorrerá a compactação do solo para a criação da pista de acesso, com conseqüente 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 conseqüentes alterações das propriedades físicas.

Este impacto é considerado negativo e de ocorrência certa, que acaba futuramente por trazer conseqüência 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. Contudo, é considerado um impacto de baixa

intensidade, visto que a área de intervenção é pequena, e pontual, limitando-se ao trecho do mineroduto que será realocado e à pista de acesso. O controle do impacto aqui descrito será feito através da implantação do **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas**.

<i>Natureza</i>	Adverso
<i>Intensidade</i>	<i>baixa (2)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>pontual (1)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>irreversível (3)</i>
<i>Importância</i>	<i>pouco relevante (6)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	Implantação/Operação

8.1.4 Aumento da Carga de Poluentes no Ar

São tidos como poluentes quaisquer substâncias presentes no ar, as quais, devido às suas concentrações, 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 pista de acesso e de realocação do mineroduto 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 e equipamentos. Além disso, com menor relevância, o ar também é poluído pelos gases emitidos pelos motores a combustão dos caminhões e máquinas que serão utilizados nas obras de implantação.

Para mitigação desse impacto, é proposto o **Programa de Controle Ambiental da Obra**. A eficácia das ações para controle das emissões de poluentes será monitorada, durante a fase de implantação, 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>	Implantação

8.1.5 Aumento dos Níveis de Ruído

As atividades desenvolvidas durante a implantação da pista de acesso e realocação do mineroduto contribuem para o aumento dos níveis de ruído ambiente, como o tráfego dos caminhões e a operação de máquinas e equipamentos.

Como medidas para mitigação deste impacto, está prevista a manutenção preventiva de veículos e equipamentos envolvidos nas operações de implantação do projeto, assim como o estabelecimento de limites de velocidade, apresentados no **Programa de Controle Ambiental da Obra**. A eficácia dessas medidas será monitorada, durante a fase de implantação, através do **Programa de Monitoramento dos Níveis de Ruídos**.

<i>Natureza</i>	Adverso
<i>Intensidade</i>	baixa (2)
<i>Abrangência</i>	local (2)
<i>Reversibilidade</i>	reversível (1)
<i>Importância</i>	pouco relevante (5)
<i>Fase de ocorrência</i>	Implantação

8.2 IMPACTOS SOBRE O MEIO BIÓTICO

8.2.1 Redução de Áreas com Presença de Vegetação Nativa

A redução de áreas com vegetação nativa ocorrerá em virtude do desmate necessário para a realocação do Mineroduto CMT – CIU em um trecho de área alagada próximo ao terminal de rochas do Complexo Industrial de Uberaba - CIU.

A diminuição de áreas com vegetação nativa configura-se como um impacto significativo e resultará em fragmentação florestal, alteração da paisagem, perda de biodiversidade e exposição do solo.

A intervenção nos remanescentes de vegetação nativa causará perda de elementos da flora local e diminuição da capacidade de suporte à fauna diante da redução de recursos.

O solo também sofrerá impacto negativo pela falta de cobertura vegetal, com maior vulnerabilidade à erosão, além de alteração do regime de escoamento e infiltração das águas, refletindo em maior escoamento superficial.

A redução de áreas de vegetação natural de Floresta Estacional Semidecidual (FES) em estágio médio de regeneração é considerado o impacto de maior relevância, uma vez que as demais tipologias inseridas na área de intervenção constituem ambientes biologicamente de menor relevância.

A fim de mitigar/compensar este impacto são propostos os seguintes programas: **Programa de Compensação Florestal, Programa de Resgate da Flora, Programa de Supressão da Vegetação e Programa de Monitoramento 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

8.2.2 Diminuição de Espécies Ameaçadas de Extinção e Imunes de Corte

Com a supressão na área diretamente afetada pelo empreendimento, haverá a perda local de indivíduos da flora ameaçados de extinção e imunes de corte.

De acordo com os levantamentos realizados na ADA do empreendimento, foi identificada uma espécie ameaçada de extinção (*Cedrela odorata*), conforme a Portaria MMA 148/2022, e uma espécie imune de corte (*Mauritia flexuosa*), conforme a Lei Estadual 13.635/2000.

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**, **Programa de Resgate da Flora** e o **Programa de Monitoramento da Vegetação**.

<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

8.2.3 Supressão de Vegetação Associada ao Bioma Mata Atlântica

A supressão na área de estudo intervirá em fitofisionomia associada ao Bioma Mata Atlântica (Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração), protegida pela Lei Federal 11.428/2006 e Decreto 6.660/2008. Esta fisionomia corresponde a 24% da área diretamente afetada do empreendimento.

A fim de mitigar/compensar este impacto são propostos o **Programa de Compensação Florestal** e o **Programa de Monitoramento 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/Operação/Desativação

8.2.4 Intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APP)

Para implantação do empreendimento ocorrerá intervenção em 0,6035 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>	<i>adverso</i>
<i>Intensidade</i>	<i>média (3)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>local (2)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>irreversível (3)</i>
<i>Importância</i>	<i>medianamente relevante (8)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	Implantação

8.2.5 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) e a geração de ruídos e poeiras 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 pela pista de acesso e realocação do mineroduto está contida dentro de um fragmento de mata remanescentes, o que facilita a fuga da fauna.

A fauna que ocupa os fragmentos adjacentes pode utilizar as áreas do empreendimento em períodos de menor atividade. Em períodos de eventuais manutenções e reparos necessários no mineroduto, 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 decapeamento do solo, recomenda-se a execução da supressão em mosaicos e, antes de iniciar os trabalhos, ligar as máquinas agrícolas por alguns minutos, com o objetivo de incentivar a fuga espontânea de animais.

Vale ressaltar que a área a ser suprimida é pequena e que o mineroduto já se encontra em operação e, portanto, este impacto é de baixa intensidade e pontual, restrito ao trecho em que será realizada a obra na estrutura.

Para mitigação deste impacto, será implementado um **Programa de Afugentamento e Resgate da Fauna Silvestre** durante a fase de implantação do empreendimento.

<i>Natureza</i>	<i>adverso</i>
<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

8.2.6 Perturbação da Fauna de Áreas Adjacentes

Este item trata do impacto relativo à perturbação da fauna 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 médio a grande porte de mamíferos 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** e o **Programa de Controle Ambiental da Obra**.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	<i>baixo (1)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>local (2)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>reversível (1)</i>
<i>Importância</i>	<i>muito pouco relevante (4)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	Implantação/Operação

8.3 IMPACTOS SOBRE O MEIO SOCIOECONÔMICO

8.3.1 Alteração visual da paisagem

O impacto visual ocorre quando as alterações promovidas na paisagem (supressão de vegetação, alteração da topografia, etc.) 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 mineroduto já se encontra instalado e em operação, tal impacto é pouco significativo, sendo o impacto visual da paisagem praticamente imperceptível se comparado ao cenário atual. Além disso, a pista de acesso permite a revegetação que encobre parcialmente a estrutura.

Considerando o número reduzido de possíveis observadores, este impacto pode ser considerado de baixa importância. Além disso, as áreas degradadas serão readequadas conforme o **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas**.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	baixa (1)
<i>Abrangência</i>	local (2)
<i>Reversibilidade</i>	reversível (1)
<i>Importância</i>	muito pouco relevante (4)
<i>Fase de ocorrência</i>	Implantação/Operação

8.3.2 Geração e manutenção de empregos e receitas

O mineroduto é elemento necessário para a continuidade do aproveitamento dos recursos minerais presentes na área, e os impactos positivos associados à sua realocação e à implantação da pista de acesso são os impactos positivos associados à continuidade da atividade do Complexo de Mineração de Tapira (CMT) e, conseqüentemente, do Complexo Industrial de Uberaba (CIU), 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 de ambas as unidades e também da mão de obra indireta de todas as operações dos Complexos.

Além disso, para a obra de implantação, será necessária a contratação de empresa terceirizada especializada gerando receitas.

<i>Natureza</i>	Benéfico
<i>Intensidade</i>	alta (6)
<i>Abrangência</i>	regional (3)
<i>Reversibilidade</i>	reversível (1)
<i>Importância</i>	relevante (10)
<i>Fase de ocorrência</i>	Implantação/Operação

8.4 QUADRO SÍNTESE DOS IMPACTOS

Quadro 8.3 – Síntese dos impactos, seus atributos e programas associados.

Meio	Impactos	Atributos (1)				Fases de ocorrência (2)	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"> Programa de Controle Ambiental da Obra Plano de Ação de Emergências Programa de Monitoramento de Qualidade das Águas Superficiais Plano de Comunicação de Riscos 	Medianamente relevante (7)
	Aumento das taxas de erosão	A	3	1	1	I/O	<ul style="list-style-type: none"> Plano de Recuperação de Áreas Degradadas Programa de Controle Ambiental da Obra Programa de Monitoramento de Qualidade das Águas Superficiais 	Pouco Relevante (5)
	Alteração das características do solo	A	2	1	3	I/O	<ul style="list-style-type: none"> Plano de Recuperação de Áreas Degradadas 	Pouco relevante (6)
	Aumento da Carga de Poluente no Ar	A	3	2	1	I	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Controle Ambiental da Obra Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar 	Pouco relevante (6)
	Alteração dos níveis de ruído	A	2	2	1	I	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Controle Ambiental da Obra Programa de Monitoramento dos Níveis de Ruídos 	Pouco relevante (5)
BIÓTICO	Redução de Áreas com Presença de Vegetação Nativa	A	6	2	3	I	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Compensação Florestal Programa de Resgate de Flora Programa de Supressão da Vegetação Programa de Monitoramento da Vegetação 	Muito Relevante (11)
	Diminuição de Espécies Ameaçadas de Extinção e Imunes de Corte	A	5	2	3	I	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Compensação Florestal Programa de Resgate de Flora Programa de Monitoramento da Vegetação 	Relevante (10)

Meio	Impactos	Atributos (1)				Fases de ocorrência (2)	Programas Associados	Importância
		NAT	INT	ABR	REV			
	Supressão de Vegetação Associada ao Bioma Mata Atlântica	A	6	2	3	I/O/D	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Compensação Florestal Programa de Monitoramento da Vegetação 	Muito Relevante (11)
	Intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APP)	A	3	2	3	I	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Compensação Florestal 	Medianamente Relevante (8)
	Perda de Indivíduos da Fauna Terrestre	A	1	2	3	I	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Afugentamento e Resgate de Fauna Silvestre 	Pouco relevante (6)
	Perturbação da Fauna de Áreas Adjacentes	A	1	2	1	I/O	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Afugentamento e Resgate de Fauna Silvestre Programa de Controle Ambiental da Obra 	Muito Pouco Relevante (4)
SOCIOECONÔMICO	Alteração visual da paisagem	A	1	2	1	I/O	<ul style="list-style-type: none"> Plano de Recuperação de Áreas Degradadas 	Muito Pouco Relevante (4)
	Geração e manutenção de empregos e receitas	B	6	3	1	I/O	Não se aplica	Relevante (10)

(1) Atributos: NAT - Natureza: A (Adverso) ou B (Benéfico);
 INT - Intensidade: baixa (1 ou 2), média (3 ou 4) ou alta (5 ou 6);
 ABR - Abrangência: pontual (1), local (2) ou regional (3); e
 REV - Reversibilidade: reversível (1) ou irreversível (3).

(2) Fases de ocorrência: I - Implantação, O - Operação, D - Desativação

8.5 ANÁLISE INTEGRADA DOS IMPACTOS

Em resumo, foi possível identificar e avaliar os impactos associados à pista de acesso ao mineroduto e à realocação de parte da estrutura. Em outras palavras, esses projetos, assim como qualquer atividade industrial, têm o potencial de causar impactos que poderão incidir sob os meios físico, biótico e socioeconômico.

É importante frisar que o número de impactos em si não tem grande significado, exceto em comparações entre análises que utilizam a mesma metodologia. No caso presente, procurou-se, deliberadamente, agrupar impactos causados pelas mesmas ações ou que afetassem os mesmos receptores por meio de um único processo, nas diversas fases (implantação, operação ou desativação). Sendo também importante ressaltar que o mineroduto já se encontra em operação e a unidade do CMT opera há mais de 40 anos; entretanto, buscou-se consolidar os principais impactos considerando a criação da pista de acesso e a realocação do mineroduto. 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.

Ressalta-se novamente que a implantação do projeto visa aumentar a segurança da operação do mineroduto, diminuindo o risco de ruptura da estrutura por possibilitar que sejam realizadas manutenções periódicas.

Com relação aos impactos ambientais adversos, observa-se que dentre os impactos negativos analisados, os principais estão relacionados com a supressão vegetal, sendo que apenas “Redução de áreas com presença de vegetação nativa” e “Supressão de vegetação associada ao bioma Mata Atlântica” foram considerados muito relevantes. A maioria dos impactos se classifica como pouco relevante.

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.

9 MEDIDAS MITIGADORAS

As medidas aqui apresentadas foram concebidas para a mitigação dos impactos específicos em decorrência da intervenção no mineroduto e têm a finalidade de controlar e atenuar os danos que o empreendimento pode causar aos meios físico, biótico e socioeconômico.

Os principais impactos mapeados anteriormente dizem respeito à supressão vegetal, assim os programas aqui propostos também refletem esse diagnóstico.

9.1 PROGRAMA DE CONTROLE AMBIENTAL DA OBRA

As obras executadas para implantação da pista de acesso e realocação do mineroduto poderão propiciar impactos adversos ao meio ambiente local caso não sejam adotadas medidas de controle ambiental pertinentes, de caráter preventivo e mitigadoras. Dessa forma, o Programa de Controle Ambiental da Obra tem o objetivo geral estabelecer procedimentos e medidas de controle associados aos procedimentos executivos das obras, visando prevenir e/ou minimizar os possíveis impactos ambientais gerados na etapa de implantação do empreendimento, principalmente no que diz respeito aos seguintes aspectos: a) emissões de materiais particulados/poeiras e ruídos; b) geração e disposição temporária de resíduos sólidos; c) execução das atividades de supressão vegetal; d) controle de erosões.

O Programa de Controle Ambiental da Obra abrangerá o empreendedor e suas contratadas, os trabalhadores envolvidos na execução e fiscalização das obras, as populações da Área de Influência Direta e os órgãos públicos relacionados com a implantação do empreendimento e de fiscalização (SEMAD, Ministério do Trabalho, entre outros).

As metas do programa incluem:

- Realização de no mínimo 90% das fiscalizações planejadas;
- Realização de 100% das ações de controle ambiental previstas;
- Assegurar que a fase de implantação do projeto tenha seus impactos controlados, monitorados ou mitigados;
- Concluir as obras de implantação sem ocorrência de impactos ambientais significativos e não previstos;
- Garantir o recebimento de 0 notificações ambientais durante a fase de implantação;
- e
- Garantir 100% de conformidade com as legislações e normas aplicáveis ao empreendimento.

9.2 PLANO DE COMUNICAÇÃO DE RISCOS – PCR

Situações de risco são aquelas capazes de afetar adversamente a saúde e a segurança de pessoas ou capazes de causar impactos negativos ao meio ambiente. Diante disso, o Plano de Comunicação de Riscos – PCR é formado por procedimentos aplicáveis na identificação e comunicação das situações de risco associadas à implantação e à operação do mineroduto, incluindo eventuais emergências, conforme descrito no Plano de Ação de Emergências – PAE.

Os riscos devem ser conhecidos e comunicados para que sejam tomadas as devidas precauções.

No caso do mineroduto, foram mapeados quatro aspectos e impactos associados à operação do mineroduto que podem gerar riscos. Diante dos cenários, podem-se estabelecer as exigências de comunicação externa, conforme descrito a seguir:

- Processo de pulverização e limpeza na usina de beneficiamento, barragens e faixa de servidão do mineroduto, relacionado ao consumo de água e possível impacto na disponibilidade de recursos hídricos: deve ser feito relato externo imediato e visita de órgão competente municipal e/ou estadual.
- Processo de transporte da polpa de minério, com cenário emergencial de rompimento da tubulação e vazamento de produtos, gerando impactos ao meio ambiente, principalmente na qualidade das águas: exigência de relato externo imediato, mas sem visita de órgão competente.
Contudo, vale ressaltar que esse cenário é caracterizado por uma situação emergencial e, portanto, devem ser seguidos procedimentos específicos de comunicação, em especial com as comunidades existentes no entorno da estrutura, visto que essas podem ser afetadas, direta ou indiretamente, pelos impactos de eventual acidente.
- Processo de monitoramento da faixa de servidão do mineroduto relacionado ao consumo de combustível e possível impacto na disponibilidade de recursos naturais: não há exigências de comunicação externa.
- Processo de monitoramento da faixa de servidão do mineroduto relacionado à geração de gases e vapores e possível impacto na qualidade do ar: não há exigências de comunicação externa.

9.3 PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS – PAE

Este plano tem como objetivo estabelecer diretrizes de controle e mitigação de eventuais emergências associadas ao rompimento do mineroduto.

O PAE engloba a ocorrência de entupimento ou vazamento de material ao longo de todo o mineroduto, incluindo o sistema de bombeamento, localizado no Complexo de Mineração de Tapira – CMT. As principais etapas envolvidas abrangem:

- Sinalizar o local do evento ou proximidades;
- Efetuar manutenção corretiva na tubulação no ponto comprometido;
- Proceder ao monitoramento da água, a jusante do ponto do evento, e tratar, se necessário, a área afetada;
- Efetuar o recolhimento de produtos e resíduos e destinar adequadamente.

9.4 PROGRAMA DE COMPENSAÇÃO FLORESTAL

O Programa de Compensação Florestal é uma medida de mitigação e compensação dos impactos de redução de áreas com presença de vegetação nativa, diminuição de espécies ameaçadas de extinção e imunes de corte, supressão de vegetação do Bioma Mata Atlântica (FES em estágio médio de regeneração) e intervenção em áreas de preservação permanente (APP).

O programa visa atender as normas ambientais vigentes e minimizar impactos na área de intervenção do empreendimento, através das seguintes compensações:

- Compensação por supressão de vegetação do Bioma Mata Atlântica (FES estágio médio), através de destinação de área para conservação e restauração florestal;
- Compensação pela supressão de espécie ameaçada de extinção (*Cedrela odorata*) e imune de corte (*Mauritia flexuosa*); esta última poderá ser realizada através de plantio de mudas e/ou recolhimento de Ufemgs;
- Compensação pela intervenção em áreas de preservação permanente – APP, através de recuperação de APPs.

As áreas previstas para compensação ainda serão definidas pela Mosaic Fertilizantes, juntamente com o órgão ambiental.

A medida compensatória pela intervenção em vegetação do Bioma Mata Atlântica (FES estágio médio) deve atender aos critérios exigidos na Lei Federal nº 11.428/2006, Decreto Federal nº 6.660/2008 e Decreto Estadual 47.749/2019.

Em relação às espécies ameaçadas de extinção e imunes de corte encontradas na área de intervenção, deve-se realizar o plantio compensatório de acordo o previsto na Lei Estadual nº 13.635/2000 e Decreto 47.749/2019.

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.

9.5 PROGRAMA DE AFUGENTAMENTO E RESGATE DE FAUNA SILVESTRE

A execução da supressão da vegetação é uma das principais etapas para a implementação da pista de acesso e realocação do mineroduto. 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.

9.6 PROGRAMA DE RESGATE DE FLORA

A supressão de vegetação nativa na área de intervenção acarretará em redução de variabilidade genética da comunidade vegetal local, além da supressão de exemplares da flora ameaçados de extinção e imunes de corte.

O programa de resgate de flora visa minimizar os impactos relacionados à implantação do empreendimento, com objetivo de preservar os recursos genéticos da vegetação afetada, com foco nas espécies ameaçadas de extinção e imunes de corte, além de promover a relocação de espécies epífitas e apoiar processos de restauração ecológica.

Dentre as diversas estratégias voltadas à proteção da biodiversidade, uma delas é a conservação de recursos genéticos, intitulada conservação *ex situ*, por meio do resgate de germoplasma de espécies alvo.

O germoplasma vegetal refere-se à estrutura física dotada de caracteres hereditários, capaz de gerar um novo indivíduo e transmitir suas características, sendo representado por sementes, mudas, estacas ou outra parte que possa transmitir características hereditárias.

O programa deve ser iniciado antes da supressão vegetal na área de intervenção, através da coleta de sementes e demais materiais propagativos de espécies nativas que terão suas populações naturais reduzidas, com foco em espécies ameaçadas de extinção e imunes de corte.

O material coletado deve ser destinado para beneficiamento, armazenamento e propagação, podendo contar com apoio de viveiros terceirizados. Posteriormente, as mudas obtidas deverão incrementar projetos de restauração florestal, de preferência na região do empreendimento.

Plântulas e indivíduos jovens de espécies alvo também devem ser relocados da área de intervenção, uma vez que, devido ao pequeno porte, são passíveis de serem relocados integralmente. Nesse caso, a relocação deve ocorrer em remanescentes com mesma fitofisionomia e características ecológicas semelhantes.

O programa também deverá realizar o resgate de epífitas na área de supressão, com retirada de espécies de orquídeas, bromélias, aráceas, cactáceas, piperáceas e posterior recolocação para áreas alvo. O resgate de epífitas deve ser realizado antes e durante as atividades de supressão, uma vez que exemplares inseridos nas copas das árvores são de difícil acesso e passíveis de serem resgatados apenas no momento de derrubada das árvores.

9.7 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.

9.8 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.

Além disso, este programa também deve englobar o conjunto de comunidades Portos de Areia e Ranchos, situado em Uberaba/MG e incluso na área de influência direta dos projetos de criação de pista de acesso e realocação do mineroduto.

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.

10 PROGRAMAS DE MONITORAMENTO

Como dito anteriormente, os principais impactos são relacionados à supressão vegetal. Assim, além das medidas mitigadoras e compensatórias apresentadas no capítulo anterior, será implementado um programa de monitoramento da vegetação.

Além disso, para a fase de implantação (obras) da pista de acesso e realocação do mineroduto, serão adotados os programas de monitoramento de qualidade das águas superficiais, da qualidade do ar e dos níveis de ruídos.

10.1 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Para evitar a contaminação do solo, a poluição dos recursos hídricos, e outros danos ao meio ambiente causados pela implantação da pista de acesso e realocação do mineroduto, o Programa de Monitoramento de Qualidade das Águas Superficiais tem como objetivo acompanhar eventuais alterações físico-químicas e biológicas na qualidade das águas durante a etapa de implantação do empreendimento para avaliar o enquadramento dos corpos hídricos nos padrões de qualidade estabelecidos pelas legislações ambientais vigentes e, em caso de alterações, reforçar as medidas de controle adotadas.

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 dos pontos de monitoramento utilizados para elaboração do Diagnóstico Ambiental das Águas Superficiais. Dessa forma, será possível o acompanhamento das prováveis interferências do projeto na qualidade das águas do entorno do mineroduto, quando comparados os resultados obtidos com aqueles do diagnóstico.

A frequência de monitoramento, durante a implantação, será quinzenal. 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.

10.2 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 de implantação da pista de acesso e realocação do mineroduto são potencialmente geradoras de poluentes atmosféricos, com destaque para a geração de material particulado. Além disso, com menor relevância, o ar também é poluído pelos gases emitidos pelos motores a combustão dos caminhões e máquinas que serão utilizados nas obras de implantação.

Sendo assim, este programa tem o objetivo de acompanhar a qualidade ambiental da atmosfera no entorno do empreendimento durante a fase de implantação, através do monitoramento quinzenal da qualidade do ar a partir do parâmetro Partículas Totais em Suspensão (PTS).

Para acompanhamento da efetividade das medidas de controle de emissões, descritas no Programa de Controle Ambiental da Obra, as amostragens de PTS serão feitas com Hi-Vol ou amostrador de grande volume, durante 24 horas em cada ponto de monitoramento. Recomenda-se a manutenção dos pontos utilizados para elaboração do Diagnóstico Ambiental.

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.

10.3 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 pista de acesso e realocação do mineroduto poderão alterar a qualidade sonora nas comunidades de seu entorno. Para isso, o programa de Monitoramento dos Níveis de Ruídos tem como objetivo garantir que os níveis de pressão acústica oriundos das obras de implantação do empreendimento atendam às normas e legislações vigentes e minimizem o impacto sobre o ambiente, a vizinhança e funcionários envolvidos.

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 dos dados de campo e a segunda de análise dos dados e elaboração de relatórios para tomadas de decisões.

Recomenda-se a manutenção dos pontos utilizados para elaboração do Diagnóstico Ambiental, com periodicidade semanal, durante a fase de implantação. No decorrer das medições, 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.

10.4 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA VEGETAÇÃO

O programa de monitoramento da vegetação será executado para avaliar os resultados das ações de plantio e manutenção de vegetação relacionados às medidas mitigadoras, compensatórias e de recuperação de áreas alteradas e degradadas que envolvem este tipo de ação.

As áreas alvo do programa de monitoramento serão as previstas no Programa de Compensação Florestal, relacionadas com as áreas de restauração previstas para compensação de Mata Atlântica, áreas destinadas para o plantio de mudas de espécies ameaçadas/imunes de corte e áreas de preservação permanente a serem recuperadas.

O monitoramento deve ser realizado através de vistorias periódicas, para observações gerais do processo de desenvolvimento das mudas plantadas em campo, avaliação do processo de restauração ecológica e definição de controles preventivos ou medidas corretivas, caso necessário.

Os parâmetros a serem verificados no monitoramento são:

- Desenvolvimento das mudas;
- Mortalidade;
- Condições fitossanitárias (estado nutricional, ataque de pragas/formigas);
- Perturbações externas (fogo, pisoteio de animais, erosão);
- Infestação de espécies invasoras.

As informações obtidas durante o programa de monitoramento devem ser compiladas e avaliadas as condições de sobrevivência das espécies. Caso necessário, medidas corretivas devem ser recomendadas e adotadas para garantir o desenvolvimento das mudas e a conservação dos recursos genéticos.

O monitoramento das atividades de revegetação possui interface com as atividades de manutenções periódicas dos plantios, como coroamento e adubação de cobertura, pois durante as ações de manutenção é possível verificar possíveis fatores prejudiciais ao desenvolvimento das mudas e com isso auxiliar na tomada de decisão para adequação do projeto, caso necessário.

11 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 9.985/00, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), para indicar a “*restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível de sua condição original*”.

A *recuperação* de áreas degradadas parte da premissa de que haverá o retorno das áreas a um estado de utilização pré-estabelecido, em condição de equilíbrio autossustentável, em harmonia com o entorno e sem rupturas de suas características gerais. De tal maneira, a *recuperação* é empregada genericamente para definir o processo que visa a um novo uso da área degradada, que pode ser diferente de sua condição original. Na lei mencionada acima, este termo designa a “*restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada*”, independentemente das condições originais da área.

Isto posto, cabe esclarecer que o plano ora apresentado, entendido à luz dos conceitos acima explanados, propõe a *recuperação* das áreas degradadas pela pista de acesso e realocação do mineroduto, 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 de se perpetuar;
- A resistência à invasão de organismos de populações alheias e prejudiciais ao ecossistema;
- A obtenção da produtividade semelhante à do ecossistema natural; e
- O estabelecimento de uma alta capacidade de retenção de nutrientes no sistema (BRADSHAW, 1990 *apud* BARBOSA, 2000).

O presente plano de recuperação das áreas degradadas em virtude da realocação do mineroduto e criação da pista de acesso foi dividido nas seguintes fases:

- **Desmobilização de estruturas:** inclui ações de desmobilização do mineroduto;
- **Reapefeiçoamento físico:** ações de retaludamento e acertos topográficos da área da pista de acesso e mineroduto;
- **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.

11.1 DESMOBILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS

As ações de desmobilização estão relacionadas à desativação do mineroduto, ao fim de sua vida útil, com desmobilização das estruturas associadas e reconformação dos taludes.

11.2 REAFEIÇOAMENTO FÍSICO

O objetivo do reapefeiçoamento físico é a harmonização morfológica da pista de acesso e mineroduto 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.

11.3 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.

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.

A manutenção das áreas recuperadas deverá ser de responsabilidade da Mosaic Fertilizantes pelo período mínimo de dois anos após o plantio. Vários estudos indicam a etapa de monitoramento como crítica para a finalização dos trabalhos de recuperação de áreas degradadas. O adequado manejo das áreas reabilitadas deve significar o controle e a manutenção de todos os objetivos traçados para viabilizar o reflorestamento.

Os fatores de manutenção neste período consistem basicamente em:

- Avaliar a condição dos terrenos - monitorar processos erosivos nas áreas recuperadas buscando corrigir essas situações no início do processo observado, até que esteja estabilizado o processo erosivo;

- Verificar a germinação das plântulas – se ocorrerem falhas na germinação, deverá ser providenciada ressemeadura da área dentro do menor período possível e atentar para a época mais adequada ao plantio (período chuvoso);
- Realizar o controle de plantas invasoras – efetuar o coroamento das mudas, retirando assim as plantas daninhas que possam atrapalhar o desenvolvimento das mudas;
- Avaliar a cobertura da área – nos pontos onde houver falhas de cobertura, identificar a causa e refazer a 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.

12 PROGNÓSTICO AMBIENTAL

O prognóstico ambiental é feito a partir do diagnóstico ambiental e da vulnerabilidade socioambiental presentes na região onde o empreendimento é previsto. Nessa etapa, são delineados cenários possíveis e prospectivos que possam representar a qualidade ambiental futura nessa região, considerando as hipóteses de implantação e não implantação dos projetos.

Os cenários previstos para os meios físicos, biótico e socioeconômico, comparando a implantação e a não implantação da pista de acesso e da realocação do mineroduto, estão no **Quadro 12.1**.

Quadro 12.1 – Cenários de implantação e não implantação da pista de acesso e realocação do mineroduto.

Meios	Cenários	
	Sem a pista e realocação	Com a pista e realocação
Meio físico	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de mau funcionamento do mineroduto ou eventuais avarias que resultem na paralisação da estrutura, o que teria consequências no funcionamento do Complexo de Mineração de Tapira e no Complexo Industrial de Uberaba, além de possíveis danos ambientais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração na paisagem; • Menor risco de rompimento da tubulação; • Alteração da qualidade do ar, geração de ruídos e possível assoreamento do córrego Conquistinha durante a implantação da estrutura.
Meio biótico	<ul style="list-style-type: none"> • Não seria realizada a supressão vegetal de 0,3504 ha de vegetação do bioma Mata Atlântica; • Não haveria intervenção em 0,6035 ha de áreas de preservação permanente (APP). 	<ul style="list-style-type: none"> • Supressão vegetal de 0,3504 ha de vegetação do bioma Mata Atlântica; • Intervenção em 0,6035 ha de APP; • 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.
Meio socio-econômico	<ul style="list-style-type: none"> • Possível desativação do CMT em razão da paralisação das atividades; • Antecipação do desaquecimento da dinâmica econômica municipal e local e das potenciais consequências para os municípios de Tapira e Uberaba. 	<ul style="list-style-type: none"> • Continuidade das consequências positivas para a estrutura econômica e de serviços de Tapira e Uberaba; • 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).

Ressalta-se que a não implantação do projeto da pista de acesso e realocação do mineroduto torna inviável a manutenção da estrutura, comprometendo a operação e aumentando o risco de ruptura da tubulação, ocasionando possíveis danos ambientais.

13 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente Estudo de Impacto Ambiental apresentou os principais aspectos da implantação e operação dos projetos de criação da pista de acesso ao mineroduto e de realocação da estrutura atualmente soterrada, 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 implantação e operação da pista de acesso e da realocação do mineroduto está diretamente relacionada à integridade da continuidade das atividades do Complexo de Mineração de Tapira (CMT) e do Complexo Industrial de Uberaba (CIU-03).

É importante destacar mais uma vez que o mineroduto encontra-se instalado e em operação há várias décadas e os principais impactos ambientais a ele associados - benéficos e adversos - já ocorreram. Sendo, no entanto, necessária a intervenção na estrutura para maior segurança na operação, visto que possibilita as manutenções necessárias à estrutura para o adequado funcionamento.

Ressalta-se ainda que os principais impactos oriundos da intervenção na estrutura ocorrerão apenas na etapa de implantação. Não sendo gerados novos impactos, além dos atualmente existentes, durante a etapa de operação. Afirma-se ainda que, com a intervenção, mitigar-se-á o risco de vazamentos da tubulação.

Foram analisadas diferentes alternativas de rota para a intervenção no mineroduto, mas nenhuma das opções excluía a necessidade de supressão de Mata Atlântica. Além disso, a opção escolhida apresentou a menor faixa de intervenção.

Assim, conclui-se que a implantação e operação da pista de acesso e da realocação do mineroduto é ambientalmente necessária e viável e socioeconomicamente positiva para a manutenção de empregos e arrecadação fiscal para a região dos municípios de Tapira/MG e Uberaba/MG.

14 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
Wallace dos Santos Correa	Biólogo CRBio 104985/04-D	Avifauna
Rafael de Souza Laurindo	Biólogo CRBio 57810/04-D	Mastofauna
Adriele Aparecida Pereira	Biólogo CRBio 98321/04-D	Herpetofauna
Willian Lopes Silva	Biólogo CRBio 104040/04-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
Maria Félix	Estagiária

15 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT (2011). NBR 15928:2011 – Ensaio não destrutivo – Análise de vibrações – Terminologia. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Rio de Janeiro/RJ.
- _____ (2018). NBR 9653:2018 – 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.
- AB' SABER, A N. (1971). Contribuição à Geomorfologia das áreas de Cerrado. In: Simpósio sobre o Cerrado. São Paulo. Edusp.
- AGOSTINHO, A. A. & JÚLIO JÚNIOR. H.F. (1999). Peixes da bacia do Alto Rio Paraná. In Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais (R.H. Lowe-McConnell). Edusp, São Paulo, p. 374-400.
- AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C., & PELICICE, F. M. (2007). Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. UEM.
- A LASCA (2017a). Avaliação de Impacto ao Patrimônio Imateria (RAIPI). A Lasca Consultoria e Acessoria em Arqueologia Ltda. São Paulo/SP.
- _____ (2017b). Avaliação de Impacto ao Patrimônio Arqueológico na Área de Implantação do Depósito de Fosfogesso – Compartimento G. A Lasca Consultoria e Acessoria em Arqueologia Ltda. São Paulo/SP.
- ALMEIDA, M. E. C. (2003). Estrutura da comunidade de aves do cerrado da região nordeste do Estado de São Paulo. São Carlos: UFSCar.
- AMORIM, N. P. L., GIONGO, P., BELEI, F., SAMPAIO, W. M. S. (2013). Inventário de ictiofauna do rio Santa catarina, bacia do Rio grande no Município de Rio grande, Minas Gerais. *Evolução e Conservação da Biodiversidade; Rio grande*. 4 (1): 14-21.
- ANA (2015). Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Regiões Hidrográficas. Ed. Especial. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. Brasília/DF.
- _____ (2017). Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande – Plano de Ações de Recursos Hídricos na Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Baixo Grande. PARH – Baixo Grande. Agência Nacional de Águas – ANA.
- ANDREANI, P., SANTUCCI, F. & NASCETTI, G. (2003). Le rane verdi del complesso Rana esculenta come bioindicatori della qualità degli ambienti fluviali italiani. *Biologia Ambientale*, 17(1):35-44.
- APG IV (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*, v. 181, p. 1-20.
- ARAÚJO, D. F. S. & LUNA, K. P. O. (2017). Os répteis e sua representação social: uma abordagem etnozoológica. *Ethnoscintia*, v. 2, p. 1-15.

- ARAÚJO, N. A. & PINHEIRO C. U. B. (2009). Relações ecológicas entre a fauna ictiológica e a vegetação ciliar da região lacustre do baixo Pindaré na baixada maranhense e suas implicações na sustentabilidade da pesca regional. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 22:55-68.
- ARAÚJO, R. V. V.; SOBRAL, L. G. S.; SANTOS, R. L. C. (2002). Produção de fosfato no Brasil: Complexo de Mineração de Tapira. Recife: Fósferil - Contribuição Técnica ao XIX ENTMME.
- 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.
- BACCARO, C. A. D. (1991). Unidades Geomorfológicas do Triângulo Mineiro. *Revista Sociedade & Natureza*. Uberlândia, 3(5), 37-42.
- BARBOSA, E. S. R. (2009). Mineralogia e petrologia do complexo carbonatítico-foscorítico de Salitre, MG.
- BARRETO, L.; MOREIRA, G. (1996). Seasonal variation in age structure and spatial distribution of a savanna larval anuran assemblage in Central Brazil. *Journal of Herpetology* 30. Cap. 1, p. 87-92.
- BASTOS, R.P. (2007). Anfíbios do Cerrado. In: L.B. Nascimento and M.E. Oliveira (eds). *Herpetologia no Brasil II*. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Herpetologia. p. 87-100.
- BATEZELLI, A., SAAD, A. R., FULFARO, V. J., CORSI, A. C., LANDIM, P. M. B., & DE JESUS PERINOTTO, J. A. (2004). Análise de bacia aplicada às unidades mesozoicas do triângulo mineiro (sudeste do Brasil): uma estratégia na prospecção de recursos hídricos subterrâneos. *Águas Subterrâneas*, 19(1).
- BECKER, M.; DALPONTE, J. C. (1999). Rastros de mamíferos silvestres brasileiros: um guia de campo. Editora Universidade de Brasília. 2ª ed.
- BENEDITO-CECÍLIO, E.; AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JUNIOR, H. F.; PAVANELLI, C. S. (1997). Colonização ictiofaunística do reservatório de Itaipu e sua área adjacentes. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 14, n. 1, p. 1-14.
- BERNARD, P. S. (2009). Acidentes ofídicos. Universidade Federal do Acre – UFAC.
- BERTOLUCI, J.; CANELAS, M. A. S.; EISEMBERG, C. C.; PALMUTI, C. F. S. MONTIGELLI, G. C. (2009). Herpetofauna da Estação Ambiental de Peti, um fragmento de Mata Atlântica do estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, vol. 9, n. 1, p. 147-155.
- BEZERRA, M. A.; BROD, J. A. (2011). Mineralogia da Apatita do Complexo Alcalino-Carbonatítico de Tapira. Universidade Federal de Goiás (UFG).
- BINI, L. M., GOMES, L. C., & AGOSTINHO, A. A. (1997). Variações na abundância de peixes na pesca experimental do reservatório de Segredo. *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá, EDUEM, XII+ 387p, 213-241.

- BORGES, P.A.; TOMÁS, W.M. (2004). Guia de rastros e outros vestígios de mamíferos do Pantanal. Embrapa Pantanal, Corumbá, MT, 148.
- BRASIL (2000). Lei 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. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L9985.htm>.
- _____ (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.
- BRITO, S.P.; ABE, A.S., & ANDRADE, D.V. (2001). Tupinambis merianae Tegu lizard- Longevity. *Herpetological Review*, v.32, n.4, p.260–261.
- BROWN JR., K.S. & BROWN, G.G. (1992). Habitat alteration and species loss in Brazilian forests. In *Tropical deforestation and species extinction* (T.C. Whitmore & J.A. Sayer, eds.). Chapman & Hall, London, p.129-142.
- 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.
- CARDOSO, A. J.; ANDRADE G. V. & HADDAD, C. F. B. (1989). Distribuição espacial em comunidades de anfíbios (Anura) no SE do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 49, p. 241-249.
- CARNEIRO, J., & CARVALHO, J. M. (2010). Groundwater modelling as an urban planning tool: issues raised by a small-scale model. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 43(2), 157-170.
- CARVALHO, J. M. (2006). Prospecção e pesquisa de recursos hídricos subterrâneos no Maciço Antigo Português: Linhas metodológicas (Tese de doutoramento) anexos e carta hidrogeológica. Universidade de Aveiro, 292 pp.
- CASTRO, E.R. DE & GALETTI, M. (2004). Frugivoria e dispersão de sementes pelo lagarto teiú *Tupinambis merianae* (Reptilia: Teiidae). *Papéis Avulsos de Zoologia São Paulo*, v.44, n.6, p. 91 – 94.
- CBRO (2021). Lista das Aves do Brasil. Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO.
- CECHIN, S. Z. & MARTINS, M. (2000). Eficiência de armadilhas de queda (pitfall traps) em amostragem de anfíbios e répteis no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 17(3):729-740.
- CLAM (2022). Relatório de Atividades de Campo - Monitoramento de Ictiofauna | 13ª campanha. Fevereiro/2022. Clam Engenharia Hidrocnese Ltda. Belo Horizonte/MG.

- CONAMA (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.
- _____ (2005) Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005. Alterada pelas Resoluções 410/2009 e 430/2011. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Conselho Nacional de Meio Ambiente – Conama. Brasília/DF.
- _____ (2006) Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente- APP. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5486>.
- _____ (2007) Resolução CONAMA nº 392, de 25 de junho de 2007. Definição de vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=6991>.
- _____ (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.
- CONTE, C. E. & ROSSA-FERES, D. C. (2007). Riqueza e distribuição espaço-temporal de anuros em um remanescente de Floresta de Araucária no sudeste do Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 24, n. 4, p. 1025 – 1037.
- COPAM (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 locais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais e dá outras providências.
- 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.
- COSTA, H. C. & BÉRNILS, R. S. (2021). Répteis brasileiros: lista de espécies. *Herpetologia Brasileira*, v.10, n.3, p. 111- 279.
- COSTA, H. C.; GUEDES, T. B.; BÉRNILS, R. S. (2022). Lista de répteis do Brasil: padrões e tendências. *Herpetologia Brasileira*, 10(3), 110-279.
- COSTA, W. R., NETO, R. S., DE FREITAS, M. T., & CORREIA, D. L. S. (2019). Caracterização de mastofauna em área de implantação de rodoanel na cidade de Uberaba/MG. *Gl. Sci Technol*, 12(01):158-172.
- CPRM (2014). Mapa hidrogeológico do Brasil ao milionésimo: nota técnica. 43 p. il., color. Escala 1:5.000.000. Serviço Geológico do Brasil. Recife/PE.
- CRUMP, M. L. & SCOTT JUNIOR, N. J. (1994). Standard techniques for inventory and monitoring. In *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians* (W.R. Heyer, M.A. Donnelly, R.W. Mc Diarmid, L.C. Hayek & M.S Foster, eds.). Smithsonian Institution Press, Washington and London, p.84-92.
- CT-SBMZ (2022). Mamíferos do Brasil. Comitê de Taxonomia – Sociedade Brasileira de Mastozologia – SBMz. Disponível em: <https://sbmz.org/mamiferos-do-brasil/>. Acesso em dezembro de 2022.
- CULLEN, L.; BODMER, R. E.; PÁDUA, C. V. (2001). Ecological consequences of hunting in Atlantic forests patches, São Paulo, Brazil. *Oryx*, 35: 137-144.
- CUNHA, D. F. S. (2004). Patrimônio cultural: proteção legal e constitucional. *LetraLegal*. Rio de Janeiro, RJ.
- CURI, N. H.; ARAÚJO, A. S.; CAMPOS, F. S.; LOBATO, Z. I. P.; GENNARI, S. M.; MARVULLO, M. F. V.; SILVA, J. C. R.; TALAMONI, S. A. (2010). Wildcanids, domestic dogs and their pathogens in southeast Brazil: diseasethreats for canid conservation. *Biodiversity and Conservation*, (19): 3513–3524.
- DEL HOYO, J., ELLIOTT, A., SARGATAL, J., CHRISTIE, D. A. & DE JUANA, E. (2013). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona.
- 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.
- DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; MACHADO, A. B. M.; SEBAIO, F. A.; ANTONINI, Y. (2005) Peixes. In: MACHADO, Angelo Barbosa Monteiro (Org.); MARTINS, Cassio Soares (Org.); SEBAIO, Fabiane (Org.); DRUMMOND, Gláucia Moreira (Org.); Antonini, Y. (Org.). *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para conservação sua conservação*. 2ª. ed. Belo Horizonte: Ed. Fundação Biodiversitas, v. 1.
- DUELLMAN, W.E. & L. TRUEB. (1994). *Biology of Amphibians*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 670p.
- ECOAR (2022a). Relatório Técnico De Monitoramento Da Qualidade Do Ar. Ecoar Monitoramento Ambiental Ltda. São Paulo/SP.

- _____ (2022b). Relatório Técnico De Monitoramento Dos Níveis De Pressão Sonora (Ruído). Ecoar Monitoramento Ambiental Ltda. São Paulo/SP.
- _____ (2022c). Relatório Técnico De Monitoramento De Vibração. Ecoar Monitoramento Ambiental Ltda. São Paulo/SP.
- EITEN, G. (1994). Vegetação. In Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas, 2ª ed. (M.N. Pinto, org.). Editora Universidade de Brasília, Brasília, p.17-74 FEAM - UFV - CETEC - UFLA. Mapa de solos do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010.
- EINTEN, G. (2001). Vegetação natural do Distrito Federal. Brasília: SEBRAE/DF. 162p. In: BALDUINO, A. P. do C.; SOUZA, A. L.; NETO, J. A. A. M.; SILVA, A. F. da; JUNIOR, M. C. da S. Fitossociologia e análise comparativa da composição florística do cerrado da flora de Paraopeba-MG. Revista *Árvore*, v. 29, n. 1, 2005.
- EKOS (2020). Monitoramento da Avifauna na Área de Influência do Complexo Industrial de Uberaba – Mosaic Fertilizantes. Outubro/2020. Ekos Planejamento Ambiental Ltda. Uberlândia/MG.
- _____ (2021a). Monitoramento da Avifauna na Área de Influência do Complexo Industrial de Uberaba – Mosaic Fertilizantes. Março/2021. Ekos Planejamento Ambiental Ltda. Uberlândia/MG.
- _____ (2021b). Monitoramento da Avifauna na Área de Influência do Complexo Industrial de Uberaba – Mosaic Fertilizantes. Setembro/2021. Ekos Planejamento Ambiental Ltda. Uberlândia/MG.
- EMBRAPA (2021). Cabissolos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-caatinga/solos/cambissolos>.
- ESSENCIS (2019). Plano De Reabilitação De Área Contaminada/PRAC - Complexo Industrial de Uberaba 2 (CIU2) - MOSAIC Fertilizantes P&K S/A. Essencis Soluções Ambientais S/A. São Paulo/SP.
- 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.
- FAVRETTO, M.A.; ZAGO, T.; GUZZI, A. (2008). Avifauna do Parque Natural Municipal Rio do Peixe, Santa Catarina, Brasil.
- FEAM (2020). Inventário de Áreas Contaminadas Estado de Minas Gerais: 2020. Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM. Belo Horizonte/MG.
- FILHO, C. C. A. L. (2003). Estrutura da comunidade de lagartos da reserva de Gurjaú, Pernambuco, Brasil. 2003. 92 p. Dissertação (Programa de pós-graduação em Biologia Animal) Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.
- FONSECA, P. H., MARTINS, G., DA SILVA, V. I. M., & MARTINELLI, A. G. (2016). Levantamento dos mamíferos terrestres de médio e grande porte na Reserva Particular do Patrimônio Natural–Vale Encantado, Uberaba, estado de Minas Gerais, Brasil. *Acta Zoologica Lilloana*, 47-56.
- 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.
- FREITAS, L. F. D. S. (2010). Análise hidro-histórica das águas subterrâneas do Porto, séculos XIX a XXI: inventário, base de dados e cartografia SIG (Tese de mestrado). Universidade do Porto.
- FREITAS, M. A.; SILVA T. F. S. (2007). A herpetofauna da Caatinga e áreas de altitudes do nordeste brasileiro. Editora USEB, 384p.
- FROST, D. R. (2022). Amphibian Species of the World: Version 6.0. Electronic Database. American Museum of Natural History, New York, USA. Disponível em: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>.
- GIARETTA, A. A., MENIN, M., FACURE, K. G., KOKUBUM, M. N. D. C., & OLIVEIRA FILHO, J. C. D. (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, 181-188.
- GOMES, R. M. M. (2014). Recursos hídricos subterrâneos: inventário, cartografia SIG, metodologia e potencialidades. Caso de estudo: bacia hidrográfica da Ribeira de Sá, Sardoura, Castelo de Paiva. (Tese de mestrado). Universidade do Porto.
- GOMES, M. T. S. (2015). Dinâmica econômica e cidades médias: uma análise sobre a cidade de Uberaba na região Triângulo Mineiro. *GEOUSP: Espaço e Tempo*, v. 19, n. 3, p. 516-534. São Paulo/SP.
- GUIMARÃES, T. C., DE FIGUEIREDO, G. B., MESQUITA, D. O., & VASCONCELLOS, M. M. (2011). Ecology of *Hypsiboas albopunctatus* (Anura: Hylidae) in a Neotropical savanna. *Journal of Herpetology*, 45(2), 244-250.
- GUTIÉRREZ, E. E. & MARINHO-FILHO, J. (2017). The mammalian faunas endemic to the Cerrado and the Caatinga. *ZooKeys*, (644), 105.
- 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.
- HIROTA, M. M., & PONZONI, F. (2019). Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica. Fundação SOS Mata Atlântica, São Paulo.
- IBGE (2004). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Biomas do Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Rio de Janeiro/RJ.
- _____. Região de Influência das Cidades – Regic, 2007. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Rio de Janeiro/RJ.
- _____. (2009). Manual técnico de geomorfologia. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro/RJ.
- _____. (2010). Censo Brasileiro de 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Rio de Janeiro/RJ.
- _____. (2012). Técnico da Vegetação Brasileira. Manuais técnicos em geociências. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Rio de Janeiro/RJ.

- _____ (2017). Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias. 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. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em abril de 2022.
- ICMBIO (2021). Cadastro Nacional De Informações Espeleológicas – CANIE. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cecav/canie.html>. Acesso em julho de 2022.
- IDE-SISEMA (2021). Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Disponível em: <http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em agosto de 2021.
- IEF (2012). Portaria nº 159, de 11 de outubro de 2012. Dispõe sobre os parâmetros de conversão de medidas de volume de produtos e subprodutos florestais de origem plantada nos gêneros Eucaliptus e Pinus, no Estado de Minas Gerais. Instituto Estadual de Florestas – IEF. Belo Horizonte/MG.
- IGAM (2015). Gerência de Apoio aos Comitês de Bacias Hidrográficas: CBH do Rio Araguari (PN2). Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).
- 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.
- 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/>. Acesso em novembro de 2022.
- JACOMINE, P. K. T. (2008). A nova classificação brasileira de solos. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica, 5, 161-179.
- KLEIN, D. L. G. (2022). Javali (*Sus scrofa*): a introdução, legislação e danos causados pela espécie no Brasil e avaliação preliminar da implementação da Portaria SAR n 37/2021 no controle sorológico da Peste Suína Clássica no estado de Santa Catarina.
- LANGANI, F., BUCKUP, P.A., MALABARBA, L.R., PYDANIEL, L.H.R., LUCENA, C.A.S., ROSA, R.S, ZUANON, J.A.S, LUCENA, Z.M.S, BRITTO, M.R., OYAKAWA, O.T., GOMES-FILHO, G. (2009). Peixes de Água Doce. In: Estado da Arte e perspectivas para a Zoologia no Brasil Rocha, R.M., Boeger, W. A.P. (Org.). 230p.
- LIMA, L.M. (2013). Aves da Mata Atlântica: riqueza, composição, status, endemismos e conservação. São Paulo.

- 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., VASCONCELOS, M. F., CARVALHO, C. E. A., DUCA, C., FERNANDES, A. M., ... & MARINI, M. Â. (2008). Aves da região de Unai e Cabeceira Grande, noroeste de Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 16(3), 193-206.
- LOPES, P. C. (2010). Distribuição e abundância de anfíbios e répteis neotropicais em paisagem silvicultural em São Paulo, Brasil. 2010. 78 p. Dissertação (Programa de pós-graduação em ecologia aplicada). Universidade de São Paulo – USP.
- LOWE-MCCONNELL, R. H. (1999). Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Editora da USP, São Paulo, 535p.
- LUNDBERG, G. J., MARSHALL, G. L., GUERRERO, J.; HORTON, B., MALABARBA, L. S. C. M. WESSELINGH, F. (1998). Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes. In: Malabarba, L. R., Reis, R.E., R.P., Vari, Lucena, Z. M. S., Lucena, C.A.S. (Ed) *The estage for Neotropical fish diversification: A history of tropical South America Rivvers*, 13-48.
- LYRA-NEVES, R.M., AZEVEDO JÚNIOR, S.M., TELINO-JUNIOR, W.R. & LARRAZÁBAL, M.E.L. (2004). Comunidade de aves da Reserva Estadual de Gurjaú, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 21 (3): 581–592.
- 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.
- MAGIOLI, M., RIOS, E., GARCÍA-OLAECHEA, A., BONJORNE, L., ALBERICI, V., BENCHIMOL, M., ... & MORATO, R. G. (2020). Flexible habitat use and range extension by the striped hog-nosed skunk (*Conepatus semistriatus*) in Brazil. *Mammalian Biology*, 100(5), 553-557.
- MARINI, M.A.; GARCIA, F.I. (2005). Conservação de Aves no Brasil. *Mega diversidade*, v.95, n.1, p. 95-102.
- MARTINS, M. & OLIVEIRA, M. E. (1999). Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. *Herpetol. Nat. Hist.* v.6, n.2, p.78-150.
- MATTOS, G.T; ANDRADE, M.A & FREITAS, M.V. (1993). Nova Lista de Aves do Estado de Minas Gerais. Fundação Acangaú. Belo Horizonte/MG/Brasil.
- MEA (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. Millennium Ecosystem Assessment – MEA. World Resources Institute, Washington, DC.
- 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.
- MELLO, K.; TOPPPA, R. H.; CARDOSO-LEITE, E. (2016). Priority areas for forest conservation in an urban landscape at the transition between Atlantic Forest and Cerrado. *CERNE*, v. 22, n. 3, p. 277-288.
- MILANI, E. J. (1997). Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental (Doctoral dissertation, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.).

- MILANI, E. J., & ZALÁN, P. V. (1999). An outline of the geology and petroleum systems of the Paleozoic interior basins of South America. *Episodes-News magazine of the International Union of Geological Sciences*, 22(3), 199-205.
- 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.
- _____ (2000). Lei Estadual nº 13.635, de 12 de julho de 2000. Declara o buriti de interesse comum e imune de corte.
- _____ (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.
- MMA (2006). Plano Nacional de Recursos Hídricos. Síntese Executiva. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Brasília/DF.
- _____ (2014). Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Brasília/DF.
- _____ (2022). Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Brasília/DF.
- MOORE, J. E. (2002). *Field hydrogeology. A guide for site investigations and report preparation*. Lewis Publishers. 195 pp.
- MOREIRA-LIMA, L. 2013. *Aves da Mata Atlântica: riqueza, composição, status, endemismos e conservação*. Dissertação de mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- MOTTA-JUNIOR, J. C. (1990). Estrutura trófica e composição da avifauna em três habitats terrestres na região central de São Paulo. *Ararajuba*, Rio de Janeiro, 1:65-71.
- MURIARTY, J. J. (2002). Reptiles as pets: an examination of the trade in live reptiles in the United States. *Herpetological Review*, v. 33, n. 3.
- 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.
- NARITA, J.; OEHLMEYER, A.S.; ALVES, F.A.; LIMA, J.R.V. (2010). Programa de monitoramento de fauna como medida mitigadora e compensatória de impactos sobre o meio biótico.

- NETO, R. G. M., & RAMALHO, J. S. (2010). A evolução do impacto ambiental acarretado pela extração de calcário, tendo como exemplo a mineração Patercal-Partezani, no estado de São Paulo. *CES Revista*, 24(1), 31-42.
- NEVES, M. O., YVES, A., PEREIRA, E. A., ALVES, L., VASQUES, J. B., COELHO, J. F. T., & SILVA, P. S. (2019). Herpetofauna in a highly endangered area: the Triângulo Mineiro region, in Minas Gerais State, Brazil. *Herpetozoa*, 32, 113.
- NOGUEIRA C., BUCKUP P. A., MENEZES N. A., OYAKAWA O. T., KASECKER T. P., RAMOS-NETO M. B., SILVA J. M. C. (2010). Restricted-Range Fishes and Conservation of Brazilian Freshwaters. *Plos-One*, 5(6):1-10.
- O'DEA, N. O., J. E. M. WATSON & R. J. WHITTAKER. (2004). Rapid assessment in conservation research: a critique of avifaunal assessment techniques illustrated by Ecuadorian and Madagascan case study data. *Diversity and Distributions* 10: 55-63.
- OLIVEIRA, J. B. (2005). *Pedologia aplicada*. 2 Ed. Piracicaba: FEALQ. 574 p.
- OLIVEIRA, L. A. (2015). *Geologia do Cretáceo Superior. Fósseis de Vertebrados e Plantas do Período dos Dinossauros da Região do Triângulo Mineiro*, 38.
- OTA, R. R., DEPRÁ, G. D. C., GRAÇA, W. J. D., & PAVANELLI, C. S. (2018). Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: revised, annotated and updated. *Neotropical Ichthyology*, 16.
- 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.
- PARKER III, T. A.; D. F. STOTZ; J. W. FITZPATRICK. (1996). Ecological and distributional databases, p. 113-436. In: D. F. STOTZ; J.W. FITZPATRICK; T. A.
- PARRINI, R. & PACHECO, J.F. (1997). Seis novos registros de aves para o Estado de Minas Gerais. *Atualidades Ornitológicas* (80): 6.
- PEREIRA (2022). Relatório de levantamento de dados de Anfíbios e Répteis para compor o monitoramento de fauna da Fazenda Agroeldorado, município de Uberlândia, MG.
- PÉRES JÚNIOR, A. K. (2003). Sistemática e conservação do gênero *Tupinambis* (Squamata, Teiidae). Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasil.
- PINHO, F. M. O.; PEREIRA, I. D. (2001). Ofidismo. *Revista da Associação Médica Brasileira*, v. 47, n. 1, p. 24-29.
- PIRATELLI A, ANDRADE VA, LIMA-FILHO M. (2005). Aves de fragmentos florestais em área de cultivo de cana-deaçúcar no sudeste do Brasil. *Iheringia. Série zoologia*, 95(2):217-222.
- PRADO, V.H.M., SILVA, F.R., DIAS, N.Y.N., PIRES, J.S.R. & ROSSA-FERES, D.C. (2009). Anura, Estação Ecológica de Jataí, São Paulo State, southeastern Brazil. *Check List* 5(3):495-502.
- PULIDO, J. L., (1978). *Hidrogeoquímica prática*, Bilbao: Ed. Urmo, SA. 314 pp.

- QUINTELA, F., DA ROSA, C. A., & FEIJO, A. (2020). Updated and annotated checklist of recent mammals from Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 92.
- RADAM BRASIL (1983). Projeto. Folha SE. 22 Goiânia: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: FIBGE.
- RALPH, C. J. (1993). Handbook of field methods for monitoring landbirds (Vol. 144). Pacific Southwest Research Station.
- 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.
- 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. dos (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 *Glyphorynchus spirurus* (Passeriformes: Dendrocolaptidae) confirmado para o estado. *Atualidades Ornitológicas*. 203: 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. B.; CARVALHO, I. S. (2007). Sítio Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, MG – Terra dos dinossauros do Brasil. In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; SOUZA, C. R. G.; FERNANDES, A. C. S.; BERBERT-BORN, M.; QUEIROZ, E. T. (Eds.). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*, Brasília, 2007, p. 389-402.
- RIBEIRO, L. L. (2016). Uso e ocupação das terras na bacia hidrográfica do Ribeirão Ponte Alta em Uberaba (MG) -1985 e 2015.
- RIBEIRO, M. C., METZGER, J. P., MARTENSEN, A. C., PONZONI, F. J., & HIROTA, M. M. (2009). The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological conservation*, 142(6), 1141-1153.
- RIBON, R. (2010). Amostragem de aves pelo método de listas de Mackinnon In: MATTER, S. V. et al *Ornitologia e Conservação. Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento*. Rio de Janeiro: Technical Books.
- ROCHA, M., FERREIRA, I., BACCARO, C., & RODRIGUES, S. (2001). Mapeamento Geomorfológico do Triângulo Mineiro-Brasil. *Encontro de Geógrafos da América Latina*, 8.
- ROCHA, R. M. & BOEGER, W. A. (2009). Estado da Arte e Perspectivas para a zoologia no Brasil, Curitiba; Sociedade Brasileira de Zoologia; Curitiba: Ed UFPR, 296p.
- 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.
- _____ (2007). *Geomorfologia ambiente e planejamento*.

- SALOMÃO, F. D. T. (1999). Controle e prevenção dos processos erosivos. *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*, 5, 229-265.
- SANTANA, M.; AZARIAS, V. (2021) Solos do Brasil: Gleissolos.
- SANTOS, A. M. R. (2004). Comunidades de aves em remanescentes florestais secundários de uma área rural no sudeste do Brasil. *Ann. Ararajuba*, 12(1): 41-49.
- SANTOS, G. B. (2010). A ictiofauna da Bacia do Alto Paraná (Rio Grande e Rio Paranaíba) MG. *Biota*, 6: 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.
- SANTOS, N. E. F.; DIAS, U. N. S.; BEZERRA, J. K.; SILVA, C. D. A.; RIBEIRO, L. B. (2012). Frugivoria e dispersão de sementes por lagartos em ecossistemas brasileiros: uma revisão. *Revista Nordestina de Zoologia*, v. 6, n. 2, p. 74-102.
- SANTOS, T.G.; ROSSA-FERES, D. DE C. & CASATTI, L. (2007). Diversidade e distribuição espaço-temporal de anuros em região com pronunciada estação seca no sudeste do Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 97:37-49.
- SCOLFORO, J. R., RUFINI, A. L., MELLO, J. D., OLIVEIRA, A. D., & SILVA, C. D. C. (2008). Equações para estimar o volume de madeira das fisionomias. Minas Gerais. In: SCOLFORO, JR; OLIVEIRA, AD; ACERBI JÚNIOR, FW (Ed.). Inventário florestal de Minas Gerais: equações de volume, peso de matéria seca e carbono para diferentes fisionomias da flora nativa. Lavras: UFLA, p. 67-101.
- SEGALLA. M. V; BERNECK, B; CANEDO, C; CARAMASCHI, U; CRUZ, C. A. G, GARCIA, P. C. A; GRANT, T; HADDAD, C. F. B; LOURENÇO, A. C. C; MÂNGIA, S; MOTT, T; NASCIMENTO, L. B; TOLEDO, L. F; WERNECK, F, P; LANGONE, J. A. (2021). Brazilian amphibians List of species. *Herpetologia Brasileira* vol. 10 no. 1.
- SEKERCIOGLU, Ç. H; DAILY, G. C.; EHRLICH, P. R. (2004). Ecosystem consequences of birds declines. *PNAS*, vol. 101, nº 52.
- SEMAD/IEF (2013). Resolução Conjunta nº 1.905, de 12 de agosto de 2013. Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental no âmbito do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD e Instituto Estadual de Florestas – IEF. Belo Horizonte/MG.
- _____ (2021). Resolução Conjunta nº 3.102, de 26 de outubro de 2021. Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental no âmbito do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.
- SICK, H. (1997). *Ornitologia brasileira*. Rio de Janeiro. Ed. Nova Fronteira, 912p.
- SILVA, E. (2015). Recursos hídricos subterrâneos e potenciais focos de contaminação na Bacia do Rio Uíma, Santa Maria da Feira: Um contributo para o ordenamento do território a nível municipal. Universidade do Porto. (Tese de mestrado não-publicada).

- SILVA, E., TEIXEIRA, J., GOMES, R. & GOMES, A. (2015). Recursos hídricos subterrâneos na Bacia do Rio Uíma, Santa Maria da Feira: Um contributo para o ordenamento do território a nível municipal. VII Congresso Nacional de Geomorfologia. IGOT. Lisboa.
- SILVA, J.M.C. (1995). Birds of the Cerrado Region, South America. *Steentrupia* 21:69-92.
- SILVA, W. L.; PENTEADO, P. R.; KAVALCO, K. F. PAZZA, R. (2012). Peixes do trecho superior do Rio Paranaíba durante a estação Chuvosa. *Evolução e Conservação da Biodiversidade. Rio Paranaíba*, v. 3, n. 1, 32-38.
- SIQUEIRA, L. H. C., & FACURE, K. G. (2017). Snakes from the Pontal do Triângulo Mineiro Region, Cerrado Domain, Southeastern Brazil. *Ciência e Natura*, 39(3), 503-511.
- SOUZA, A.N.J.; DE SOUZA BULHÕES, R.; DOCIO, L. (2015). Conexões homem-animal: caracterização do conhecimento etnozoológico de uma comunidade rural no Nordeste do Brasil. *Etnobiologia*, v. 13, n. 3, p. 38-53.
- STOTZ, D. F.; J. W. FITZPATRICK; T. A. PARKER III & D. K. MOSKOVITS. (1996). Neotropical birds: ecology and conservation. Chicago, The University of Chicago Press, 478p.
- TEIXEIRA, J. A. A. (2011). Hidrogeomorfologia e sustentabilidade de recursos hídricos subterrâneos (Tese de doutoramento). Universidade do Porto e de Aveiro.
- TELINO-JÚNIOR, W. R., DIAS, M. M., AZEVEDO JÚNIOR, S. M. D., LYRA-NEVES, R. M. D., & DE LARRAZÁBAL, M. E. (2005). Estrutura trófica da avifauna na Reserva Estadual de Gurjaú, zona da mata sul, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22, 962-973.
- TEOBALDO NETO, A. (2008). A qualidade ambiental urbana no bairro Alfredo Freire Uberaba / MG: o desafio da análise e representação. 2008. 166 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia/MG.
- TERBORGH, J. (1992). Maintenance of diversity in tropical forests. *Biotropica*, 24: 283-292
- TOLEDO, L.F.; PRADO, C.P.de.A.; & VIEIRA, D. (2004). Tupinambis merianae (Tegu lizard) Fungivory. *Herpetological Review*, v.35, n. 2, p. 173–174.
- TREVISOL, A., NETO, F. M., & MARTINS, L. A. (2012). Geoparque Uberaba - Terra dos dinossauros do Brasil (MG). In Geoparques do Brasil. Serviço Geológico do Brasil - CPRM: Brasília, Brazil, 1, 14.
- 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.
- URBINA-CARDONA, J. N. (2008). Conservation of Neotropical herpetofauna: research trends and challenges. *Tropical Conservation Science*, 1(4), 359-375.
- VALLE JUNIOR, R. F. D. (2008). Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do rio Uberaba.
- 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.

- VASCONCELOS, T.S. & D.C. ROSSA-FERES. (2005). Diversidade, distribuição espacial e temporal de anfíbios anuros (Amphibia, Anura) na região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica* 5 (2).
- 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, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- VELOSO, H.P. Sistema fitogeográfico. (1992). In: IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Manuais Técnicos de Geociências, n.1, 38p.
- VELLIARD, J. M. E., ALMEIDA, M. D. C., ANJOS, L. D., & SILVA, W. R. (2010). Levantamento quantitativo por pontos de escuta eo Índice Pontual de Abundância (IPA). *Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento*, Rio de Janeiro: Technical Books, 47-60.
- VITT, L.J., CALDWELL, J.P., WILBUR, H.M., SMITH, D.C. (1990). Amphibians as harbingers of decay. *BioSci.* 40: 418–428.
- WHITAKER, R. (2017). Análise das variáveis tempo de distância no método “pontos de contagem” no estudo da assembleias de aves na estação ecológica de Ceetetus (EECa), Botucatu, Dissertação de mestrado.
- WHITNEY B.M; VASCONCELOS, M.F; SILVEIRA, L.F & PACHECO, J.F. (2010). *Scytalopus petrophilus* (Rock Tapaculo): a new species from Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 18(2): 73-88.
- WWF (2016). Relatório Planeta Vivo. World Wide Fund for Nature. Disponível em: https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/lpr_2016_portugues_v5_otimizado.pdf. Acesso em março de 2022.
- YOCCOZ, N. G., NICHOLS, J. D., & BOULINIER, T. (2001). Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends in ecology & evolution*, 16(8), 446-453.
- ZALÁN, P. V., WOLFF, S. J. C. J., CONCEIÇÃO, J. D. J., MARQUES, A., ASTOLFI, M. A. M., VIEIRA, I. S., ... & ZANOTTO, O. A. (1990). Bacia do Paraná. Origem e evolução das bacias sedimentares, 135-168.