FERREIRA ROCHA
ASSESSORIA E SERVIÇOS SOCIOAMBIENTAIS

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) –

Projeto Masterplan de Pilhas – Fases 2, 3 e 4
Mineração Morro do Ipê

IPE-EIA-I-BHZ-RT-001-24-R00

JANEIRO / 2025

INFORMAÇÕES SOBRE O DOCUMENTO

PROJETO	Estudo de Impacto Ambiental – Projeto Masterplan de Pilhas – Fase 2, 3 e 4 – Parte I		
DATA DE ELABORAÇÃO	19/11/2024	RESPONSÁVEL	
DATA DE REVISÃO		RESPONSÁVEL	
DATA DE APROVAÇÃO		RESPONSÁVEL	
OBSERVAÇÕES	-		

QUADRO DE CONTROLE DE REVISÕES

REV.	DATA	HISTÓRICO	NOME DO TÉCNICO	FUNÇÃO	EMPRESA
02	29/01/2025	Alterações a partir de resolução de pendências nos cap. 5 e 6	Joseane B Mendes	Coordenadora meio físico	Ferreira Rocha
03	07/02/2025	Revisão Textual	Rafael Cerqueira	Coordenador de Projetos	Ferreira Rocha

Informação Pública

APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) elaborado à luz das exigências da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), com vistas à formalização do processo de licenciamento ambiental - Licença Prévia e Licença de Instalação concomitantes (LP+LI) – do empreendimento denominado Pilhas de Disposição de Rejeitos (PDRs), Pilhas de Disposição de Estéril (PDEs) e estruturas acessórias, voltada à adoção de otimizações operacionais nas Minas Ipê e Projeto Tico-Tico, de propriedade da Mineração Morro do Ipê (MMI), as quais estão localizadas nos municípios de Igarapé, Brumadinho e São Joaquim de Bicas – MG

O escopo do presente EIA contempla a regularização ambiental de PDEs e PDRs e suas estruturas auxiliares, para a codisposição de rejeito e estéril, recebendo o material atualmente armazenado nas barragens B1-Auxiliar e B1-Ipê, e para a atender as demandas operacionais das extrações já em operação nas Minas Ipês e do o Projeto Tico-tico. A Área Diretamente Afetada (ADA) por essas PDEs ocupa aproximadamente 216 hectares.

Os estudos ambientais ora apresentados foram conduzidos por equipe multidisciplinar de profissionais, que realizou os levantamentos afetos a cada tema apresentado no EIA, procedendo à integração dos temas estudados na região de inserção do empreendimento com as características do projeto de engenharia. Deste modo, foi possível identificar e avaliar os impactos ambientais associados a seu planejamento, implantação e operação e, assim, propor um conjunto de medidas e ações socioambientais consideradas como necessárias à prevenção, controle, mitigação e/ou compensação de impactos negativos, assim como à potencialização de impactos positivos, em relação às interferências ambientais prognosticadas nos temas referentes aos meios físico, biótico, socioeconômico e cultural.

Em termos da estrutura do presente EIA, o qual é apresentado no processo de pleito da Licença Prévia concomitante a Licença de Implantação (LP+LI), o documento em tela apresenta, em sua Parte I, 9 (nove) Capítulos, os quais se dedicam a apresentação dos temas introdutórios, de justificativa e de características gerais do empreendimento.

Inicialmente, é apresentada a identificação do empreendedor, empreendimento e da consultoria técnica envolvida na feitura dos estudos ambientais. Posteriormente, o Capítulo 2 apresenta a Localização e Acesso ao empreendimento, seguido do Capítulo 3 o qual apresenta o contexto histórico do Complexo Minerário da MMI. No Capítulo 4 são abordadas os objetivos e as justificativas do projeto e, por sua vez, no Capítulo 5, as alternativas locacionais, técnológicas e socioambientais estudadas.

A Caracterização do Empreendimento é apresentada no Capítulo 6, contendo informações técnicas pertinentes ao projeto que se pretende implantar. Ainda, nesse item é apresentado, a partir do arranjo geral e de informações técnicas do projeto de engenharia elaboradas por empresas especializadas, o detalhamento das atividades a serem desenvolvidas, considerando cada etapa do empreendimento (planejamento, implantação e operação). Em seguida, no bojo do Capítulo 7, aborda-se a base

Informação Pública

normativa e legal aplicável ao licenciamento do empreendimento, nas instâncias federal, estadual e municipais. Por fim, o Capítulo 8 apresenta as Áreas de Estudo estabelecidas para a realização do presente projeto, referentes a cada meio temático estudado (físico, biótico e socioeconômico e cultural). Especificamente com relação a este tema, são feitas as devidas considerações que direcionaram, em termos metodológicos, primeiro a delimitação de Áreas de Estudo para o desenvolvimento do diagnóstico socioambiental e, com base nos resultados da avaliação de impactos, a sua revisita para somente então definir as Áreas de Influência.

Informação Pública

SUMÁRIO

1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR, EMPREENDIMENTO E CONSULTORIA TÉCNICA 13
1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR 13
1.2 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREEndimento 13
1.3 IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA COORDENAÇÃO GERAL E TÉCNICA DOS ESTUDOS AMBIENTAIS 14
1.4 IDENTIFICAÇÃO Da equipe técnica responsável pela elaboração dos estudos ambientais 14
2 LOCALIZAÇÃO E ACESSO AO EMPREENDIMENTO 16
3 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA 18
3.1 HISTÓRICO 18
3.2 RETOMADA DAS OPERAÇÕES 22
3.3 PROJETO MORRO DO IPÊ 6 MTPA 22
3.4 IMPLANTAÇÃO DO PROCESSO DE FILTRAGEM DE REJEITOS 23
3.5 PILHA GROTA DAS COBRAS E PDER FASE 1 23
3.6 DESATIVAÇÃO DE ESTRUTURAS 24
3.7 lICENÇAS AMBIENTAIS E OUTORGAS DE USO DAS ÁGUAS 25
4 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA DO EMPREENDIMENTO 29
5 ESTUDO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS, LOCACIONAIS E SOCIOAMBIENTAIS 30
5.1 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS 30
5.1.1 ALTERNATIVA 1 52
5.1.2 ALTERNATIVA 2 52
5.1.3 ALTERNATIVA 3 53
5.1.4 ALTERNATIVA 4 54
5.1.5 CONCLUSÃO ALTERNATIVAS LOCACIONAIS 55
5.2 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS 55
5.3 ALTERNATIVA ZERO 56
6 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO 57
6.1 CONTEXTO AMBIENTAL E SUA ÁREA DE INSERÇÃO 57
6.2 PROJETO MASTERPLAN DE PILHAS - FASES 2, 3 E 4 65
6.2.1 FASE DE PLANEJAMENTO 67
6.2.2 FASE DE IMPLANTAÇÃO 67

Informação Pública

6.2.2.1 CANTEIRO DE OBRAS 67
6.2.2.2 INFRAESTRUTURA PARA IMPLANTAÇÃO 69
6.2.2.3 MÃO DE OBRA 69
6.2.2.4 EQUIPAMENTOS 72
6.2.2.5 MÉTODOS CONSTRUTIVOS E ATIVIDADES 72
6.2.3 FASE DE OPERAÇÃO 90
6.2.3.1 MÃO DE OBRA PARA OPERAÇÃO 90
6.2.3.2 EQUIPAMENTOS 90
6.2.3.3 DISPOSIÇÃO DE MATERIAIS 90
6.2.3.4 MONITORAMENTO E MANUTENÇÃO DA ESTRUTURA 93
6.2.4 FASE DE DESATIVAÇÃO E ENCERRAMENTO 93
6.2.4.1 ASPECTOS LEGAIS DE FECHAMENTO 94
6.2.4.2 BASES E PREMISSAS DO PLANO DE FECHAMENTO 95
6.2.4.3 ESTABILIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DAS ESTRUTURAS AMBIENTAIS REMANESCENTES 96
6.2.4.4 ESTABILIZAÇÃO BIOLÓGICA DAS ESTRUTURAS AMBIENTAIS REMANESCENTES 98
6.2.5 INSUMOS 101
6.2.5.1 ÁGUA 101
6.2.5.2 ENERGIA 101
6.2.5.3 ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEL 101
6.2.6 SISTEMAS DE CONTROLE AMBIENTAL 102
6.2.6.1 GERAÇÃO DE EFLUENTES 102
6.2.6.2 EMISSÕES ATMOSFÉRICAS 103
6.2.6.3 GERAÇÃO DE RUÍDO E VIBRAÇÃO 103
6.2.6.4 GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS 104
6.2.6.5 CONTROLE DE EROSÃO E GERAÇÃO DE SEDIMENTOS 109
6.2.7 CRONOGRAMA DO PROJETO 109
6.3 INFORMAÇÃO PARA CÁLCULO DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL 112
7 REFERENCIAL LEGAL 112
7.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 112
7.2 ASPECTOS LEGAIS E REGULAMENTARES INERENTES AO PROJETO 113
7.2.1 ESFERA INTERNACIONAL: PRINCÍPIOS DO EQUADOR 114
7.2.2 ESFERA INTERNACIONAL: PADRÕES DE DESEMPENHO IFC 116
7.2.3 ESFERA INTERNACIONAL: AS DIRETRIZES DE MEIO AMBIENTE, SAÚDE E SEGURANÇA (DIRETRIZES DE EHS) DO GRUPO BANCO MUNDIAL 117

Informação Pública

7.2.4 ESFERA FEDERAL: BRASIL 118
7.2.5 ESFERA ESTADUAL: MINAS GERAIS 124
7.2.6 ESFERA MUNICIPAL: BRUMADINHO 128
7.2.7 ESFERA MUNICIPAL: IGARAPÉ 129
7.2.8 ESFERA MUNICIPAL: SÃO JOAQUIM DE BICAS 129
7.3 TRATAMENTO CONSTITUCIONAL 129
7.3.1 OS PRINCÍPIOS 129
7.3.2 REPARTIÇÃO DE COMPETÊNCIA ENTRE OS ENTES FEDERATIVOS 131
7.3.3 LEI COMPLEMENTAR NÚMERO 104/2011 132
7.4 LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO SETOR MINERÁRIO 133
7.4.1 ASPECTOS GERAIS 133
7.4.2 O PROCESSO DE LICENCIAMENTO E AS DEMAIS AUTORIZAÇÕES CABÍVEIS À ESPÉCIE 135
7.4.3 LICENCIAMENTO E AS COMPENSAÇÕES AMBIENTAIS 136
7.4.4 DA MANIFESTAÇÃO DO MUNICÍPIO E DEMAIS ÓRGÃOS DE ACORDO COM O CASO 137
7.4.5 O PROCESSO DE LICENCIAMENTO E AS DEMAIS AUTORIZAÇÕES CABÍVEIS à ESPÉCIE137
7.5 INSTRUMENTO DE PROTEÇÃO DA BIODIVERSIDADE E GESTÃO FLORESTAL 138
7.5.1 ESPAÇOS PROTEGIDOS 138
7.5.2 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: O SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA (SNUC) 139
7.5.2.1 ZONAS DE AMORTECIMENTO E ENTORNOS DE UCS 140
7.5.3 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) 141
7.5.4 DA RESERVA LEGAL 142
7.5.5 ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A PROTEÇÃO DA BIODIVERSIDADE 144
7.5.6 MATA ATLÂNTICA: REGIME JURÍDICO – CONDICIONAMENTOS AO DESMATE E À OCUPAÇÃO DO BIOMA 145
7.6 REGULAÇÃO ESPECÍFICA DE MINERAÇÃO 147
7.6.1 A LEI Nº 12.334/2010 – POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS 148
7.6.2 REGULAMENTAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS 148
7.6.3 RESOLUÇÃO SEMAD Nº 2.762, DE 29 DE JANEIRO DE 2019 148
7.6.4 RESOLUÇÃO CONJUNTA SEMAD/FEAM Nº 2.765, DE 30 DE JANEIRO DE 2019 149
7.6.5 LEI ORDINÁRIA Nº 23.291/19 DO ESTADO DE MINAS GERAIS – POLÍTICA ESTADUAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS 149
7.6.6 NBR 13029 – 2017 – MINERAÇÃO – ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO DE PROJETO DE DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL EM PILHA 150
7.7 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL APLICÁVEL 151

Informação Pública

7.7.1 BRUMADINHO 151
7.7.2 IGARAPÉ 154
7.7.3 SÃO JOAQUIM DE BICAS 156
8 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO 162
8.1 ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) 164
8.2 ÁREA DE ESTUDO REGIONAL 165
8.2.1 MEIO FÍSICO E BIÓTICO 165
8.3 ÁREA DE ESTUDO LOCAL 165
8.3.1 MEIO FÍSICO E BIÓTICO 165
8.4 ÁREA DE ESTUDO DO MEIO SOCIOECONÔMICO E CULTURAL 168
8.4.1 ÁREA DE ESTUDO LOCAL 168
8.4.2 ÁREA DE ESTUDO REGIONAL 169

Informação Pública

LISTAGEM DE TABELAS

Tabela 1-1- Identificação do Empreendedor.....13

Tabela 1-2 - Identificação do Empreendimento. 13

Tabela 1-3 - Identificação da Empresa Responsável pela Coordenação Geral e Técnica do Projeto. 14

Tabela 1-4 - Identificação da equipe técnica responsável pela elaboração do presente EIA. (*) 15

Tabela 3-1 – Licenças ambientais da Mineração Morro do Ipê 26

Tabela 3-2 – Outorgas existentes da Mineração Morro do Ipê. 28

Tabela 1-1 – Peso atribuído ao parâmetro analisado. 32

Tabela 1-2 – Nota de classificação da alternativa em relação ao parâmetro analisado. 33

Tabela 4-3 – Avaliação das alternativas locacionais para o Projeto Masterplan de Pilhas, fase 2, 3 e 4..... 49

Tabela 6-1 – Principais características das pilhas, conforme suas fases..... 65

Tabela 6-2 – Quantitativo detalhado de mão de obra direta e indireta.....70

Tabela 6-3 – Quantitativo detalhado de equipamentos diretos e indiretos.....72

Tabela 6-4 – Quantitativo de mão de obra direta – Projeto Master Plan de Pilhas, fase 2, 3 e 4. 90

Tabela 6-5 – Quantitativo de mão de obra – Projeto Masterplan de Pilhas, fase 2, 3 e 4. 90

Tabela 6-6 - Sequenciamento de disposição anual dos materiais nas pilhas, fases 2, 3 e 4..... 92

Tabela 6-7 – Previsão qualitativa da geração de resíduos sólidos para o Projeto.....105

Tabela 6-8 – Cronograma macro do Projeto da Pilha de Disposição de Estéril e Rejeito – Fases 2, 3 e 4.....111

Tabela 6-9 – Dados necessários para cálculo de compensação prevista pela Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000..... 112

Tabela 7-1 - Diplomas normativos e descrição na esfera nacional..... 118

Tabela 7-2 - Diplomas normativos e descrição na esfera estadual.....124

Tabela 7-3 - Diplomas normativos e descrição na esfera municipal (Brumadinho). ...128

Tabela 7-4 - Diplomas normativos e descrição na esfera municipal (Igarapé). 129

Tabela 7-5 - Diplomas normativos e descrição na esfera municipal (São Joaquim de Bicas).....129

Informação Pública

LISTAGEM DE FIGURAS

Figura 2-1 - Mapa de Infraestrutura viária de acesso ao projeto. 17

Figura 5-1 – As quatro alternativas locacionais para o Projeto Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4. 31

Figura 5-2 – Distâncias das fontes de materiais para disposição. 35

Figura 5-3 – Interferência em reversa legal. 36

Figura 5-4 – Propriedade da Morro do Ipê - interferência em propriedade de terceiros. 37

Figura 5-5 – Interceptação de áreas já licenciadas para uso da mineração. 38

Figura 5-6 – Interferência em áreas de preservação permanente (APP). 39

Figura 5-7 – Área de supressão vegetal. 40

Figura 5-8 – Interceptação em unidades de conservação, zona de amortecimento a área de proteção especial. 41

Figura 5-9 – Potencial espeleológico e interferência em patrimônio espeleológico. 42

Figura 5-10 – Cavidades e área de entorno de 250 metros, conforme base de dados CECAV ICMBio. 43

Figura 5-11 – Cavidades com supressão autorizada por outros processos ambientais, cavidades para conservação e áreas de influência conforme base de dados da MMI. 44

Figura 5-12 – Interferência em recursos hídricos (nascentes e corpos hídricos), a partir da base de dados do FBDS-IDE-Sisema. 45

Figura 5-13 – Localização e proximidade de comunidade do entorno. 46

Figura 5-14 – Localização e proximidade de comunidades tradicionais, quilombolas e terras indígenas. 47

Figura 5-15 – Interferência em sítios arqueológicos e bens culturais. 48

Figura 6-1 – Nova usina de beneficiamento de minério da Mina Tico-Tico – Projeto Morro do Ipê 6 MTPA. **Fonte:** Relatório de Sustentabilidade MMI, 2023. 58

Figura 6-2 – Vista para o empreendimento Mina Ipê. **Fonte:** MMI, 2024. 58

Figura 6-3 – Principais estruturas da Mineração Morro do Ipê. 60

Figura 6-4 – Limites de propriedades da Morro do Ipê na área do Projeto Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4. 61

Figura 6-5 - Reserva legal. 63

Figura 6-6 – Direitos minerários da área. 64

Figura 6-7 – Configuração das PDER Fases 2, 3 e 4 e sump. 66

Figura 6-9 - Croqui de referência para as instalações do canteiro de obra. 68

Informação Pública

Figura 6-10 – Mão de obra direta e indireta prevista para o Projeto. **Fonte**: MMI, 2024. 70

Figura 6-11 – Limites sobre imagem de satélite da área na qual será implantada a Fase 2 da pilha de disposição de estéril e rejeito. 73

Figura 6-12 – Limites sobre imagem de satélite da área na qual será implantada a Fase 3 da pilha de disposição de estéril e rejeito. 74

Figura 6-13 - Limites sobre imagem de satélite da área na qual será implantada a Fase 4 da pilha de disposição de estéril e rejeito. 75

Figura 6-14 – Seção transversal representativa das pilhas, fases 2, 3 e 4 em planta. .76

Figura 6-15 – Perfil da seção transversal representativa das pilhas fases 2, 3 e 4.....76

Figura 6-16 – Condição final da descaracterização da Barragem B1-Auxiliar em planta. **Fonte:** 17123-E-BA-RL-03-GE r0 (TERRACOTA, 2023). 78

Figura 6-17 – Condição final da descaracterização da Barragem B1-Auxiliar em seção. **Fonte:** 17123-E-BA-RL-03-GE r0 (TERRACOTA, 2023). 79

Figura 6-18 - Condição final da descaracterização da Barragem B2 em planta. **Fonte:** 17123-E-BA-RL-03-GE r0 (TERRACOTA, 2023). 80

Figura 6-19 - Condição final da descaracterização da Barragem B2 em seção. **Fonte:** 17123-E-BA-RL-03-GE r0 (TERRACOTA, 2023). 81

Figura 6-20 – Drenos e áreas de recarga das pilhas, fases 2, 3 e 4. **Fonte:** Walm Engenharia, 2024..... 85

Figura 6-21 - Dimensionamento dos drenos de fundo. **Fonte:** Walm Engenharia, 2024. 86

Figura 6-22 – Características geométricas das seções dos drenos de fundo. **Fonte:** Walm Engenharia, 2024. 87

Figura 6-23 - Seções típicas dos drenos de fundo. **Fonte:** Walm Engenharia, 2024 87

Figura 6-24 – Gráfico da curva cota X área X volume do *sump* das pilhas, fases 2, 3 e 4. **Fonte:** Walm Engenharia, 2024. 88

Figura 6-25 – Síntese do dimensionamento hidráulico do sistema extravasor do *sump* das pilhas, fases 2, 3 e 4. **Fonte:** Walm Engenharia, 2024..... 89

Figura 6-26 – Sump planejado para o Projeto Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4. **Fonte:** Walm Engenharia, 2024. 89

Figura 6-27 – Localização e contexto de inserção do posto de combustível na MMI **Fonte:** Walm Engenharia, 2024. 102

Figura 8-1 - Mapa das Áreas de Estudo do Meio Físico. 166

Figura 8-2 - Mapa das Áreas de Estudo do Meio Biótico.....167

Figura 8-3 - Áreas de Estudo Local do Meio Socioeconômico e Cultural. 170

Figura 8-4 - Áreas de Estudo Regional do Meio Socioeconômico e Cultural. 171

Informação Pública

1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR, EMPREENDIMENTO E CONSULTORIA TÉCNICA

1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

A **Tabela 1-1** apresenta os dados do empreendedor.

Tabela 1-1- Identificação do Empreendedor.

ITEM	INFORMAÇÃO
Razão Social	Mineração Morro do Ipê S.A.
Nome Fantasia	Mineração Morro do Ipê
CNPJ	22.902.554/0001-17
Inscrição Estadual	002780755.00-31
Endereço completo da empresa	Rodovia Fernão Dias, BR381 km 463 - km: km 463 - Bairro/ Localidade: Zona rural. Brumadinho / MG. CEP: 35.460-000
Nome do responsável	Guilherme Raposo de Faria
Telefone / e-mail para contato	(31) 3614 1800 / guilherme.raposo@ipemineracao.com
Cadastro IBAMA	6776512

1.2 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A **Tabela 1-2** identifica formalmente o empreendimento.

Tabela 1-2 - Identificação do Empreendimento.

ITEM	INFORMAÇÃO
Razão Social	Mineração Morro do Ipê S.A.
Nome Fantasia	Masterplan de pilhas – fases 2, 3 e 4
CNPJ	22.902.554/0001-17
Inscrição Estadual	002780755.00-31
Endereço completo da empresa	Rodovia Fernão Dias, BR381 km 463 - km: km 463 - Bairro/ Localidade: Zona rural. Brumadinho / MG. CEP: 35.460-000

ITEM	INFORMAÇÃO
Nome do responsável	Guilherme Raposo de Faria
Telefone / e-mail para contato	(31) 3614 1800 / guilherme.raposo@ipemineracao.com
Cadastro IBAMA	6776512

1.3 IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA COORDENAÇÃO GERAL E TÉCNICA DOS ESTUDOS AMBIENTAIS

Os estudos ora apresentados foram desenvolvidos por profissionais multidisciplinares ligados a diversas empresas de consultoria ambiental, de projetos e de engenharia, sendo que a coordenação geral e técnica do projeto foi realizada pela empresa Ferreira Rocha Gestão de Projetos Sustentáveis (FR), sediada em Belo Horizonte. A **Tabela 1-3** identifica a empresa supracitada, bem como seu responsável técnico.

Tabela 1-3 - Identificação da Empresa Responsável pela Coordenação Geral e Técnica do Projeto.

ITEM	INFORMAÇÃO
Razão Social	Rocha Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda
Nome Fantasia	Ferreira Rocha Gestão de Projetos Sustentáveis
CNPJ	10.407.647/0001-96
Inscrição Estadual	Isenta
Inscrição Municipal	233.102.001-3
Endereço completo da empresa	Rua dos Inconfidentes, 911, sala 701 CEP 30.140-128 - Bairro Savassi - Belo Horizonte / MG
Nome do responsável	Delfim José Leite Rocha CREA/RJ: 03238
Telefone / e-mail para contato	(31) 3643-7033 / e-mail: delfim@ferreirarocha.com.br

1.4 IDENTIFICAÇÃO DA EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS AMBIENTAIS

A **Tabela 1-4** identifica equipe técnica responsável pela elaboração do presente EIA. As respectivas ARTs são apresentadas no **Anexo I**.

Tabela 1-4 - Identificação da equipe técnica responsável pela elaboração do presente EIA.

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	ATUAÇÃO	ÓRGÃO DE CLASSE
Geral			
Ronan Costa	Biólogo, MSc, Esp.	Coordenação Geral e Técnica	CRBio 37792/04-D
Rafael Cerqueira	Biólogo, MSc, Esp.	Coordenação Técnica	CRBio 76543/04-D
Gustavo Nogueira - Walm Engenharia	Engenheiro civil	Coordenador do estudo de Caracterização do Empreendimento e Alternativas Locacionais	CREA-MG 181619D
Meio Físico			
Joseane Biazini Mendes	Geografa, Msc.	Consolidação e revisão Meio Físico	CRA-MG 228477D
Victor Brandão	Geógrafo	Geoprocessamento	CREA-MG 406229
Felipe Talin Normando	Biólogo, MSc.	Qualidade das Águas / Levantamento de Nascentes	CRBio 57.255/04-D
Jucélio Bruzzi	Engenheiro Ambiental	Levantamento da Qualidade do Ar e Ruídos	CREA MG 200472/D
Meio Biótico			
Alex José de Almeida	Biólogo, MSc, Esp.	Coordenação Estratégica do Meio Biótico	CRBio 57.393/04-D
Rafael Cerqueira	Biólogo, MSc, Esp.	Apoio Técnico pelo Meio Biótico	CRBio 76.543/04-D
Bruna Campos	Bióloga, Msc.	Responsável Técnico pelo Meio Biótico	CRBio 123810/04-D
Meio Socioeconômico			

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	ATUAÇÃO	ÓRGÃO DE CLASSE
Erik Terra	Engenheiro Ambiental	Responsável Técnico pelo Meio Socioeconômico e Cultural	CREA-MG 142671/D
Ana Paula da Silva Paixão	Arquiteta e Urbanista, MSc, Esp.	Estudos do Patrimônio Cultural	CAU A63033-0

2 LOCALIZAÇÃO E ACESSO AO EMPREENDIMENTO

As Pilhas de Disposição de Rejeitos (PDRs), Pilhas de Disposição de Estéril (PDEs) e estruturas acessórias, voltada à adoção de otimizações operacionais nas Minas Ipê e Projeto Tico-Tico, de propriedade da Mineração Morro do Ipê (MMI) estão localizadas nos municípios de Igarapé, Brumadinho e São Joaquim de Bicas – MG

A principal via de acesso para a área é a BR-381, rodovia federal que interliga as capitais dos estados de Minas Gerais e São Paulo, sendo que o empreendimento em licenciamento se encontra localizado às margens da rodovia, em seu km 463.

Apesar da Mineração Morro do Ipê estar localizada em três municípios, o empreendimento objeto deste licenciado está totalmente inserido dentro dos limites de Igarapé.

A região onde está inserido o Complexo Minerário da MMI também conta com a presença de outras empresas de mineração e de projetos de grande porte, sendo a mineração e a siderurgia atividades já consolidadas nessas áreas. Assim, para melhor ilustrar e entender a localização do empreendimento, a figura a segui, apresenta sua localização em âmbito regional, bem como suas principais vias de acesso.

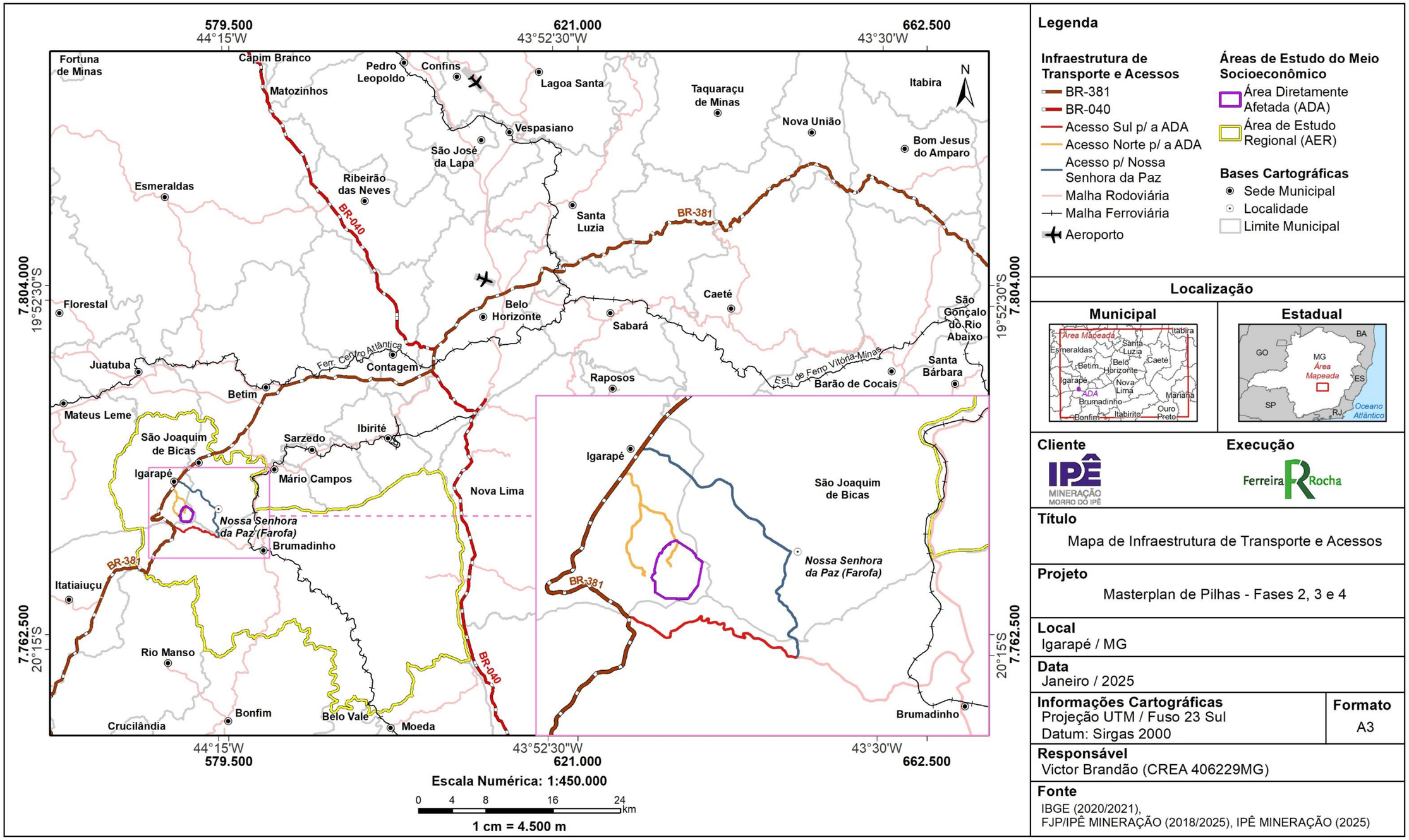


Figura 2-1 - Mapa de Infraestrutura viária de acesso ao projeto.

3 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

3.1 HISTÓRICO

A mineração na região da Serra Azul se iniciou a partir da década de 40 com a instalação de pequenas mineradoras. Entre os anos de 1980 e 2000, a região foi explorada pelas empresas AVG Mineração (AVG) e a Mineradora Minas Gerais (MINERMINAS) em três direitos minerários: DNPM nº 5.182/1958, DNPM nº 801.908/1968 e DNPM nº 805.374/1971.

Antes da propriedade da AVG e da Minerminas, a área coberta pela Licença de Mineração 801.908/1968 foi desenvolvida pela Santa Mariana Participações e Administração Ltda (Santa Mariana), que operava sob um contrato de arrendamento de 10 anos iniciado em 23 de maio de 1986. Em 1987, a Santa Mariana sublocou esta licença para a Mineração Serra das Farofas Ltda (CEFAR), antecessora da AVG.

Oito anos depois, a Santa Mariana cedeu seus direitos no contrato de locação à AVG por meio de "Contrato de Cessão de Direito de Locação", aprovado pelo DNPM em 19 de julho de 1996. Ao mesmo tempo, a CEFAR prorrogou o contrato de locação de 10 anos por um período de mais dois anos, até 2 de junho de 1998. Um novo contrato de arrendamento entre CEFAR e AVG foi iniciado em 19 de maio de 1998, e em 3 de maio de 2003, esse contrato de arrendamento foi prorrogado até 2021. A Minerminas iniciou as operações na área em 1º de julho de 2003, através de contrato de locação com a CEFAR, com aprovação da AVG. Este acordo atribuiu à Minerminas o direito de explorar a parte oeste da Licença de Mineração do DM 801.908/1968, cobrindo aproximadamente 57% da área.

A primeira obra da Licença Mineira 805.374/1971 foi conduzida pela Mineradora Rio Bravo Ltda, sob contrato de arrendamento de 10 anos com a CEFAR. Este contrato foi iniciado em 4 de junho de 1986 e tinha opção de prorrogação do prazo por mais 10 anos. Em 1998, a CEFAR assinou um contrato de arrendamento de 5 anos com a Mineração Serra das Farofas Ltda, que foi iniciado em 11 de dezembro de 1998 e concluído em 23 de junho de 1999. A Minerminas iniciou as atividades de mineração nesta licença em março de 1999 sob um contrato de arrendamento anual, que ainda está em vigor. A Minerminas foi incorporada à AVG em 2010. O arrendamento da Licença Mineira 005.182/1958 foi cedido à AVG em 24 de outubro de 2010.

A AVG e a Minerminas tiveram suas operações fundidas nas áreas compreendidas pelos três processos minerários anteriormente citados. Em 1º de janeiro de 2011, a MMX Mineração e Metálicos S.A (MMX) incorporou a AVG e tornou-se a única arrendatária dos direitos minerários das três concessões (249/2012 Mining Group, aprovado pelo DNPM em 2012). Em 2013, a MMX implementou um programa de exploração e desenvolvimento das cavas Ipê e Tico-Tico, incluindo perfuração, mapeamento, amostragem, estimativa de recursos, otimização de cavas, planejamento de minas e avaliação de processos.

Em 2014 as atividades da MMX Minerações foram paralisadas ocasionando na dispensa da quase totalidade do contingente de funcionários, mantendo apenas atividades voltadas a segurança e manutenção geral da propriedade.

A Mineração Morro do Ipê (MMI) foi fundada em outubro de 2016 por meio de um acordo entre acordo entre as empresas Trafigura/Mubadala e MMX. Em abril de 2017, foi publicado no Diário Oficial da União a autorização para averbação dos direitos minerários pela Mineração Morro do Ipê. Além disso, em maio de 2017 foram concluídas as transferências dos processos de licenciamento ambiental da MMX para a Mineração Morro do Ipê S.A, conforme **Tabela 3-1**, a seguir.

Em reunião em 25/08/2019, foi acordado entre os representantes da Morro do Ipê e a SUPRAM-CM que os processos de revalidação PA/COPAM REVLO nº 37478/2016/021/2017, PA/COPAM REVLO nº 37478/2016/023/2017, PA/COPAM REVLO nº 37478/2016/024/2017, PA/COPAM REVLO nº 37478/2016/025/2017, PA/COPAM REVLO nº 37478/2016/026/2017, PA/COPAM REVLO nº 37478/2016/027/2017, seriam unificados no processo PA/COPAM nº 37478/2016/022/2017 (SEI 1500.01.0015499/2021-3), de forma a otimizar a análise dos processos de revalidação das licenças de operação, que ainda está pendente de análise técnica pelo órgão ambiental.

Ainda em 2017 houve o início da operação com o processamento de estoques de minério existentes na Mina do Ipê e foi protocolado o novo processo de licenciamento ambiental da Mina Tico-Tico - 6 MTPA, tendo sua licença de instalação emitida em 2020 e a licença de operação emitida em 2023.

Atualmente, a Mineração Morro do Ipê é arrendatária dos Direitos Minerários nºs: 5.182/1958, 801.908/1968 e 805.374/1971, agrupados pelo Grupamento Mineiro nº 931.798/2011, cujo titular é a Cia de Mineração Serra da Farofa, conforme publicação do DOU de 25/04/2017.

Tabela 3-1 - Licenças ambientais adquiridas quando da constituição da MMI

LICENÇA	TITULAR	PA/COPAM	PA/COPAM REVLO	TRANSFERIDO MMI / NOVO PROCESSO ADMINISTRATIVO	TRANSFERIDO MMI / NOVO PROCESSO PA/COPAM REVLO
LO 183, válida até 20/10/2012	AVG Mineração S/A	00886/2003/011/2007	886/2003/026/2012, protocolo em 20/07/2012, realizado pela MMX	37478/2016/003/2017	37478/2016/021/2017
LO 214, válida até 21/09/2015	MINERMINAS Mineradora Minas Gerais LTDA	00049/1984/016/2008	49/1984/031/2015, protocolo em 20/05/2015, realizado pela MMX	37478/2016/016/2017	37478/2016/023/2017
LO 226, válida até 09/12/2012	MINERMINAS Mineradora Minas Gerais LTDA	00049/1984/015/2008	49/1984/024/2012, protocolo em 22/08/2012, realizado pela MMX	37478/2016/014/2017	37478/2016/026/2017
LO 185, válida até 20/10/2012	MINERMINAS Mineradora Minas Gerais LTDA	02194/2004/007/2005	2194/2004/012/2012, protocolo em 20/07/2012, realizado pela MMX	37478/2016/009/2017	37478/2016/027/2017
LO 046, válida até 29/03/2016	AVG Mineração S/A	02194/2004/009/2009	2194/2004/016/2015, protocolo em 17/11/2015, realizado pela MMX	37478/2016/012/2017	37478/2016/024/2017
LO 295, válida até 29/11/2014	AVG Mineração S/A	00886/2003/016/2010	886/2003/034/2014, protocolo em 28/07/2014, realizado pela MMX	37478/2016/017/2017	37478/2016/025/2017
LO 773, válida até 09/12/2012	AVG Mineração S/A	00886/2003/006/2004	886/2003/021/2011, protocolo em 25/07/2011, realizado pela MMX	37478/2016/008/2017	37478/2016/022/2017

LICENÇA	TITULAR	PA/COPAM	PA/COPAM REVLO	TRANSFERIDO MMI / NOVO PROCESSO ADMINISTRATIVO	TRANSFERIDO MMI / NOVO PROCESSO PA/COPAM REVLO
LO 314, válida até 25/10/2011	AVG Mineração S/A	00886/2003/012/2007		37478/2016/010/2017	
LO 069, válida até 22/04/2013	AVG Mineração S/A	00886/2003/015/2008		37478/2016/004/2017	

3.2 RETOMADA DAS OPERAÇÕES

A retomada das operações se iniciou no ano de 2017 dentro de áreas já licenciadas. Em 14/02/2017 o empreendedor enviou à SUPPRI a Carta_Ext_009/2017, número SIGED 00039547 1501 2017, protocolo SIAM 0303297/2017, solicitando autorização para realização de testes industriais para operação da Unidade de Tratamento de Minério (UTM) da Mina Ipê para realizar a explotação de pilhas de finos de minério da mina Ipê. A manutenção preventiva e corretiva das estruturas existentes era realizada sistematicamente, de forma a manter essas estruturas em condições de operação.

Com os resultados obtidos após os testes industriais a empresa iniciou o processamento do minério de ferro (lavra) disposto nas pilhas de finos de minério, Pilha C e Pilha D, bem como o beneficiamento a úmido do minério na UTM Ipê. Nesta usina de beneficiamento, os produtos gerados são o granulado, *sinter feed* e o concentrado de minério, com uma produção de 1,9 milhões de toneladas prevista naquele ano. Esta atividade já se encontrava licenciada naquele momento por meio das LO nº 214/2008 e 226/2008, que se encontram atualmente em revalidação no PA COPAM 37478/2016/022/2017.

Além disso, dentre os ativos adquiridos pela Morro do Ipê, estão três barragens (Barragens B1 Ipê – Mina Ipê, B1 Auxiliar– Mina Tico Tico e B2 – Mina Tico Tico), outrora regularizadas nas LOs 214, 183 e 295. A última operação de disposição de rejeitos em barragens ocorreu na Barragem 1-Auxiliar, até janeiro de 2019, e que não há nos planos da Mineração Morro do Ipê o retorno desta atividade de disposição de rejeitos em barragens, tendo excluído, portanto, do processo (PA/COPAM nº 37478/2016/022/2017) a revalidação da atividade “A-05-03-7 - Barragem de contenção de resíduos ou rejeitos da mineração”.

Ressalta-se que, após instalação do sistema e filtragem de rejeitos, em 2019, a empresa não planeja mais desenvolver/operar a atividade de barragem de rejeitos para atender a demanda operacional.

Vale ressaltar que, em 2022, após a instalação do sistema de filtragem de rejeitos no empreendimento, a Mineração Morro do Ipê cessou o uso da Barragem B1 para atender às demandas operacionais. Em decorrência disso, atualmente, as barragens estão desativadas e encontram-se em processo de descaracterização.

3.3 PROJETO MORRO DO IPÊ 6 MTPA

Para viabilizar a expansão do Projeto Morro do Ipê 6 MTPA, no âmbito da retomada das operações das Minas Ipê e Tico-Tico foram realizadas adequações nas estruturas operacionais e administrativas já instaladas. As reservas minerárias conjuntas das concessões da Mineração Morro do Ipê totalizam 114 milhões de toneladas. Deste total, 91 milhões de toneladas correspondem ao minério lavrável. Na atual planta de beneficiamento Ipê, a capacidade total instalada para a produção do ROM (run of mine) é de até 4 Mt/ano, com o rendimento na lavra de 95%. A relação estéril/minério (E/M) é de 0,71/1,00.

Com a expansão da lavra e o aumento da produção, a projeção feita pelo empreendedor é de uma ampliação de produção para os próximos anos de 9,2 Mt de ROM. A produção líquida média inicial será de 6 MTPA em base seca. Ao final da operação a produção líquida média passará a ser de, aproximadamente, 6 MTPA de *pellet feed*, correspondendo a uma vida útil de 11 anos. A implementação do novo processo operacional (moagem e por flotação, filtragem de *pellet feed* e rejeitos e disposição do rejeito em pilhas) previstas no Projeto Morro do Ipê 6 MTPA resultarão em uma melhoria do processamento mineral, incrementando a recuperação mássica de 58% para 61%.

A Licença Prévia e Licença de Instalação (LI+LP) nº 004/2020 para o Projeto Morro do Ipê 6 MTPA foi concedida em 2020, com validade até 2026, considerando as seguintes atividades:

a) Construção de novas edificações de apoio administrativo e operacional;
b) Implantação de uma nova unidade de tratamento de minério de ferro na área da Mina Tico-Tico – UTM Tico-Tico;
c) Implantação do processo de filtragem de rejeitos, visando reduzir o volume de rejeitos a serem dispostos nas barragens existentes;
d) Realocação da linha de distribuição de energia;
e) Expansão da cava Tico-Tico (Minas Tico-Tico e Ipê);
f) Ampliação do sistema de disposição de estéril – Pilha de Disposição de Estéril – PDE Grota das Cobras;
g) Implantação de uma derivação na adutora de água existente;
h) Adequação do posto de abastecimento de combustível na Mina Tico-Tico;
i) Adequação no sistema viário interno;
j) Desmobilização da UTM Ipê.

3.4 IMPLANTAÇÃO DO PROCESSO DE FILTRAGEM DE REJEITOS

O sistema de filtragem dos rejeitos finos antigo é composto por 2 (dois) filtros prensa de placas verticais e já atendia às operações da Mina Ipê. Para os rejeitos gerados na nova usina da Mina Tico-Tico, foi implantada nova planta de filtragem de rejeitos, composta por 3 filtros prensa de placas verticais. O rejeito adensado, proveniente do espessamento, é estocado no tanque de homogeneização, dotado de agitador de polpa. Em seguida, a polpa é distribuída para os filtros de disco à vácuo. A torta é descarregada em correias transportadoras e empilhadas. Desta pilha o rejeito é carregado em caminhões e é transportado para a disposição, atualmente, em cavas devidamente licenciadas para este fim (LAS-RAS 002/2023 mina Tico-Tico), e no futuro em pilha de rejeito e estéril na fase 1, que, atualmente, se encontra em processo para obtenção da licença de Operação e posteriormente nas pilhas fase 2, 3 e 4. A água recuperada do processo segue para reutilização na planta industrial.

3.5 PILHA GROTA DAS COBRAS E PDER FASE 1

A Pilha Grota das Cobras, no passado, recebia estéril, minério de baixo teor e, depois rejeito filtrado. A disposição dos rejeitos filtrados na pilha ocorria de forma aleatória,

ocupando prioritariamente as faces da estrutura e era descartada preferencialmente na ponta do aterro. Em alguns casos, os rejeitos eram depositados em áreas específicas da pilha que possuem bermas com largura suficiente para sua disposição.

Em 13/12/2022, a Agência Nacional de Mineração – ANM lavrou o Auto de Interdição 61/2022/GER-MG/DIFIL-MG, determinando a interdição e suspensão de imediato das atividades de disposição de estéreis e rejeitos na pilha Grota das Cobras, tendo em vista fator de segurança abaixo do recomendado pela norma.

Para atender às determinações da ANM e sanar definitivamente as questões que envolvem a Pilha Grota das Cobras, a Mineração Morro do Ipê optou pela remoção da pilha concomitantemente ao reaproveitamento do material disposto na mesma, mediante seu reprocessamento na UTM da Mina Tico-Tico Está em fase de licenciamento, por meio de processo de LAS-RAS formalizado no órgão ambiental.

Destaca-se que tal interdição refere-se estritamente à atividade de disposição de estéril e rejeito na atual estrutura, não havendo qualquer relação com a sua remoção que está livre de qualquer impedimento por parte da ANM.

Como consequência da lavra da pilha atual, haverá o aumento do volume disponível para a formação da futura fase 1 da pilha de estéril e rejeito (PDER) Grota das Cobras – Mina Tico-Tico, em fase de Licença de Operação. A referida fase 1 irá se sobrepor, parcialmente, à pilha Grota das Cobras.

Considerando que a LO da Pilha Grota das Cobras – Fase 1 ainda não foi obtida, a disposição do rejeito/estéril vem sendo feita temporariamente em áreas dentro da cava (LAS-RAS 002/2023), sendo que o material é transportado até esses locais por meio de caminhões, que trafegam apenas em estradas internas da Mineração Morro do Ipê. Trata-se de material inerte, formado por estéril e rejeito filtrado, que podem ser depositados conjuntamente. As obras de implantação da infraestrutura da Fase 1 estão em andamento e a previsão para início das operações é no início do ano de 2025 e sua vida útil está estimada em aproximadamente dois anos, até o final do ano de 2026.

3.6 DESATIVAÇÃO DE ESTRUTURAS

Atualmente, as barragens B1 Auxiliar e B2, ambas na Mina Tico-Tico, e a Barragem B1 Ipê, na Mina Ipê, estão desativadas, ou seja, não são mais utilizadas para receber rejeitos gerados no processo de tratamento do minério.

Assim, elas serão descaracterizadas, conforme projetos e cronogramas ajustados junto aos órgãos competentes no âmbito estadual e federal. Estas estruturas são enquadradas nas Deliberações Normativas (DNs) COPAM nº 62, de 17 de dezembro de 2002; nº 87, de 17 de junho de 2005; e nº 124, de 09 de outubro de 2008; e na Lei Ordinária do Estado de Minas Gerais n.º 23.291, de 25 de fevereiro de 2019.

A barragem B2 já teve suas obras de remoção iniciadas em 2024. A barragem B1-Auxiliar e B1 Ipê têm previsão de início de sua descaracterização no ano de 2025.

A Pilha Grota das Cobras também será descaracterizada, com previsão para início de 2025.

Ressalta-se que as pilhas, fases 2, 3 e 4 estão previstas para serem instaladas sobrepostas à barragem B1-Auxiliar, à barragem, B2 e em parte da PDE Grota das Cobras.

3.7 LICENÇAS AMBIENTAIS E OUTORGAS DE USO DAS ÁGUAS

As licenças ambientais das estruturas necessárias à retomada das atividades operacionais estão válidas, com solicitações de renovação apresentadas dentro do prazo estabelecido (120 dias antes do vencimento) em andamento.

Em reunião em 25/08/2019, realizada entre os representantes da Morro do Ipê e a SUPRAM-CM, restou definido que os processos de revalidação PA/COPAM REVLO nº 37478/2016/021/2017, PA/COPAM REVLO nº 37478/2016/023/2017, PA/COPAM REVLO nº 37478/2016/024/2017, PA/COPAM REVLO nº 37478/2016/025/2017, PA/COPAM REVLO nº 37478/2016/026/2017, PA/COPAM REVLO nº 37478/2016/027/2017, seriam unificados no processo PA/COPAM nº 37478/2016/022/2017 (SEI 1500.01.0015499/2021-3), de forma a otimizar a análise dos processos de revalidação das licenças de operação, que ainda está pendente de análise técnica pelo órgão ambiental.

A **Tabela 3-2** apresenta listagem das licenças ambientais e a **Tabela 3-3** apresenta a listagem das outorgas da Mineração Morro do Ipê.

Tabela 3-2 – Licenças ambientais da Mineração Morro do Ipê

MINA	Nº DA LICENÇA AMBIENTAL	Nº DO PROCESSO	ATIVIDADE LICENCIADA	VALIDADE	STATUS
Ipê	LO 226/ 08	37478/2016/ 014/2017	Licença de Operação – Unidade de Tratamento de Minério	09/12/2012	Processo de Renovação (37478/2016/ 026/2017)
Ipê	REV-LO 214 /09	37478/2016/ 016/2017	Revalidação Licença Operacional - lavra céu aberto, tratamento de minério úmido	21/09/2015	Processo de Renovação (37478/2016/ 023/2017)
Tico-Tico	LO 046/ 10	37478/2016/ 012/2017	Licença de operação - atividade de mineração -minério de ferro - Cava Sudoeste	29/03/2016	Processo de Renovação (37478/2016/ 024/2017)
Tico-Tico	REV-LO 185/08	37478/2016/ 009/2017	Licença de operação - Mineração a céu aberto sem tratamento ou com tratamento a seco	20/10/2012	Processo de Renovação (37478/2016/ 027/2017)
Tico-Tico	LO 773/ 12	7478/2016/0 08/2017	Licença de Operação – Modificação da UTM – Mina das Farofas	09/12/2004	Processo de Renovação (37478/2016/ 022/2017)
Tico-Tico	LO 314/ 11	37478/2016/ 010/2017	Licença operacional - Expansão de mineração e modificação de UTM	25/10/2011	Processo de Renovação (37478/2016/ 022/2017)
Tico-Tico	LO 069/ 09	37478/2016/ 004/2017	Licença de operação – Expansão da produção de minério de ferro – Mina Farofa	22/04/2013	Processo de Renovação (37478/2016/ 022/2017)
Tico-Tico	REV-LO 295/10	37478/2016/ 017/2017	Revalidação da Licença de Operação nº 279 – mineração céu aberto c/ processamento via úmida, beneficiamento minério de ferro e instalação de armazenamento de rejeitos TSF.	29/11/2014	Processo de Renovação (37478/2016/ 025/2017)

MINA	Nº DA LICENÇA AMBIENTAL	Nº DO PROCESSO	ATIVIDADE LICENCIADA	VALIDADE	STATUS
-	LP+LI 004/20	37478/2016/ 031/2018	Projeto Morro do Ipê 6 MTPA	10/03/2026	Válida
Tico-Tico	LO 3678/2023	-	Lavra a céu aberto e UTM com tratamento a úmido de minério de ferro.	-	Válida
Tico-Tico	LAS-RAS 002/2023	-	Disposição de Rejeito em cava da mina, postos de combustível e reaproveitamento do material disposto na Barragem B2. Reaproveitamento de ativos minerais alienados em TSF. Disposição de rejeitos em cava de mina, Posto de combustível Ipê 45 m^3, B2 TSF Mineração.	-	Válida

Tabela 3-3 – Outorgas existentes da Mineração Morro do Ipê.

OUTORGA	LOCAL	STATUS	VAZÃO (M3/H)
Portaria nº1303650/2022	Rio Paraopeba	Vigente	600,0
Portaria nº 0302547/2022	Poço 3	Vigente	17,5
Portaria nº 0302553/2022	Poço 5	Vigente	52,8
Portaria nº35029/2024	Poço 2	Vigente	60,0

No ano de 2020, a MMI obteve a Licença Prévia e de Instalação (LP+LI) nº 004/2020, para o Projeto Morro do Ipê 6 MTPA. Esta licença permitiu a instalação das seguintes estruturas/atividades listadas abaixo:

a) A-02-03-8 Lavra a céu aberto – Minério de Ferro;
b) A-05-02-0 Unidade de Tratamento de Minerais – UTM, com tratamento a úmido;
c) A-05-04-5 Pilhas de rejeito / estéril;
d) E-03-04-2 Estação de tratamento de água para abastecimento;
e) E-03-06-9 Estação de tratamento de esgoto sanitário;
f) F-06-01-7 Postos revendedores, postos ou pontos de abastecimento, instalação de sistemas retalhistas, postos flutuantes de combustíveis e postos revendedores de combustíveis de aviação.

Posteriormente, em setembro de 2023, foi emitida a Licença de Operação LO nº 3678/2023, que autorizou a operação das seguintes atividades:

a) A-02-03-8 Lavra a céu aberto – Minério de Ferro;
b) A-05-02-0 Unidade de Tratamento de Minerais – UTM, com tratamento a úmido.

As demais atividades não foram objeto de tal Licença de Operação, pois, naquele momento, não se encontravam instaladas.

Assim, além das operações de beneficiamento de minério na Mina Ipê, que já ocorriam, a MMI iniciou as operações da nova usina de beneficiamento da Mina Tico-Tico, através do material extraído da lavra em área autorizada pela mesma LO.

Uma das atividades licenciadas pela LP + LI 004/2020 para disposição de rejeito/estéril é a Pilha Grota das Cobras – Fase 1. Entretanto, a necessidade de adequações no projeto específico da pilha fez com que a mesma não fosse incluída no processo de LO do Projeto Tico-Tico 6 MTPA, formalizado em 2022, que originou a LO 3678/2023. Desta forma, a implantação da referida pilha sofreu um atraso em relação ao restante do Projeto e, assim, as obras foram retomadas no ano de 2024, quando então foi requerida a LO específica para a Pilha Grota das Cobras – Fase 1, que se encontram em análise junto ao órgão ambiental.

Dessa forma, a Morro do Ipê, com o propósito de viabilizar áreas para disposição de rejeito/estéril, até que a Pilha Grota das Cobras – Fase 1 esteja apta a operar, desenvolveu o projeto intitulado “Plano Geral de Opções para Disposição Temporária de Rejeito/Estéril em Áreas de Cava”, o qual foi objeto de licenciamento ambiental simplificado, originando a LAS-RAS 002/2023.

Salienta-se que essa atividade é desenvolvida no contexto e concomitantemente à operação do Projeto Morro do Ipê 6 MTPA, até que seja iniciada a operação da Pilha Grota das Cobras – Fase 1, cujo processo de LO, como mencionado, encontra-se formalizado no órgão ambiental.

Entretanto, considerando a nova cava para a lavra de itabirito friável (recuperação mássica de 59% a 60%) e semi-compacto (recuperação mássica de 48% a 49%), com vida útil até 2034, a MMI prevê a necessidade de disposição futura de estéreis e rejeitos em novas pilhas, fase 2, 3 e 4 as quais são abordadas neste documento.

4 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA DO EMPREENDIMENTO

Atualmente, a MMI está realizando diversos estudos voltados ao aprimoramento e otimização de sua operação no seu complexo minerário, sendo que o presente empreendimento se insere nesse contexto, em cumprimento à legislação vigente, especialmente a Lei Estadual nº 23.291/2019 e a Resolução ANM nº 13/2019, ambas relacionadas à descaracterização de barragens de rejeitos.

Trata-se, portanto, de um projeto que visa regularizar a operação minerária, nos moldes da recente legislação, que direciona formas de disposição mais seguras do rejeito proveniente das atividades de beneficiamento, reduzindo os riscos associados a processos de armazenamento a úmido de rejeitos. Além disso, busca-se com a implantação das PDEs o aumento dos locais necessários para a disposição de estéril gerado nas extrações já licenciadas nas Minas Ipê e no Projeto Tico-Tico,

Assim, a implantação das novas estruturas para disposição dos rejeitos e estéril que compõem o presente projeto tem por objetivo a continuidade a longo prazo das operações minerárias, atendendo aos novos critérios legais, bem como as melhores práticas da atividade de disposição de rejeitos e estéreo, subprodutos intrínsecos ao empreendimento minerário.

É importante frisar que, em relação às alternativas tecnológicas, conforme será apresentado adiante, a codisposição PDE/PDR foi indicada como aquela mais eficiente para a viabilidade do empreendimento, sendo que essa concepção que vem sendo adotada em diversos empreendimentos minerários em Minas Gerais e no Brasil, oferecendo melhor custo-benefício e segurança operacional a médio prazo ao sistema.

Aliado ao exposto acima, tem-se o fato de o empreendimento estar inserido no entorno imediato do Complexo Minerário da MMI, não havendo em seu entorno imediato comunidades diretamente afetadas pelo projeto, não necessitando, ainda, de relocação de propriedades, famílias ou comunidades para a implantação do empreendimento em tela. Estes últimos se materializam como pontos importantes na avaliação da viabilidade socioambiental do empreendimento.

5 ESTUDO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS, LOCACIONAIS E SOCIOAMBIENTAIS

As alternativas locacionais e tecnológicas para o Projeto Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4 de disposição compartilhada de estéril e rejeito filtrado de foi elaborado considerando as premissas básicas:

a) Promover o menor impacto sobre o meio ambiente e as comunidades de entrono, nas temáticas do meio físico, biótico e socioeconômico;
b) Evitar interferências em áreas com alguma restrição ou sensibilidade ambiental;
c) Utilizar as estruturas operacionais e administrativas já existentes no âmbito da Mineração Morro do Ipê;
d) Garantir a segurança operacional e continuidade da operação da atividade mineral.

A análise das alternativas foi realizada considerando a melhor opção locacional e tecnológica.

5.1 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

Para a avaliação das alternativas locacionais das pilhas de disposição de estéril e rejeito filtrado foram consideradas quatro alternativas de projeto conceitual (**Figura 5-1**), propostas pela Walm Engenharia (2024).

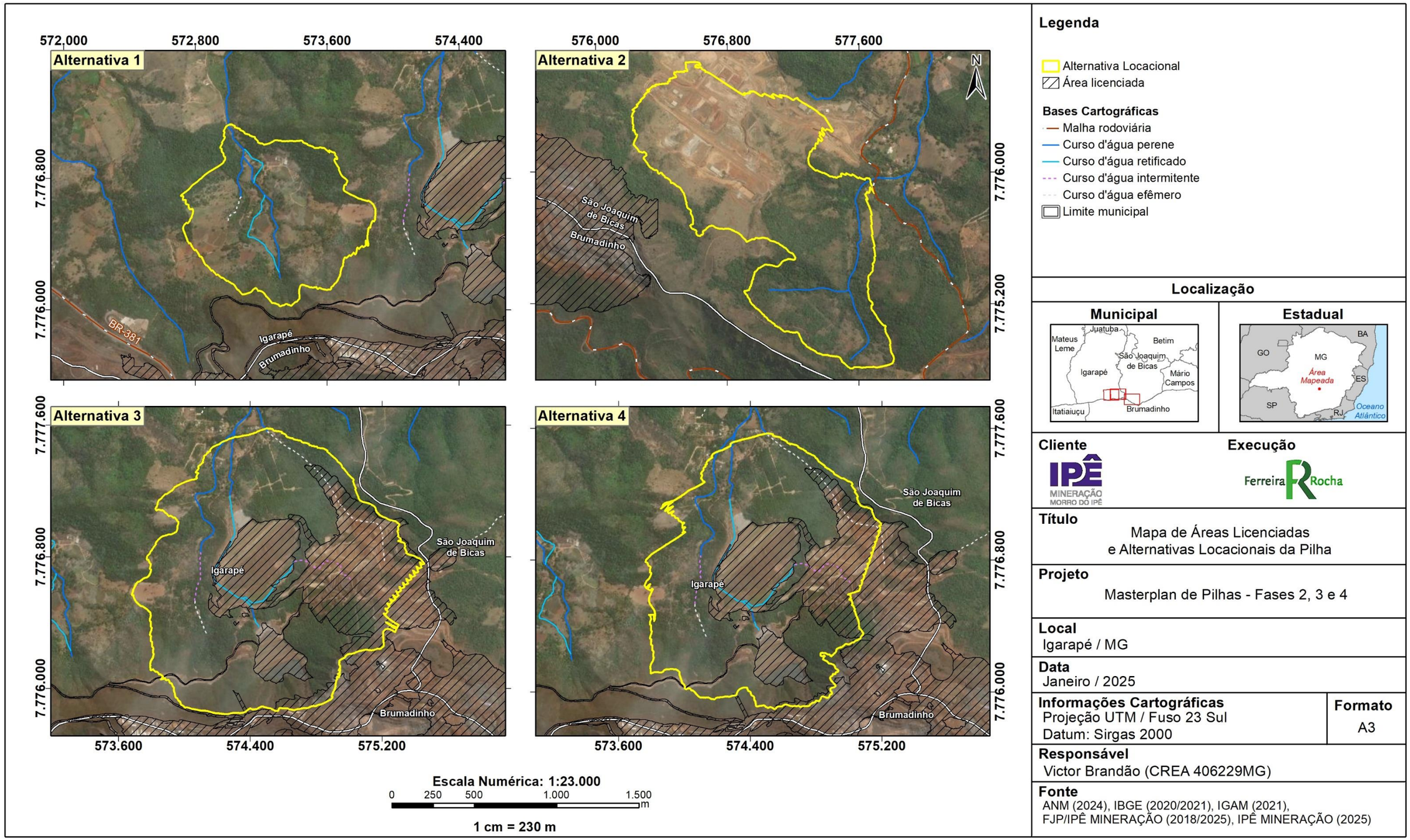


Figura 5-1 – As quatro alternativas locacionais para o Projeto Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4.

As quatro alternativas locacionais foram avaliadas em relação aos seguintes parâmetros:

a) Características da estrutura;
b) Interferência em Áreas de Preservação Permanente (APP);
c) Quantitativo de vegetação suprimida;
d) Interferência em Reserva Legal (RL);
e) Interferência em Unidade de Conservação (UC) e sua Zona de Amortecimento ou Área de Proteção Especial;
f) Potencial espeleológico e cavidades cadastradas na base de dados CECAV/ICMBio, além de sua área de influência inicial (250 metros) e base de dados da Mineração Morro do Ipê, a partir de mapeamento espeleológico efetivado em processos de licenciamento pretéritos.
g) Distância de comunidades (bairros, vilas etc.) do entono;
h) Distância de comunidades tradicionais, quilombolas e terras indígenas;
i) Interferência em sítios arqueológicos e bens culturais;
j) Interferência em corpos hídricos naturais e nascentes, conforme base de dados FBDS/IDE-Sisema;
k) Propriedades de terceiros interceptadas;
l) Distância linear da área de origem de material a ser depositado, considerando cava e planta de filtragem;
m) Interferência em áreas já ocupadas e licenciadas para a mineração.

A análise da melhor alternativa foi realizada por meio de matriz multicritério, a qual permite a avaliação de várias alternativas para um problema que tem múltiplos parâmetros ou critérios, sendo alguns conflitantes entre si. Foram atribuídos pesos que variam entre 1 e 3 e notas que variam entre 1 e 4, para cada parâmetro conforme **Tabela 5-1** e **Tabela 5-2**. Foi calculada a média ponderada para cada alternativa (nota ambiental). O maior valor indicou a melhor alternativa.

Tabela 5-1 – Peso atribuído ao parâmetro analisado.

PESO	CRITÉRIO DO PARÂMETRO	AVALIAÇÃO
1	Características da estrutura e distância linear da área de origem de material a ser depositado (cava e planta de filtragem)	Parâmetros que podem ser alterados sem geração de impacto direto ou que possuem menor relevância para a qualidade ambiental da área do projeto.
2	Reserva legal e propriedades de terceiros interceptadas	Parâmetros que dependem de tratativas com terceiros com potencial de conflito de interesses ou que possuem média relevância para a qualidade ambiental da área do projeto.
3	Áreas já ocupada pela mineração; Áreas de Preservação Permanente (APP); vegetação suprimida; unidade de conservação (UC) e sua zona de amortecimento ou área de proteção especial (APE); potencial espeleológico, cavidades e sua área de influência inicial (250 m); interferências em corpos hídricos naturais e nascentes; proximidade de	Parâmetros que representam restrições ou sensibilidade ambientais e que podem causar impactos diretos no meio ambiente e na qualidade de vida da população do entorno e das comunidades tradicionais, quilombolas e indígenas ou que possuem alta relevância para a qualidade ambiental da área do projeto.

	comunidades do entorno; comunidades tradicionais, quilombolas e terras indígenas; sítios arqueológicos e bens culturais	

Tabela 5-2 – Nota de classificação da alternativa em relação ao parâmetro analisado.

NOTA	CLASSIFICAÇÃO DA ALTERNATIVA EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO ANALISADO
1	Alternativa de maior interferência conforme parâmetro analisado, portanto, menos favorável
2	Segunda alternativa de maior interferência conforme parâmetro analisado
3	Segunda alternativa de menor interferência conforme parâmetro analisado
4	Alternativa de menor interferência conforme parâmetro analisado, portanto, mais favorável

Em relação às características das pilhas, alternativas com menor área recebem notas mais altas, pois minimizam a área impactada. Entretanto, é importante equilibrar a área interferida com a melhor capacidade volumétrica e outros parâmetros da engenharia da estrutura, objetivando o melhor desenho, com a maior segurança estrutural.

Em relação a distância linear da área de origem de material a ser depositado, distâncias mais curtas são preferíveis pois reduzem emissões de gases do efeito estufa, de material particulado, de ruído e vibrações e proporcionam menor consumo de combustível, e minimização do desgaste de infraestruturas e riscos associados. Foram consideradas como áreas de origem a cava Tico-Tico e a planta de filtragem.

No caso de alternativas com interferência em reserva legal (RL) e interceptação de propriedades de terceiros, deve privilegiar alternativas que possuem menor área coincidente com esses parâmetros, já que elas podem gerar longos processos de negociação, envolver desapropriações, onerar o projeto e impactar em potenciais atividades econômicas desenvolvidas pelos terceiros.

A alternativa que possui maior área coincidente com áreas já ocupadas e licenciadas pela mineração é preferível, já que minimizam a necessidade de alterar ou intervir em habitats naturais ou com outro uso.

A alternativa que promova a menor interferência em áreas de preservação permanente (APP), em unidades de conservação e sua zona de amortecimento ou em área de proteção especial (APE), além de interferência em corpos hídricos e nascentes são preferíveis, pois minimizam os impactos nessas áreas. Neste caso, utilizou-se informações levantadas em campo e dados do IDE-Sisema.

A alternativa que apresentar a menor área de supressão de vegetação é preferível, pois representa menor impacto na flora e fauna, minimizando a perda de indivíduos arbóreos e arbustivos. Ressalta-se que a supressão vegetal foi avaliada em relação ao

mapeamento de uso do solo efetivado em 2022/2023 para a composição do diagnóstico ambiental.

Áreas com potencial espeleológico elevado são mais propícias a apresentarem cavernas e feições cársticas, portanto, a opção com menor áreas sobrepondo as classes mais baixas de potenciais espeleológicos recebem notas mais altas. Do mesmo modo, alternativas que evitem impactos em cavidade e sua área de influência inicial (entorno de 250 metros) são favorecidas e recebem notas mais altas. Os dados foram analisados a partir da base de dados CECAV/ICMBIO e IDE-Sisema. Somam-se a eles, a base de dados da Mineração Morro do Ipê, em que apresentam as cavidades autorizadas para supressão e as cavidades e áreas de influência de conservação, sendo preferível a alternativa sem interferência nas áreas de conservação.

Comunidades tradicionais, quilombolas e terras indígenas são áreas protegidas e, portanto, alternativas mais distantes dessas comunidades são preferíveis e recebem nota mais alta por minimizarem possíveis impactos que possam ocorrer nestas comunidades.

Intervenções em áreas próximas a comunidades (bairros, vilas etc.) podem causar incômodos na população residente em função de emissão de poluentes e impactos na disponibilidade de recursos, portanto, alternativas mais distantes dessas comunidades são preferíveis.

A interferência em sítios arqueológicos ou bens culturais podem resultar na perda irreversível de informações valiosas, portanto, alternativas que mais distantes e que minimizem impactos em sítios arqueológicos e bens culturais são preferíveis. Considerou-se dados públicos e levantamentos de campo

Objetivando melhor visualização da informação, cada alternativa foi plotada em mapa com o parâmetro avaliado, conforme a **Figura 5-2** até a **Figura 5-15**.

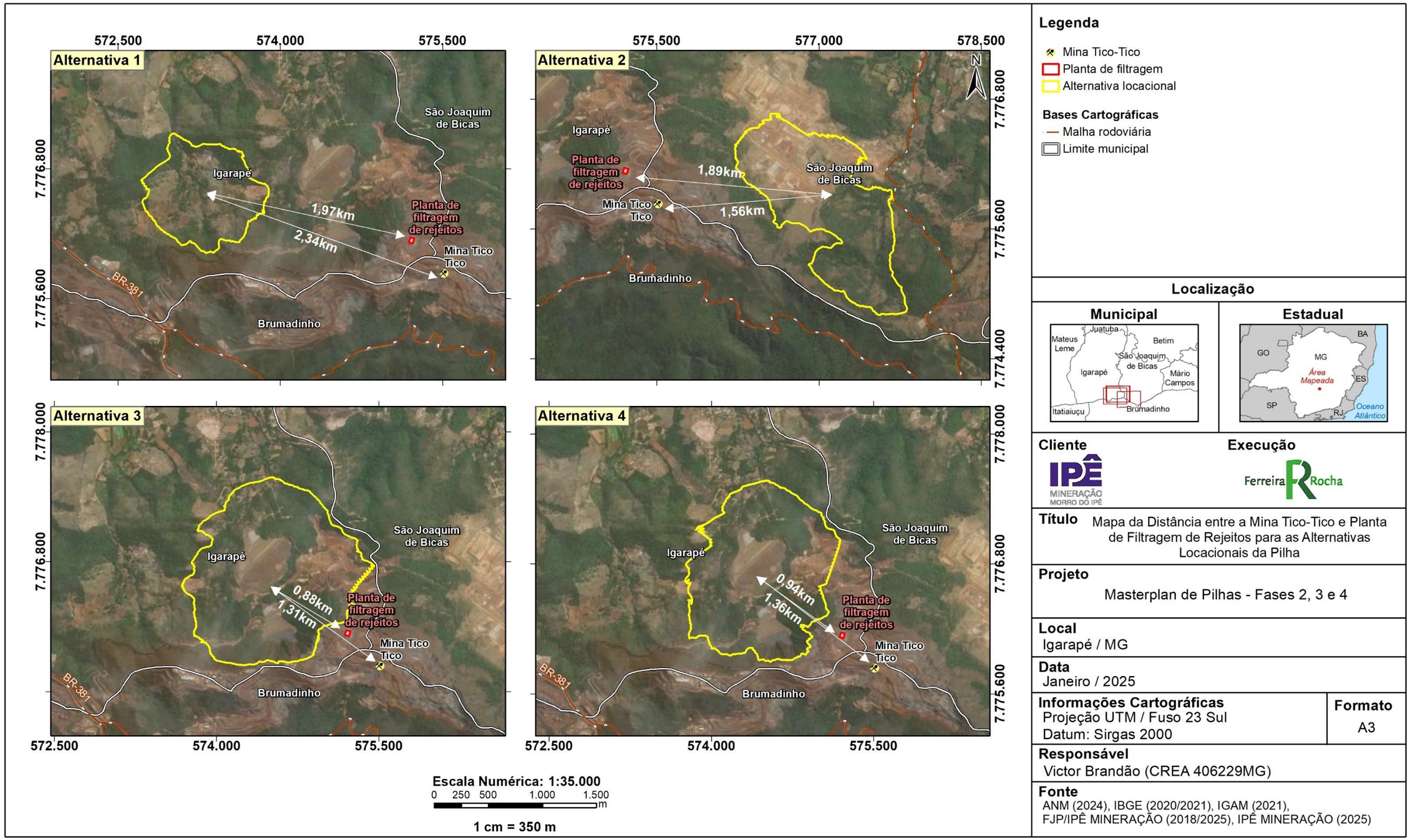


Figura 5-2 – Distâncias das fontes de materiais para disposição.

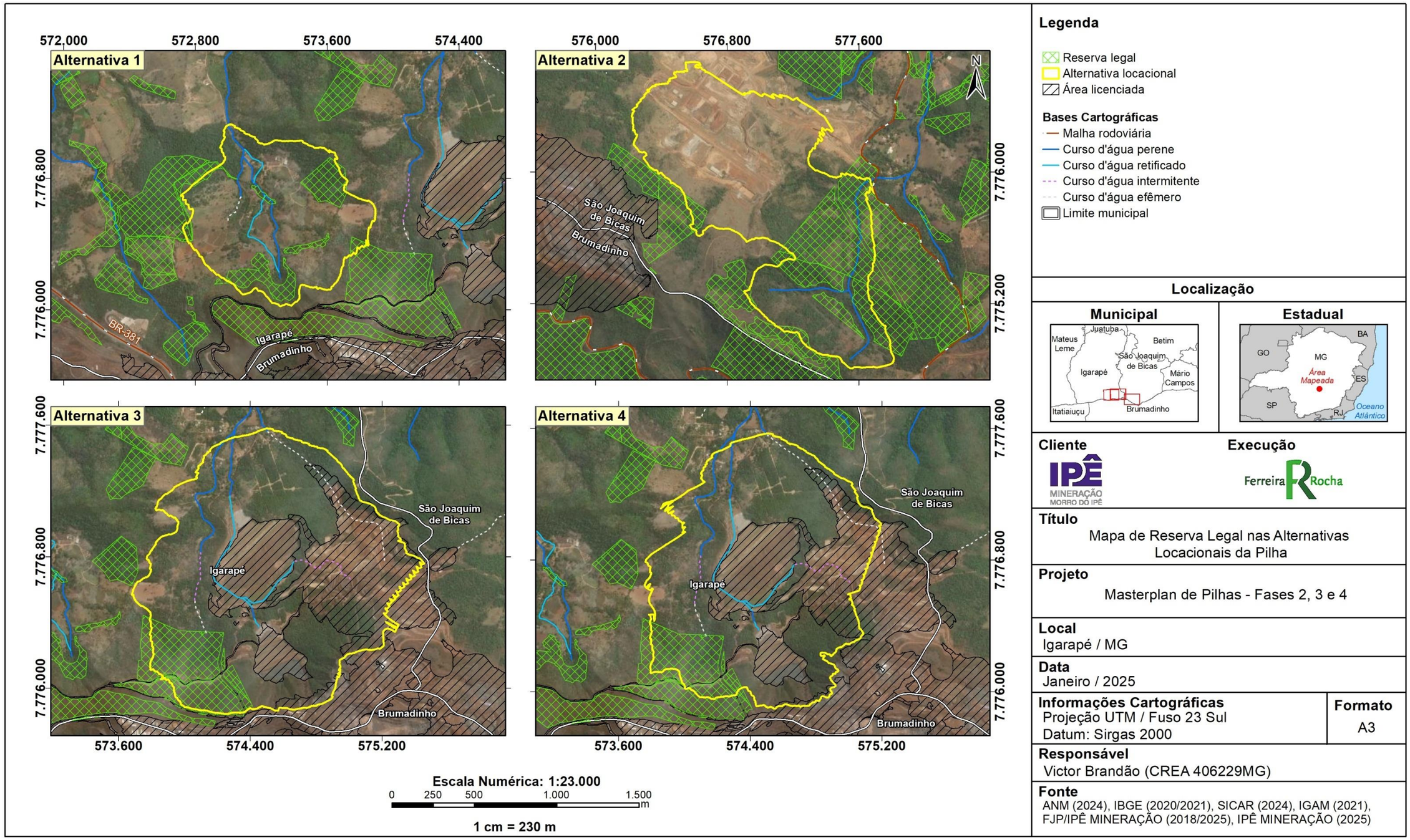


Figura 5-3 – Interferência em reversa legal.

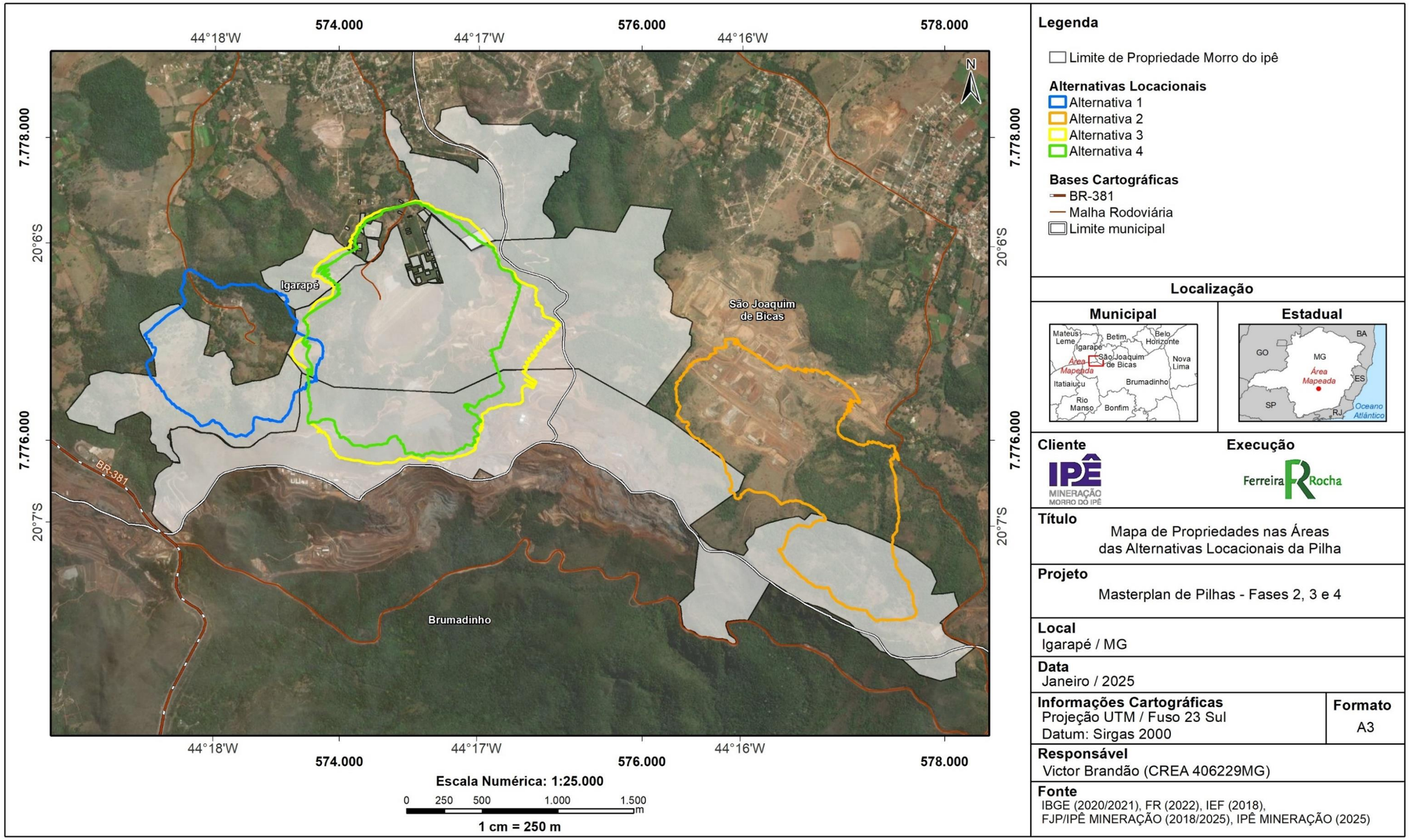


Figura 5-4 – Propriedade da Morro do Ipê - interferência em propriedade de terceiros.

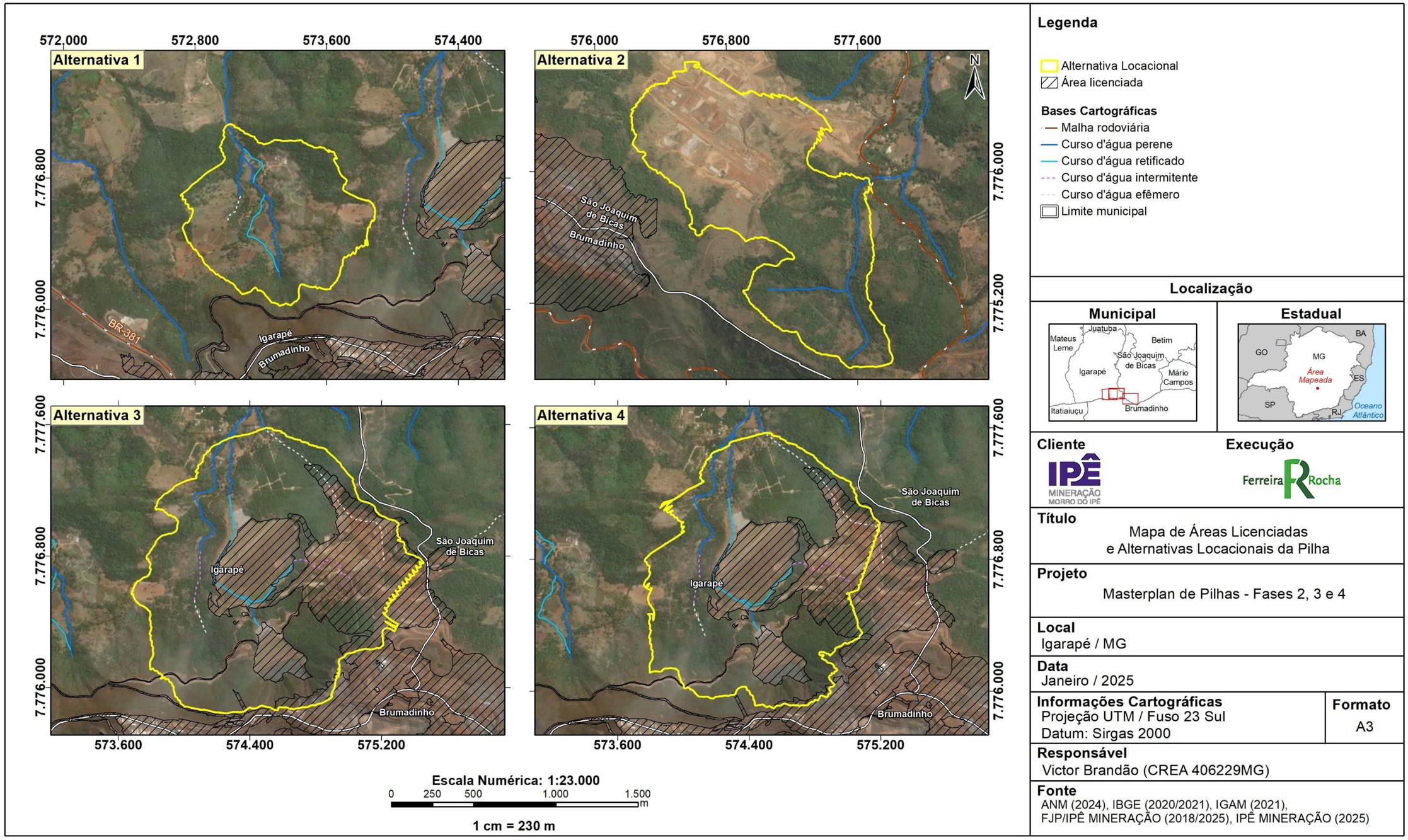


Figura 5-5 – Interceptação de áreas já licenciadas para uso da mineração.

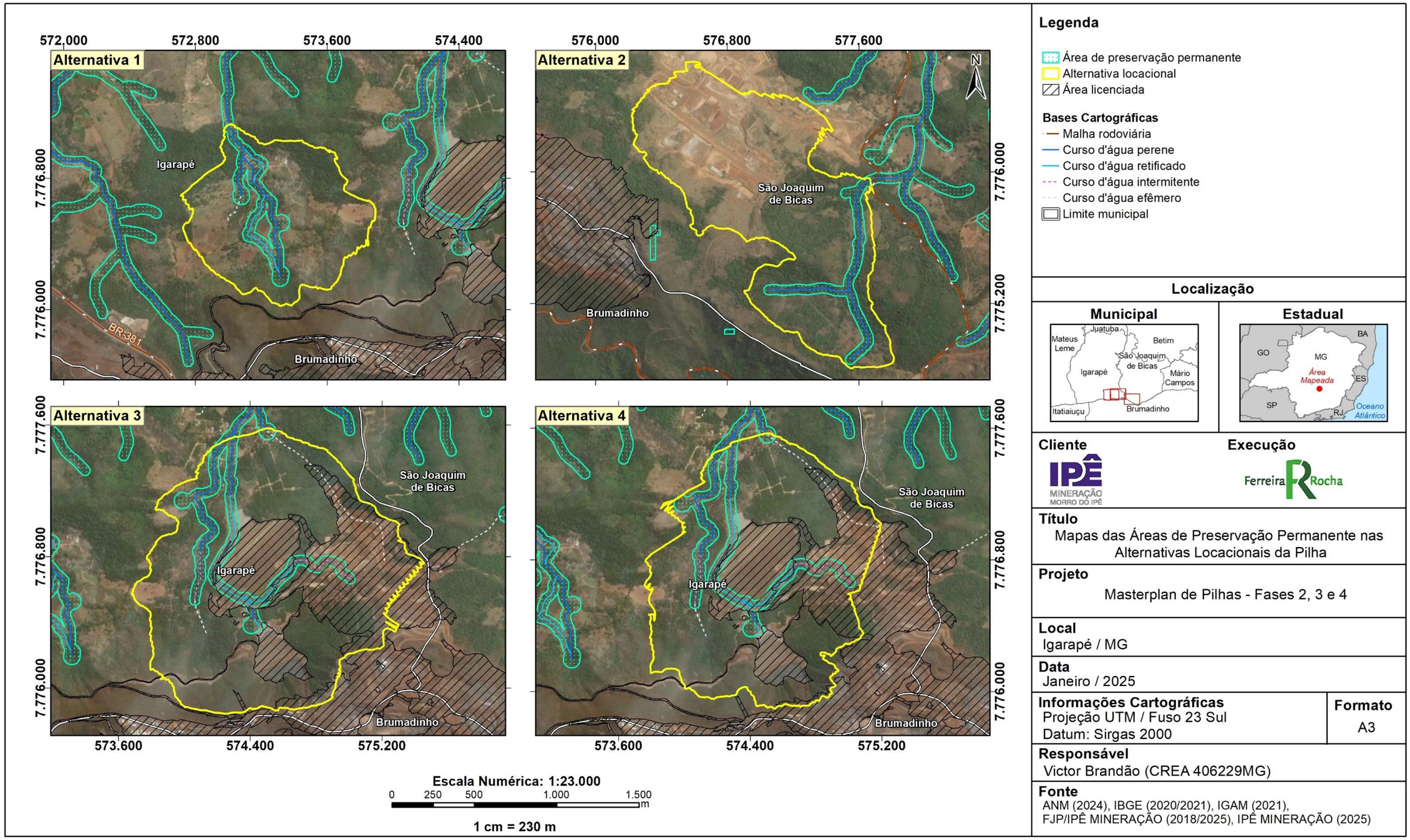


Figura 5-6 – Interferência em áreas de preservação permanente (APP).

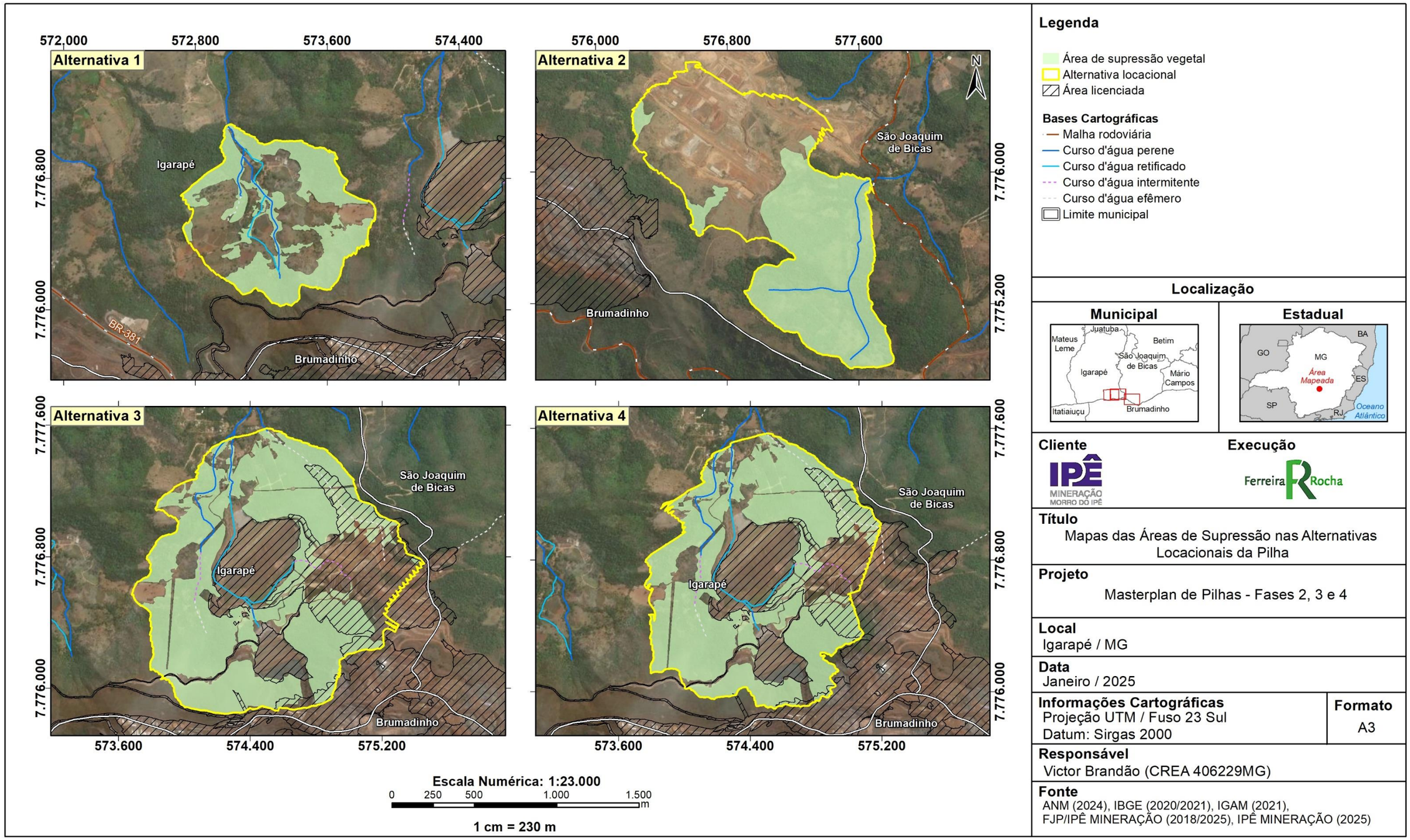


Figura 5-7 – Área de supressão vegetal.

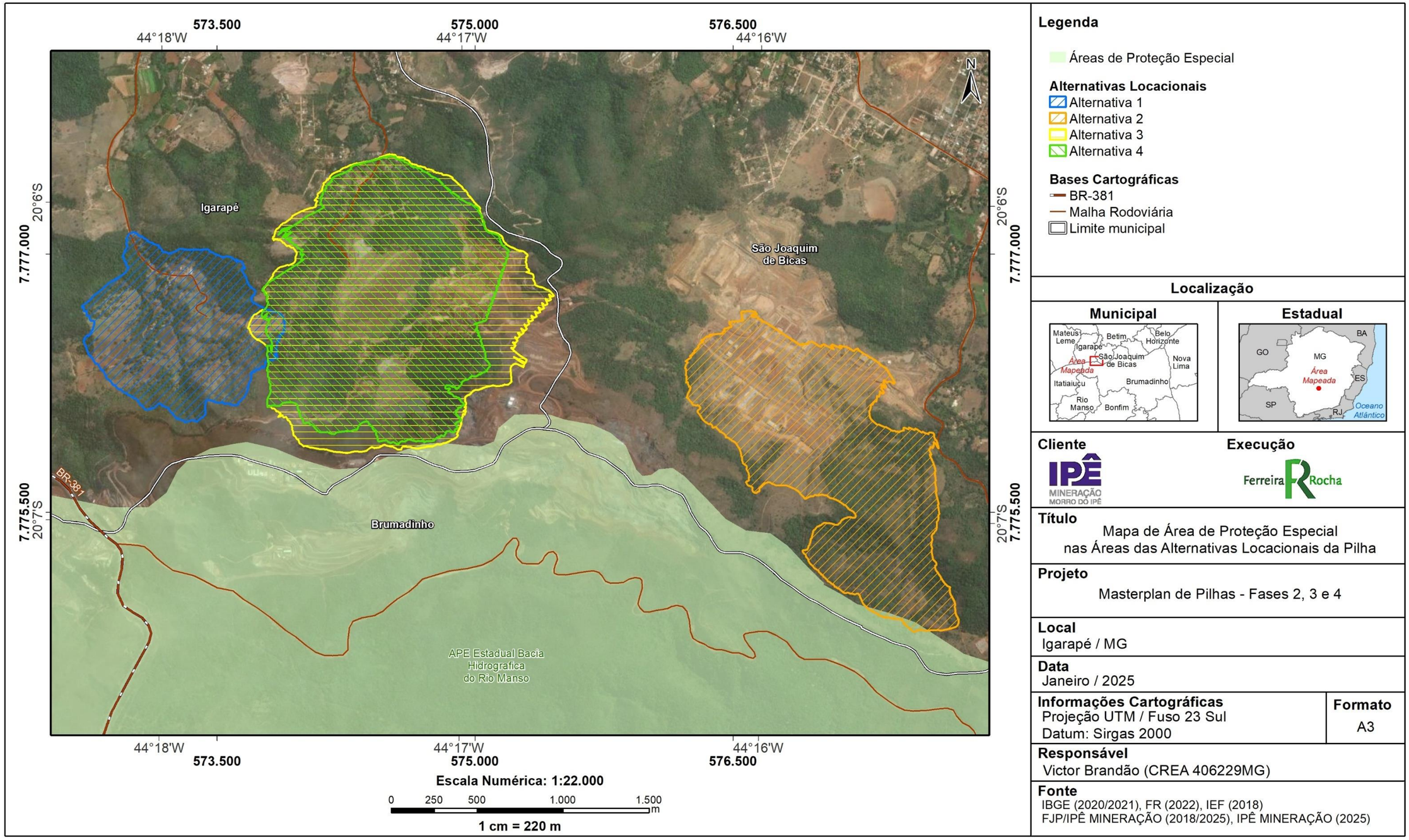


Figura 5-8 – Interceptação em unidades de conservação, zona de amortecimento a área de proteção especial.

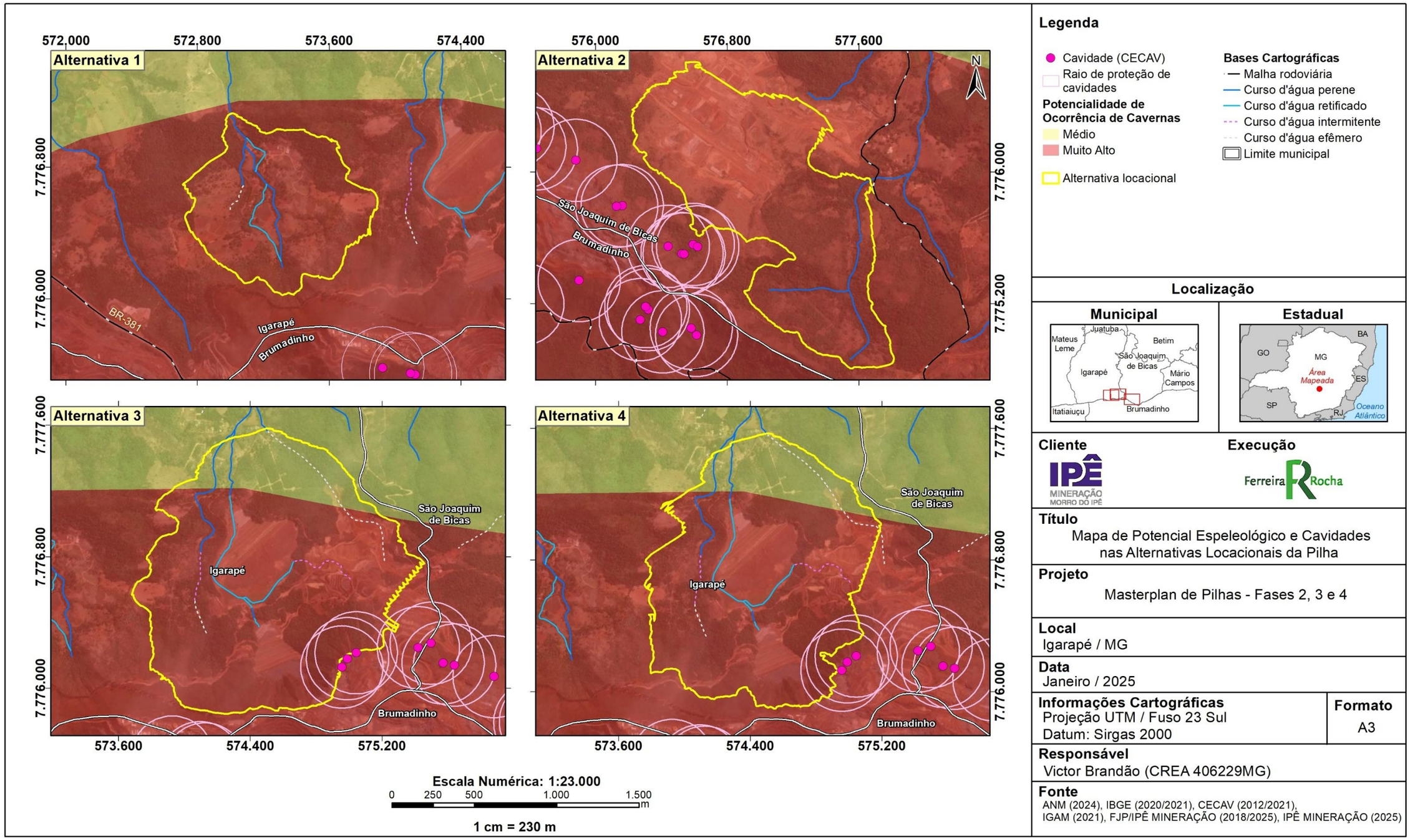


Figura 5-9 – Potencial espeleológico e interferência em patrimônio espeleológico.

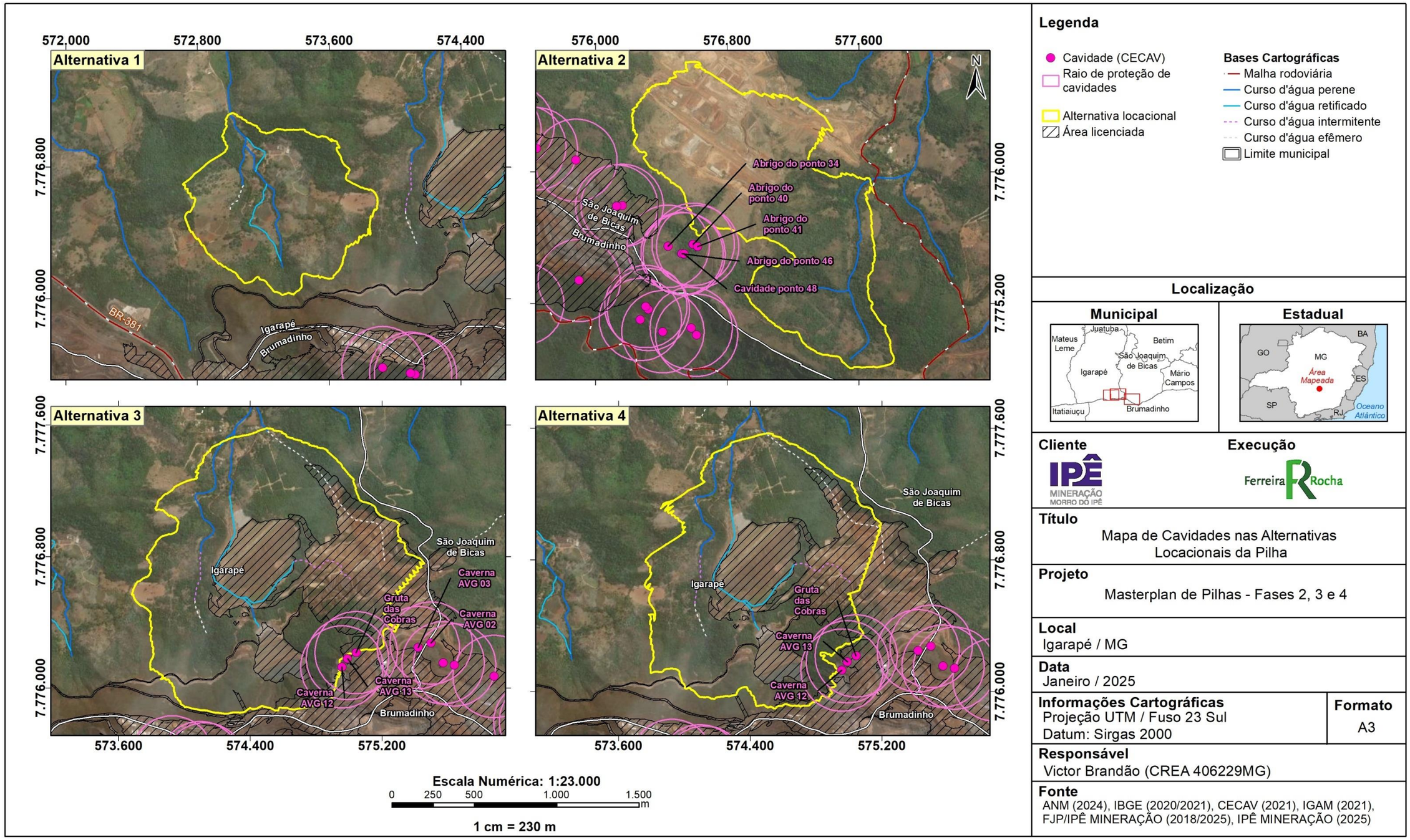


Figura 5-10 – Cavidades e área de entorno de 250 metros, conforme base de dados CECAV ICMBio.

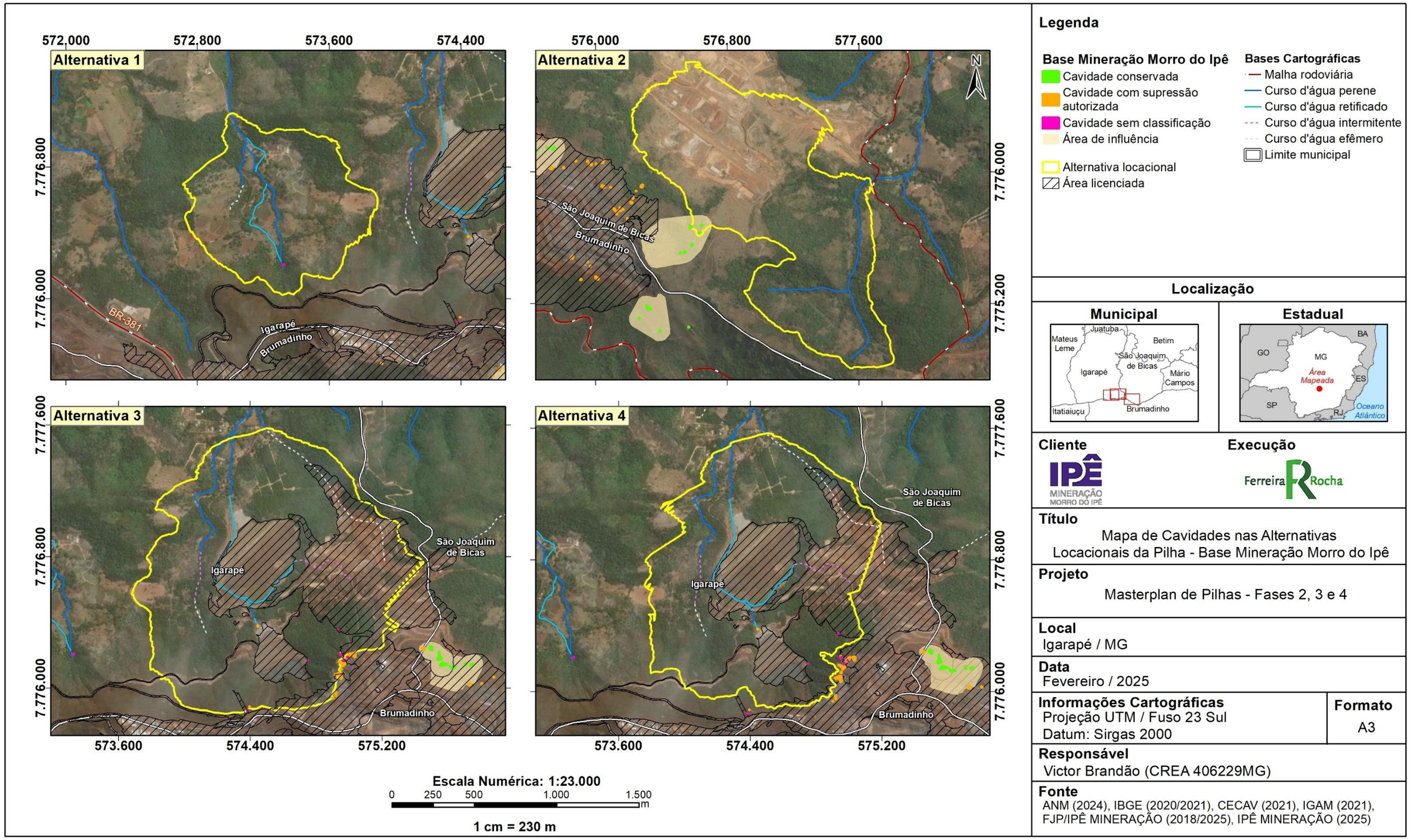


Figura 5-11 – Cavidades com supressão autorizada por outros processos ambientais, cavidades para conservação e áreas de influência conforme base de dados da MMI.

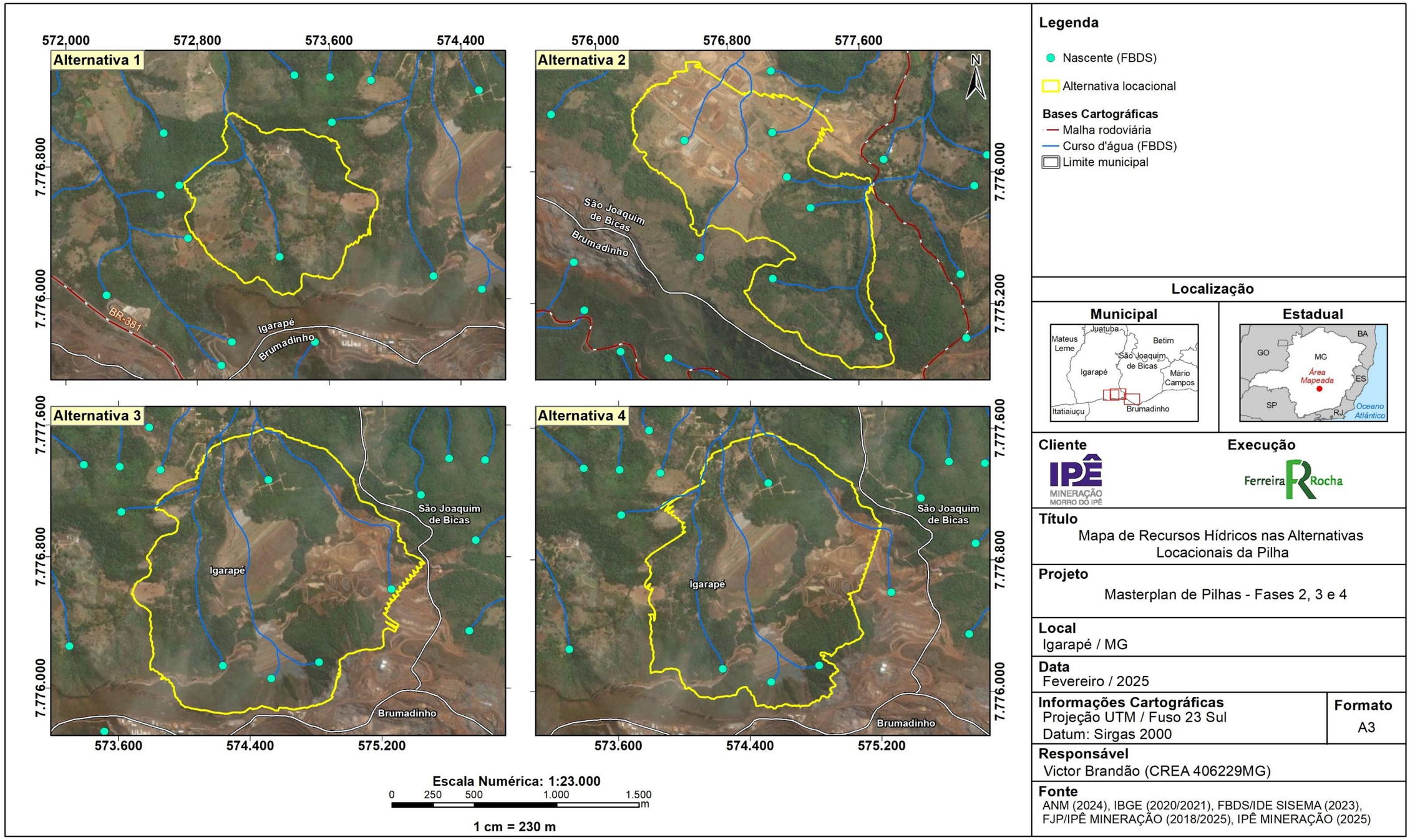
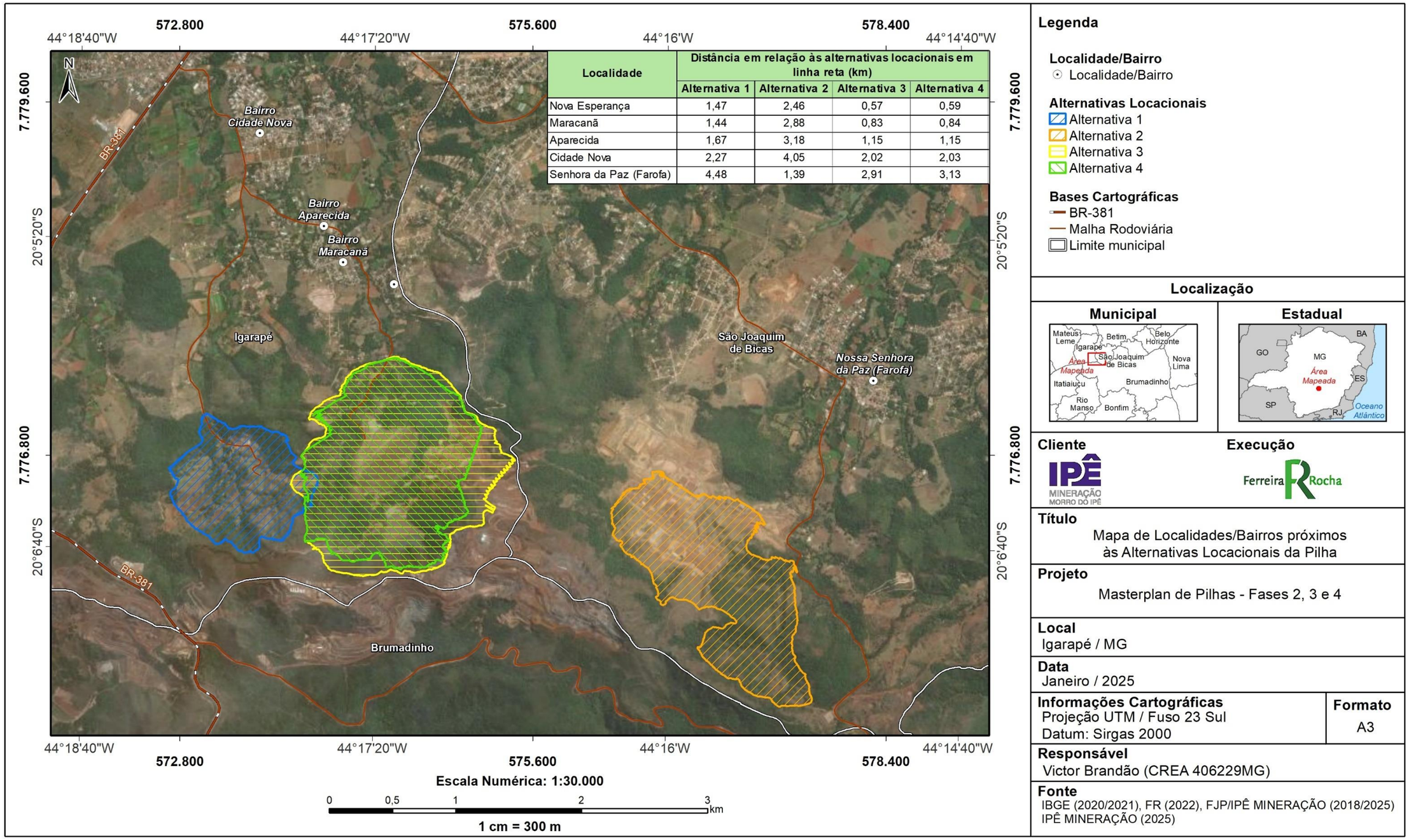
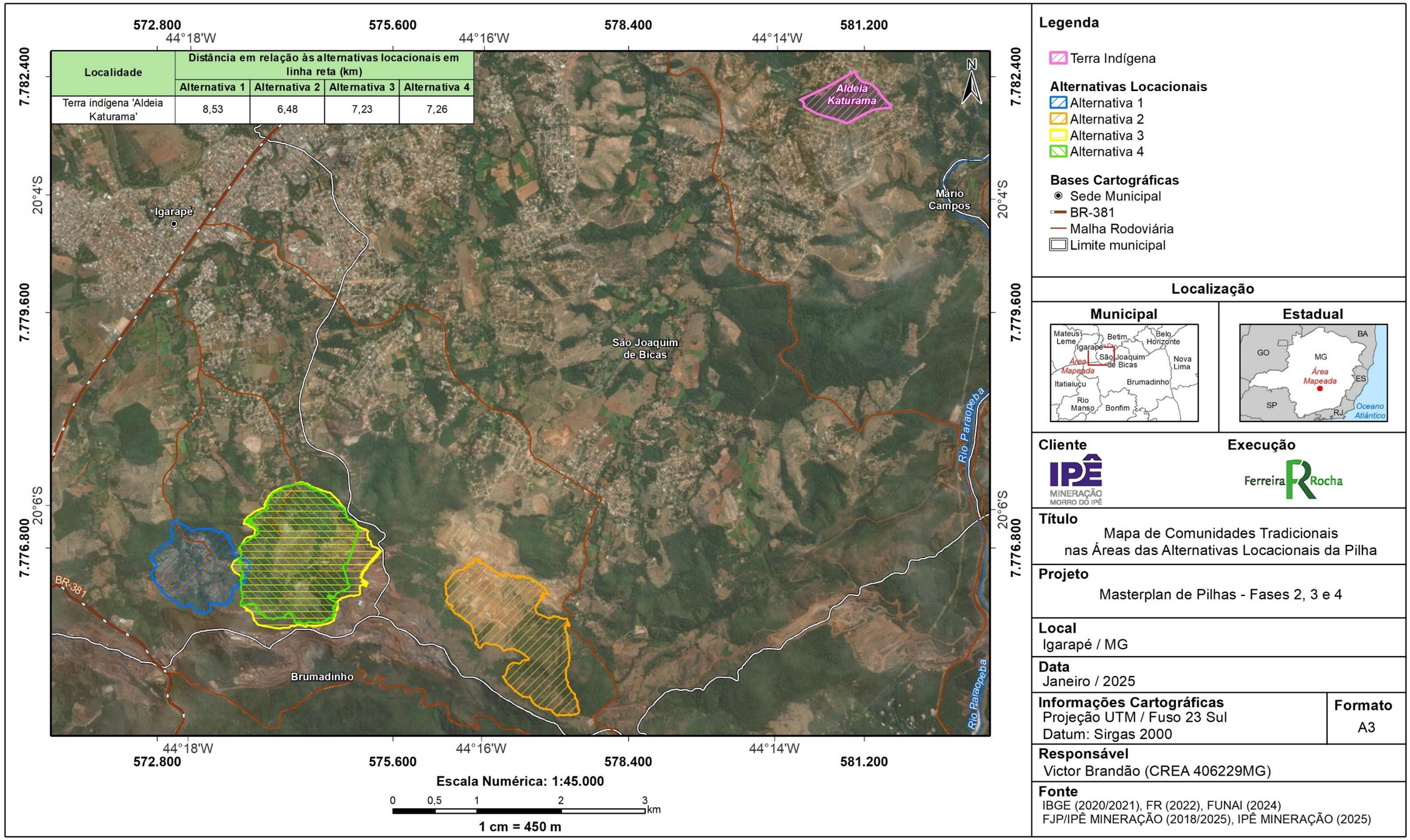


Figura 5-12 – Interferência em recursos hídricos (nascentes e corpos hídricos), a partir da base de dados do FBDS-IDE-Sisema.



Localidade	Distância em relação às alternativas locacionais em linha reta (km)			
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Nova Esperança	1,47	2,46	0,57	0,59
Maracanã	1,44	2,88	0,83	0,84
Aparecida	1,67	3,18	1,15	1,15
Cidade Nova	2,27	4,05	2,02	2,03
Senhora da Paz (Farofa)	4,48	1,39	2,91	3,13

Figura 5-13 – Localização e proximidade de comunidade do entorno.



Localidade	Distância em relação às alternativas locacionais em linha reta (km)			
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Terra indígena 'Aldeia Katurama'	8,53	6,48	7,23	7,26

Figura 5-14 – Localização e proximidade de comunidades tradicionais, quilombolas e terras indígenas.

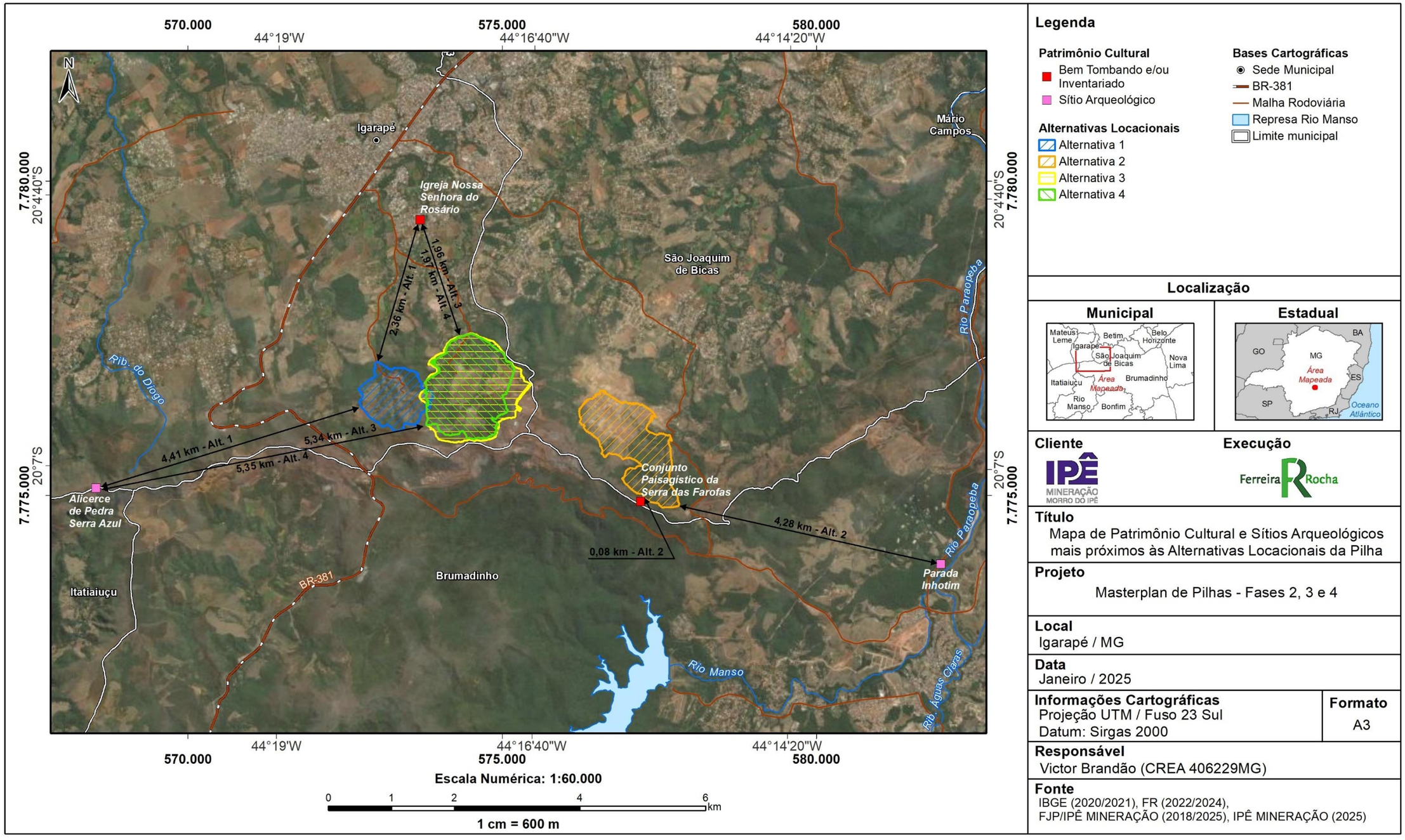


Figura 5-15 – Interferência em sítios arqueológicos e bens culturais.

A **Tabela 5-3** apresenta a avaliação das alternativas locacionais para o Projeto Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4.

Tabela 5-3 – Avaliação das alternativas locacionais para o Projeto Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4.

PARÂMETROS	PESO	ALTERNATIVA 1	NOTA (ALT. 1)	ALTERNATIVA 2	NOTA (ALT. 2)	ALTERNATIVA 3	NOTA (ALT. 3)	ALTERNATIVA 4	NOTA (ALT. 4)
Características da estrutura – área	1	833.077 m²	4	1.458.770 m²	3	2.065.340 m²	1	1.716.182 m²	2
Características da estrutura – volume	1	58 Mm^3	1	58 Mm^3	1	110 Mm^3	4	78 Mm^3	4
Características da estrutura – altura máxima	1	220 m	3	210 m	4	360 m	1	330 m	2
Altura máxima sobre reservatório da Barragem B1-Auxiliar (m)	1	-	-	-	-	200 m	1	80 m	4
Nível de tensões sobre o rejeito do reservatório da Barragem B1-Auxiliar	1	-	-	-	-	Superior	1	Inferior	4
Distância linear da área de origem de material a ser depositado – cava Tico-Tico	1	2,34 km	1	1,56	2	1,31	4	1,36	3
Distância linear da área de origem de material a ser depositado – planta de filtragem	1	1,97 km	1	1,89	2	0,88	4	0,94	3
Interferência em Reserva Legal (RL)	2	12,21 ha	4	42,73 ha	1	20,45 ha	4	14,30 ha	3
Interceptação de propriedades de terceiros	2	35,21 ha	2	107,99 ha	1	14,34 ha	3	12,30 ha	4
Interferência em áreas já licenciadas e para mineração	3	0	1	0	1	77,69	4	58,4	3

PARÂMETROS	PESO	ALTERNATIVA 1	NOTA (ALT. 1)	ALTERNATIVA 2	NOTA (ALT. 2)	ALTERNATIVA 3	NOTA (ALT. 3)	ALTERNATIVA 4	NOTA (ALT. 4)
Interferência em áreas de preservação permanente (APP)	3	13,02 ha	1	10,77 ha	2	22,22 ha 15,73 ha[1]	3	21,77 ha 15,31 ha[1]	4
Área de supressão de vegetação	3	43,26 ha	4	77,25 ha	3	115,28 ha 99,98 ha[1]	1	99,96 ha 87,85 ha[1]	2
Interceptação em Unidades de Conservação ou Área de Proteção Especial (APE)2	3	0 ha	4	0,95 ha	1	0,27 ha	2	0,0 ha	4
Interceptação em Zona de Amortecimento de Unidade de Conservação	3	0 ha	4	0 ha	4	0 ha	4	0 ha	4
Potencial espeleológico	3	Muito Alto	4	Muito Alto	2	Muito Alto Alto	1	Muito Alto Alto	3
Interceptação em cavidades e sua área de influência inicial (entorno de 250 metros) – distância da cavidade mais próxima, conforme base CECAV/ICMBIO	3	0	4	140,19 m Interfere em área de influência de conservação, conforme base da MMI	1	3,73 m	3	21,51	2
Interferência em nascentes (base dados FBDS-IDE-Sisema)	3	1	4	6	1	5	2	4	3
Interferência em corpos hídricos naturais (descontados	3	2,06 km	3	1,8 km [3]	1	3,63 km	4	3,35 km	4

[1] Refere-se à área de interferência excluindo sobreposição em área já licenciada. As alternativas 3 e 4 possuem trecho coincidente com área já licenciada para a MMI.

[2] Refere-se a Área de Proteção Especial (APE) Estadual Bacia Hidrográfica do Rio Manso.

[3] Trecho de curso de drenagem conforme mapeamento do IDE-Sisema, sem informações de campo.

PARÂMETROS	PESO	ALTERNATIVA 1	NOTA (ALT. 1)	ALTERNATIVA 2	NOTA (ALT. 2)	ALTERNATIVA 3	NOTA (ALT. 3)	ALTERNATIVA 4	NOTA (ALT. 4)
trechos retificados, mapeados em campo)									
Proximidade de comunidades do entorno/comunidade mais próxima	3	1,44 km / Maracanã	4	1,39 km / Senhora da Paz (Farofas)	3	0,57 km / Nova Esperança	1	0,59 km / Nova Esperança	2
Proximidade de comunidades tradicionais, quilombolas e indígenas	3	8,53 km	4	6,48 km	1	7,23 km	2	7,26 km	3
Interferência em sítios arqueológicos os bens culturais	3	2,36 km	4	0,08 km	1	1,96 km	2	1,97 km	3
Nota ambiental	**-**	**3,09**		**1,68**		**2,40**		**3,13**	

5.1.1 ALTERNATIVA 1

Em relação as características de engenharia a alternativa 1 apresentou menor área, sendo, portanto, mais vantajosa nesse quesito, entretanto, demostrou ser menos vantajosa nos outros quesitos técnicos de engenharia avaliados.

Em relação a distância linear da fonte de material para deposição na pilha, a alternativa 1 apresentou maior distância em linha reta tanto da cava quanto da planta de filtragem, sendo a opção menos favorável.

Alternativa 1 apresentou maior área interferida em propriedades de terceiros e maior quantitativo de interferência em áreas de APP. Entretanto, em relação a supressão de vegetação, a alternativa foi a mais vantajosa, pois requer menor área de supressão. A alternativa também apresentou menor interferência em área de reserva legal (RL) em comparação com as outras alternativas.

A alternativa 1 não apresenta intervenção em Área de Proteção Especial (APE) ou em Unidade de Conservação (UC) e sua zona de amortecimento. Em relação a possíveis impactos em nascentes, a Alternativa 1 se mostrou mais favorável, considerando a base de dados do FBDS/IDE-Sisema.

Em relação ao potencial espeleológico, todas as alternativas apresentaram potencial de ocorrência de cavidades muito alto e/ou alto, entretanto, a Alternativa 1 apresenta menor área em muito alto potencial, portanto, apresenta cenário mais favorável para o parâmetro. Na alternativa 1 não foram identificadas cavidades a uma distância menor do que 250 metros de entorno, a partir de dados disponibilizados pela CECAV/ICMBIO e base de dados da MMI.

A alternativa 1 se mostrou mais favorável pois possui maior distância em relação as comunidades de entorno, o que minimiza possíveis incômodos do Projeto. A alternativa 1 se distância em 1,44 km do bairro de Maracanã, em Igarapé.

As alternativas 1 e 2 não sobrepõe áreas já licenciadas para uso da mineração.

Foi identificada uma comunidade indígena a 8,53 km de distância da alternativa 1, sendo a maior distância entre as outras alternativas, o que a torna mais favorável em relação a esse parâmetro. Quanto aos bens culturais ou arqueológicos, o mais próximo é a Igreja Nossa Senhora do Rosário a 2,36 km de distância da alternativa 1, sendo, portanto, a alternativa mais favorável neste parâmetro.

5.1.2 ALTERNATIVA 2

Em relação as características técnicas de engenharia a alternativa 2 apresenta como favorável apenas em relação à altura máxima da estrutura, mais baixa do que as demais alternativas, o que poderia causar menos impacto visual. As outras características técnicas de engenharia apareceram com notas baixas.

Apresentou maior interferência em área de reserva legal (RL) e em área de propriedade de terceiros.

A alternativa 2 apresentou 0,95 ha coincidente com a Área de Proteção Especial (APE) Estadual Bacia Hidrográfica do Rio Manso.

Para levantamento das nascentes interferidas considerando-se a base de dados disponibilizadas pelo FBDS/IDE-Sisema, sendo, portanto, contabilizadas 06 nascentes, o que a torna a alternativa menos favorável neste parâmetro.

Em relação ao potencial espeleológico, todas as alternativas apresentaram potencial de ocorrência de cavidades muito alto e/ou alto e a Alternativa 2 se apresentou como segunda opção mais desfavorável para o parâmetro. Conforme base de dados do CECAV/ICMBIO, a cavidade mais próxima está localizada a 140,19 m, portanto, a alternativa apresenta interferência em área de influência inicial (entorno de 250 m) da cavidade e apresenta interferência em área considerada de conservação, conforme base de dados da MMI, sendo, portanto, a opção mais desfavorável.

As alternativas 1 e 2 não sobrepõe áreas já licenciadas para uso da mineração.

Foi identificada uma comunidade indígena a 6,48 km de distância da alternativa 2, sendo a menor distância entre as outras alternativas, o que a torna menos favorável em relação a esse parâmetro. Quanto aos bens culturais ou arqueológicos, o mais próximo é e Conjunto Paisagístico Serra das Farofas, a 0,08 km de distância da alternativa 2, sendo, portanto, a alternativa menos favorável neste parâmetro.

5.1.3 ALTERNATIVA 3

Em relação as características de engenharia a alternativa 3 apresenta como desfavorável a questão da execução de empilhamento sobre a Barragem B1-Auxiliar, posteriormente à descaracterização dessa estrutura. A altura máxima do empilhamento atinge 200 m acima da cota do reservatório, o elevado nível de tensões sobre o rejeito que permanecerá depositado no reservatório da B1-Auxiliar implicaria em alto risco associado para as estruturas, sobretudo quanto a possibilidade de liquefação desse material.

A alternativa 3 apresentou maior área de supressão de vegetação, mesmo excluindo a área já licenciada para uso pela Mineração Morro do Ipê. Também, a alternativa 3 apresentou 0,27 ha coincidente na Área de Proteção Especial (APE) Estadual Bacia Hidrográfica do Rio Manso.

Para o parâmetro de nascentes, considerou-se os dados do FBDS/IDE-Sisema. Nas áreas das alternativas 3 e 4 receberam notas intermediárias. Quanto a interferência em cursos d'água em trecho natural, as alternativas 3 e 4 demostraram ser as mais favoráveis pois interferem em menor extensão de curso d'água.

Em relação ao potencial espeleológico, todas as alternativas apresentaram potencial de ocorrência de cavidades muito alto e/ou alto, entretanto, a Alternativa 3 apresentou maior área em potencial espeleológico muito alto, sendo, portanto, a mais desfavorável. Conforme base de dados do CECAV/ICMBIO, a cavidade mais próxima está localizada a 3,73 m, portanto, a alternativa apresenta interferência em área de influência inicial

(entorno de 250 m) da cavidade. Não há interferência em áreas de conservação, conforme a base de dados da MMI.

Dentre as alternativas, a 3 é que está localizada mais próxima, a 0,57 km de distância, da comunidade de Nova Esperança, sendo, portanto, avaliada como a alternativa menos favorável em função de possíveis incômodos que pode causar.

Trecho das alternativas 3 e 4 estão sobrepostas a áreas já licenciadas para uso da mineração. Essas alternativas foram previstas para serem construídas sobre parte da barragem B1-Auxiliar e barragem B2, as quais estão paralisadas e serão descaracterizadas.

Foi identificada uma comunidade indígena a 7,23 km de distância da alternativa 3. Quanto aos bens culturais ou arqueológicos, o mais próximo é a Igreja Nossa Senhora do Rosário, a 1,96 km de distância da alternativa. Foram atribuídas notas intermediárias para esses parâmetros.

5.1.4 ALTERNATIVA 4

Em relação as características técnicas de engenharia a alternativa 4 apresentou melhor resultado. A parcela da pilha proposta na alternativa 04 que será executada sobre a Barragem B1-Auxiliar apresenta uma altura de material acima da cota da estrutura de, aproximadamente, 80 m. Quando comparada à alternativa 03, é possível verificar uma diminuição de, aproximadamente, 120 m na altura máxima de pilha acima do reservatório da estrutura. Dessa forma, no que tange o acréscimo de tensões no rejeito, a presente proposta apresenta menor risco quanto à estabilidade e à integridade das estruturas.

Em relação a interceptação a propriedades de terceiros, a alternativa 4 apresentou melhor resultado, pois interfere em menor área de terceiros.

Apresentou o menor quantitativo de interferência em área de APP, excluindo a sobreposição com área já licenciada para uso da Mineração Morro de Ipê.

A alternativa 4 não apresenta intervenção em área de proteção especial (APE) ou em unidade de conservação (UC) e sua zona de amortecimento.

Para o parâmetro de nascentes, considerou-se os dados do FBDS/IDE-Sisema. Nas áreas das alternativas 3 e 4 receberam notas intermediárias. Quanto a interferência em cursos d'água em trecho natural, as alternativas 3 e 4 demostraram ser as mais favoráveis pois interferem em menor extensão de curso d'água.

Em relação ao potencial espeleológico, todas as alternativas apresentaram potencial de ocorrência de cavidades muito alto e/ou alto e a Alternativa 4 recebeu nota intermediária. Conforme base de dados do CECAV/ICMBIO, a cavidade mais próxima está localizada a 21,51 m, portanto, a alternativa apresenta interferência em área de influência inicial (entorno de 250 m) da cavidade. Ressalta-se que, em decorrência da atuação da Mineração Morro do Ipê no território, algumas cavidades possuem autorização de supressão em função de outros processos de licenciamentos. Outras cavidades possuem área de influência definida para conservação. As cavidades mais

próximas da alternativa 4 estão em área já licenciada e possuem autorização para supressão de outros processos. A alternativa 4 não sobrepõe as áreas de influência para conservação.

Trecho das alternativas 3 e 4 estão sobrepostas a áreas já licenciadas para uso da mineração. Essas alternativas foram previstas para serem construídas sobre parte da barragem B1-Auxiliar e barragem B2, as quais estão paralisadas e serão descaracterizadas.

Foi identificada uma comunidade indígena a 7,26 km de distância da alternativa 4. Quanto aos bens culturais ou arqueológicos, o mais próximo é a Igreja Nossa Senhora do Rosário, a 1,97 km de distância da alternativa 4. Foram atribuídas notas intermediárias para esses parâmetros.

5.1.5 CONCLUSÃO ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

Em relação aos parâmetros analisados, a alternativa 04 foi a mais favorável quanto aos parâmetros de características técnicas, menor área interceptada em propriedades de terceiros, menor área interferida de APP, não apresentou área que intercepte unidade de conservação, zona de amortecimento de UC ou área de proteção especial e menor interferência em cursos hídricos naturais. Para os outros parâmetros a alternativa 4 recebeu notas intermediárias. Como resultado, a alternativa 4 atingiu a maior nota ambiental e demonstrou ser a opção mais favorável para a efetivação do Projeto.

5.2 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

As alternativas tecnológicas foram selecionadas a partir de estudos prévios referentes aos sistemas de disposição disponibilizados pela MMI e consolidados pela Walm Engenharia (2024).

Foram analisadas, de forma qualitativa, formas de disposição subaéreas (barragens convencionais), subaquáticas, bem como de disposição compartilhada e/ou co-disposição, considerando que os materiais a serem dispostos são estéril e rejeito filtrado.

Sendo assim, a alternativa tecnológica analisada neste item contempla a adoção da técnica de filtragem de rejeitos, para sua posterior disposição em pilhas junto a estéreis. De acordo com o Relatório “Estudo de Impacto Ambiental - Projeto Morro Do Ipê 6 Mtpa” (Amplo, 2017), o processo de filtragem proposto para o rejeito consiste em uma operação de separação dos sólidos, no qual a polpa do rejeito é compelida a passar através de um meio poroso, para que haja a formação de uma camada sobre a superfície desse meio, com umidade relativamente baixa, permitindo sua coleta e posterior disposição em pilhas.

Dentre as soluções citadas anteriormente, é possível constatar que a alternativa tecnológica de disposição subaéreas é inviável, tendo em vista que a execução de uma

barragem não se adequa geometricamente à rigidez locacional da operação da MMI, tampouco às questões legais. Ressalta-se que as barragens atualmente localizadas na Mineração Morro do Ipê estão paralisadas e em processo de descaracterização e a disposição de rejeitos vem ocorrendo em áreas de cava (licenças: LAS-RAS 2459 Mina Ipê e LAS-RAS 002/2023 Mina Tico-Tico).

Sendo assim, a alternativa de disposição por meio de um empilhamento apresentou-se como a mais adequada, visto que a geometria deste tipo de estrutura pode ser adaptada mais facilmente ao terreno.

A disposição compartilhada e/ou co-disposição pode ser considerada como vantajosa quanto aos aspectos relacionados à priorização pela segurança, redução dos impactos ambientais e recuperação de água durante o processo. De forma complementar, as principais vantagens do método de disposição compartilhada e/ou co-disposição são o melhor aproveitamento de uma mesma área para a disposição de ambos os materiais e a possibilidade de melhoria nas características de resistência ao cisalhamento do rejeito a partir da composição com o estéril.

Segundo a MMI, estão sendo desenvolvidos estudos geotécnicos buscando melhor entendimento do comportamento desses materiais quando misturados anteriormente à disposição e durante a disposição. Salienta-se a importância de que, nas etapas futuras do projeto, os resultados obtidos sejam incorporados nas soluções técnicas que deverão ser analisadas a luz do sistema de disposição compartilhada e co-disposição de rejeito filtrado e estéril, visando garantir a segurança da estrutura e subsidiar o estabelecimento de diretrizes a serem seguidas na operação da pilha (Walm Engenharia, 2024).

5.3 ALTERNATIVA ZERO

A não implantação do Projeto Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4 significará em não interferência dos parâmetros analisados no estudo de alternativas e, portanto, em não efetivação dos possíveis impactos negativos e positivos do Projeto. Neste sentido, não haveria, por exemplo, interferência em áreas de terceiros, supressão de vegetação, movimentação de solo, interferência em curso hídrico, geração de incômodos a comunidades do entorno por meio da emissão de poluentes. Também não haveria contratação de mão de obra, contratação de fornecedores, geração de renda e pagamento de tributos/impostos. Por fim, salienta-se que a não efetivação do Projeto Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4 impactaria negativamente nas atividades minerárias da região, considerando que as pilhas visam a disposição de estéril oriundos do processo produtivo da Mineração Morro do Ipê.

6 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO

Esse capítulo apresenta as características do Projeto Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4, os aspectos ambientais e o cronograma do Projeto.

O capítulo foi elaborado considerando o Relatório Técnico – Caracterização do empreendimento, desenvolvido pela Walm Engenharia, em novembro de 2024, além de informações disponibilizadas pelo empreendedor, a Mineração Morro do Ipê.

A Ferreira Rocha Assessoria e Serviços Socioambientais consolidou as informações apresentadas neste capítulo.

6.1 CONTEXTO AMBIENTAL E SUA ÁREA DE INSERÇÃO

O Projeto Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4 está inserido na Serra Azul (localmente denominada de Serra das Farofas), localizada no Quadrilátero Ferrífero, importante província mineral do estado de Minas Gerais. O clima é caracterizado como subtropical de altitude com inverno seco e verão ameno (classificação climática por Köppen e Geiger, 1928) e Álvares *et al.*, 2013). A área do Projeto está inserida no bioma da Mata Atlântica e faz parte da sub-bacia hidrográfica do rio Paraopeba, componente da bacia hidrográfica do rio São Francisco.

Inserida no município de Igarapé, próximo à divisa com os municípios de Brumadinho e São Joaquim de Bicas a área faz parte da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), no vetor sul e sudoeste de expansão metropolitana. A área do empreendimento apresenta como principais uso e ocupação do solo áreas de mineração, de formação florestal, de atividades agrícolas e urbanas.

O Projeto Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4 encontra-se no contexto das áreas de operação da Mineração Morro do Ipê e está sendo pleiteado para viabilizar a disposição de estéril e rejeito oriundo da planta de filtragem do Projeto Morro do Ipê 6 MTPA e das desativações das barragens e da pilha Grota das Cobras. Sendo assim, diversas estruturas necessárias ao Projeto já estão instaladas, licenciadas e em operação, tais como, prédios administrativos, vias de acesso permanente, portarias, refeitórios, central de material descartado etc. (**Figura 6-1** e **Figura 6-2**). A gestão ambiental executada pela Mineração Morro do Ipê também dará suporte ao Projeto, com as devidas adequações identificadas pelos estudos ambientais.

Figura 6-1 – Nova usina de beneficiamento de minério da Mina Tico-Tico – Projeto Morro do Ipê 6 MTPA. **Fonte:** Relatório de Sustentabilidade MMI, 2023.

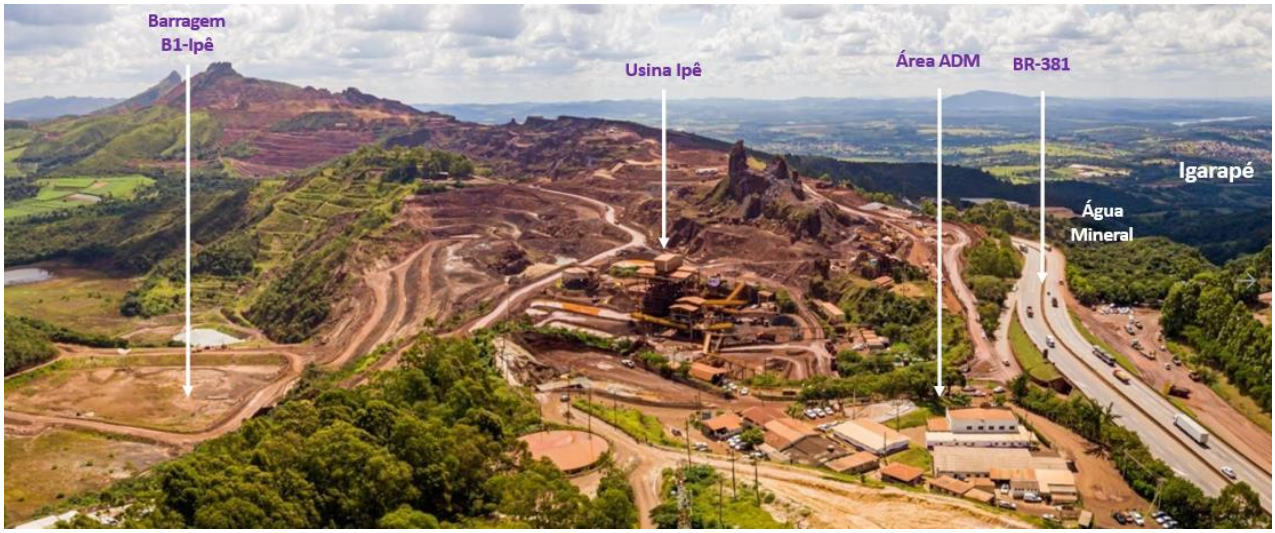


Figura 6-2 – Vista para o empreendimento Mina Ipê. **Fonte:** MMI, 2024.

A **Figura 6-3** apresenta as principais estruturas da Mineração Morro do Ipê.

O Projeto Masterplan de Pilhas, fases 2, 3 e 4 será implementado em áreas de propriedade da Mineração Morro do Ipê e em áreas de terceiros, conforme apresentado na **Figura 6-4**.

Para tanto, a Mineração Morro do Ipê irá implementar um Programa de Negociação Fundiária (Programa de Negociação Fundiária para a Expansão da Área de Infraestrutura Operacional da Mineração Morro Do Ipê – MMI), que tem como objetivo orientar as negociações relacionadas à aquisição das propriedades necessárias à implantação das estruturas do empreendimento em questão. As áreas contempladas correspondem à Área Diretamente Afetada (ADA), e o programa estabelece diretrizes e parâmetros a

serem seguidos entre o empreendedor, Mineração Morro do Ipê – MMI, e os diferentes integrantes dos núcleos familiares impactados.

Mais do que a mera realização do pagamento pela aquisição dos imóveis, o PNF propõe diretrizes, critérios e procedimentos justos e transparentes, considerando não apenas o valor objetivo das terras e de suas benfeitorias, mas também as consequências imateriais decorrentes das alterações no modo de vida dos atingidos. Esses aspectos incluem:

a) Vínculos com a moradia;

b) Redes de apoio comunitárias, como vizinhança;

c) Acessibilidade à rotina cotidiana (trabalho, escolas, postos de saúde etc.).

Ademais, o programa busca promover uma negociação responsável e dialogada com a comunidade, mitigando impactos adversos, como a especulação imobiliária na região.

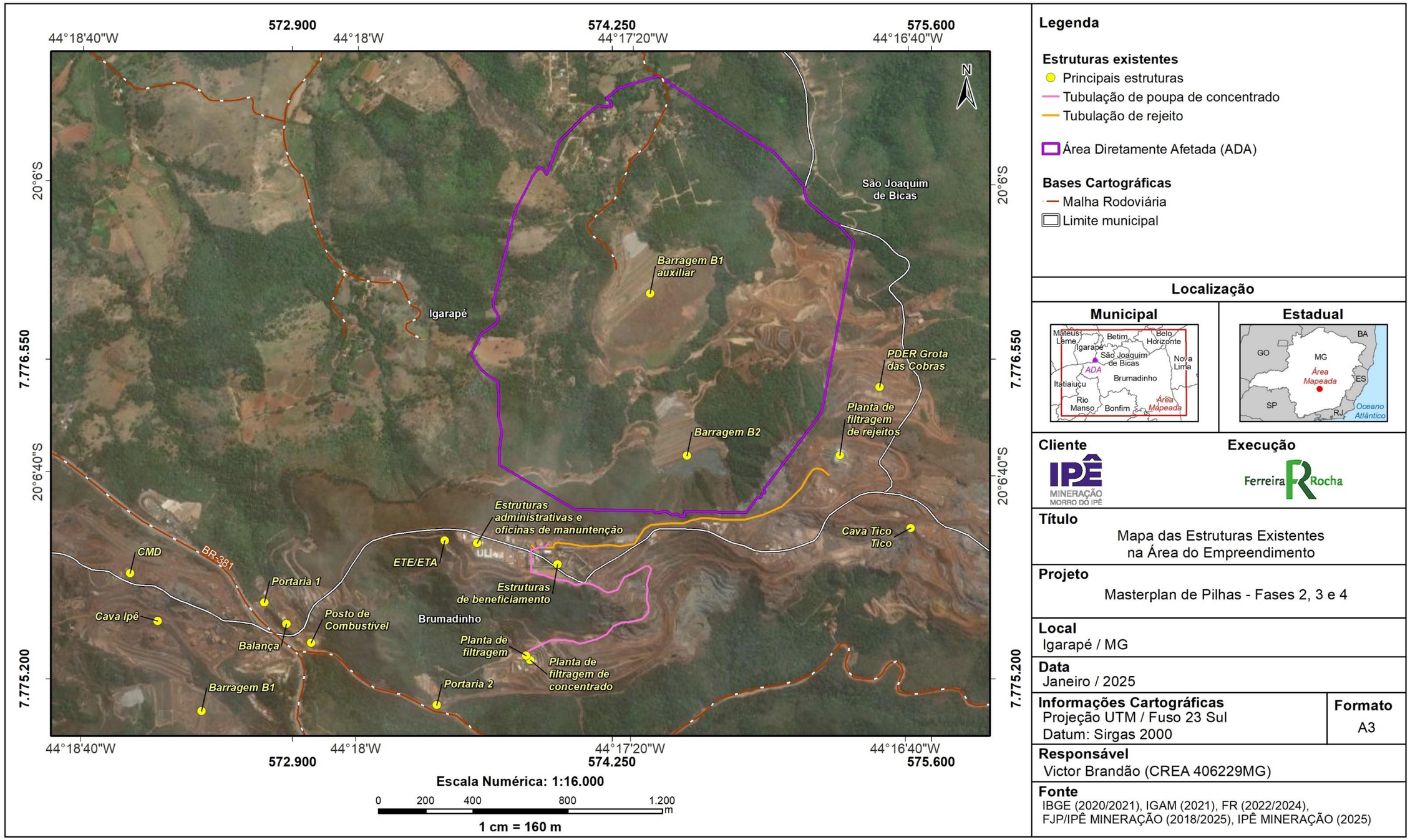


Figura 6-3 – Principais estruturas da Mineração Morro do Ipê.

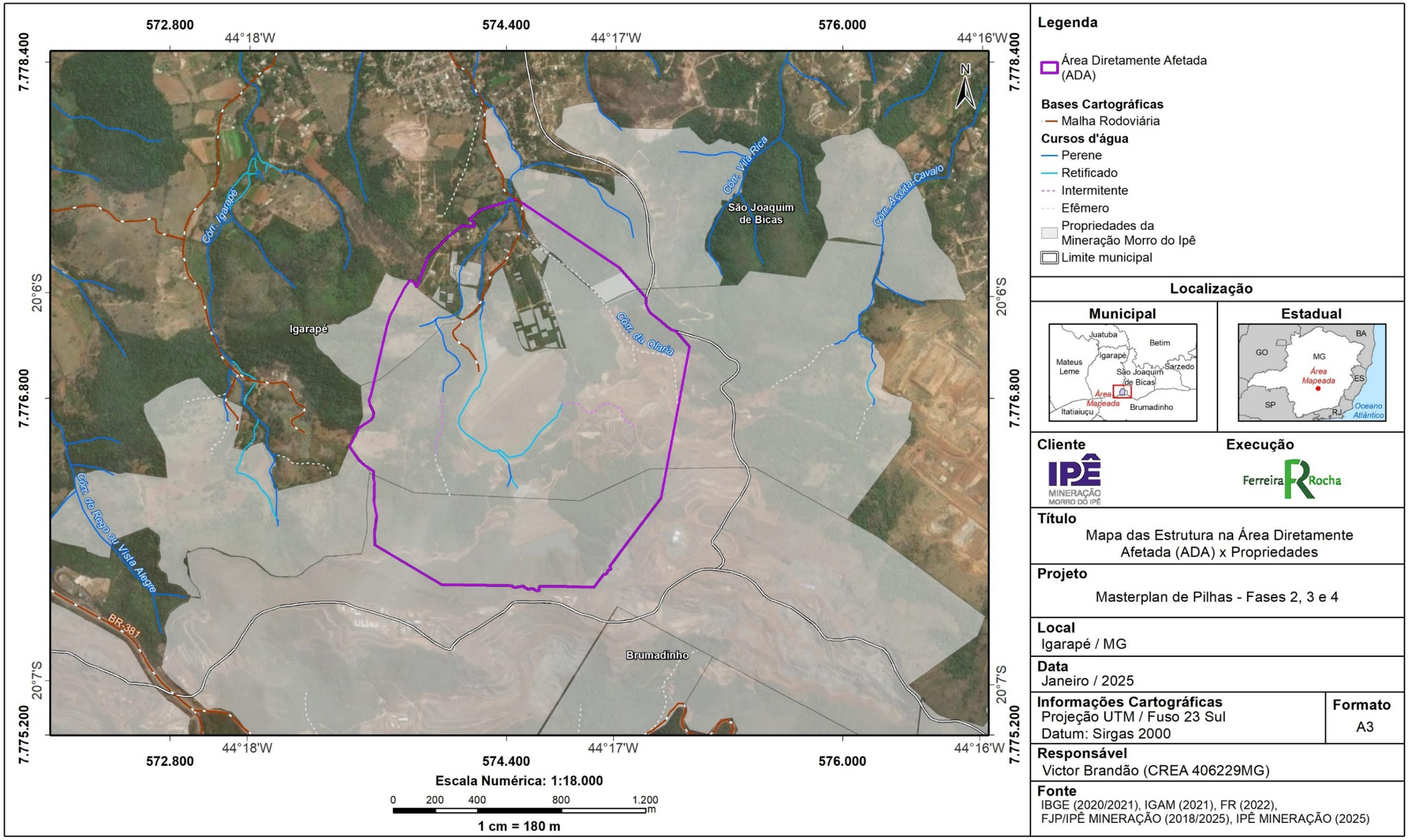


Figura 6-4 – Limites de propriedades da Morro do Ipê na área do Projeto Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4.

Atualmente parte da área de intervenção do Projeto Masterplan de Pilhas (140,8570 ha) que corresponde a matrícula número 27.695, apresenta Reserva Legal Averbada, segundo o CAR número MG-3109006-D149A48510344B11B477C8B7862D489C (Anexo I), ocupando uma área de 26,13 ha conforme a **Figura 6-4**.

Sabe-se que segundo a Lei Estadual nº 20.922/2013, o proprietário ou possuidor do imóvel rural poderá alterar a localização da área de Reserva Legal, mediante aprovação do órgão ambiental competente.

Como regra, a nova área de Reserva Legal deverá localizar-se no imóvel que contenha a Reserva Legal de origem, em área com tipologia vegetacional, solo e recursos hídricos semelhantes ou em melhores condições ambientais que a área anterior, observados os critérios técnicos que garantam ganho ambiental, estabelecidos em regulamento, sendo o caso observado para a atual solicitação.

No entanto, a lei permite que a alteração da área de RL seja fora do imóvel de origem nos casos de:

> *I. em caso de utilidade pública;*
>
> *II. em caso de interesse social;*
>
> *III. se a área originalmente demarcada estiver desprovida de vegetação nativa e, na propriedade, não tiver sido constatada a presença de cobertura vegetal nativa em data anterior a 19 de junho de 2002.*

Portanto, a Mineração Morro do Ipê informa que tal área será realocada para fora do imóvel de origem em processo a ser protocolado no órgão ambiental para análise. A **Figura 6-5** apresenta as áreas de reserva legal do empreendimento

Na **Figura 6-6**, são apresentadas as localizações dos direitos minerários da área da Mineração Morro do Ipê. O tema é abordado em detalhe no capítulo do Diagnóstico Ambiental, do meio físico, conforme solicitação do Termo de Referência para elaboração de estudos de impacto ambiental, emitido pela SEMAD-MG.

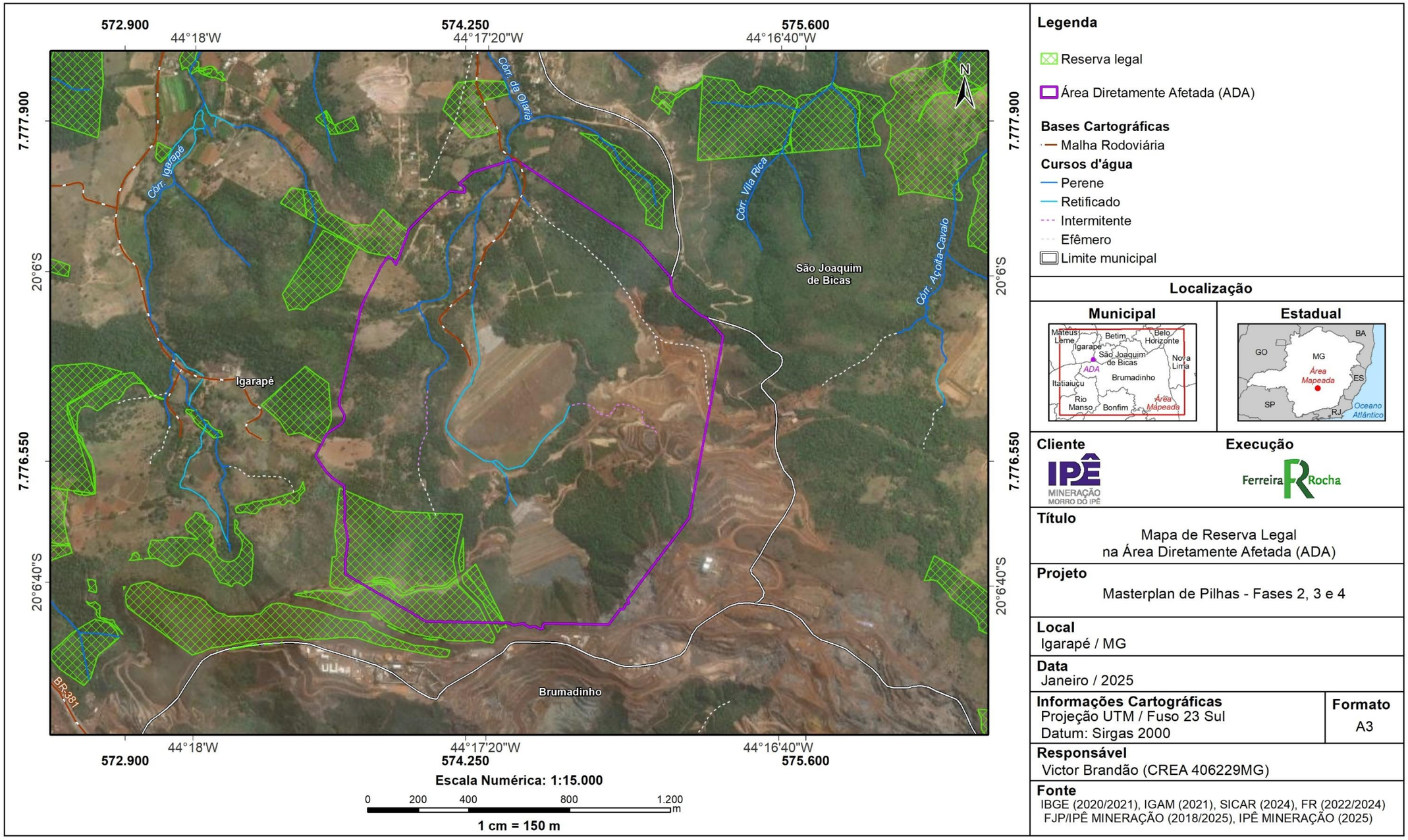


Figura 6-5 - Reserva legal.

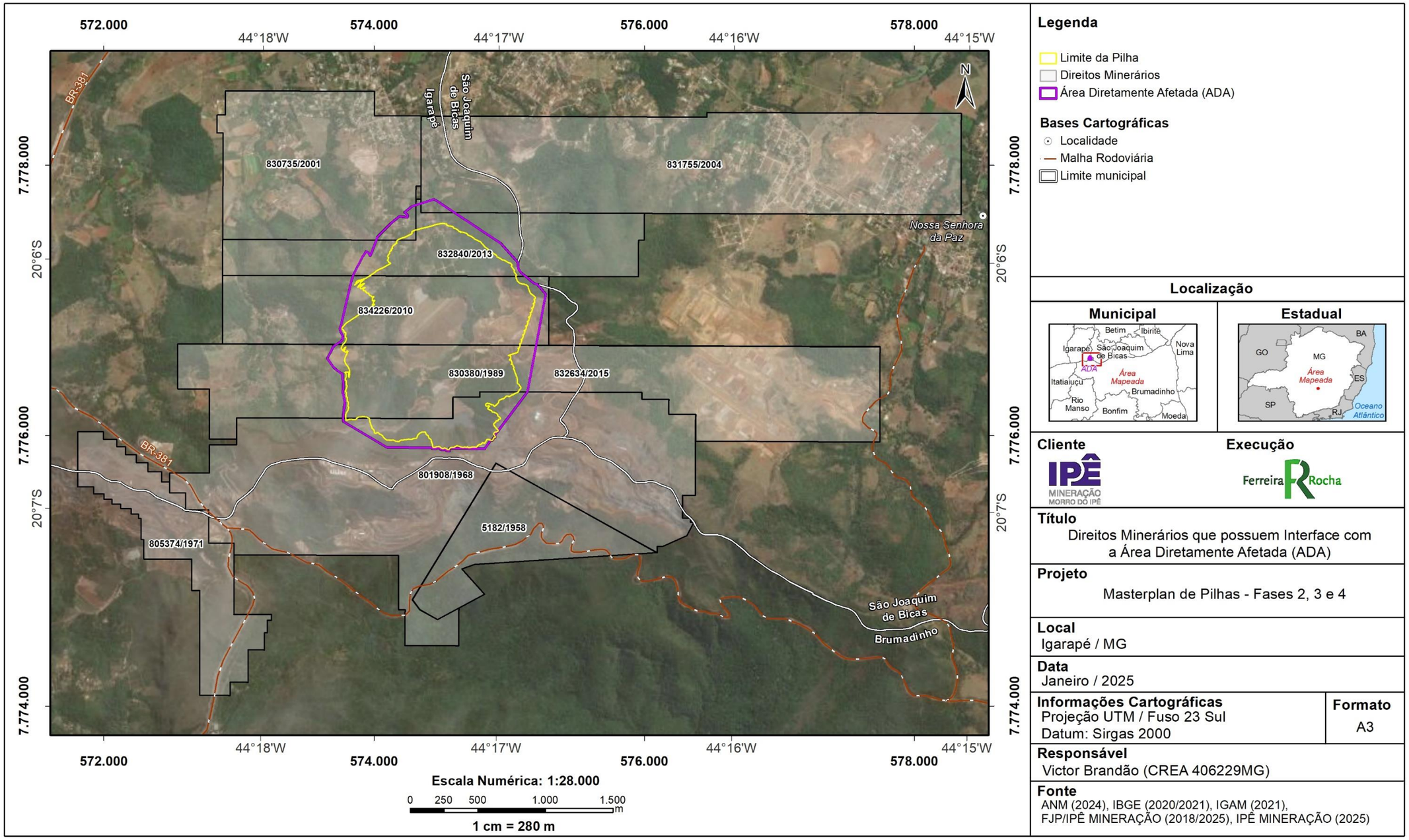


Figura 6-6 – Direitos minerários da área.

6.2 PROJETO MASTERPLAN DE PILHAS - FASES 2, 3 E 4

O Projeto Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4 prevê a instalação de pilhas para disposição de estéril e de rejeito (PDER), que irá ocorrer em três fases (fase 2, 3 e 4). Reitera-se que a fase 1 de disposição de estéril e rejeito (PDER Grota das Cobras – Fase 1) está em processo de obtenção de LO. A **Figura 6-7** apresenta a configuração das PDER Fases 2, 3 e 4.

A **Tabela 6-1** apresenta uma síntese das principais características das pilhas, nas fases, 2, 3 e 4.

Tabela 6-1 – Principais características das pilhas, conforme suas fases.

CARACTERÍSTICAS	FASE 2	FASE 3	FASE 4
Área ocupada (m^2)	546.097 m^2	639.718 m^2	930.105 m^2
Volume total estimado (Mm^3)	17,9 Mm^3	22,1 Mm^3	38,2 Mm^3
Altura máxima (m)	120 m	61 m	150 m
Largura das bermas (m)	10 / 30 m	10 m	10 m
Altura dos taludes (m)	10 m	10 m	10 m
Inclinação dos taludes	1,5H:1,0V	2,0H:1,0V	2,0H:1,0V
Ângulo de face dos taludes (°)	33,7°	26,6°	26,6°

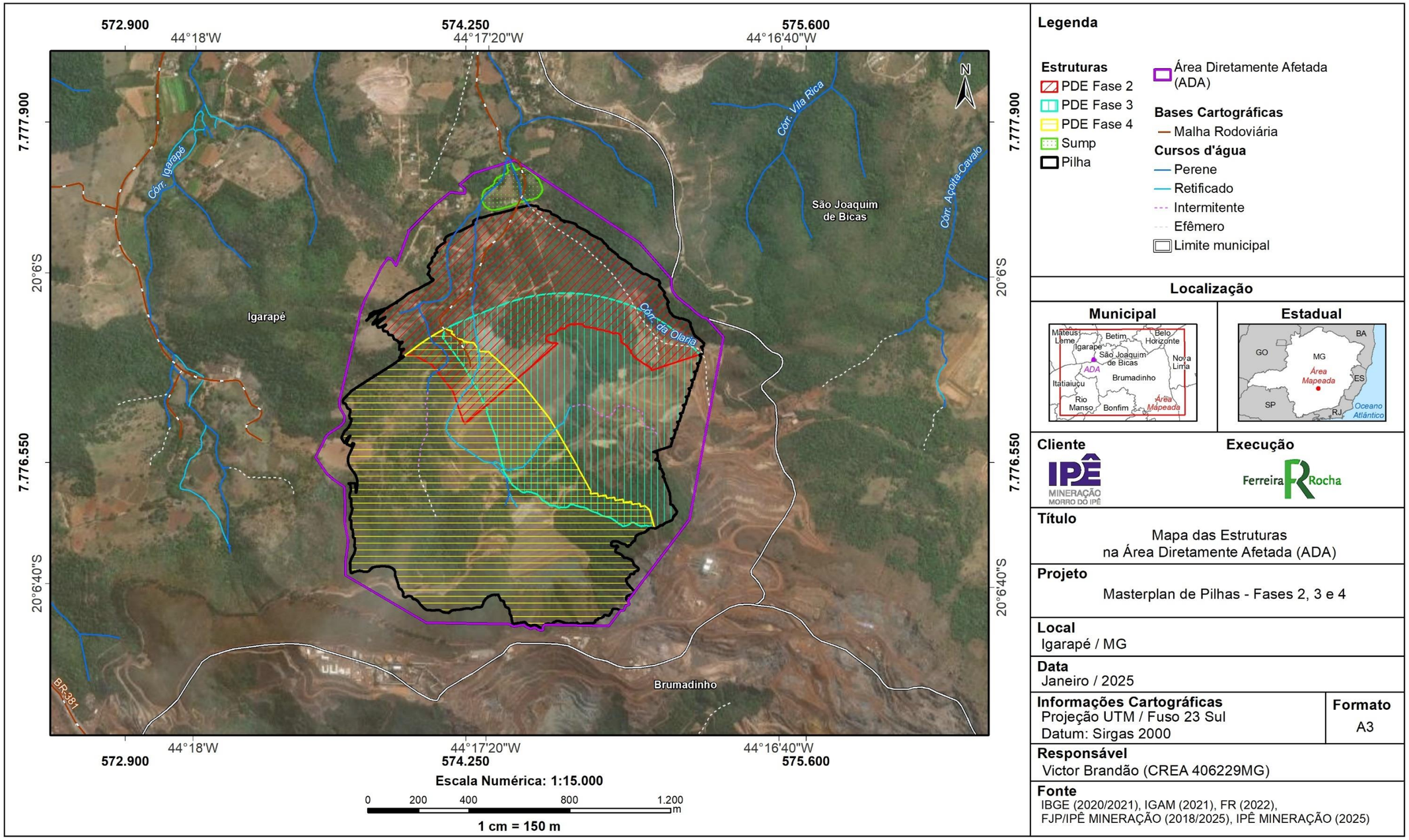


Figura 6-7 – Configuração das PDER Fases 2, 3 e 4 e sump.

6.2.1 FASE DE PLANEJAMENTO

A Fase de Planejamento compreende a realização de estudos técnicos e mapeamentos para caracterização do projeto e para subsidiar o diagnóstico ambiental, a avaliação de impactos, conforme apresentado neste documento e outros relatórios que fazem parte do processo de licenciamento.

6.2.2 FASE DE IMPLANTAÇÃO

6.2.2.1 CANTEIRO DE OBRAS

Repetindo estratégia já adotada pela Mineração Morro do Ipê serão utilizados canteiros de obras volantes, cujo local de implantação é definido de acordo com o andamento da obra.

As instalações de canteiros de obras volantes contam com estrutura reduzida e utilizaram banheiro químicos.

Além disso, a Mineração Morro do Ipê possui um canteiro de obras avançado, fixo, em área já licenciada, operado por empresa terceirizada, que irá dar suporte nas atividades de implantação. Portanto, as manutenções de equipamentos, apoio ao operário etc. serão executados neste canteiro de obras avançado.

O canteiro de obras conta com estações de trabalho, almoxarifado e ferramentaria, área de vivência, refeitório, copa, reservatório de água, banheiro, Estação de Tratamento de Efluente (ETE), depósito intermediário de resíduos, depósito de produtos químicos, recipientes para coleta seletiva, áreas de estacionamento.

De modo geral, a **Figura 6-8** ilustra um croqui de referência dessa estrutura.

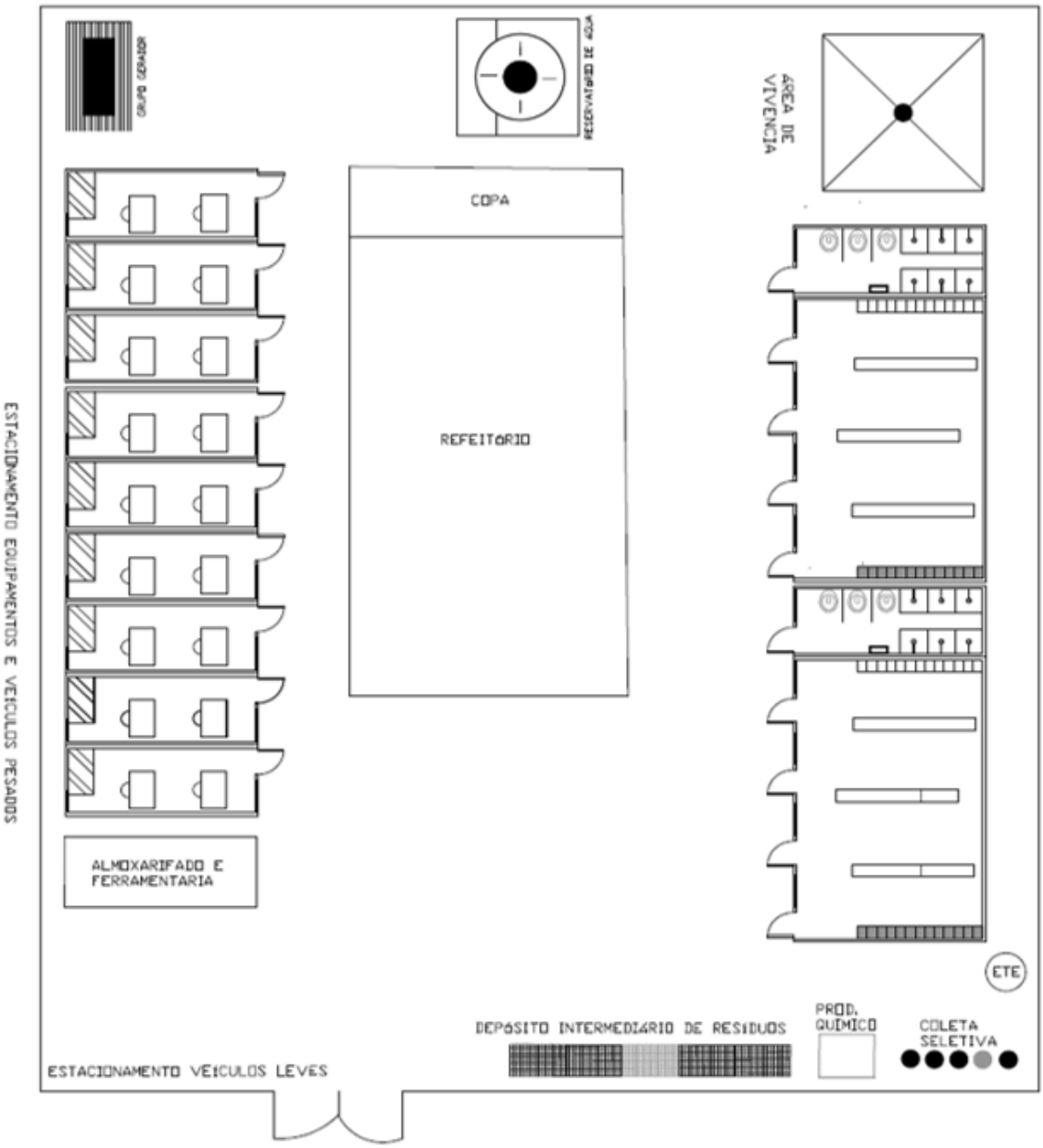


Figura 6-8 - Croqui de referência para as instalações do canteiro de obra.

Os resíduos serão separados em recipientes identificados para coleta seletiva e em depósito intermediário de resíduos. Posteriormente, serão encaminhados para a Central de Material Descartado (CMD) e encaminhado para destinação final. Os efluentes gerados nos canteiros de obras serão tratados em ETE compacta. O efluente tratado atenderá aos padrões de reuso para fins não potáveis, promovendo o uso racional dos recursos hídricos disponíveis.

6.2.2.2 INFRAESTRUTURA PARA IMPLANTAÇÃO

Demais infraestruturas necessárias para apoio na implantação e operação das pilhas, tais como estruturas administrativas, acessos, refeitórios etc. serão utilizados da Mineração Morro do Ipê.

Não serão construídas estruturas de alojamento para alocação da mão de obra mobilizada para o projeto, considerando que a mão de obra utilizada é local.

6.2.2.3 MÃO DE OBRA

A mão de obra, direta e indireta, para a etapa de implantação das pilhas nas fases 2, 3 e 4 foi prevista de acordo com o quantitativo realizado para o Projeto da Fase 1 da PDER Grota das Cobras.

A Fase de Implantação terá início com a instalação do sistema de contenção de sedimentos à jusante das pilhas e a drenagem interna da fase 02, para que sejam atingidas as condições adequadas de segurança geotécnica e ambiental para início de operação das pilhas.

Entretanto, tal fase continuará concomitantemente à Fase de Operação, pois ao longo da operação de disposição serão realizadas obras complementares para extensão da infraestrutura necessária, composta por drenagens internas e superficiais. Estes sistemas serão incrementados progressivamente, concomitantemente à operação das pilhas, e previamente à operação em novas áreas.

Assim, ao longo dos primeiros anos de operação, haverá sempre, nos 5-6 meses secos do ano, a mobilização de equipe para a instalação destas estruturas complementares das próximas fases.

O quantitativo total mensal de mão de obra envolvida nas atividades voltadas à construção civil, eletromecânica, condução e operação de maquinário, contempladas na implantação do projeto segue representado no gráfico da **Figura 6-9**.

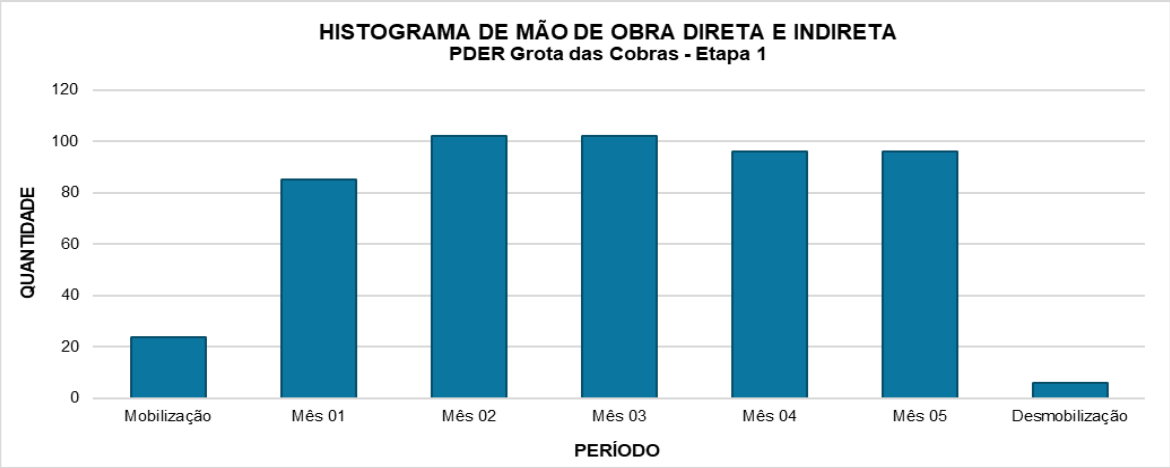


Figura 6-9 – Mão de obra direta e indireta prevista para o Projeto. **Fonte**: MMI, 2024.

A **Tabela 6-2** apresenta o detalhamento da mão de obra, direta e indireta, prevista para atuar na implantação do empreendimento. O detalhamento foi baseado no Projeto da Fase 1 da PDER Grota das Cobras.

Tabela 6-2 – Quantitativo detalhado de mão de obra direta e indireta.

DESCRIÇÃO	MOB.	MÊS 01	MÊS 02	MÊS 03	MÊS 04	MÊS 05	DESMOB
MÃO DE OBRA DIREITA							
Operador de escavadeira 36t	0	4	4	4	4	4	0
Motorista de caminhão basculante	1	20	28	28	28	28	0
Operador de trator de esteiras	0	2	2	2	2	2	0
Operador de motoniveladora	0	1	1	1	1	1	0
Motorista de caminhão pipa	0	1	1	1	1	1	0
Operador de trator agrícola	0	0	2	2	0	0	0
Operador de rolo compactador	0	0	2	2	0	0	0
Operador de pá carregadeira	0	1	1	1	1	1	0
Motorista de caminhão comboio	0	2	2	2	2	2	0
Motorista de ônibus	0	2	2	2	2	2	0
Lubrificador	0	1	1	1	1	1	0
Servente	5	5	5	5	5	5	2
Carpinteiro	0	0	1	1	1	1	0
Armador	0	0	1	1	1	1	0
Pedreiro	0	0	1	1	1	1	0
MÃO DE OBRA INDIRETA							
Engenheiro civil - gerente de contrato	1	1	1	1	1	1	0
Engenheiro civil - campo	1	1	1	1	1	1	1
Engenheiro segurança trabalho	1	1	1	1	1	1	0

DESCRIÇÃO	MOB.	MÊS 01	MÊS 02	MÊS 03	MÊS 04	MÊS 05	DESMOB
Engenheiro de planejamento	1	1	1	1	1	1	0
Técnico em meio ambiente e qualidade	1	1	1	1	1	1	0
Técnico em segurança do trabalho	3	3	3	3	3	3	0
Técnico em enfermagem	1	1	1	1	1	1	0
Encarregado geral	1	1	1	1	1	1	1
Encarregado de terraplenagem	0	2	2	2	2	2	0
Encarregado de drenagem	0	1	1	1	1	1	0
Encarregado de pavimentação	0	0	0	0	0	0	0
Encarregado de obras civis	0	0	0	0	0	0	0
Feitor - frente serviço	1	2	2	2	2	2	0
Técnico em manutenção predial	0	1	1	1	1	1	0
Chefe de escritório	1	1	1	1	1	1	1
Auxiliar administrativo	0	2	2	2	2	2	0
Controlador / encarregado de transporte	1	1	1	1	1	1	0
Apontador / manobrista	0	2	2	2	2	2	0
Almoxarife	0	1	1	1	1	1	0
Greidista	0	1	1	1	1	1	0
Ajudante para obra (sinaleiro)	0	4	4	4	4	4	0
Topógrafo	0	1	1	1	1	1	0
Auxiliar de topografia	0	1	1	1	1	1	0
Laboratorista	0	0	1	1	0	0	0
Auxiliar de laboratório	0	0	1	1	0	0	0
Motorista Batedor	0	1	1	1	1	1	0
Vigia	0	3	3	3	3	3	0
Ajudante para canteiro	0	1	1	1	1	1	0
Faxineiro para alojamentos	1	3	3	3	3	3	0
Eletricista	1	1	1	1	1	1	0
Mecânico	0	2	2	2	2	2	0
Auxiliar de Mecânica	0	2	2	2	2	2	0

A previsão para a etapa de implantação do empreendimento é de contratação de mão-de-obra preferencialmente local, favorecendo, portanto, as comunidades adjacentes ao empreendimento e, por conseguinte, resultando em impactos socioambientais positivos para a região. Caso seja necessário, o excedente da equipe será alocado por meio da rede hoteleira presente no município do empreendimento.

6.2.2.4 EQUIPAMENTOS

A previsão de equipamentos para a implantação das fases 2, 3 e 4 foi realizada a partir do quantitativo proposto para a execução do Projeto da PDER Grota das Cobras - Fase 1. A frota móvel relacionada segue apresentada na **Tabela 6-3**.

Tabela 6-3 – Quantitativo detalhado de equipamentos diretos e indiretos.

DESCRIÇÃO	MOB.	MÊS 01	MÊS 02	MÊS 03	MÊS 04	MÊS 05	DESMOB.
EQUIPAMENTOS DIREITOS							
Escavadeira hidráulica 36t - 1,6 M3	0	4	4	4	4	4	0
Caminhão basculante traçado 6x4 - 21,0 t	1	20	28	28	28	28	0
Trator de esteiras D6	0	2	2	2	2	2	0
Motoniveladora	0	1	1	1	1	1	0
Caminhão pipa - 20.000 l	0	1	1	1	1	1	0
Trator agrícola com grade de discos - 150CV	0	0	2	2	0	0	0
Rolo compactador vibratório	0	0	2	2	0	0	0
Pá carregadeira - 3,50 m3	0	1	1	1	1	1	0
EQUIPAMENTOS INDIRETOS							
Caminhão comboio - 10.000 l		2	2	2	2	2	
Ônibus - 42 lugares		2	2	2	2	2	
Gerador - 55 kVa		2	2	2	2	2	
Veículo leve - 52,3 CC	2	2	2	2	2	2	1

Importante ressaltar que tais estimativas abordadas no presente item podem sofrer alterações em função do Projeto Conceitual das Fases 2, 3 e 4.

6.2.2.5 MÉTODOS CONSTRUTIVOS E ATIVIDADES

A construção das pilhas foi dividida em fases: 2, 3 e 4. As **Figura 6-10**, **Figura 6-11** e **Figura 6-12** apresentam os limites projetados sobre a imagem de satélite da área de implantação de cada fase.

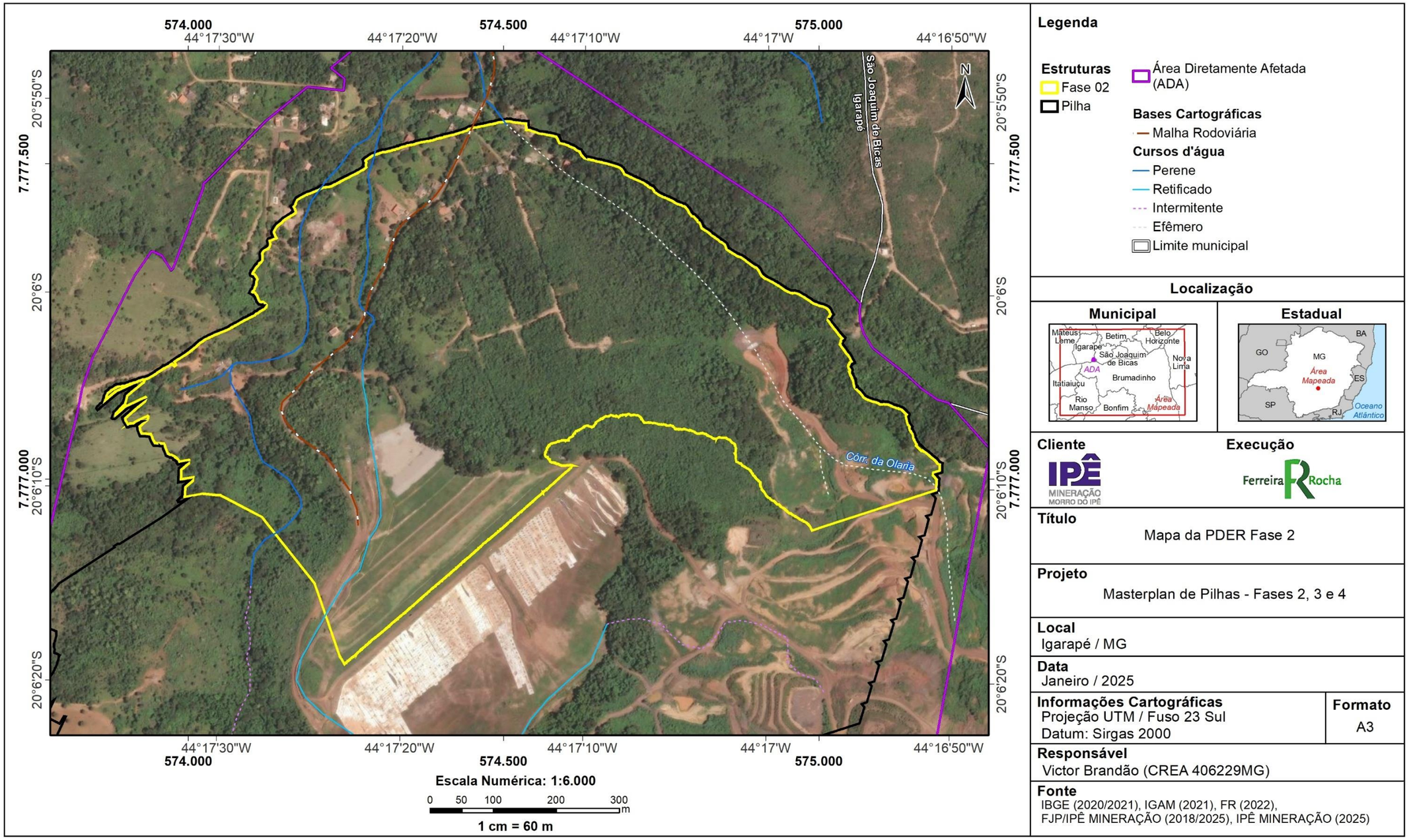


Figura 6-10 – Limites sobre imagem de satélite da área na qual será implantada a Fase 2 da pilha de disposição de estéril e rejeito.

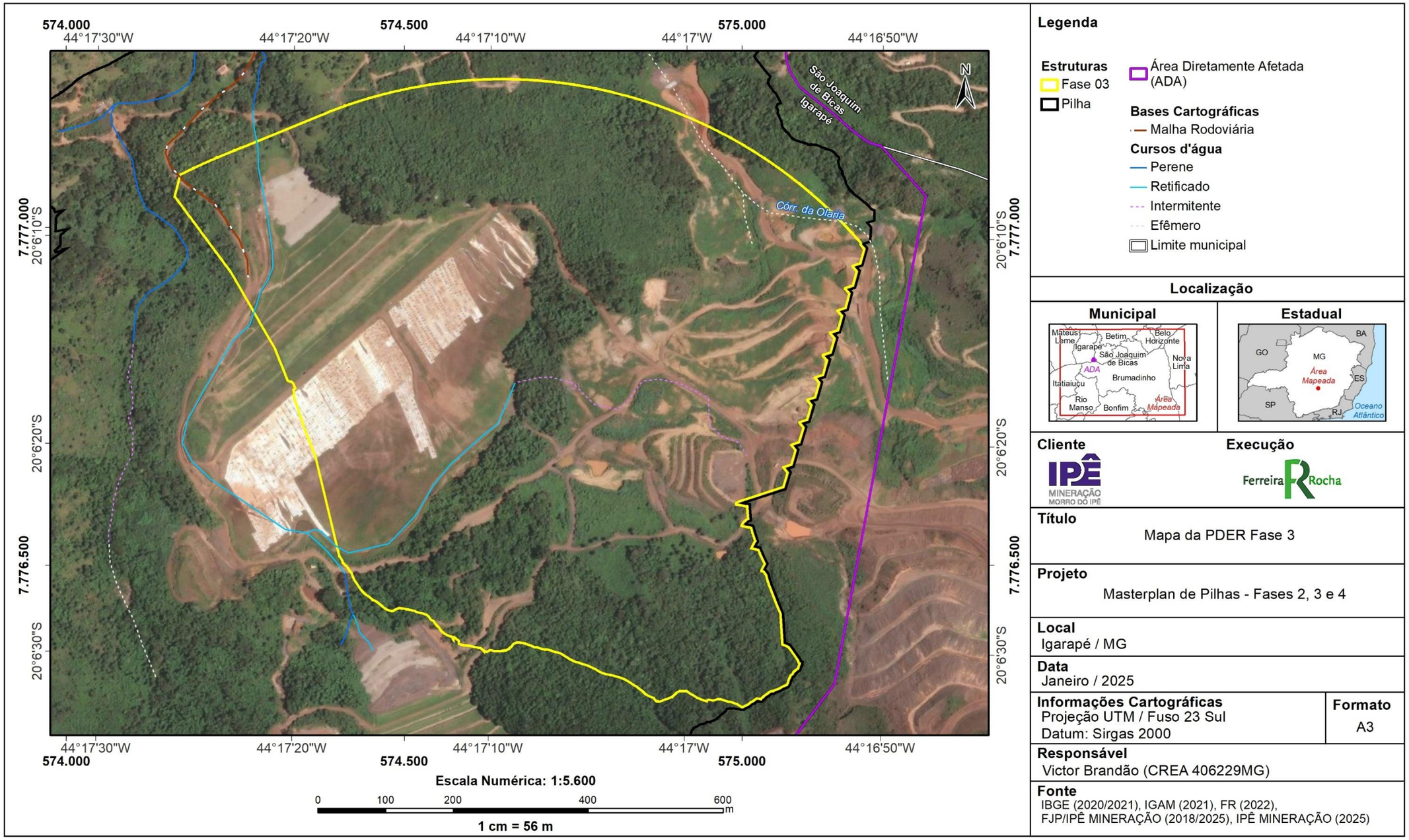


Figura 6-11 – Limites sobre imagem de satélite da área na qual será implantada a Fase 3 da pilha de disposição de estéril e rejeito.

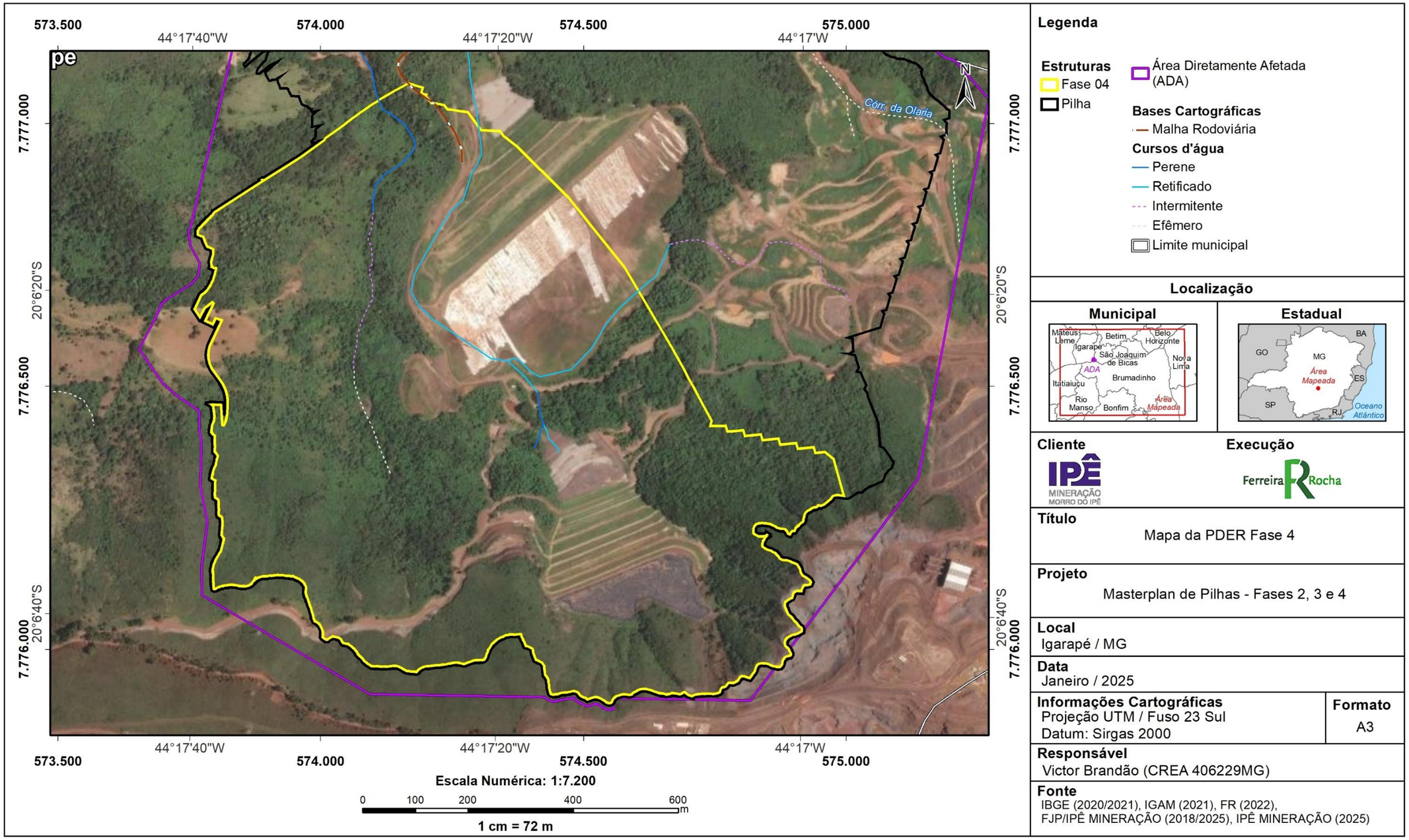


Figura 6-12 - Limites sobre imagem de satélite da área na qual será implantada a Fase 4 da pilha de disposição de estéril e rejeito.

As **Figura 6-13** e **Figura 6-14** apresentam as seções transversais das pilhas, fases 2, 3 e 4.

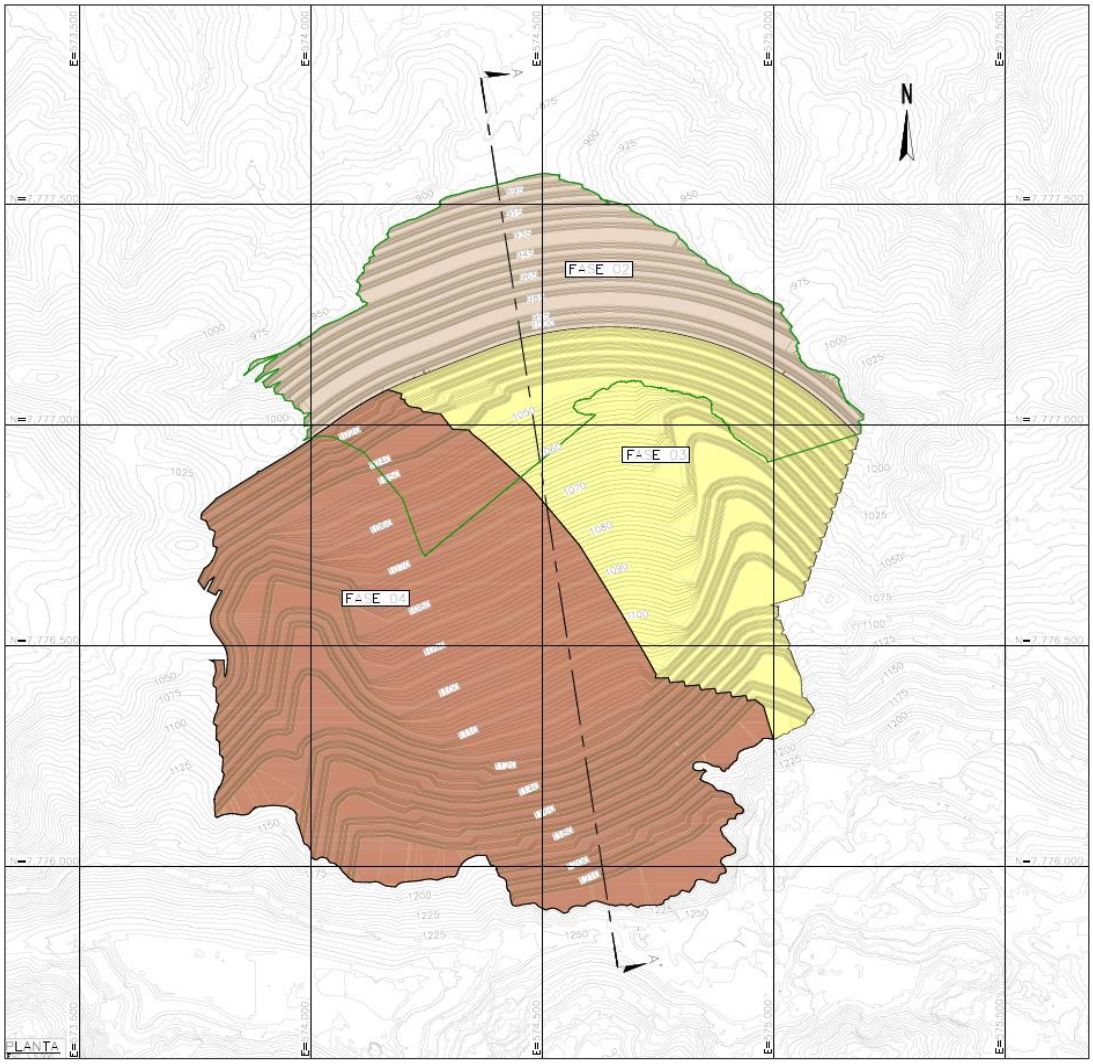


Figura 6-13 – Seção transversal representativa das pilhas, fases 2, 3 e 4 em planta.

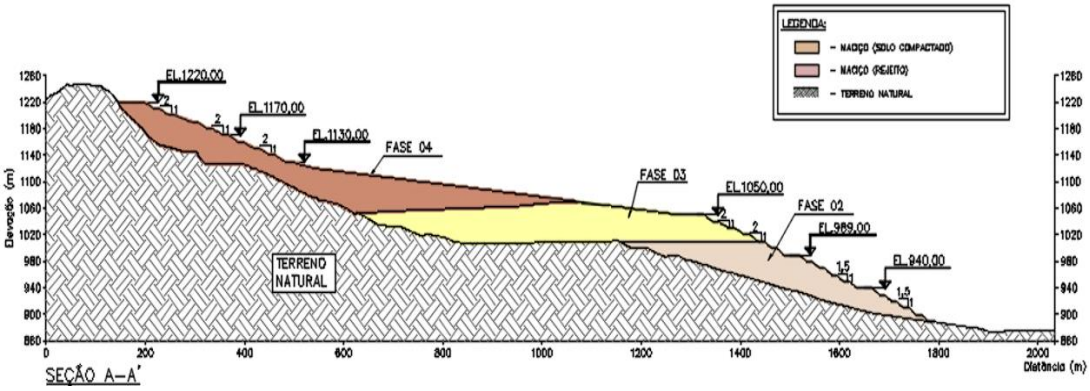


Figura 6-14 – Perfil da seção transversal representativa das pilhas fases 2, 3 e 4.

As pilhas serão construídas de forma ascendente, por meio de camadas ou bancadas, sendo os materiais compactados diretamente pelo equipamento de transporte durante seu empilhamento, de forma que cada alteamento sucessivo seja apoiado e suportado pelo anterior.

De modo geral, a construção de uma pilha de estéril e rejeito deve seguir as seguintes etapas construtivas:

a) Remoção e/ou Realocação de Possíveis Interferências;
b) Supressão de Vegetação e Serviços de Terraplanagem;
c) Acessos;
d) Preparação da Fundação;
e) Drenagens superficial e interna, escavações e/ou aterros, sump;
f) Disposição dos materiais.

6.2.2.5.1 REMOÇÃO E/OU REALOCAÇÃO DE POSSÍVEIS INTERFERÊNCIAS

As pilhas estão previstas para serem implantadas em área ocupada, em parte, pela barragem B1-Auxiliar, barragem B2 e Pilha Grota das Cobras. Conforme informado no item **Erro! Fonte de referência não encontrada.**as barragens encontram-se atualmente paralisadas. As obras de descaracterização da barragem B1-Auxuliar têm previsão de início em 2025. O projeto prevê a execução da descaracterização em 4 etapas principais, a saber:

a) Construção da estrutura em concreto armado do canal extravasor ao longo da ombreira esquerda;
b) Conformação, selamento e drenagem do reservatório;
c) Tamponamento do sistema extravasor operacional;
d) Execução do reforço (contrapilhamento) com uso de estéril, considerando supressão vegetal, drenagem interna, tratamento das fundações, dentre outros.

As **Figura 6-15** e **Figura 6-16** apresentam a condição final em planta e seção, respectivamente.

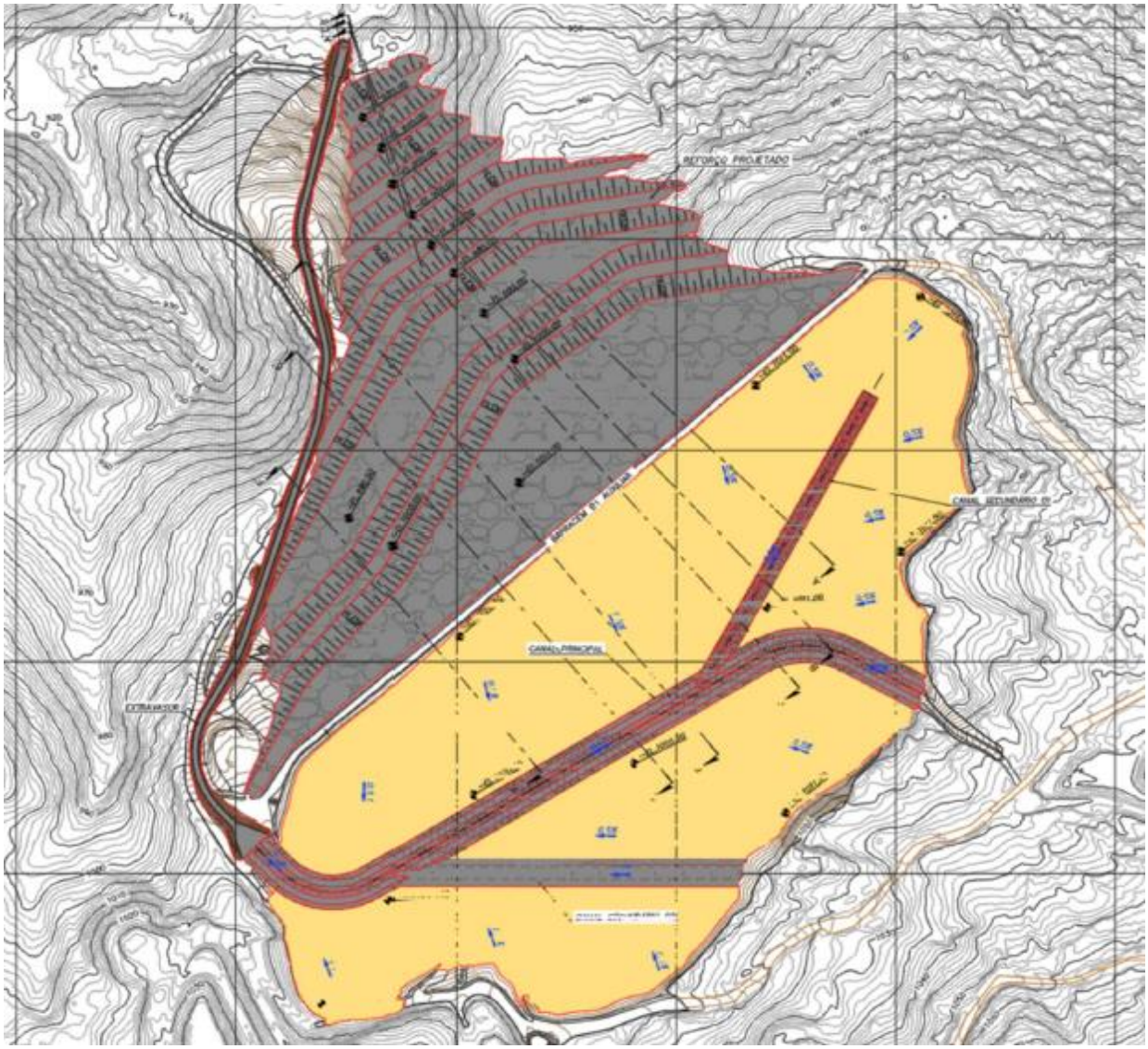


Figura 6-15 – Condição final da descaracterização da Barragem B1-Auxiliar em planta.
Fonte: 17123-E-BA-RL-03-GE r0 (TERRACOTA, 2023).

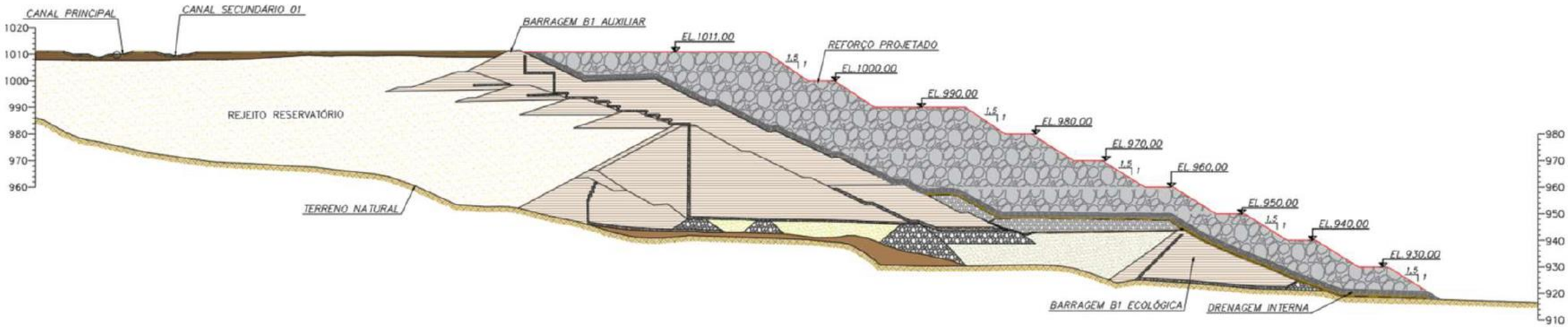


Figura 6-16 – Condição final da descaracterização da Barragem B1-Auxiliar em seção. **Fonte:** 17123-E-BA-RL-03-GE r0 (TERRACOTA, 2023).

O lançamento de rejeitos na Barragem B2 - Mina Tico-Tico foi paralisado no ano de 2007. Atualmente, a Mineração Morro do Ipê dispõe de projeto executivo elaborado pela Statum Geotecnia Ltda, em 2023 para desmonte da barragem B2 – Mina Tico-Tico.

O projeto prevê a execução da descaracterização em 3 etapas principais, a saber:

a) Remoção parcial da estrutura;
b) Continuação da remoção parcial da estrutura e execução do canal de drenagem previsto.

As **Figura 6-17** e **Figura 6-18** apresentam a condição final em planta e seção, respectivamente, conforme relatório de inspeção de segurança emitido pela empresa Terracota (2023).

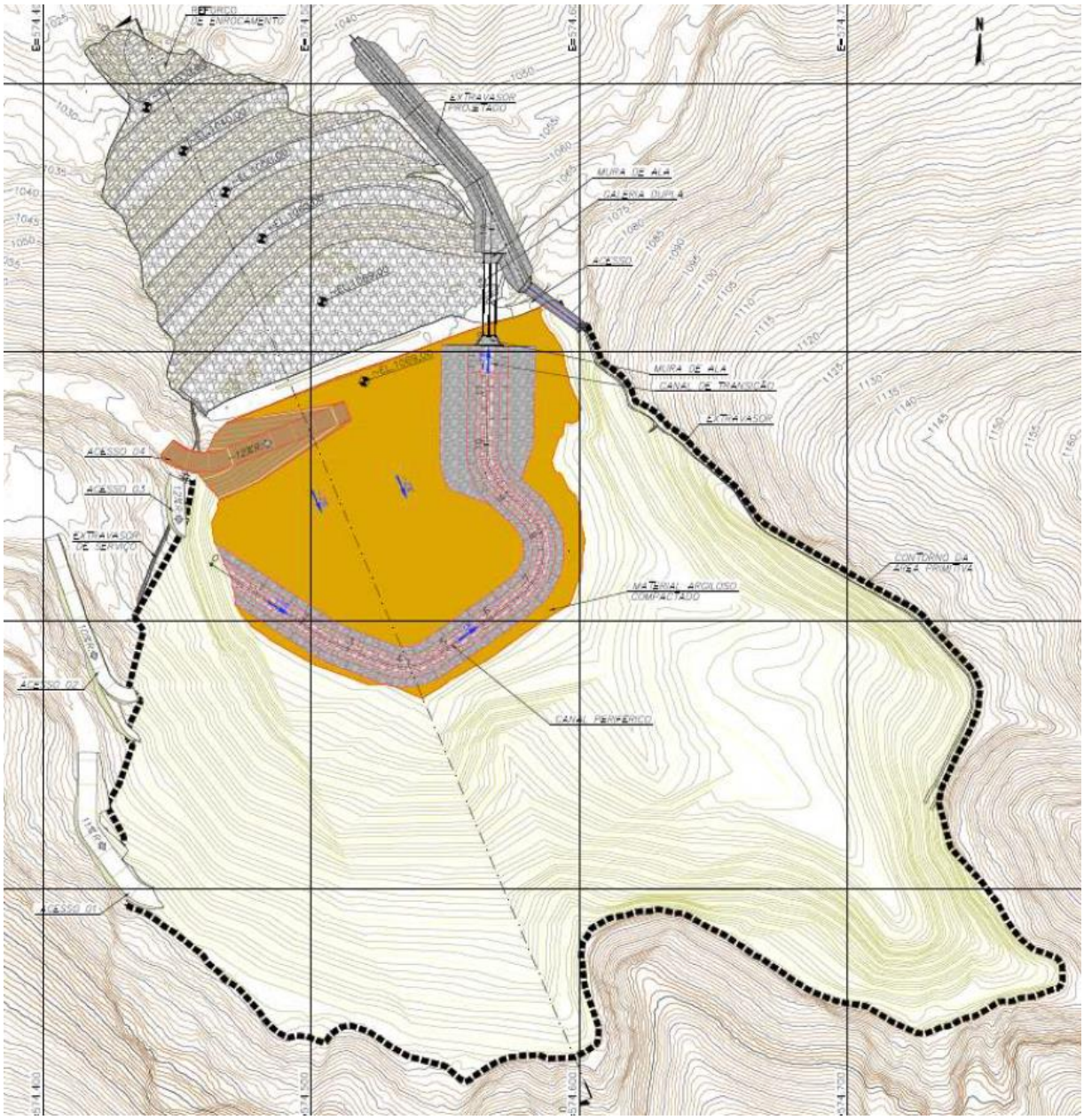


Figura 6-17 - Condição final da descaracterização da Barragem B2 em planta. **Fonte:** 17123-E-BA-RL-03-GE r0 (TERRACOTA, 2023).

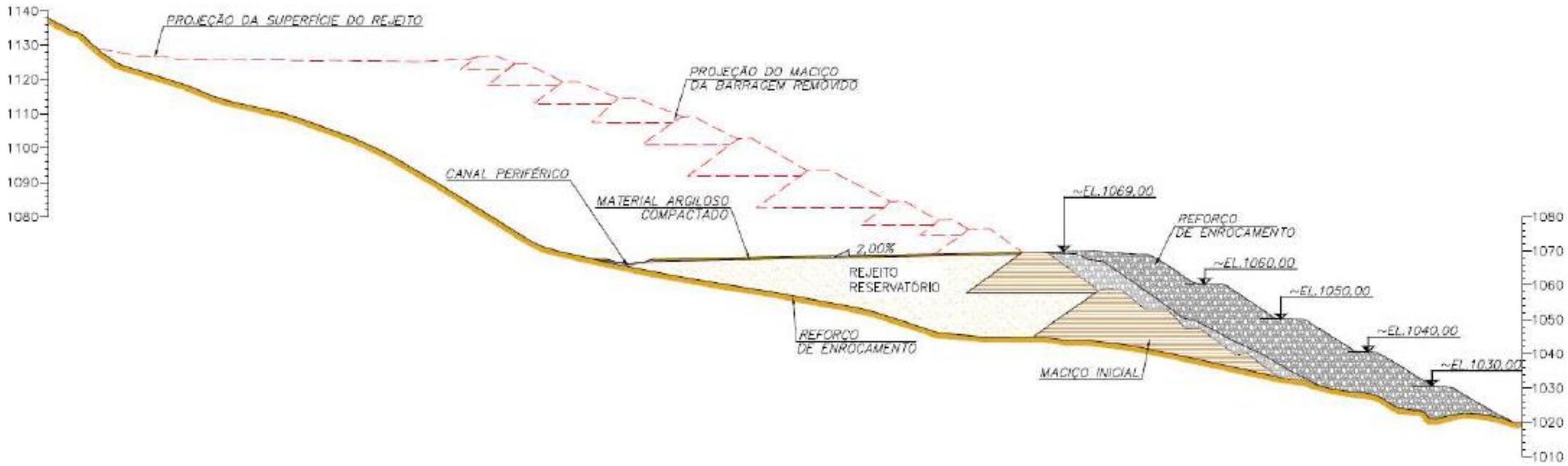


Figura 6-18 - Condição final da descaracterização da Barragem B2 em seção. **Fonte:** 17123-E-BA-RL-03-GE r0 (TERRACOTA, 2023).

A Pilha Grota das Cobras será removida concomitante ao reaproveitamento do material disposto na mesma, mediante seu reprocessamento na UTM da mina Tico-Tico, atividade esta objeto de processo de LAS-RAS formalizado e em análise no órgão ambiental.

6.2.2.5.2 SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO E SERVIÇOS DE TERRAPLANAGEM

Foi estimada uma área de supressão vegetal igual à 119 ha (1.190.000 m²). Adotou-se um cenário de espessura constante igual à 0,40 metros ao longo de toda região, que totalizaria um volume igual a 476.000 m³. Não são previstas interferências correlatas às estruturas pré-existentes para implantação das fases 2, 3 e 4 neste processo de licenciamento.

6.2.2.5.3 ACESSOS

A incorporação de acessos definitivos e provisórios são necessários à formação da pilha ascendente, à medida que a pilha vai sendo construída.

Assim como proposto para Projeto da Fase 1 da PDER Grota das Cobras, os acessos devem permitir o tráfego de veículos convencionais e servir para os trabalhos de limpeza das estruturas de contenção de sedimentos, para receber canais de drenagem superficial, para eventuais manutenções da própria pilha, além de continuar viabilizando o acesso às outras estruturas existentes no empreendimento da MMI.

Ademais, por meio dos acessos já instalados, o estéril será transportado das minas Ipê e Tico-Tico para a pilha, enquanto o rejeito será conduzido das plantas de filtragem para o local de disposição.

6.2.2.5.4 PREPARO DA FUNDAÇÃO

De acordo com a NBR 13.029/2017, as análises de estabilidade devem ser realizadas nas seções críticas da pilha, considerando suas características geométricas e de fundação, as condições de percolação e os parâmetros de resistências definidos a partir dos estudos geológico-geotécnicos.

Os fatores de segurança a seguir devem ser considerados para ruptura do talude geral, de acordo com o tipo de superfície freática considerado:

a) Superfície freática normal: fator de segurança mínimo igual a 1,50;
b) Superfície freática crítica: fator de segurança mínimo igual a 1,30.

Para rupturas de taludes entre bermas, os fatores de segurança a serem seguidos variam de acordo com a face predominante do talude:

a) Face predominante de solo: fator de segurança mínimo igual a 1,50;

b) Face predominante de rocha: fator de segurança mínimo igual a 1,30.

6.2.2.5.5 DRENAGENS SUPERFICIAL E INTERNA, ESCAVAÇÕES E/OU ATERROS, SUMP.

SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL

A drenagem superficial tem por objetivo coletar as águas provenientes da precipitação direta incidente sobre a área da pilha e entorno, conduzindo-as de maneira segura até a jusante, a fim de garantir integridade da pilha, reduzindo o desenvolvimento de processos erosivos tanto na pilha quanto na área em seu entorno.

O sistema de drenagem superficial da pilha será composto por canaletas de berma, canaletas de topo, descidas de água, bueiros e canais periféricos, descritos a seguir:

a) Canaleta de bermas: elemento de drenagem implantado nas bermas, cuja função hidráulica é conduzir os escoamentos superficiais provenientes dos taludes dos cortes e aterros e nas áreas das próprias bermas até as descidas de água e canais periféricos;
b) Descidas de água: escadas indicadas com objetivo de coletar as vazões provenientes das canaletas de berma e conduzi-las aos bueiros ou canais periféricos;
c) Bueiros: dispositivos para a condução de água nos pés dos acessos da pilha e/ou promover travessias de talvegues sob aterros, conectando o fluxo entre canais periféricos e as canaletas de berma, promovendo o correto direcionamento das águas superficiais e viabilizando o trânsito local;
d) Canais periféricos: canais com o objetivo de coletar o escoamento proveniente das bermas e áreas adjacentes, descartando-o junto às caixas de passagem e/ou bacias de dissipação e/ou estruturas de contenção de sedimentos;
e) Caixas de passagem: previstas nas extremidades das canaletas e nos pontos de descarga nas descidas de água.

De acordo com a NBR 13.029/2017, são recomendados tempos de retorno mínimos. Para dispositivos de pequena vazão, como canaletas de berma e descidas de água entre taludes é recomendado o TR de 100 anos; para dispositivos de grandes vazões como bueiros e canais periféricos definitivos de coleta e condução de águas superficiais, recomenda-se TR de 500 anos.

As vazões de projeto dos dispositivos do sistema de drenagem superficial são obtidas através do Método Racional em função das bacias hidrográficas de contribuição (< 1,0 km²). Os coeficientes de escoamento superficial admitidos para o cálculo das vazões de dimensionamento, são adotados em função das tipologias de uso e ocupação do solo de acordo com os valores sugeridos por Pinheiro (2011). O tempo de concentração deve ser calculado pelo método cinemático, tendo valor mínimo de 6 minutos, compatível com a precisão das relações intensidade-duração-frequência das chuvas de projeto.

Para cálculo do dimensionamento dos dispositivos, deve-se considerar a capacidade do mesmo em escoar a vazão de projeto majorada em 30% de forma a contemplar uma borda livre (CETESB, 1980 apud PINHEIRO, 2011). As velocidades máximas permissíveis irão depender do material utilizado na concepção dos dispositivos. Além disso, são adotadas declividades mínimas e máximas para cada dispositivo, a fim de garantir o bom funcionamento, evitando danos aos canais, por erosão ou deposição.

SISTEMA DE DRENAGEM INTERNA

A implantação do sistema de drenagem interna das pilhas constitui a principal defesa contrafluxos concentrados e preferenciais. Além do controle do fluxo, é importante para a estabilidade do espaldar de jusante, já que anula os efeitos das pressões neutras de percolação em praticamente toda a região a jusante do maciço da pilha.

No documento citado anteriormente, são apresentadas as etapas de cálculo para o dimensionamento da drenagem interna da estrutura, que contemplam a caracterização climática da região, a verificação das nascentes e de pontos de medição de vazão, a elaboração do balanço hídrico, a determinação da vazão de recarga e o dimensionamento dos drenos de fundo.

De forma geral, os estudos hidrológicos foram elaborados objetivando a determinação da vazão de projeto para a verificação do funcionamento hidráulico dos drenos. Como produto a **Figura 6-19** apresenta os drenos e suas respectivas áreas de recarga que compõem o sistema de drenagem interna das pilhas.

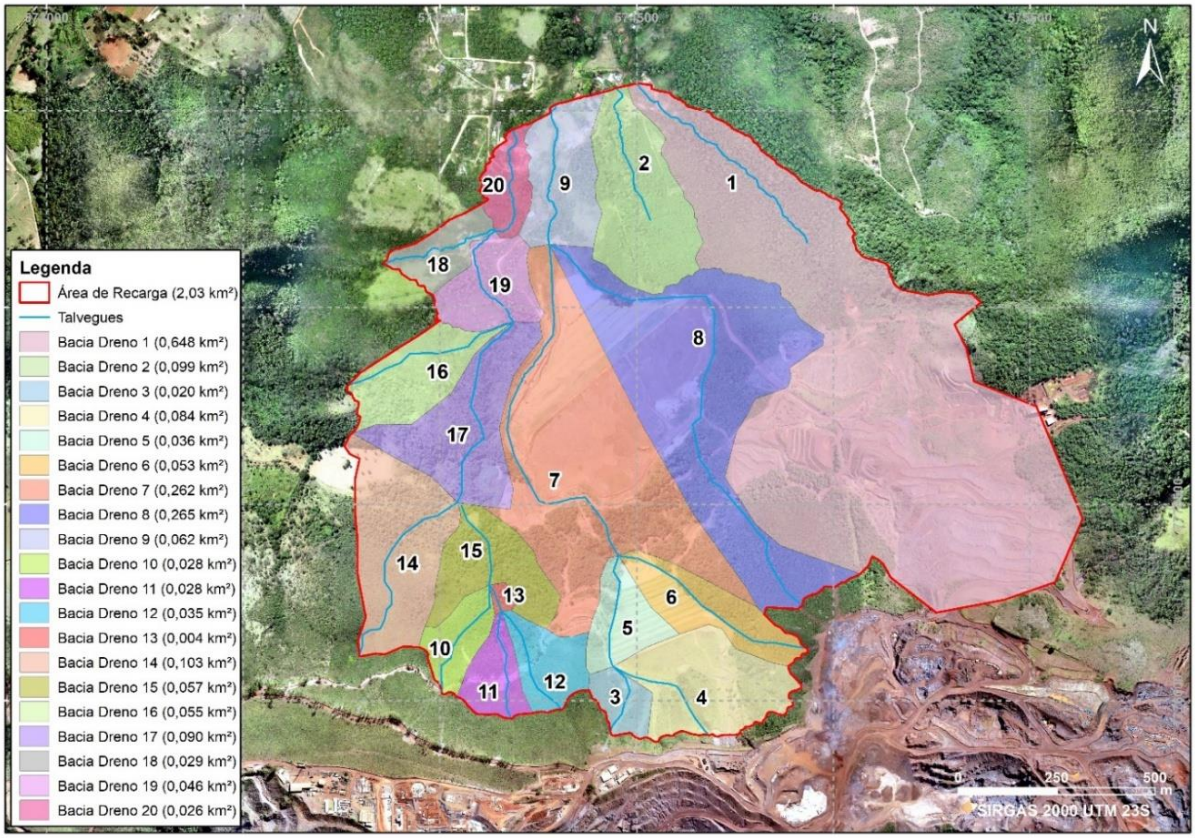


Figura 6-19 – Drenos e áreas de recarga das pilhas, fases 2, 3 e 4. **Fonte:** Walm Engenharia, 2024.

O dimensionamento hidráulico para a determinação da área mínima de seção para os drenos foi realizado a partir da metodologia de Wilkins (1956). A **Figura 6-20** apresenta os valores empregados no cálculo da área mínima para os drenos de fundo da pilha, bem como os resultados alcançados.

DIMENSIONAMENTO DOS DRENOS													
Dreno	Área Bacia (m²)	$Q_{projeto}$ (l/s)	$Q_{projeto}$ (m³/h)	I (m/m)	D_{50} (mm)	e	R_h (m)	W ($m^{0.5}/s$)	v_v (m/s)	R_e	n	v (m/s)	$A_{mínima}$ (m²)
1	648.865,47	254,02	914,46	0,08	200	0,23	0,008	5,25	0,12	891,79	0,19	0,02	11,49
2	98.585,52	38,59	138,94	0,14	200	0,23	0,008	5,25	0,16	1.221,71	0,19	0,03	1,27
3	19.785,91	7,75	27,88	0,41	200	0,23	0,008	5,25	0,28	2.170,16	0,19	0,05	0,14
4	84.201,17	32,96	118,67	0,27	200	0,23	0,008	5,25	0,23	1.733,71	0,19	0,04	0,77
5	140.290,38	54,92	197,72	0,32	200	0,23	0,008	5,25	0,25	1.917,90	0,19	0,05	1,16
6	52.998,21	20,75	74,69	0,32	200	0,23	0,008	5,25	0,25	1.896,95	0,19	0,05	0,44
7	455.507,58	178,32	641,96	0,11	200	0,23	0,008	5,25	0,14	1.073,89	0,19	0,03	6,70
8	264.893,63	103,70	373,32	0,09	200	0,23	0,008	5,25	0,13	973,77	0,19	0,02	4,30
9	782.878,85	306,48	1.103,33	0,08	200	0,23	0,008	5,25	0,12	922,32	0,19	0,02	13,41
10	28.356,28	11,10	39,96	0,30	200	0,23	0,008	5,25	0,24	1.837,05	0,19	0,05	0,24
11	27.968,95	10,95	39,42	0,41	200	0,23	0,008	5,25	0,28	2.171,97	0,19	0,05	0,20
12	35.152,79	13,76	49,54	0,38	200	0,23	0,008	5,25	0,27	2.102,52	0,19	0,05	0,26
13	66.914,91	26,20	94,31	0,13	200	0,23	0,008	5,25	0,15	1.164,08	0,19	0,03	0,91
14	102.813,61	40,25	144,90	0,22	200	0,23	0,008	5,25	0,20	1.544,23	0,19	0,04	1,05
15	152.111,95	59,55	214,38	0,13	200	0,23	0,008	5,25	0,15	1.188,11	0,19	0,03	2,02
16	54.631,40	21,39	76,99	0,17	200	0,23	0,008	5,25	0,18	1.353,62	0,19	0,03	0,64
17	344.799,71	134,98	485,94	0,14	200	0,23	0,008	5,25	0,16	1.225,83	0,19	0,03	4,44
18	28.999,53	11,35	40,87	0,08	200	0,23	0,008	5,25	0,12	907,48	0,19	0,02	0,50
19	445.807,78	174,52	628,29	0,08	200	0,23	0,008	5,25	0,12	904,01	0,19	0,02	7,79
20	501.089,00	196,17	706,20	0,06	200	0,23	0,008	5,25	0,10	777,54	0,19	0,02	10,18

Figura 6-20 - Dimensionamento dos drenos de fundo. **Fonte:** Walm Engenharia, 2024.

A fim de otimizar as dimensões para aspectos construtivos, foram adotados valor de “b” e “h” arredondados. A **Figura 6-21** resume as características geométricas das seções dos drenos de fundo e a **Figura 6-22** ilustra a geometria da seção típica estabelecida para o sistema de drenagem.

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DAS SEÇÕES DOS DRENOS								
Dreno	$A_{mínima}$ (m²)	D_{50} (mm)	b (m)	h (m)	B (m)	A_{dreno} (m²)	Inclinação	Tipo de Dreno
1	11,49	200	2,00	3,00	11,00	19,50	1,5H:1V	IV
2	1,27	200	1,00	1,50	5,50	4,88	1,5H:1V	II
3	0,14	200	0,50	1,00	3,50	2,00	1,5H:1V	I
4	0,77	200	1,00	1,50	5,50	4,88	1,5H:1V	II
5	1,16	200	1,00	1,50	5,50	4,88	1,5H:1V	II
6	0,44	200	0,50	1,00	3,50	2,00	1,5H:1V	I
7	6,70	200	1,50	2,50	9,00	13,13	1,5H:1V	III
8	4,30	200	1,50	2,50	9,00	13,13	1,5H:1V	III
9	13,41	200	2,00	3,00	11,00	19,50	1,5H:1V	IV
10	0,24	200	0,50	1,00	3,50	2,00	1,5H:1V	I
11	0,20	200	0,50	1,00	3,50	2,00	1,5H:1V	I
12	0,26	200	0,50	1,00	3,50	2,00	1,5H:1V	I
13	0,91	200	1,00	1,50	5,50	4,88	1,5H:1V	II
14	1,05	200	1,00	1,50	5,50	4,88	1,5H:1V	II
15	2,02	200	1,00	1,50	5,50	4,88	1,5H:1V	II
16	0,64	200	1,00	1,50	5,50	4,88	1,5H:1V	II
17	4,44	200	1,50	2,50	9,00	13,13	1,5H:1V	III
18	0,50	200	0,50	1,00	3,50	2,00	1,5H:1V	I
19	7,79	200	1,50	2,50	9,00	13,13	1,5H:1V	III
20	10,18	200	2,00	3,00	11,00	19,50	1,5H:1V	IV

Figura 6-21 – Características geométricas das seções dos drenos de fundo. **Fonte:** Walm Engenharia, 2024.

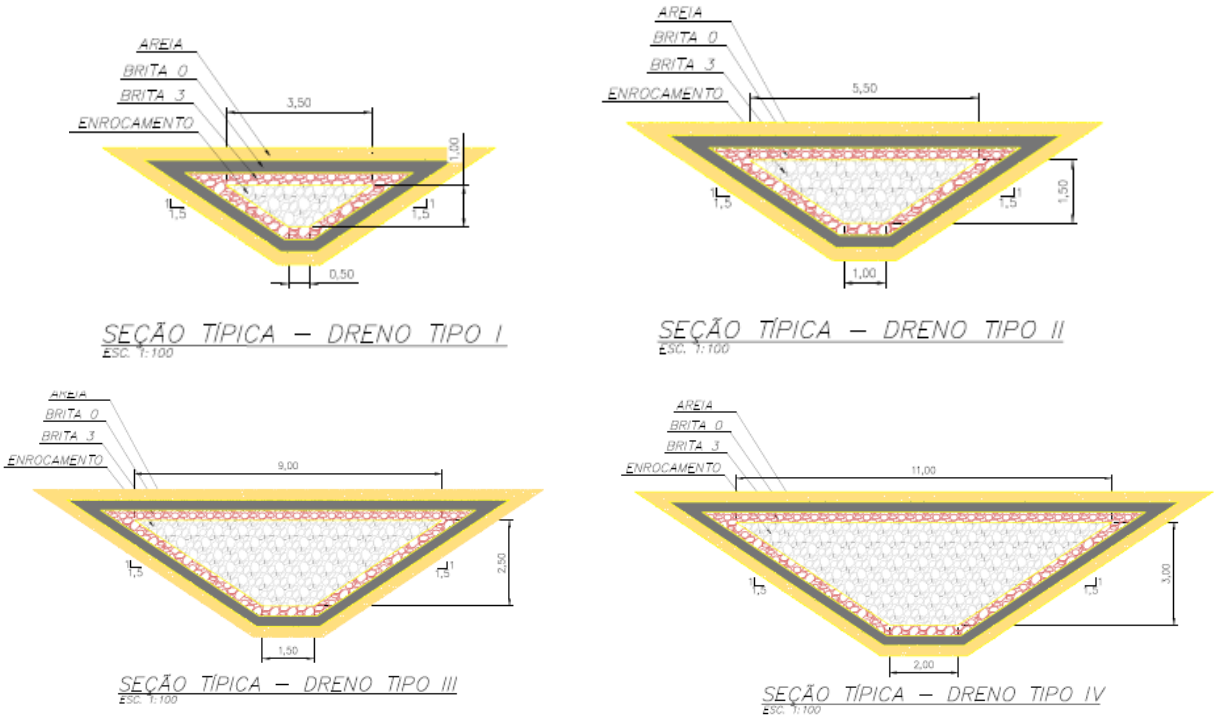


Figura 6-22 - Seções típicas dos drenos de fundo. **Fonte:** Walm Engenharia, 2024

ESTRUTURA DE CONTENÇÃO DE SEDIMENTOS

O sistema de contenção de sedimentos proposto para as pilhas tem o objetivo de conter os sedimentos carreados pelas águas de chuva provenientes da drenagem superficial da pilha e do restante de sua bacia de contribuição.

A condução será realizada, em sua maioria, por meio de canais periféricos responsáveis por receber o escoamento das demais estruturas de drenagem da pilha.

Os estudos e cálculos realizados para determinar a estimativa do volume da estrutura de contenção de sedimentos, com base na produção anual de sedimentos e no volume de água necessário para a decantação dos sólidos carreados pelo escoamento pluvial são apresentados no relatório produzido pela Walm Engenharia (2024), **Anexo II**.

Destaca-se que, para conter os sedimentos afluentes ao *sump*, o volume disponível na estrutura deve apresentar as seguintes capacidades:

a) Volume de sedimentação: posicionado entre a elevação de fundo da estrutura e a elevação da praia de assoreamento. Responsável por armazenar os sedimentos gerados na região da área de contribuição da estrutura, considerando a periodicidade adotada para sua limpeza;
b) Volume de detenção: constituído entre a elevação da praia de assoreamento e o nível de água normal (elevação da soleira do extravasor). Responsável pela

decantação dos sólidos suspensos presentes no escoamento, com granulometria correspondente ao diâmetro crítico da partícula.

De acordo com os estudos Walm Engenharia (2024), devido à limitação espacial entre o pé da pilha e o limite da ADA (Área Diretamente Afetada), buscou-se a melhor conformação para a implantação de uma estrutura de contenção de sedimentos eficiente no local. A curva cota X área X volume da estrutura é apresentada na **Figura 6-23**.

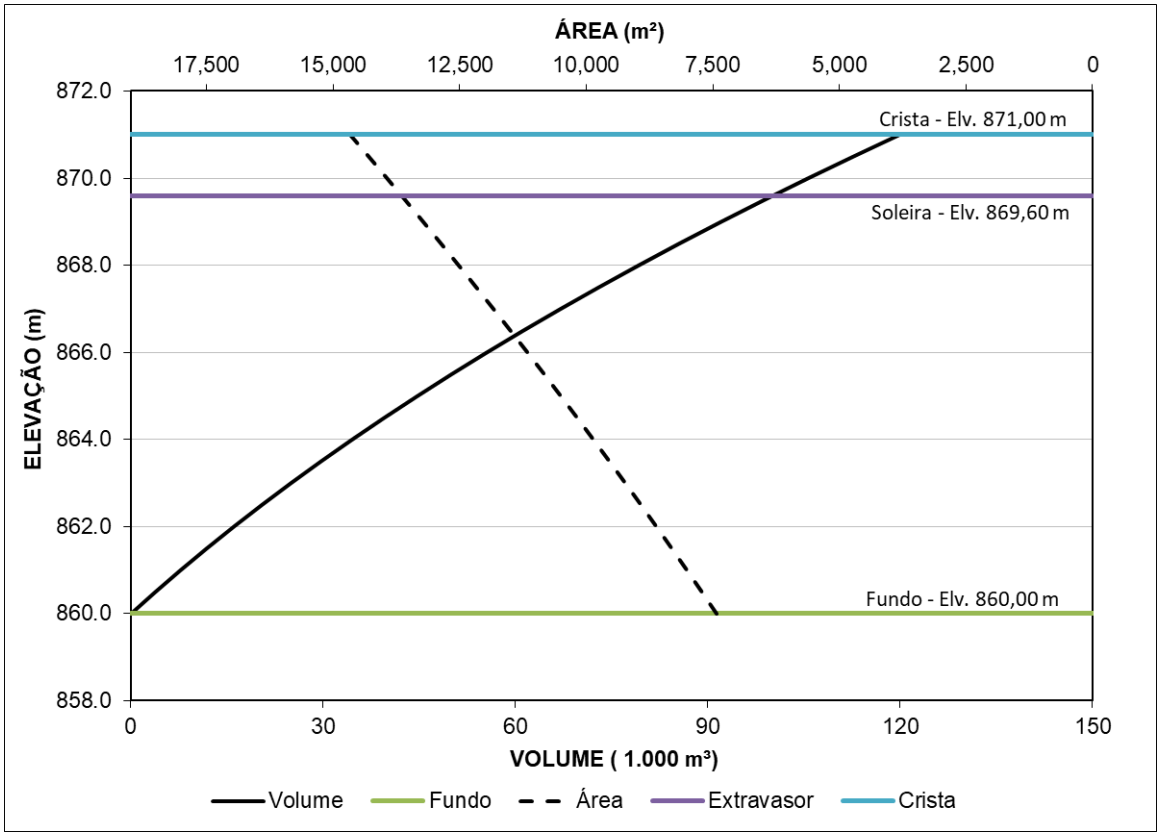


Figura 6-23 – Gráfico da curva cota X área X volume do *sump* das pilhas, fases 2, 3 e 4. **Fonte:** Walm Engenharia, 2024.

Para a verificação da capacidade de retenção do sump foi empregada uma metodologia apresentada por Santos *et al.* (2024), a qual se mostra mais apropriada para o dimensionamento de estruturas de contenção de sedimentos na mineração, tipo *sump*.

Em síntese, o resultado do dimensionamento hidráulico dos extravasores está apresentado na **Figura 6-24**, na qual é possível verificar a dimensão do vertedor proposto para passagem da cheia de 100 anos de tempo de retorno. De maneira conservadora, a estrutura foi verificada considerando um TR de 500 anos.

Volume do reservatório (m³)	119.853,83	
Volume de escavação (m³)	287.861	
Profundidade do Reservatório (m)	11,0	
Cota da crista (m)	871,00	
Cota da Soleira (m)	869,60	
Geometria	Trapezoidal	
Inclinação da parede (h:v)	2:1	
Largura da Base (m)	20,00	
Altura da parede - Emboque (m)	1,40	
Tempo de Retorno	100 anos	500 anos
Duração crítica	2 horas	2 horas
Vazão Projeto (m³/s)	46,60	62,32
Cota do Nível D'água (m)	870,74	870,97
Borda Livre (m)	0,26	0,03

Figura 6-24 – Síntese do dimensionamento hidráulico do sistema extravasor do *sump* das pilhas, fases 2, 3 e 4. **Fonte:** Walm Engenharia, 2024.

A **Figura 6-25** apresenta o *sump* projetado em planta. Cabe destacar a localização, planta e seção típica do extravasor projetado para o *sump*.

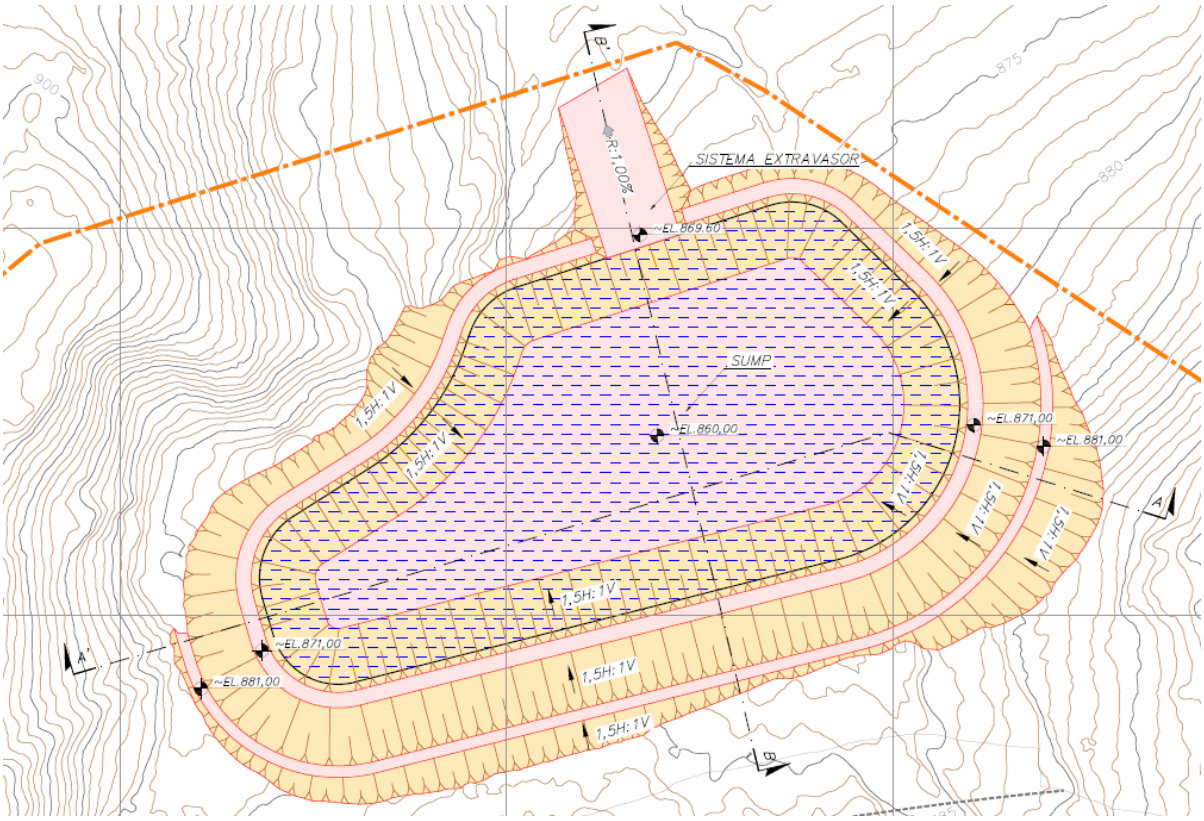


Figura 6-25 – Sump planejado para o Projeto Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4. **Fonte:** Walm Engenharia, 2024.

6.2.3 FASE DE OPERAÇÃO

6.2.3.1 MÃO DE OBRA PARA OPERAÇÃO

Durante essa fase de operação de disposição de estéril e rejeitos em pilhas, o regime de trabalho será contínuo, com operação de 24 horas por dia, distribuída em turnos alternados de 12 horas.

A **Tabela 6-4** resume o quantitativo de mão de obra prevista para atuar na fase de operação das pilhas do empreendimento.

Tabela 6-4 – Quantitativo de mão de obra direta – Projeto Master Plan de Pilhas, fase 2, 3 e 4.

DESCRIÇÃO	QUANTITATIVO
Motoristas de caminhão	32 a 50
Operadores de equipamento	28

6.2.3.2 EQUIPAMENTOS

O transporte dos rejeitos e estéril dos pontos de origem até as pilhas será realizado utilizando-se entre 8 e 10 caminhões 8x4, os quais também serão utilizados em outras operações de movimentação interna da mina. O empilhamento será executado com o uso de sete equipamentos dedicados exclusivamente à disposição de estéril e rejeitos nas pilhas.

A previsão de equipamentos a serem utilizados para a etapa de operação das fases 2, 3 e 4 segue apresentada na **Tabela 6-5**.

Tabela 6-5 – Quantitativo de mão de obra – Projeto Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4.

DESCRIÇÃO	QUANTITATIVO
Trator – 40 toneladas	2
Trator agrícolas com implemento disco de arado	2
Rolo compactador liso – 20 toneladas	2
Caminhão pipa – 25 m³	1

6.2.3.3 DISPOSIÇÃO DE MATERIAIS

Para a estimativa de sequenciamento de disposição anual dos materiais, foi considerado que o estéril e o rejeito filtrado estarão em condição de grau de compactação máxima.

O estéril ensaiado tem valores médios de umidade ótima de 5,2% e massa específica seca máxima igual a 2,506 g/cm³, enquanto o rejeito possui valores médios de umidade ótima igual a 11,65% e massa específica seca máxima de 2,197 g/cm.

O sequenciamento da disposição de estéril e de rejeito na pilha foi estimado a partir do plano de produção das minas Ipê e Tico-Tico e dos volumes de cada uma das fases, conforme apresentado na **Tabela 6-6**.

Tabela 6-6 - Sequenciamento de disposição anual dos materiais nas pilhas, fases 2, 3 e 4.

ANO	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
PRODUÇÃO - MASSA									
Estéril (ton)	3.815.480	1.832.533	2.262.119	2.970.389	3.013.191	3.712.493	3.256.232	1.467.250	2.568.769
Estéril (wt)	4.013.884	1.927.824	2.379.749	3.124.849	3.169.877	3.905.542	3.425.556	1.543.547	2.702.345
Rejeito (ton)	5.433.528	5.562.898	5.562.898	5.562.898	5.562.898	5.570.482	5.570.929	5.394.481	5.078.452
Rejeito (wt)	6.066.534	6.210.976	6.210.976	6.210.976	6.210.976	6.219.443	6.219.942	6.022.938	5.670.092
Total (wt)	10.080.419	8.138.800	8.590.725	9.335.825	9.380.853	10.124.985	9.645.499	7.566.485	8.372.437
PRODUÇÃO - VOLUME									
Estéril (m^3)	1.522.538	731.258	902.681	1.185.311	1.202.391	1.481.442	1.299.374	585.495	1.025.047
Rejeito (m^3)	2.473.158	2.532.043	2.532.043	2.532.043	2.532.043	2.535.495	2.535.698	2.455.385	2.311.540
Total (m^3)	3.995.696	3.263.301	3.434.724	3.717.354	3.734.433	4.016.936	3.835.073	3.040.880	3.336.587
disposição - volume									
Pilha Fases 2, 3 e 4 (m^3)	3.995.696	3.263.301	3.434.724	3.717.354	3.734.433	4.016.936	3.835.073	3.040.880	3.336.587

Conforme observado na tabela, entre os anos de 2026 e 2034, é prevista a disposição em massa de 24,9 Mt de estéril e de 49,3 Mt de rejeito, que serão destinados ao empilhamento composto pelas fases 2, 3 e 4.

Cabe destacar que o valores apresentados poderão ser afetados pelos projetos de descaracterização das barragens B1-Auxiliar e B2, a serem finalizados anteriormente à implantação da pilha, bem como, pelos testes de compactação que definirão as proporções ideais de estéril e rejeitos a serem dispostas na pilha, visando adequada da condição de estabilidade geotécnica.

6.2.3.4 MONITORAMENTO E MANUTENÇÃO DA ESTRUTURA

Serão previstos medidores de vazão (MV), para monitoramento da vazão advinda da drenagem, marcos superficiais (MS), para monitoramento dos recalques e deformações resultantes horizontais, piezômetros (PZ), para acompanhamento da poropressão ao longo da fundação da pilha e verificação da funcionalidade do sistema de drenagem, e inclinômetros (IC) para verificação dos deslocamentos horizontais em subsuperfície. Ressalta-se que a instrumentação geotécnica para monitoramento e manutenção da estrutura durante a fase de operação foi indicada com base no Projeto da Fase 1 da PDER Grota das Cobras.

Destaca-se que a relação de instrumentos geotécnicos listados acima pode sofrer alterações em função do avanço do projeto das Fases 2, 3 e 4.

6.2.4 FASE DE DESATIVAÇÃO E ENCERRAMENTO

Atualmente, a Mineração Morro do Ipê conta com um Plano de Fechamento de Mina conceitual desenvolvido em 2024, conforme estabelecido pela Resolução ANM 68/2021, o qual deverá ser atualizado incluindo as premissas do Projeto Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4.

O fechamento de empreendimentos minerários é entendido como o momento, após o final do ciclo de produção, que marca o término ou encerramento das atividades operacionais, resultando nas atividades subsequentes que envolvem a desativação de uma mina.

A desativação, também referida como “descomissionamento”, é o período que tem início pouco antes do término da produção mineral (encerramento) e se conclui com a remoção de todas as instalações não mais necessárias e a implantação de medidas que garantam a segurança e a estabilidade da área, incluindo a sua recuperação e reabilitação socioambiental, ou seja, desenvolvendo ações que resultem em uma nova condição de utilização da área, em consonância com o meio ambiente e o meio socioeconômico do seu entorno. Já a fase pós-fechamento é o período após a completa implementação das medidas de desativação, no qual são executadas ações como monitoramento, manutenção e programas sociais, visando atingir os objetivos de fechamento.

Dois cenários pós-fechamento são considerados: o de cuidado permanente e o de cuidado temporário. O primeiro requer a presença da empresa para executar as ações necessárias para se atingir os objetivos de fechamento e que podem perdurar por vários anos. No cenário de cuidado temporário, as ações necessárias se restringem a tarefas como inspeções, monitoramento e outras que usualmente requerem ações episódicas.

As atividades a serem desenvolvidas durante o fechamento da mina, incluindo a área das pilhas, após a realização das Fases 2, 3 e 4, devem garantir que o novo uso e ocupação do solo na área do empreendimento, após o término da vida útil, sejam seguros e que sejam respeitadas as restrições e recomendações legais aplicáveis, conforme venha a ser demonstrado em programas de monitoramento, os quais seguirão por determinado período após o fechamento do empreendimento.

6.2.4.1 ASPECTOS LEGAIS DE FECHAMENTO

No Brasil, os aspectos legais da atividade de mineração que, de alguma forma, abordam a questão relacionada ao fechamento de operações minerarias, estão descritos no Capítulo de Meio Ambiente da Constituição Federal, artigo 225, que estabelece em seu § 2º que, "Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma de lei.

Com a promulgação, do Decreto nº 97.632 em 1989 e também da Lei de Crimes Ambientais, nº 9.605 em 1998 a mineração adquiriu, pelo menos no plano teórico, um caráter de responsabilidade jamais visto em toda a história brasileira. Em 1989, foi exigido de todas as minas o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) aprovado pelo órgão ambiental competente. O artigo 55, da Lei N° 9.605/98 define como crime e infração administrativa, sujeita à penalidade de multa, o fato de deixar de recuperar a área minerada nos termos da determinação do órgão ambiental competente.

No Brasil, o órgão federal responsável pelos assuntos ligados à mineração é o ANM (Agência Nacional de Mineração), autarquia vinculada ao Ministério de Minas e Energia. A Portaria Nº 237, editada pelo Diretor Geral do DNPM, em 2001 e alterada pela Portaria Nº 12, em 2002 institui Normas Reguladoras de Mineração (NRM), entre elas a Nº 20, que disciplina os procedimentos administrativos e operacionais em caso de fechamento de mina (definitivo ou temporário).

Segundo esta Norma, também será obrigatória a apresentação de Plano de Fechamento como parte integrante do PAE - Plano de Aproveitamento Econômico do empreendimento; documento este necessário ainda na fase de autorização de lavra. O conteúdo exigido está descrito no conteúdo mínimo de um Plano de Fechamento.

O Plano de Fechamento Conceitual previsto na legislação do estado de Minas Gerais, a Deliberação Normativa COPAM nº 127 de novembro de 2008, evoluirá para a sua forma definitiva quando então passará a chamar-se Plano Ambiental de Fechamento de Mina – PAFEM.

6.2.4.2 BASES E PREMISSAS DO PLANO DE FECHAMENTO

Para a consolidação do Plano de Fechamento, são necessárias informações devidamente mapeadas que irão demonstrar o arranjo final do empreendimento, no momento de seu fechamento, aqui considerado como sendo próximo ao encerramento da vida útil da mina. Tais informações são produzidas com o objetivo de caracterizar adequadamente cada uma das estruturas que foram associadas ao empreendimento. Ressalta-se que as premissas de fechamento da mina como um todo são aplicáveis e extensíveis às fases 2, 3 e 4 da Pilha de Disposição de Estéril/Rejeito.

A Agência Nacional de Mineração - ANM é uma autarquia federal, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, responsável pela gestão da atividade de mineração e dos recursos minerais brasileiros, exceto hidrocarbonetos e substâncias nucleares.

A agência estabeleceu na Norma Reguladora nº 20, que deve ser elaborado e apresentado aquela autarquia um "plano de desmobilização das instalações e equipamentos que compõem a infraestrutura do empreendimento mineiro" indicando-se o destino a ser dado aos mesmos.

Segundo o Código de Mineração (Decreto-Lei nº 227/67), uma mina é definida como sendo "a jazida em lavra, ainda que suspensa", considerando-se como parte integrante dela, dentre outros, os edifícios, construções, máquinas, equipamentos e instrumentos destinados à mineração e ao beneficiamento do produto da lavra, desde que esteja realizado na área de concessão do empreendimento minerário.

O planejamento para o fechamento deve ter como diretriz o desenvolvimento de processos de descomissionamento voltados para a segurança da área, quanto a:

a) Estabilização física: estabilidade geotécnica e hidráulica das estruturas;
b) Estabilização química: investigação e remediação de áreas contaminadas;
c) Estabilização biológica: revegetação e reabilitação/recuperação da área.

A estabilidade física é obtida quando a mina é encerrada com o controle de processos associados à erosão, a geração de sedimentos e assoreamento de fundo de talvegues que impliquem em impactos ao meio ambiente e custos adicionais no longo prazo.

A estabilidade química no longo prazo, é alcançada através de identificação de contaminantes e as intervenções necessárias nas áreas afetadas para a garantia dos parâmetros de qualidade previstos na legislação aplicável e em vigor à época do fechamento.

A estabilidade biológica trata da diversidade e resiliência das espécies no que tange ao equilíbrio ecológico da região. Para tanto, deverá ser apresentado, em dado momento, as espécies vegetais e os respectivos componentes a serem aplicados no processo de revegetação, em devida consonância e harmonia com as características e componentes que compõem as fitofisionomias integrantes dos ecossistemas e bioma de entorno do empreendimento. A cobertura vegetal, além do controle de erosões, também pode

ajudar a atenuar os impactos visuais, integrando as estruturas ao ecossistema adjacente.

O plano de fechamento, em geral, deve buscar a adequação das estruturas e a preparação da região para o cenário de uso futuro proposto. As ações específicas de fechamento devem considerar os eventos e mudanças que venham a ocorrer em relação ao projeto inicial.

No que tange aos impactos socioeconômicos do fechamento de mina, particularmente em relação ao empreendimento da MMI, objeto de estudo e licenciamento – Projeto Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4, na época do fechamento, baseado nas perspectivas indicadas, os municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas possivelmente ainda devem apresentar uma considerável dependência em relação à atividade mineral. Sob esta conjuntura, os impactos de natureza econômica podem ser intensos, como a redução da oferta de empregos e a migração de parte da população, resultando em novos processos desordenados de fixação humana em regiões vizinhas.

Tanto o complexo minerador quanto os municípios podem passar por alterações em suas estruturas econômicas e sociais ao longo do tempo. Tais alterações, seja no âmbito do empreendimento ou dos municípios, têm o potencial de reposicionar a participação relativa da atividade mineral nos processos econômicos e sociais.

O êxito de programas de fomento ao desenvolvimento socioeconômico dos municípios é fundamental para se alcançar os objetivos do plano de fechamento da Mina Morro do Ipê. Quanto melhor for a condição de geração de renda e absorção de mão de obra promovida pelos programas, maior será a capacidade para enfrentar os desafios decorrentes das mudanças nas bases socioeconômicas dos municípios, que devem ocorrer com o fim da mineração de ferro na região.

Na etapa de fechamento também será realizada a recuperação das áreas ocupadas pelas estruturas do empreendimento, visando a sua integração ao ambiente e a paisagem local. O projeto de recuperação dessas áreas deverá prever, portanto, os serviços de reconformação física e topográfica das superfícies, após a desmontagem, demolição e remoção das estruturas das instalações industriais e de toda a infraestrutura remanescente de apoio operacional do empreendimento minerário.

6.2.4.3 ESTABILIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DAS ESTRUTURAS AMBIENTAIS REMANESCENTES

As atividades minerárias causam diversas modificações topográficas, de caráter permanente, decorrentes de aspectos relacionados à própria movimentação de material na mina, do sistema de drenagem, da conformação dos taludes e, ainda, possíveis contaminações de solos e águas superficiais e subterrâneas.

O planejamento para o fechamento também deve ter como diretriz o desenvolvimento de processos de descomissionamento voltados para a segurança geoambiental da área.

Em relação aos componentes que também interagem com os componentes físicos e químicos ambientais e que integram a gestão ambiental do empreendimento da MMI, em questão, também deverão ser considerados os seguintes itens:

a) Sistemas de drenagem;
b) Sedimentos temporários;
c) Tratamento de esgotos sanitários;
d) Separador Água-Óleo – SAO / Sistema de tratamento de emulsão;
e) Gestão de resíduos (CMD e Aterro sanitário);
f) Controle de material particulado (Aspersão de vias/caminhões);
g) Outros itens inerentes à gestão ambiental da MMI, à época do fechamento.

Neste contexto, como critério geral, para todas as áreas, incluindo as fases 2, 3 e 4 das pilhas, será considerado que as atividades de fechamento deverão cumprir os requisitos de estabilidade física e química que possibilitem a obtenção de condições de desativação das operações minerárias formada pelos seus processos e tarefas, ainda que algumas das estruturas possam ter restrições de uso futuro da sua área.

Por estabilidade física entende-se que as estruturas deverão ser estáveis a longo prazo, como por exemplo aquelas que ficarão permanentemente, no seu local de construção, como a cava, as pilhas de estéril e alguns acessos internos de ligação, para propiciar e permitir, no futuro, que se possa realizar inspeções nessas estruturas.

A estabilidade das estruturas, do ponto de vista geotécnico (cava, pilhas, diques, taludes, acessos, estruturas de drenagem, edificações, dentre outros) deve ser obtida utilizando-se soluções técnicas que preferencialmente não requeiram manutenção no pós-fechamento e supervisão operacional futura e que, por definição, não mais existirão após o fechamento das unidades.

Cabe ressaltar que em algumas situações é recomendado ou até mesmo obrigatório o monitoramento geotécnico de determinadas estruturas, mesmo após o fechamento, por determinado período de tempo e através de condições e premissas estabelecidas com anuência dos órgãos institucionais competentes.

Desta forma, pretende-se que no processo supracitado de estabilização geotécnica das atividades minerarias em processo de fechamento, seja minimizado o uso de estruturas em concreto e outros materiais nas obras de estabilização, que possam necessitar de manutenção no futuro sendo que, em determinados casos, serão priorizadas estruturas formadas por enrocamentos (blocos de rocha) devidamente dispostos, integrando-os como parte das estruturas que vierem a ser desmobilizadas.

As obras de estabilização de taludes, reforços ou desativação de diques, além da reconformação de sistemas de drenagem, serão feitas, preferencialmente, com solo e rocha e serão projetadas e implantadas para atender aos requisitos de estabilidade física, a serem alcançados por ocasião do fechamento dessas áreas.

Por estabilidade química, entende-se que uma área a ser reabilitada não deverá estar sujeita, posteriormente, a processos que possam torná-la uma fonte de alteração da

qualidade das águas ou do solo. O critério de estabilidade química também deverá ser entendido como sendo suplementar ao de estabilidade física.

Ressalta-se que serão realizadas previamente à atividade de fechamento campanhas de investigações preliminares e confirmatórias de possíveis contaminações do solo e águas superficiais e subterrâneas, em especial nas áreas de estocagem, manuseio e utilização de insumos e produtos que apresentem potencial para contaminações.

6.2.4.4 ESTABILIZAÇÃO BIOLÓGICA DAS ESTRUTURAS AMBIENTAIS REMANESCENTES

6.2.4.4.1 REVEGETAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADAS

Todas as áreas degradadas geradas nas etapas de implantação e operação do empreendimento, incluindo a lavra a céu aberto, incluindo as áreas de apoio operacional da mina e, no caso do empreendimento em estudo e licenciamento, em questão, as pilhas, os taludes de estradas de acessos, entre outros, serão revegetados com o objetivo de se evitar o surgimento de processos erosivos, promover o controle de carreamento de sólidos para os cursos de água e a mitigação do impacto visual causado pelas modificações no terreno.

6.2.4.4.2 APLICAÇÃO DE TELA VEGETAL

Nos taludes de corte que apresentarem inclinação acentuada, substrato compactado, baixa umidade e fertilidade, como os das pilhas a serem formadas no Projeto Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4, poderá ser necessária a utilização de tela vegetal, com o objetivo de promover uma cobertura orgânica protetora, mantendo a umidade mínima do solo e protegendo da insolação intensa e de chuvas fortes os plantios decorrentes das atividades de recuperação ambiental.

6.2.4.4.3 PLANTIO DE MUDAS

Com o objetivo de recompor a vegetação e minimizar o impacto visual causado pelas modificações na paisagem, deverão ser realizados plantios de enriquecimento com coquetéis de sementes, leguminosas e mudas de arbóreas e arbustivas nativas.

6.2.4.4.4 CRIAÇÃO DE ATRATIVOS PARA RETORNO DA FAUNA SILVESTRE

As ações de recuperação final das áreas degradadas pelo empreendimento estarão focadas na criação de condições favoráveis à estabilização dos ambientes naturais, de forma a favorecer a gradual e espontânea reintrodução e retorno de fauna silvestre.

Ao longo de todo o processo, em questão, determinados grupos e componentes faunísticos também têm papel fundamental na polinização das flores, na dispersão de sementes, na ciclagem de nutrientes e no controle populacional das várias espécies.

Também deverão ser criados, nas futuras áreas em recuperação das pilhas e áreas de apoio às obras de desmobilização, locais de atração e abrigo para a fauna silvestre, como forma de auxílio na formação e manutenção dos processos ecológicos e incremento de biodiversidade dos locais a serem reabilitados.

6.2.4.4.5 CERCAMENTO DE ÁREAS EM RECUPERAÇÃO

As áreas em revegetação, com possibilidade de entrada de animais, serão cercadas adequadamente, evitando-se a entrada de gado ou cavalos que possam danificar os trabalhos de recuperação. As cercas serão vistoriadas periodicamente ou sempre que seja constatada na área a presença de animais de pastoreio.

6.2.4.4.6 CERCAMENTO DE ÁREAS EM RECUPERAÇÃO

As áreas em revegetação, com possibilidade de entrada de animais, serão cercadas adequadamente, evitando-se a entrada de gado ou cavalos que possam danificar os trabalhos de recuperação. As cercas serão vistoriadas periodicamente ou sempre que seja constatada na área a presença de animais de pastoreio.

6.2.4.4.7 PROGRAMA DE MONITORAMENTO E MANUTENÇÃO APÓS FECHAMENTO

Um dos mais importantes aspectos do Plano de Fechamento é o monitoramento, que deve ser projetado para demonstrar que os critérios de fechamento foram atingidos. O monitoramento ambiental tem como função a avaliação da eficiência das medidas de descomissionamento propostas, para que se alcance as estabilidades física, química e biológica esperadas para a área, no caso em estudo, o fechamento das fases 2, 3 e 4 das pilhas.

Admite-se que o desenvolvimento da mina durante sua fase de operação será feito de acordo com as normas brasileiras e boas práticas de engenharia. Ressalta-se que, na revisão do Plano de Fechamento, os ativos existentes deverão ser reavaliados. No caso de existência de inconformidades geológico-geotécnicas e/ou de drenagem, deverão ser objeto de análises específicas para a sua adequação.

A recuperação vegetal das áreas deverá ser monitorada e será considerada concluída quando apresentar indícios de estágio de desenvolvimento satisfatório e quando a taxa de sedimentos gerados nas áreas for compatível com a dos terrenos naturais do entorno, descartando a necessidade de estruturas para contenção de sedimentos.

A drenagem superficial dos taludes expostos deve garantir a estabilidade necessária, considerando a segurança para o uso futuro previsto, assim como o seu monitoramento

e eventuais obras de contenção pontuais, as quais deverão garantir sua estabilidade dentro do fator de segurança compatível com o uso da área.

A confirmação da estabilidade física se dá por meio de inspeções visuais e leitura de instrumentos instalados na estrutura, como por exemplo: marcos topográficos, piezômetros e indicadores de nível d'água. A integridade física do sistema de drenagem superficial também é um aspecto comumente verificado em inspeção. Caso seja identificado algum dano ou não conformidade, deverá ser utilizada ação adequada de manutenção corretiva.

No cenário de fechamento, além do acompanhamento do nível freático, se faz necessário também o acompanhamento da dinâmica hidrológica da região. Além destas atividades, ressalta-se novamente a necessidade de realização de monitoramentos geotécnico e ambiental físico (incluindo meteorológico), químico (águas e efluentes, ar, sedimentos) e biológico (indicadores de flora e fauna) na etapa de pós-fechamento.

Tendo em conta o nível de informação do Plano de Fechamento, para as atividades de monitoramento deverá ser considerado um período em torno de cinco anos para dimensionamento, quantificação e avaliação estatística, como inferência da eficiência dos critérios de fechamento adotados.

Após a estabilização física e do período de monitoramento pré-fixado, desde que tenha sido observada a implantação correta das atividades de fechamento, o local poderá requerer cuidado ou acompanhamento menos restritivo. Da mesma forma, a não observância das atividades de fechamento pode resultar em um incremento do cuidado no pós-fechamento.

O período de acompanhamento varia de acordo com as características de cada estrutura e pode ser de caráter permanente ou temporário. Neste caso, as atividades deverão ser realizadas até que se confirmem a estabilidade física das pilhas (geotécnica, por exemplo), bem como as estabilidades química e biológica. A partir de então as atividades de monitoramento e manutenção não serão mais necessárias.

Destaca-se a importância da avaliação dos monitoramentos dos meios e biótico e físico ser realizada de forma integrada com a análise dos resultados do monitoramento social, uma vez que o equilíbrio entre estabilidade física/química/biótica e o atendimento às demandas sociais e econômicas deve pautar a atuação da Mineração Morro do Ipê também durante as etapas de fechamento e de pós-fechamento das pilhas.

Por fim, para consolidação e acompanhamento dos trabalhos de fechamento, deverá ser elaborado, a cada ano, um relatório contendo os resultados integrados de monitoramento, incluindo os aspectos e parâmetros dos meios biótico, físico e antrópico monitorados e suas respectivas inferências e avaliações, no intuito de se revisar as medidas adotadas no ano imediatamente posterior, porventura necessário.

6.2.5 INSUMOS

6.2.5.1 ÁGUA

Toda a água utilizada no Projeto Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4 será obtido nas captações já outorgadas para a Mineração Morro do Ipê, não sendo necessário nova outorga de captação para o Projeto. Também serão utilizadas águas de reuso da mineração, quando possível.

6.2.5.2 ENERGIA

A energia utilizada no Projeto PDR Fases 2, 3 e 4 será oriunda do atual sistema que abastece a Mineração Morro do Ipê, fornecida pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG).

6.2.5.3 ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEL

A Morro do Ipê conta com um posto de abastecimento com capacidade de armazenamento de 45 m³ de combustível, posto este contemplado na LAS/RAS 002/2023, PA nº 4128/2022. Entretanto, visando atender às necessidades de operação do projeto Morro do Ipê 6 MTPA e, por conseguinte, também a disposição de estéril/rejeito nas fases 2, 3 e 4 das pilhas, fez-se necessário ampliar a capacidade do posto para 120 m³, a fim de suprir as demandas de combustível da frota de caminhões equipamentos pesados durante a operação do empreendimento. Dessa forma, a ampliação está em fase de instalação, amparada pela LP + LI 004/2020, PA n.º 37478/2016/031/2018.

O novo tanque de 120 m³ foi construído em aço-carbono e devidamente equipado com sistema de contenção e controle de vazamentos, conforme preconiza as instruções contidas na Norma ABNT 15.461/2007 (Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Construção e instalação de tanque aéreo de aço-carbono).

A **Figura 6-26** apresenta a localização e o contexto de inserção do posto de combustível dentro da Mineração Morro do Ipê.

Figura 6-26 – Localização e contexto de inserção do posto de combustível na MMI
Fonte: Walm Engenharia, 2024.

O diesel será fornecido pelo distribuidor e transportado por caminhões tanque até a mina Tico-Tico e descarregado no tanque do posto de abastecimento de combustível instalado na mina.

O aumento da capacidade de armazenamento, propiciará a redução da necessidade de transporte de combustível, melhorando a logística externa e reduzindo risco de acidentes com produtos perigosos em vias públicas.

Os lubrificantes para operação dos equipamentos serão fornecidos pelo posto de combustível instalado.

As manutenções de máquinas e equipamentos serão realizadas em oficina devidamente equipada e com todos os controles ambientais disponíveis, instalada junto à planta de beneficiamento, na Mineração Morro do Ipê.

6.2.6 SISTEMAS DE CONTROLE AMBIENTAL

6.2.6.1 GERAÇÃO DE EFLUENTES

Os efluentes sanitários gerados serão tratados em Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Todo o efluente tratado será reutilizado na planta de operação da Mineração Morro do Ipê.

Os efluentes oleosos oriundos de manutenção de máquinas e veículos serão gerados nas oficinas de manutenção da Mineração Morro do Ipê e captados por caixas separadoras de água e óleo (SAO), conforme já ocorre nessas estruturas. Os efluentes

líquidos serão direcionados à ETE e os resíduos oleosos à CMD para formação de lotes econômicos e posterior disposição final, ambientalmente adequada.

Ressalta-se que a Mineração Morro do Ipê conta com monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, em pontos definidos em seus Programa de Controle Ambiental.

6.2.6.2 EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

Serão implementadas ações de controle de emissão de material particulado e de fumaça preta já executados nas Mineração Morro do Ipê.

O controle de emissão de material particulado nas vias de acesso ocorrerá por meio da umectação de vias não pavimentadas realizada por caminhão-pipa equipado com bomba para aspersão.

A frequência de umectação depende de diversos fatores como a temperatura e umidade. Normalmente a eficiência permanece por um período de 0,5 a 12 horas, sendo intensificada nos períodos de seca. Serão realizadas inspeções visuais para ajustar a melhor eficiência do procedimento.

A fim de se evitar a ressuspensão de material particulado, também são implementados controle de acesso e limite de velocidade nas vias que dão acesso à área do Projeto.

O controle da emissão de fumaça preta ocorrerá em toda frota envolvida por meio da verificação visual periódica, com utilização da escala Ringelmann. Essa escala consiste, conforme definição da ABNT, em uma escala gráfica para avaliação calorimétrica visual constituída de um cartão com tonalidades de cinza, correspondentes aos padrões de 1 a 5. Ressalta-se que a MMI já adquiriu 2 opacímetros, os quais permitem um resultado mais preciso e objetivo. Os opacímetros estão sendo utilizados em áreas-piloto, enquanto o software dos equipamentos é homologado pelo departamento de Tecnologia da Informação.

Ainda, as emissões atmosféricas geradas pela combustão dos motores a diesel de equipamentos e veículos tem como ação de controle, a manutenção preventiva que irá atuar nas fontes de emissão, ainda que indiretamente.

Ressalta-se que a Mineração Morro do Ipê conta com monitoramento da qualidade do ar, em pontos definidos em seus Programa de Controle Ambiental.

6.2.6.3 GERAÇÃO DE RUÍDO E VIBRAÇÃO

A principal forma de minimização da emissão de ruído e vibração irá ocorrer com o controle das fontes geradoras. Para tanto, os veículos máquinas e equipamentos serão submetidos a manutenção periódica específica, compreendendo a substituição de peças e regulagem adequada, conforme a orientação de cada equipamento/fornecedor.

Além disso, haverá o controle de velocidade dos veículos por meio da instalação de placas de limites de velocidade e treinamento dos funcionários quanto à importância dessa ação para a redução de ruído e vibração.

Ressalta-se que a Mineração Morro do Ipê conta com monitoramento de ruído e vibração, em pontos definidos em seus Programa de Controle Ambiental.

6.2.6.4 GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O gerenciamento de resíduos do Projeto Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4 será realizado com base na redução da geração, segregação, reutilização/reciclagem, transporte/destinação final apropriada e logística reversa. A **Tabela 6-7** apresenta uma previsão qualitativa da geração de resíduos para o Projeto

Tabela 6-7 – Previsão qualitativa da geração de resíduos sólidos para o Projeto.

FASE	FONTE	DESCRIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO CONAMA 307/2002	CLASSIFICAÇÃO ABNT NBR 10.004:2004	ACONDICIONAMENTO	TRATAMENTO/ DESTINAÇÃO FINAL
Implantação	Construções civis	Entulhos de construção	A/ B/ C/ D	Classe II B	Acondicionamento em contêineres ou baias	Beneficiamento/ reciclagem
		Embalagens de aditivos de concreto	D	Classe I	Acondicionamento em tambores ou contêineres	Disposição em aterro classe I / Logística Reversa
		Resto de concretagem	A	Classe II B	Acondicionamento em contêineres ou baias	Beneficiamento/ reciclagem
		Restos de madeira	B	Classe II B	Acondicionamento em contêineres ou baias	Reciclagem/ Reutilização
		Ferro de armações	A	Classe II B	Acondicionamento em contêineres ou baias	Beneficiamento/ reciclagem
	Supressão da vegetação	Vegetação extraída (resíduos)	NA	Classe II A	Acondicionamento em sacos plásticos, leiras ou baias.	Compostagem ou disposição em aterro sanitário

FASE	FONTE	DESCRIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO CONAMA 307/2002	CLASSIFICAÇÃO ABNT NBR 10.004:2004	ACONDICIONAMENTO	TRATAMENTO/ DESTINAÇÃO FINAL
Implantação e Operação	Escritório e Almoxarifado	Lâmpadas Fluorescentes	NA	Classe I	Acondicionamento nas próprias caixas de embalagem original, a serem mantidas em local seco, protegidas contra eventuais choques que possam provocar sua ruptura. Essas caixas devem ser identificadas para não serem confundidas com caixas de lâmpadas novas. Em nenhuma hipótese as lâmpadas devem ser quebradas para serem armazenadas, pois essa operação é de risco para o operador e acarreta a contaminação do local. As lâmpadas que quebrarem acidentalmente deverão ser separadas das demais e acondicionadas em recipiente hermético como, por exemplo, um tambor de aço com tampa em boas condições que possibilite vedação adequada.	Descontaminação ou disposição em aterro classe I / Logística Reversa
		Cartuchos de tinta	NA	Classe I	Acondicionamento em sacos plásticos, caixas de papelão ou nas próprias caixas da embalagem original	Reciclagem ou disposição em aterro classe I / Logística Reversa
		Papel/Papelão	B	Classe II B	Acondicionamento em sacos plásticos, big bags, contêineres ou baias	Reciclagem ou disposição em aterro sanitário

FASE	FONTE	DESCRIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO CONAMA 307/2002	CLASSIFICAÇÃO ABNT NBR 10.004:2004	ACONDICIONAMENTO	TRATAMENTO/ DESTINAÇÃO FINAL
		Plástico	B	Classe II B	Acondicionamento em sacos plásticos, big bags, contêineres ou baias	Reciclagem ou disposição em aterro sanitário
		Resíduos de varrição	NA	Classe II B	Acondicionamento em sacos plásticos/tambores, big bags ou contêineres.	Disposição em aterro sanitário
	Copa / refeitório	Embalagens sujas com comida	NA	Classe II A	Acondicionamento em sacos plásticos/tambores ou contêineres.	Disposição em aterro sanitário
		Resíduos de caixa de gordura	NA	Classe II A	Coletados no momento da destinação por caminhões do tipo Vac-all.	Tratamento biológico ou disposição em aterro sanitário
	Vestiário e Banheiros	Papéis de uso pessoal	NA	Classe II A	Acondicionamento em sacos plásticos	Disposição em aterro sanitário
		Higienização dos banheiros químicos	NA	Classe I	Acondicionamento em tambores lacrados ou recolhimento por empresas especializadas (caminhões tipo-fossa)	Tratamento Biológico
Operação	Manutenções	Resíduos industriais	Classe A	Classe II B	Acondicionamento em contêineres ou baias	Beneficiamento/ reciclagem
		Óleos e lubrificantes, solventes e pastas químicas	Classe D	Classe I	Acondicionamento em tambores lacrados ou recolhimento por empresas especializadas.	Disposição em aterro classe I / Logística Reversa

FASE	FONTE	DESCRIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO CONAMA 307/2002	CLASSIFICAÇÃO ABNT NBR 10.004:2004	ACONDICIONAMENTO	TRATAMENTO/ DESTINAÇÃO FINAL
	Sala de comando/escritório da mina	Papel/Papelão	B	Classe II B	Acondicionamento em sacos plásticos, big bags, contêineres ou baias	Reciclagem ou disposição em aterro sanitário
		Plástico	B	Classe II B	Acondicionamento em sacos plásticos, big bags, contêineres ou baias	Reciclagem ou disposição em aterro sanitário

Os resíduos sólidos gerados serão inicialmente segregados em coletores de coleta seletiva (conforme CONAMA n° 275/01) dispostos próximos as fontes geradoras, identificados por cores e armazenados em depósitos intermediários de resíduos (DIR). Os resíduos depositados nos DIR serão coletados e encaminhados para a Central de Material Descartado (CMD), onde serão acondicionados segundo as características dos materiais até sua destinação final.

Todo e qualquer resíduo que for enviado para tratamento, reciclagem ou disposição final fora da área do complexo devem ser acompanhados do Manifesto para Transporte de Resíduos (MTR), a ser emitido pelo empreendedor para o controle do transporte e da disposição final dos resíduos.

6.2.6.5 CONTROLE DE EROSÃO E GERAÇÃO DE SEDIMENTOS

Para o controle de processos erosivos estão previstos a instalação de estruturas de drenagem e direcionamento de fluxo, conforme apresentados no item **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Também serão realizadas inspeções visuais para identificação e definição de tratamento de processos erosivos instalados, conforme já ocorre na Mineração Morro do Ipê.

Em relação a geração de sedimentos está previsto a instalação de um sump, na base da pilha, conforme apresentado no item 6.2.2.5.5 DRENAGENS SUPERFICIAL E INTERNA, ESCAVAÇÕES E/OU ATERROS, SUMP.

6.2.7 CRONOGRAMA DO PROJETO

A Fase de Implantação corresponde à implementação da infraestrutura necessária para o início das operações de disposição de estéril e rejeito e tem previsão de ser iniciada nos primeiros meses do período seco do ano de 2026. Isto, após o devido processo de licenciamento ambiental de instalação objeto do presente estudo ambiental.

Nesta etapa, é prevista a implantação do sistema de contenção de sedimentos à jusante das pilhas e a drenagem interna da Fase 02, para que sejam atingidas as condições adequadas de segurança geotécnica e ambiental para início de operação das pilhas. A conclusão da implantação da infraestrutura necessária para o início das operações está prevista de ocorrer até o final do 3º trimestre de 2026.

A atividade de supressão de vegetação ocorrerá previamente à implantação da infraestrutura, concomitante ao avanço da operação das pilhas.

Após, se iniciam as operações de disposição de estéril e de rejeitos, que se estenderá ao longo de todo o período de operações de produção da Mineração Morro do Ipê, durante a fase de exploração dos minérios friáveis, até o ano de 2034.

Ao longo da operação de disposição serão realizadas obras complementares para extensão da infraestrutura necessária, composta por drenagens internas e superficiais. Estes sistemas serão incrementados progressivamente, concomitantemente à operação das pilhas, e previamente à operação em novas áreas.

Concomitantemente às operações, também serão realizadas ações de fechamento da pilha, banco a banco, à medida que eles sejam finalizados. Estas atividades consistem na implantação de drenagens superficiais, bem como proteção vegetal dos taludes.

Após o encerramento da vida útil de tais pilhas, serão implementadas as medidas finais de adequação de drenagem e proteção vegetal. Quando então serão iniciadas as atividades de acompanhamento e monitoramento pós-fechamento, por três anos.

O cronograma macro do Projeto é apresentado na **Tabela 6-8**.

Tabela 6-8 – Cronograma macro do Projeto da Pilha de Disposição de Estéril e Rejeito – Fases 2, 3 e 4.

ETAPAS	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
Realização de Estudos Ambientais																
Obtenção de Licença Ambiental																
Obras de Implantação (infraestrutura)																
Início da Operação																
Operação das Pilhas																
Fechamento																
Pós Fechamento																

6.3 INFORMAÇÃO PARA CÁLCULO DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

Conforme o Decreto Estadual nº 45.629/2011, que altera o Decreto nº 45.175, de 17 de setembro de 2009, que estabelece metodologia de gradação de impactos ambientais e procedimentos para fixação e aplicação da compensação ambiental, em consonância ao art. 36 da Lei nº 9.985/2000, é apresentada a **Tabela 6-9** com os dados necessários para o cálculo de compensação, conforme disposto no Termo de Referência para elaboração de estudo de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental.

Tabela 6-9 – Dados necessários para cálculo de compensação prevista pela Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000.

Vida útil do empreendimento	**Informação será posteriormente indicada pela Mineração Morro do Ipê**
Valor de Referência do empreendimento (R$), conforme definido no Decreto Estadual nº 45.175, de 17 de setembro de 2009, alterado pelo Decreto Estadual nº 45.629/2011.	**Informação será posteriormente indicada pela Mineração Morro do Ipê**
Estimativa de tempo para recuperação da estabilidade ambiental da área após encerramento das atividades	**Informação será posteriormente indicada pela Mineração Morro do Ipê**

7 REFERENCIAL LEGAL

7.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O direito brasileiro não defende a intocabilidade do meio ambiente, mas sim a utilização equilibrada e racional dos recursos naturais, sendo assim tratado na Constituição da República de 1988, no art. 170, inciso VI, na parte que aborda a ordem econômica, a defesa do meio ambiente, e no art. 225, ao estabelecer que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, incumbindo ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo paras as presentes e futuras gerações.

O arcabouço legal Brasileiro é vasto no que concerne ao atendimento dos preceitos constitucionais anteriormente expostos. O empreendedor precisa ter muito cuidado para identificar a legislação aplicável e implementar as medidas para o cumprimento das obrigações constantes para viabilizar a implantação e operação de sua atividade.

Existem uma série de dispositivos legais e medidas de controle e remediação para as atividades exploradoras dos recursos naturais. O próprio licenciamento ambiental é regulamentado por leis, resoluções e outros atos normativos, emanados por diversos entes.

A análise dos requisitos legais constantes nesse diverso sistema normativo, a fim de viabilizar os empreendimentos, passa pela concepção e elaboração dos projetos, sua implantação e operação, sendo que ao longo da sua existência, incluindo o período pós encerramento, os impactos causados ao meio ambiente pelo empreendimento precisam ser prevenidos, mitigados, controlados ou compensados.

O objetivo desse capítulo é, portanto, discorrer sobre todos os institutos correlatos à atividade de mineração, objeto do presente empreendimento, visando garantir o adimplemento de todas as obrigações legais existentes necessárias à adequada e responsável implantação e operação do empreendimento.

7.2 ASPECTOS LEGAIS E REGULAMENTARES INERENTES AO PROJETO

Este estudo tem como escopo a regularização ambiental das pilhas e de suas estruturas auxiliares, para a disposição de rejeito e estéril, recebendo o material atualmente armazenado nas barragens de rejeito que estão em processo de descomissionamento e para a regularização de outras Pilhas de Disposição de Rejeito e Estéril para atender o Projeto Tico-tico e também a Mina Ipê. A Área Diretamente Afetada (ADA) por essas PDEs ocupa aproximadamente 215 hectares.

Ainda neste contexto, em atendimento às Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 01, de 23 de janeiro de 1986 (BRASIL, 1986) e nº 237, de 19 de dezembro de 1997 (BRASIL, 1997), o licenciamento de cavas e pilhas de rejeito ou estéril, por estar relacionado ao empreendimento de mineração, tem vinculada a apresentação de Estudo de Impacto Ambiental (EIA), bem como de seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). O presente EIA, portanto, tem como primeira finalidade atender os requisitos ambientais básicos necessários à solicitação da LP e LI do empreendimento em tela.

De acordo com a Deliberação Normativa (DN) do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) nº 217, de 06 de dezembro de 2017 (MINAS GERAIS, 2017), e de acordo com as orientações da Norma Brasileira (NBR) 13.029 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que dispõe sobre a "Elaboração e Apresentação de Projeto de Disposição de Estéril de Pilha, em Mineração", bem como da Norma Regulamentadora de Mineração (NRM) 19, que dispões sobre "Disposição de Estéril, Rejeitos e Produtos", o projeto é enquadrado como Classe 4, devendo ser objeto de licenciamento ambiental no nível estadual.

O processo de licenciamento é do tipo Licença Ambiental Concomitante 2 (LAC2), com análise concomitante da Licença Prévia (LP) e da Licença de Instalação (LI), e posterior análise da Licença de Operação (LO).

Por conseguinte, a apresentação deste estudo tem como objetivo auxiliar a etapa inicial do licenciamento, quando se analisa a viabilidade ambiental do empreendimento. Para tanto, foram considerados e avaliados os impactos ambientais que poderão ser gerados

ou intensificados com as adequações no empreendimento, bem como identificadas as medidas mitigadoras, corretivas, compensatórias e de controle ambiental aplicáveis.

Assim, o presente item apresenta a listagem de legislações de referência a serem observadas para essa tipologia de empreendimento, em âmbito federal, estadual e municipal.

No mais, ressalta-se que o presente capítulo de apresentação do referencial legal e de normas associadas também se encontra baseado nos Princípios do Equador do International Financial Corporation (IFC) do Banco Mundial e na legislação incidente sobre o empreendimento, em diferentes esferas.

Assim, contextualizado o momento em que o empreendimento se encontra no seu processo de licenciamento, apresenta-se, a seguir, a listagem de normatizações e legislações de referência a serem observadas para essa tipologia de empreendimento, em âmbito internacional, federal (**Tabela 7-1**), estadual (**Tabela 7-2**) e municipal (**Tabela 7-3** a **Tabela 7-5**):

7.2.1 ESFERA INTERNACIONAL: PRINCÍPIOS DO EQUADOR

Em outubro de 2002, o IFC e o banco holandês ABN Amro promoveram em Londres um encontro de altos executivos para discutir experiências com investimentos em projetos envolvendo questões socioambientais nos mercados emergentes. Foi então acertada na reunião a necessidade de considerar relativo nivelamento entre os bancos sobre as análises de risco envolvendo questões ambientais e sociais em investimentos de grande porte nos países emergentes. Quatro bancos apresentaram suas experiências na reunião de Londres: ABN Amro, Barclays, Citigroup e WestLB.

Uma segunda reunião ocorreu em fevereiro de 2003, também em Londres, onde ficaram acertadas as primeiras diretrizes do que chamaram de “Princípios de Greenwich”. Em maio de 2003, uma terceira reunião foi feita em Dusseldorf, Alemanha, para “bater o martelo” em torno do “acordo de intenções”, cujo nome atribuído foi “Princípios do Equador”, certamente, por representar uma divisão mais clara entre os países do “Norte” e do “Sul”, e alterando de forma definitiva o primeiro encontro de Londres. Um mês depois, seis outras instituições bancárias (Crédit Lyonnais, Crédit Suisse, HypoVereinsbank (HVB), Rabobank, Royal Bank of Scotland e Westpac) juntaram-se ao “núcleo duro” original e lançaram as regras dos “Princípios do Equador”. Juntas, estas dez instituições são responsáveis por mais de 70% do total de investimentos em todo o mundo, segundo dados do Relatório Anual de 2007.[4]

Os Princípios do Equador são um conjunto de exigências socioambientais aplicadas na concessão de financiamento de grandes projetos, amparadas por cláusulas financeiras que limitam a sua aplicação a um montante financeiro mínimo. As instituições financeiras

[4]Dias e Machado, 2007. https://docs.ufpr.br/~rtkishi.dhs/TH045/TH045_03_Principios%20do%20Equador.pdf

que aderiram aos Princípios do Equador (*Equator Principles Financial Institutions* – EPFI) anunciaram em julho de 2006 o lançamento da primeira versão dos Princípios do Equador revisados, ressaltando o quanto o setor financeiro tem avançado no sentido de estabelecer na área de projetos financeiros um conjunto comum de melhores práticas para gerenciar riscos sociais e ambientais relacionados ao financiamento de projetos. A denominação "Princípios do Equador" foi adotada em razão de tradicionalmente não se destinar atenção para aspectos socioambientais em projetos executados na vasta região geográfica localizada abaixo da linha do Equador.[5]

Uma avaliação em relação aos Princípios do Equador examina e verifica a forma como sua operação aborda os dez princípios incluídos no documento:

- Revisão e classificação de projetos;
- Avaliação social e ambiental;
- Normas sociais e ambientais aplicáveis;
- Plano de ação e sistema de gestão;
- Consulta e divulgação;
- Mecanismo de reclamação;
- Revisão independente;
- Convênios;
- Monitoramento e relatórios independentes;
- Relatórios

Representam um conjunto de dez Princípios a serem aplicados a operações que impliquem um custo de capital superior a US$10.000.000,00 (dez milhões de dólares americanos), ou Financiamentos Corporativos Dirigidos a Projetos (PRCL) de pelo menos US$50.000.000,00 (cinquenta milhões de dólares americanos), abarcando tanto critérios econômico/financeiros tradicionais, como ainda parâmetros de viabilidade socioambiental. Com efeito, as instituições financeiras signatárias devem comprometer-se a não aprovar financiamento ou recursos para aqueles (clientes) que não queiram ou não tenham condições de observarem às políticas, metas e procedimentos socioambientais que são pelos Princípios do Equador preconizados.[6]

Em 18 de novembro de 2019, a quarta e mais recente versão dos Princípios do Equador ("Princípios") foi publicada e, desde 1º de outubro de 2020, sua adoção passou a ser exigida das instituições financeiras signatárias, as EPFIs, que se comprometem a não financiar projetos que não atendam aos Princípios. Tal atualização consta disponível no site da instituição (https://equator-principles.com/ep4/) sendo que sua versão em

[5] Júnior e Barbosa, sem data: http://www.publicadireito.com.br/conpedi/manaus/arquivos/anais/bh/claudia_maria_barbosa.pdf

[6] EPFI's - Equator Principles Financial Institutions (2013). Os Princípios do Equador: um referencial do setor financeiro para identificação, avaliação e gerenciamento de riscos socioambientais em projetos. Disponível em: http://www.equator-principles.com/resources/equator_ principles_ portuguese_2013.pdf. Acesso em 01/06/2022.

português pode ser acessada pelo link: https://equator-principles.com/wp-content/uploads/2020/09/EP4_Portuguese.pdf.

7.2.2 ESFERA INTERNACIONAL: PADRÕES DE DESEMPENHO IFC

A Estrutura de Sustentabilidade da IFC articula o compromisso estratégico da Corporação com o desenvolvimento sustentável e é parte integrante da abordagem da IFC à gestão de risco. A Estrutura de Sustentabilidade inclui a Política e os Padrões de Desempenho sobre Sustentabilidade Socioambiental e a Política de Acesso à Informação da IFC. A Política sobre Sustentabilidade Socioambiental descreve os compromissos, as funções e as responsabilidades da IFC relacionados à sustentabilidade socioambiental.

A Política de Acesso à Informação da IFC reflete seu compromisso com a transparência e a boa governança de suas operações e descreve as obrigações institucionais de divulgação da Corporação no tocante a seus investimentos e serviços de consultoria.

Os Padrões de Desempenho são direcionados aos clientes, fornecendo orientação sobre o modo de identificar riscos e impactos e destinam-se a ajudar a evitar, minimizar e gerenciar riscos e impactos, como forma de fazer negócios de maneira sustentável, incluindo o engajamento das partes interessadas e as obrigações de divulgação por parte do cliente no que se refere a atividades no âmbito do projeto. No caso de seus investimentos diretos (incluindo os financiamentos de projetos e corporativos fornecidos por meio de intermediários financeiros), a IFC requer que seus clientes apliquem os Padrões de Desempenho para gerenciar riscos e impactos socioambientais a fim de melhorar as oportunidades de desenvolvimento.

A IFC utiliza a Estrutura de Sustentabilidade juntamente com outras estratégias, políticas e iniciativas para orientar as atividades comerciais da Corporação, a fim de alcançar os seus objetivos gerais de desenvolvimento. Os Padrões de Desempenho também poderão ser aplicados por outras instituições financeiras.

Em conjunto, os oito Padrões de Desempenho estabelecem padrões que o cliente deve cumprir durante o período de um investimento concedido pela IFC:

- Padrão de Desempenho 1: Avaliação e Gestão de Riscos e Impactos Socioambientais
- Padrão de Desempenho 2: Condições de Emprego e Trabalho.
- Padrão de Desempenho 3: Eficiência de Recursos e Prevenção da Poluição.
- Padrão de Desempenho 4: Saúde e Segurança da Comunidade.
- Padrão de Desempenho 5: Aquisição de Terra e Reassentamento Involuntário.
- Padrão de Desempenho 6: Conservação da Biodiversidade e Gestão Sustentável de Recursos Naturais Vivos
- Padrão de Desempenho 7: Povos Indígenas
- Padrão de Desempenho 8: Patrimônio Cultural

O Padrão de Desempenho 1 estabelece a importância: (i) da avaliação integrada para identificar os impactos e riscos socioambientais e as oportunidades dos projetos; (ii) do engajamento efetivo da comunidade por meio da divulgação de informações relacionadas ao projeto e da consulta com as comunidades locais sobre assuntos que as afetam diretamente; e (iii) da gestão, por parte do cliente, do desempenho socioambiental durante todo o ciclo de vida do projeto.

Os Padrões de Desempenho 2 a 8 estabelecem objetivos e requisitos para evitar, minimizar e, quando permanecerem impactos residuais, compensar riscos e impactos aos trabalhadores, às Comunidades Afetadas e ao meio ambiente. Embora todos os riscos socioambientais relevantes e possíveis impactos devam ser considerados como parte da avaliação, os Padrões de Desempenho 2 a 8 descrevem os possíveis riscos e impactos socioambientais que requerem atenção especial. Quando forem identificados riscos ambientais ou sociais, o cliente deverá gerenciá-los por meio do Sistema de Gestão Socioambiental (SGAS) de forma compatível com o Padrão de Desempenho 1.

O Padrão de Desempenho 1 aplica-se a todos os projetos que apresentam riscos e impactos socioambientais. Dependendo das circunstâncias do projeto, outros Padrões de Desempenho também poderão ser aplicáveis. Os Padrões de Desempenho devem ser lidos em conjunto e em referência cruzada, conforme necessário. A seção de requisitos de cada Padrão de Desempenho aplica-se a todas as atividades financiadas nos termos do projeto, salvo observação em contrário nas limitações específicas descritas em cada parágrafo.

Os clientes são incentivados a aplicar o SGAS desenvolvido de acordo com o Padrão de Desempenho 1 a todas as atividades do projeto, independentemente da fonte de financiamento. Diversos temas transversais, como mudança climática, gênero, direitos humanos e recursos hídricos, são abordados em vários Padrões de Desempenho.

7.2.3 ESFERA INTERNACIONAL: AS DIRETRIZES DE MEIO AMBIENTE, SAÚDE E SEGURANÇA (DIRETRIZES DE EHS) DO GRUPO BANCO MUNDIAL

Além de atender aos requisitos dos Padrões de Desempenho, os clientes devem cumprir as leis nacionais aplicáveis, incluindo aquelas que implementam as obrigações do país anfitrião no âmbito do direito internacional.

As Diretrizes de Meio Ambiente, Saúde e Segurança (Diretrizes de EHS) do Grupo Banco Mundial são documentos de referência técnica que trazem exemplos gerais e específicos de boas práticas internacionais do setor. A IFC usa as Diretrizes de EHS como fonte técnica de informações durante a avaliação do projeto. As Diretrizes de EHS contêm os níveis de desempenho e as medidas normalmente aceitáveis para a IFC e que, de forma geral, são consideradas executáveis em novas instalações a custos razoáveis com a utilização de tecnologias existentes.

No caso de projetos financiados pela IFC, a aplicação das Diretrizes de EHS às instalações existentes poderá envolver o estabelecimento de metas específicas do local

com um cronograma apropriado para atingi-las. O processo de avaliação poderá recomendar níveis ou medidas alternativos (mais altos ou mais baixos), os quais, se aceitos pela IFC, se tornam requisitos específicos do projeto ou do local do projeto. As Diretrizes Gerais de EHS contêm informações sobre questões transversais relacionadas com o meio ambiente, saúde e segurança potencialmente aplicáveis a todos os setores da indústria. Elas devem ser usadas em conjunto com as diretrizes relevantes do setor industrial. As Diretrizes de EHS poderão ser ocasionalmente atualizadas.

Quando os regulamentos do país anfitrião diferirem dos níveis e das medidas apresentados nas Diretrizes de EHS, os projetos deverão atingir aqueles que forem mais rigorosos. Se níveis ou medidas menos rigorosos forem adequados em função de circunstâncias específicas do projeto, será necessário apresentar uma justificativa completa e detalhada a respeito de qualquer alternativa proposta como parte da avaliação ambiental específica do local do projeto. Essa justificativa deve demonstrar que a escolha de qualquer nível de desempenho alternativo protege a saúde humana e o meio ambiente.

Um conjunto de oito Notas de Orientação, correspondentes a cada Padrão de Desempenho, e uma Nota de Interpretação adicional sobre Intermediários Financeiros oferecem orientação sobre os requisitos constantes dos Padrões de Desempenho, incluindo materiais de referência, e sobre boas práticas de sustentabilidade para ajudar os clientes a melhorar o desempenho do projeto. Essas Notas de Orientação/Interpretação poderão ser ocasionalmente atualizadas.[7]

7.2.4 ESFERA FEDERAL: BRASIL

Tabela 7-1 - Diplomas normativos e descrição na esfera nacional.

DIPLOMA NORMATIVO	DESCRIÇÃO
Constituição da República	Datada de 05.10.1988
LEIS	
Lei Ordinária nº 5.197, de 03.01.1967	Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências.
Decreto-Lei nº 227, de 28.02.1967	Institui o Código de Mineração
Lei Ordinária nº 6.938, de 31.08.1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação, e dá outras providências.
Lei Ordinária nº 9.605, de 12.02.1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

[7]chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/38871d0b-cdd2-4646-9c7b-0d40fd060795/PS6_Portuguese_2012.pdf?MOD=AJPERES&CVID=jSD0GMj. Acesso em 01/06/2022

DIPLOMA NORMATIVO	DESCRIÇÃO
Lei Ordinária nº 9.985, de 18.07.2000	Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 ao instituir o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, e dá outras providências.
Lei Ordinária nº 11.284, de 02.03.2006	Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro (SFB); cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal (FNDF); altera as Leis nos 10.683, de 28 de maio de 2003, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, 4.771, de 15 de setembro de 1965, 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências.
Lei Ordinária nº 11.428, de 22.12.2006	Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.
Lei Ordinária nº 12.305, de 02.08.2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n° 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências.
Lei Ordinária nº 12.651, de 25.05.2012	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências
Lei Complementar nº 140, de 02.12.2011	Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal de 1988, 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 Ordinária nº 13.575, de 26.12.2017	Cria a Agência Nacional de Mineração (ANM); extingue o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); altera as Leis n º 11.046, de 27 de dezembro de 2004, e 10.826, de 22 de dezembro de 2003; e revoga a Lei nº 8.876, de 2 de maio de 1994, e dispositivos do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração).
DECRETOS-LEI e DECRETOS	
Decreto-Lei nº 25, de 30.11.1937	Conceitua e organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional.

DIPLOMA NORMATIVO	DESCRIÇÃO
Decreto nº 97.632, de 10.04.1989	Dispõe sobre a regulamentação do art. 2º, inciso VIII, da Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências
Decreto nº 99.274, de 06.06.1990	Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente, sobre a criação de estações ecológicas e áreas de proteção ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências.
Decreto n° 4.339 de 22.08.2002	Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade.
Decreto nº 4.340, de 22.08.2002	Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências.
Decreto nº 5.746, de 05.04.2006	Regulamenta o art. 21 da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
Decreto nº 5.975, de 30.11.2006	Regulamenta os arts. 12, parte final, 15, 16, 19, 20 e 21 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, o art. 4º, inciso III, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, o art. 2º da Lei nº 10.650, de 16 de abril de 2003, altera e acrescenta dispositivos aos Decretos nº 3.179, de 21 de setembro de 1999, e 3.420, de 20 de abril de 2000, e dá outras providências.
Decreto nº 6.040, de 07.02.2007	Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais
Decreto 6.514, de 22.07.2008	Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências
Decreto 6.660, de 21.11.2008	Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.428/2004, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica.
Decreto nº 6.848, de 14.05.2009	Altera e acrescenta dispositivos ao Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, para regulamentar a compensação ambiental.
Decreto Nº 9.406, de 12.06.2018	Regulamenta o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, a Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, a Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989, e a Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017.

DIPLOMA NORMATIVO	DESCRIÇÃO
Decreto nº 9.587, de 27.11.2018	Instala a Agência Nacional de Mineração e aprova a sua Estrutura Regimental e o seu Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão.
RESOLUÇÕES	
Resolução CONAMA nº 1, de 23.01.1986	Estabelece critérios básicos e diretrizes gerais para o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA).
Resolução CONAMA nº 9, de 03.09.1987	Dispõe sobre a realização de audiências públicas.
Resolução CONAMA nº 5, de 15.06.1989	Institui o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar (PRONAR).
Resolução CONAMA nº 1, de 08.03.1990	Dispõe sobre a poluição sonora.
Resolução CONAMA nº 3, de 22.08.1990	Dispõe sobre padrões de qualidade do ar.
Resoluções CONAMA n° 10, de 1° de outubro de 1993	Estabelece os parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão de Mata Atlântica.
Resolução CONAMA nº 237, de 19.12.1997	Dispõe sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental.
Resolução CONAMA nº 303, de 20.03.2002	Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.
Resolução CONAMA nº 347, de 10.09.2004	Dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico.
Resolução CONAMA nº 357, de 17.03.2005	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 369, de 28.03.2006	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).
Resolução CONAMA nº 371, de 05.04.2006	Estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos de compensação ambiental, conforme a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 378, de 19.10.2006	Define os empreendimentos potencialmente causadores de impacto ambiental nacional ou regional para fins do disposto no inciso III, § 1º, art. 19 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e dá outras providências.

DIPLOMA NORMATIVO	DESCRIÇÃO
Resolução CONAMA 392, de 25.06.2007	Define vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração de Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais.
Resolução CONAMA n° 396 de 03.04.2008	Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas.
Resolução CONAMA nº 428, de 17.12.2010	Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências.
Resolução CONAMA n° 430/2011	Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357.
Resolução CONAMA n° 491 de 19.11.2018	Dispõe sobre padrões de qualidade do ar
Resolução CNRH nº 91, de 05.11.2008	Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos
Resolução nº 95, de 07.02.2022	Consolida os atos normativos que dispõem sobre segurança de barragens de mineração.
INSTRUÇÕES NORMATIVAS	
Instrução Normativa MMA nº 02 de 20.08.2009	Dispõe sobre o grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas definindo que esta classificação será feita de acordo seu grau de relevância em máximo, alto, médio ou baixo.
Instrução Normativa MMA nº 6, de 15.12.2006	Dispõe sobre a reposição florestal e o consumo de matéria-prima florestal, e dá outras providências.
Instrução Normativa IBAMA nº 146, de 10.01.2007	Estabelece critérios para procedimentos relativos ao manejo de fauna silvestre em áreas de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna sujeitas ao licenciamento ambiental, como definido pela lei n.º 6938/81 e pelas Resoluções CONAMA n.º 001/86 e n.º 237/97.
Instrução Normativa MMA nº 5, de 08.09.2009	Dispõe sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanente e da Reserva Legal instituídas pela Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.
Instrução Normativa MMA nº.6, de 23.09.2008	Dispõe sobre a Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção e da Lista de Espécies da Flora Brasileira com Deficiência de Dados.

DIPLOMA NORMATIVO	DESCRIÇÃO
Instrução Normativa IBAMA nº 31, de 03.12.2009	Dispõe sobre o Cadastro Técnico Federal e a Taxa de Controle Ambiental.
Instrução Normativa MMA nº 1 de 09.12.2010	Publica as listas das espécies incluídas nos Anexos I, II e III da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção - CITES, com as alterações estabelecidas na XV Conferência das Partes da referida Convenção, realizada entre 13 e 15 de março de 2010.
Instrução Normativa 1 MMA, de 15 de abril de 2014	Publicar as listas das espécies incluídas nos Anexos I, II e III da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção - CITES, com as alterações estabelecidas em 12 de junho de 2013 ocorridas na XVI Conferência das Partes da referida Convenção.
Instrução Normativa ICMBio n° 01 de 24.01.2017	Estabelece procedimentos para definição de outras formas de compensação ao impacto negativo irreversível em cavidade natural subterrânea com grau de relevância alto, conforme previsto no art. 4º, § 3º do Decreto nº 99.556, de 1º outubro de 1990.
Instrução Normativa ICMBio n°2 de 30.08.2017	Estabelece metodologia para classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas (regulamenta o art. 5º do Decreto nº 6.640/2008 e revoga a IN/MMA nº 2/2009).
Instrução Normativa ICMBio n° 04 de 20.09.2017	Acrescenta o art. 5-A à Instrução Normativa nº 1, de 24 de janeiro de 2017 que estabelece procedimentos para definição de outras formas de compensação ao impacto negativo irreversível em cavidade natural subterrânea com grau de relevância alto.
Instrução Normativa MMA nº 5, de 08.09.2009	Dispõe sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanente e da Reserva Legal instituídas pela Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.
Instrução Normativa ICMBio n° 12 de 24.08.2018	Altera a redação do inciso II, § 2º do artigo 12 da Instrução Normativa nº 1, de 24 de janeiro de 2017.
NBR ABNT nº 13.028	Elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservação de água
NBR ABNT nº 13.029	Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilha
PORTARIAS	

DIPLOMA NORMATIVO	DESCRIÇÃO
Portaria SPHAN nº 7, de 01.12.1988	Estabelece procedimentos necessários à comunicação prévia, às permissões e às autorizações para pesquisas e escavações arqueológicas em sítios previstos na Lei nº 3.924/1961.
Portaria IPHAN nº 230, de 17.12.2002	Dispõe sobre procedimentos para obtenção das licenças ambientais prévia, de instalação e de operação.

7.2.5 ESFERA ESTADUAL: MINAS GERAIS

Tabela 7-2 - Diplomas normativos e descrição na esfera estadual.

DIPLOMA NORMATIVO	DESCRIÇÃO
Constituição do Estado de Minas Gerais	21.09.1989
LEIS	
Lei Ordinária nº 7.772, de 08.09.1980	Dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente no Estado de Minas Gerais.
Lei Ordinária nº 7.302, de 21.07.1978	Dispõe sobre a proteção contra poluição sonora.
Lei Ordinária nº 10.793, de 02.07.1992	Dispõe sobre a proteção dos mananciais destinados ao abastecimento público em Minas Gerais.
Lei Ordinária nº 11.726, de 30.12.1994	Dispõe sobre a política cultural do Estado de Minas Gerais.
Lei Ordinária nº 13.199, de 29.01.1999	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências.
Lei Ordinária nº 13.771, de 11.12.2000.	Dispõe sobre a administração, a proteção e a conservação das águas subterrâneas de domínio do Estado e dá outras providências.
Lei Ordinária nº 13.796, de 20.12.2000	Dispõe sobre o controle e o licenciamento dos empreendimentos e das atividades geradoras de resíduos perigosos no Estado.
Lei Ordinária nº 14.181, de 17.01.2002	Dispõe sobre a política de proteção à fauna e à flora aquáticas e de desenvolvimento da pesca e da aquicultura no Estado e dá outras providências.
Lei Ordinária nº 14.940, de 29.12.2003	Institui o Cadastro Técnico Estadual de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais e a Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental do Estado de Minas Gerais TFAMG e dá outras providências.

DIPLOMA NORMATIVO	DESCRIÇÃO
Lei Ordinária nº 18.031, de 12.01.2009	Dispõe sobre a política estadual de resíduos sólidos.
Lei Ordinária nº 20.922, de 16.10.2013	Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado.
Lei nº 21.972, de 21.01.2016.	Dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA – e dá outras providências.
Lei 23.304, de 30.05.2019	Estabelece a estrutura orgânica do Poder Executivo do Estado e dá outras providências.
Decretos	
Decreto n° 41.578, de 08.03.2001	Regulamenta a Lei n° 13.199, de 29.01.1999, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos.
Decreto nº 43.713, de 08.01.2004	Regulamenta a Lei nº 14.181, de 17 de janeiro de 2002, que dispõe sobre a política de proteção à fauna e à flora aquáticas e de desenvolvimento da pesca e da aquicultura no Estado e dá outras providências.
Decreto nº 45.175, de 17.09.2009	Estabelece metodologia de gradação de impactos ambientais e procedimentos para fixação e aplicação da compensação ambiental.
Decreto nº 45.629, de 06.07.2011	Altera o Decreto nº 45.175, de 17 de setembro de 2009, que estabelece metodologia de gradação de impactos ambientais e procedimentos para fixação e aplicação da compensação ambiental.
Decreto Estadual nº 46.953, de 23.02.2016	Dispõe sobre a organização do Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM –Câmaras Técnicas Especializadas: Câmara de Infraestrutura de Energia (CIE);
Decreto nº47.383 de 02.03.2018	Estabelece normas para licenciamento ambiental, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades.
Decreto nº 47.565, de 19.12.2018	Altera os Decretos nº 46.953, de 23 de fevereiro de 2016, que dispõe sobre a organização do Conselho Estadual de Política Ambiental – Copam –, de que trata a Lei nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016, e nº 46.501, de 5 de maio de 2014, que dispõe sobre o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH-MG.
Decreto Estadual 47.749 de 11.11.2019	Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental e sobre a produção florestal no âmbito do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.

DIPLOMA NORMATIVO	DESCRIÇÃO
Decreto nº 47.787, de 13.12.2019.	Dispõe sobre a organização da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.
Decreto nº 47.837, de 09.01.2020	Altera o Decreto nº 47.383, de 2 de março de 2018, que 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 e dá outras providências.
Decreto 47.892, de 23.03.2020	Estabelece o regulamento do Instituto Estadual de Florestas.
Deliberações e Instruções Normativas	
Deliberação Normativa nº 20, de 24.06.1997	Dispõe sobre o enquadramento das águas da bacia do rio das Velhas.
Deliberação Normativa COPAM nº 55, de 13.06.2002	Estabelece normas, diretrizes e critérios para nortear a conservação da Biodiversidade de Minas Gerais, com base no documento: "Biodiversidade em Minas Gerais: Um Atlas para sua Conservação".
Deliberação Normativa CERH - MG nº 07, de 04.11.2002	Estabelece a classificação dos empreendimentos quanto ao porte e potencial poluidor, tendo em vista a legislação de recursos hídricos do Estado de Minas Gerais, e dá outras providências.
Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 1, de 05.05.2008	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.
Deliberação Normativa COPAM nº 147, de 30.04.2010	Aprova a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais.
Deliberação Normativa CONEP nº 007/2014, 03.12.2014.	Estabelece normas para a realização de estudos de impacto no patrimônio cultural no Estado de Minas Gerais.
Deliberação Normativa CONEP nº 007 de 03.12.2014	Estabelece normas para a realização de estudos de impacto no patrimônio cultural no Estado de Minas Gerais.
Deliberação Normativa COPAM nº 217, de 06.12.2017	Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais e dá outras providências.

DIPLOMA NORMATIVO	DESCRIÇÃO
Deliberação Normativa COPAM nº 225, de 25.07.2018	Dispõe sobre a convocação e a realização de audiências públicas no âmbito dos processos de licenciamento ambiental estadual.
Deliberação Normativa COPAM Nº 228, 28.11.2018.	Revoga a Deliberação Normativa Copam nº 210, de 21 de setembro de 2016, estabelece diretrizes específicas para licenciamento das atividades descritas sob os códigos A-05-06-2, A-05-08-4 e A-05-09-5 da Deliberação Normativa Copam nº 217, de 06 de dezembro de 2017, e dá outras providências.
Deliberação Normativa Copam nº 246, de 26.05.2022	Altera a Deliberação Normativa Copam n° 217, de 6 de dezembro de 2017, de forma a possibilitar, pela inserção do código H-01-01-1, o licenciamento ambiental de atividades e empreendimentos não listados ou não enquadrados em outros códigos, com supressão de vegetação primária ou secundária nativa pertencente ao bioma Mata Atlântica, em estágios médio e/ou avançado de regeneração, sujeita a Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental – EIA/Rima
Portarias e Resoluções	
Portaria Conjunta FEAM/IEF nº 2 de 11.02.2005	Estabelece os procedimentos necessários para a inscrição do cadastro técnico estadual de atividades potencialmente poluidoras ou utilizadoras de recursos ambientais e dá outras providências.
Portaria IEF n° 191, de 16.09.2005	Dispõe sobre as normas de controle da intervenção em vegetação nativa e plantada no Estado de Minas Gerais.
Portaria IEF nº 02, de 12.01.2009	Cria o Documento Autorizativo para Intervenção Ambiental (DAIA), em substituição à Autorização para a Exploração Florestal (APEF).
Portaria IGAM nº 45, de 01.07.2010	Estabelece os procedimentos para a regularização do uso de recursos hídricos do domínio do Estado de Minas Gerais.
Portaria IEPHA nº 52, DE 26.12.2014	Dispõe sobre procedimentos para elaboração de Estudo Prévio de Impacto Cultural (EPIC) e aprovação do respectivo Relatório de Impacto no Patrimônio Cultural (RIPC).
Portaria IEF nº 30/2015 de 03.02.2015.	Estabelece diretrizes e procedimentos para o cumprimento da compensação ambiental decorrente do corte e da supressão de vegetação nativa pertencente ao bioma Mata Atlântica e dá outras providências.
Portaria IEF n° 76 de 22.07.2015	Institui o modelo do "Termo de Compromisso de Compensação Ambiental'.

DIPLOMA NORMATIVO	DESCRIÇÃO
Resolução SEMAD nº 2.890, de 04.11.2019	Institui o Sistema de Licenciamento Ambiental no âmbito da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.
RESOLUÇÃO CONJUNTASEMAD/FEAM/IEF/IGAM nº 3.063, de 29.03.2021.	Dispõe sobre a classificação de risco das atividades econômicas para fins de controle ambiental, exercido pelo Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos.
RESOLUÇÃO CONJUNTA SEMAD/IEF nº 3.102, de 26.10.2021.	Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental no âmbito do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.

7.2.6 ESFERA MUNICIPAL: BRUMADINHO

Tabela 7-3 - Diplomas normativos e descrição na esfera municipal (Brumadinho).

DIPLOMA NORMATIVO	DESCRIÇÃO
Lei Orgânica de 27.12.2018	Estabelece diretrizes e dispõe sobre a organização político-administrativa do Município de Brumadinho. Contém disposições sobre Meio Ambiente, Patrimônio, Uso e Ocupação do Solo e exploração de minerais.
Lei nº 1343, de 02.10.2006	Dispõe sobre a política de desenvolvimento e de planejamento urbano do município de Barão de Cocais, institui o Plano Diretor e dá outras providências.
Lei nº 2.396, de 23.04.2018	Dispõe sobre a Política Municipal de Serviços Ambientais (PMSA), institui o Programa Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais (PMPSA}, cria o Fundo Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais (FMPSA), e dá outras providências.
Lei Complementar nº 118, de 22.11.2021	Dispõe sobre as Normas de Uso e Ocupação do Solo no Município de Brumadinho e altera dispositivos da Lei Complementar nº 85/2014, e dá outras providências.
Lei nº 2.672, de 25.08.2022	Dispõe sobre a proteção de mananciais destinados ao abastecimento público no Município de Brumadinho e dá outras providências.

7.2.7 ESFERA MUNICIPAL: IGARAPÉ

Tabela 7-4 - Diplomas normativos e descrição na esfera municipal (Igarapé).

DIPLOMA NORMATIVO	DESCRIÇÃO
Lei Orgânica atualizada até a Emenda 011 de 04.07.2019	Estabelece diretrizes e dispõe sobre a organização político-administrativa do Município de Igarapé. Contém disposições sobre Meio Ambiente, Patrimônio, Uso e Ocupação do Solo e exploração de minerais.
Lei Complementar nº. 03 de 03.01.2007	Plano Diretor de Igarapé. Possui normas sobre Meio Ambiente.

7.2.8 ESFERA MUNICIPAL: SÃO JOAQUIM DE BICAS

Tabela 7-5 - Diplomas normativos e descrição na esfera municipal (São Joaquim de Bicas).

DIPLOMA NORMATIVO	DESCRIÇÃO
Lei Orgânica, de 18.09.1998	Estabelece diretrizes e dispõe sobre a organização político-administrativa do Município de São Joaquim de Bicas. Contém disposições sobre Meio Ambiente, Patrimônio, Uso e Ocupação do Solo e exploração de minerais.
Lei Complementar nº. 03 de 03.01.2007	Plano Diretor de Igarapé. Possui normas sobre Meio Ambiente.
Lei 460 De 11.03.2010	Dispõe sobre o código ambiental, institui a política de proteção, preservação, conservação, controle e recuperação do meio ambiente e de melhoria da qualidade de vida no município de São Joaquim de Bicas, e dá outras providências.

7.3 TRATAMENTO CONSTITUCIONAL

7.3.1 OS PRINCÍPIOS

A análise dos princípios do nosso sistema normativo é essencial para uma boa compreensão do tratamento legal dado às questões ambiental. O art. 225 da Constituição da República dá ao meio ambiente o status de direito fundamental da pessoa humana, ainda que não esteja inserido no capítulo que dispõe sobre as garantias fundamentais.

O princípio da prevenção é aquele que direciona a atuação dos atores públicos e privados em busca da redução máxima do risco de degradação do meio ambiente.

Busca-se com esse princípio que as atitudes estejam abaixo da faixa de perigo de dano aos recursos ambientais. Não se trata de afastar ou extirpar a possibilidade concreta de dano, mas sim que as políticas públicas e as condutas individuais se orientem sempre para não criarem o risco.

Segundo tal princípio, devesse trabalhar com padrões rígidos de controle ambiental, com o intuito de se afastar não só a eventualidade concreta de situações lesivas, como também a própria possibilidade de surgimento de tais circunstâncias degradadoras.

Já o princípio da precaução constitui-se, por outro lado, em corolário do princípio da prevenção. Segundo a dicção desse princípio, o Poder Público e os agentes privados devem se conduzir de maneira a não submeter o meio ambiente a riscos de dano. Dito isso, a eventual incerteza quanto aos impactos que possam ser causados por determinada atividade ou conduta não deve ser óbice para que degradação ambiental seja evitada.

Ainda podemos citar o princípio da obrigatoriedade da intervenção do Estado, a fim de se buscar o desenvolvimento sustentável. Essa função estatal encontra-se afirmada no § 1º do art. 225 da Constituição da República, que traz uma série de atribuições que o Poder Público deve desempenhar para garantir a efetividade do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. Isso se torna evidente quando se analisa o art. 225, § 1º, incisos V e VII da Constituição da República, que criou a obrigação do Poder Público de controlar as atividades que comportem risco para a vida ou para o meio ambiente, além do dever de proteger a fauna e a flora, proibindo as práticas que coloquem em perigo sua função ecológica ou que provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais à crueldade.

Já o art. 2º, inciso I da Lei nº 6.938/1981, fixa como princípio norteador da Política Nacional do Meio Ambiente a ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo.

Podemos citar também o princípio da garantia de participação popular com fundamento nos princípios da publicidade e do acesso à informação. Dessa forma, podemos enumerar:

- A exigência de publicidade do EIA/RIMA contida no art. 225, inciso IV da Constituição da República;
- A garantia da acessibilidade pública do EIA/RIMA consagrada no art. 17, § 3º do Decreto nº 99.274, de 06.06.1990 e no art. 11 da Resolução CONAMA nº 1, de 23.01.1986;
- A realização de Audiência Pública, como etapa de concretização do procedimento administrativo do EIA/RIMA, nos termos em que a consagra a parte final do § 2º do art. 11 da Resolução CONAMA nº 1/1986, e conforme as regras previstas na Resolução CONAMA nº 9, de 03.12.1987; e

- A publicidade dos atos de requerimento e concessão de licenças ambientais, nos termos do art. 10, inciso VIII da Resolução CONAMA nº 237, de 19.12.1997 e dos procedimentos previstos na Resolução CONAMA nº 6, de 24.01.1986.

Temos ainda o princípio da responsabilidade ambiental no § 3º do art. 225, que prevê que as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

Também consta expressamente a educação ambiental como instrumento de realização do direito da coletividade a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, quando o art. 225, § 1º, inciso VI, estabelece ser atribuição do Poder Público promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente.

7.3.2 REPARTIÇÃO DE COMPETÊNCIA ENTRE OS ENTES FEDERATIVOS

No que se refere à repartição de competências em material ambiental, no sistema federativo, a autonomia dos entes políticos pressupõe uma adequada partilha de competências para o exercício de funções legislativas e executivas. Assim, a Constituição criou uma sistemática que mescla as competências exclusivas e privativas da União e dos Municípios nos artigos 21, 22 e 30, com as comuns e concorrentes a todos os entes federados nos artigos 23 e 24, deixando para os Estados as remanescentes no Art. 25, § 1º).

No tocante ao mencionado Art. 23, todas as entidades ali descritas foram designadas do desempenho de encargos executivos e materiais, em particular, o de proteger o meio ambiente e combater a poluição em quaisquer de suas formas, devendo todos os agentes políticos estabelecer diretrizes de atuação e estruturar um conjunto de instituições destinado a planejar e executar medidas de controle das atividades utilizadoras de recursos ambientais desenvolvidas em seus respectivos territórios.

O Art. 24 da Constituição da República encerra a competência concorrente para legislar sobre florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente, controle da poluição e responsabilidade por dano ambiental, reservando-se à União o poder-dever de fixar diretrizes genéricas com as quais devem se conformar as regras suplementares editadas pelos Estados e pelo Distrito Federal.

Dito isso, cabe à União, ao exercer essa modalidade de competência e consagrar valores e diretivas de aplicabilidade uniforme em todo o País, não podendo esgotar a matéria, nem legislar de forma completa e exaustiva, deixando certa margem para que os Estados possam exercer a ação normativa complementar, que particularize as singularidades regionais.

Os Municípios, como se vê, foram excluídos do espectro da competência concorrente (Art. 24), muito embora a Constituição da República a eles tenha facultado legislarem sobre assuntos de interesse local, além de suprirem a legislação federal e a estadual no que couber (Art. 30, incisos I e II).

De toda forma, a atuação subsidiária somente se legitima concretamente quando sua execução incorpore as variáveis relativas à *prevalência do interesse do ente federado* e do *âmbito de repercussão do dano*. Dito isso, o exercício do poder de polícia deve considerar o interesse preponderante de cada um dos entes políticos integrantes da federação, além de prestigiar a extensão geográfica do impacto ambiental ou da atividade sujeita a controle, cabendo *ipso facto* à União cuidar das questões de âmbito nacional ou que envolvam mais de um ente federado.

7.3.3 LEI COMPLEMENTAR NÚMERO 104/2011

Essa Lei teve o intuito de fixar normas sobre 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.

Tal legislação é pioneira na tarefa de articular os esforços administrativos das diversas esferas da federação, mas vem gerando certa confusão quanto ao estabelecimento das competências de cada ente federativo.

Em seu Art. 5º, parágrafo único, definiu como órgão ambiental capacitado aquele que possui técnicos próprios ou em consórcio, devidamente habilitados e em número compatível com a demanda das ações administrativas a serem delegadas.

Para evitar a sobreposição das competências e a ocorrência de conflitos entre os entes federativos, elencou as ações de cooperação da União (Art. 7º), imputando aos Estados uma competência residual (Art. 8º, XIV), ou seja, licenciará os empreendimentos ou atividades não elencadas como sendo de competência da União ou dos Municípios.

No que concerne ao Licenciamento Ambiental Municipal, definiu que é competência dos Municípios, observadas as atribuições dos demais entes federativos, o licenciamento ambiental das atividades ou empreendimentos que causem ou possam causar impacto ambiental de âmbito local, segundo as tipologias definidas pelos respectivos Conselhos Estaduais do Meio Ambiente (Art. 9º, XIV, “a”).

No caput do Art. 13, a Lei definiu que os empreendimentos e atividades serão licenciados ou autorizados, ambientalmente, por um único ente federativo, de acordo com a repartição das competências, estabelecendo que a supressão de vegetação, decorrente do licenciamento ambiental, será autorizada pelo ente federativo licenciador (Art. 13, § 2º).

Ordenou ainda sobre os prazos nos processos licenciatórios (Art. 14), a complementação de informações, pelo empreendedor (Art. 14, § 1º e § 2º), o decurso de prazo sem emissão da licença pelo órgão ambiental competente (Art. 14, § 3º) e a renovação das licenças ambientais (Art. 14, § 4º).

Disciplinou no Art. 15 que os entes federativos devem atuar em caráter supletivo nas ações administrativas de licenciamento e na autorização ambiental, nas seguintes hipóteses:

> *I - inexistindo órgão ambiental capacitado ou conselho de meio ambiente no Estado ou no Distrito Federal, a União deve desempenhar as ações administrativas estaduais ou distritais até a sua criação;*
>
> *II - inexistindo órgão ambiental capacitado ou conselho de meio ambiente no Município, o Estado deve desempenhar as ações administrativas municipais até a sua criação; e*
>
> *III - inexistindo órgão ambiental capacitado ou conselho de meio ambiente no Estado e no Município, a União deve desempenhar as ações administrativas até a sua criação em um daqueles entes federativos".*

Alterou o Art. 10 da PNMA, que passa a ter o seguinte texto em seu Art. 20:

> *"Art. 10 A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental dependerão de prévio licenciamento ambiental. [...]"*

Por fim, em seu Art. 21, a Lei Complementar revoga os demais parágrafos do Art. 10 da PNMA, bem como o § 1º do Art. 11, instituindo sua vigência a partir da data de sua publicação (Art. 22).

7.4 LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO SETOR MINERÁRIO

7.4.1 ASPECTOS GERAIS

O licenciamento ambiental de atividades potencialmente poluidoras, como aquelas do setor minerário, é um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal nº 6.938/81) que mais recebeu atenção do poder público nos últimos anos, em função de sua relevância para os empreendimentos de grande porte.

O licenciamento ambiental consiste no encadeamento de atos administrativos vinculados, ou seja, atos para os quais a legislação estabelece tanto os requisitos como as condições para que sejam praticados. O licenciamento deve ser precedido de EIA e respectivo RIMA sempre que a obra ou atividade possa causar significativo impacto

ambiental, conforme artigo 225, §1º, inciso IV da Constituição Federal e Resoluções do CONAMA nº 001/86 e nº 237/97.

A Resolução CONAMA nº 001/86 enuncia, em seu artigo 2º, as atividades que dependerão, obrigatoriamente, de EIA/RIMA, senão vejamos as disposições que enquadram o presente empreendimento:

> *Artigo 2º - Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como:*
>
> *IX - Extração de minério, inclusive os da classe II, definidas no Código de Mineração;*

O procedimento administrativo prévio à expedição da licença ambiental pode ser dividido em cinco blocos: (i) requerimento da licença e seu anúncio público; (ii) anúncio público do recebimento do EIA/RIMA e chamada pública para solicitação de audiência; (iii) realização ou dispensa da Audiência Pública; (iv) parecer conclusivo do órgão ambiental sobre o estudo realizado; e (v) aprovação do estudo e início do licenciamento ambiental propriamente dito.

O Decreto Federal n° 99.274/90, suplementado pela Resolução CONAMA n° 237/97, estabeleceu o processo trifásico de emissão de licenças. No entanto, conforme determina esta Resolução, as licenças ambientais poderão ser também expedidas isoladas ou sucessivamente, de acordo com a natureza, características e fase do empreendimento ou atividade:

> *Licença Prévia - LP – concedida na fase preliminar de planejamento do empreendimento ou atividade por um prazo máximo de 5 (cinco) anos, aprova sua localização e concepção, atesta a viabilidade ambiental e estabelece os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas fases seguintes da implantação.*
>
> *Licença de Instalação - LI – autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e as demais condicionantes.*
>
> *Licença de Operação - LO – autoriza a operação da atividade ou empreendimento após a verificação do cumprimento das exigências das licenças anteriores, conforme as medidas de controle ambiental e condicionantes determinadas para a operação. A Licença de Operação do empreendimento deverá ser renovada no prazo legal estabelecido pelo órgão ambiental competente, podendo variar de 04 (quatro) a 10 (dez) anos.*

As licenças ambientais são concedidas pelos órgãos ambientais integrantes do SISNAMA. Em regra, a competência para licenciar é do órgão público estadual, mas, sem

prejuízo desse, o Poder Público Federal, por meio do CONAMA, tem competência para fixar normas gerais para a concessão das licenças, uniformizando o procedimento no âmbito nacional.

A Resolução CONAMA n° 237/97 estabeleceu regras gerais de competência para o licenciamento e atribuiu ao IBAMA, órgão executor federal, competência para licenciamento e fiscalização de atividades potencial ou efetivamente poluidoras de impacto nacional ou regional, que interessam a dois ou mais Estados, ou situadas em fronteira com outro país, em áreas indígenas, em áreas protegidas pela União e em atividades relacionadas a material nuclear.

O CONAMA atribuiu aos órgãos ambientais estaduais, ao Distrito Federal, órgãos executores seccionais, a competência de licenciamento e fiscalização de atividades com potencial ou efetivo impacto poluidor/degradador entre mais de um Município, ou que incidam sobre "florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente". Por fim, na esfera municipal, o CONAMA atribuiu aos Municípios, órgãos locais, competência para licenciamento e fiscalização dos empreendimentos de impacto local.

No presente caso a competência para licenciamento é estadual, não se excluindo, no entanto, a necessidade de manifestação do município.

A ANM concede a autorização de lavra, mas é importante ressaltar que a licença ambiental (LI e LO) de competência estadual, é condição para que o minerador seja obtenha sua autorização de lavra.

7.4.2 O PROCESSO DE LICENCIAMENTO E AS DEMAIS AUTORIZAÇÕES CABÍVEIS À ESPÉCIE

O Art. 10, § 1º da Resolução CONAMA nº 237/1997, prevê que no processo de licenciamento deverá obrigatoriamente constar a certidão da(s) Prefeitura(s) Municipal(is) onde o empreendimento será implantado, declarando que o local e o tipo de empreendimento estão em conformidade com a legislação aplicável ao uso e ocupação do solo. No caso do projeto em tela, os municípios onde a ADA do empreendimento se desenvolve são Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas em Minas Gerais.

Quando for o caso, deverá o empreendedor também apresentar a *autorização para supressão de vegetação* e a *outorga para uso da água*, emitidas pelos órgãos competentes. Ainda, conforme o Art. 36, § 3º da Lei nº 9.985/2000, secundado pela Resolução CONAMA nº 428/2010, quando a atividade afetar o perímetro de uma Unidade de Conservação (UC), de sua Zona de Amortecimento (ZA) ou área de entorno, a licença somente será outorgada mediante a aprovação do respectivo ente gestor. No caso do empreendimento em tela, as estruturas a serem licenciadas não se encontram em UC ou em ZA.

Conquanto subsistirem elos vinculatórios inequívocos entre esses mecanismos autorizativos — todos preordenados a consolidar o papel legitimador da licença ambiental — é indisputável que cada qual deles exerce funções permissórias totalmente distintas, devendo ser compreendidos, por tal modo, à luz dos parâmetros técnicos de análise que lhe são peculiares.

Deveras, enquanto o licenciamento se preordena a estabelecer os termos da viabilidade ambiental do projeto, bem como as regras e condições para as fases ulteriores, o instrumento que faculta a retirada da cobertura vegetal tenciona, além de disciplinar a execução de técnicas de manejo apropriadas à conversão do uso do solo, manter registros sobre os quantitativos de rendimento lenhoso oriundos do corte autorizado, permitindo que sejam implementados outros institutos, como a reposição florestal e a composição de planos de autossuprimento de matéria-prima, produtos e subprodutos florestais.

7.4.3 LICENCIAMENTO E AS COMPENSAÇÕES AMBIENTAIS

Durante o processo de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de significativo impacto ambiental - assim considerado pela SEMAD com fundamento no RCA/PCA -, torna-se exigível o pagamento de compensação ambiental, nos termos do Art. 36 da Lei nº 9.985/2000, a qual consiste no apoio financeiro à implantação e manutenção de Unidades de Conservação (UC) do grupo de proteção integral.

Dito isso, cumpre observar que o critério para quantificar o montante da Compensação Ambiental não possui qualquer vínculo com as supostas causas que ensejariam seu pagamento, uma vez que está atrelado ao valor de instalação do empreendimento, e não aos impactos ambientais negativos acarretados por este.

Em Minas Gerais, assim como o Decreto Federal nº 6.848/2009, os Decretos nº 45.175/2009 e nº 45.629/2011 mantiveram o critério para cálculo de compensação ambiental com valor de referência correspondente aos custos de implantação do empreendimento.

Vale destacar que o Decreto Estadual nº 45.175/2009, ao definir a fórmula que deve ser usada para se obter o valor da compensação, limitou o percentual a ser multiplicado pelo valor de referência (somatória dos investimentos inerentes à implantação do empreendimento) a 0,5% (Art. 1º, inciso V c/c o art. 9º).

Também em consonância com alterações trazidas pelo Decreto Federal nº 6.848/2009, o Decreto Estadual nº 45.629/2011 traz alterações no que tange aos aspectos a serem considerados para a apuração do Valor de Referência, excluindo o cômputo dos "*investimentos referentes aos planos, projetos, programas e condicionantes exigidos no procedimento de licenciamento ambiental para mitigação de impactos, os custos de análise do licenciamento ambiental, investimentos que possibilitem alcançar níveis de qualidade ambiental superiores aos exigidos, bem como os encargos e custos incidentes sobre o financiamento do empreendimento, inclusive os relativos às*

garantias, e os custos com apólices e prêmios de seguros pessoais e reais", uma vez que tais gastos visam, justamente, à mitigação de impactos ambientais, não havendo razoabilidade em considera-los com o objetivo de onerar o empreendedor com a compensação ambiental.

Por fim, aponte-se que os instrumentos regulamentares estaduais reforçam a competência da Câmara de Proteção à Biodiversidade (CPB) para a fixação e aplicação da Compensação Ambiental, conforme já estabelecido no Decreto nº 44.667/2007, cabendo ao Instituto Estadual de Floresta (IEF), enquanto órgão de apoio ao COPAM, a instrução do processo administrativo correspondente.

7.4.4 DA MANIFESTAÇÃO DO MUNICÍPIO E DEMAIS ÓRGÃOS DE ACORDO COM O CASO

No procedimento de licenciamento é obrigatória a apresentação de manifestação das Prefeituras Municipais, declarando que a localização e a tipologia do empreendimento se encontram de acordo com leis e regulamentos municipais.

Caberá ao órgão licenciador identificar outros órgãos que devam ser envolvidos no processo de licenciamento, desde a elaboração do Termo de Referência (TR). São exemplos frequentes a participação da Fundação Nacional do Índio (Funai), da Fundação Palmares, do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) e órgãos estaduais de patrimônio, como o Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (Iepha/MG), além da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS), quando a atividade ou empreendimento se localizar em área de ocorrência de Malária.

No presente caso, as adequações a planta de beneficamente e a movimentação de máquinas e veículos de carga poderão gerar vibração, poeira e ruído, podendo provocar incômodos à população vizinha. Esta situação mostra-se mais relevante no caso das propriedades dos sítios existentes, vizinhos mais próximos e que registram um uso misto de sua área. Com isso, é exigido pelo município o EIV (Estudo de Impacto na Vizinhança).

7.4.5 O PROCESSO DE LICENCIAMENTO E AS DEMAIS AUTORIZAÇÕES CABÍVEIS À ESPÉCIE

O Art. 10, § 1º da Resolução CONAMA nº 237/1997, prevê que no processo de licenciamento deverá obrigatoriamente constar a certidão da(s) Prefeitura(s) Municipal(is) onde o empreendimento será implantado, declarando que o local e o tipo de empreendimento estão em conformidade com a legislação aplicável ao uso e ocupação do solo. No caso da Mineração Morro do Ipê, os municípios onde a ADA do empreendimento se desenvolve é Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas.

Quando for o caso, deverá o empreendedor também apresentar a *autorização para supressão de vegetação* e a *outorga para uso da água*, emitidas pelos órgãos competentes. Ainda, conforme o Art. 36, § 3º da Lei nº 9.985/2000, secundado pela

Resolução CONAMA nº 428/2010, quando a atividade afetar o perímetro de uma Unidade de Conservação (UC), de sua Zona de Amortecimento (ZA) ou área de entorno, a licença somente será outorgada mediante a aprovação do respectivo ente gestor. No caso do empreendimento Projeto Tico Tico, as estruturas a serem licenciadas não se encontram em UC ou em ZA.

Conquanto subsistirem elos vinculatórios inequívocos entre esses mecanismos autorizativos — todos preordenados a consolidar o papel legitimador da licença ambiental — é indisputável que cada qual deles exerce funções permissórias totalmente distintas, devendo ser compreendidos, por tal modo, à luz dos parâmetros técnicos de análise que lhe são peculiares.

Deveras, enquanto o licenciamento se preordena a estabelecer os termos da viabilidade ambiental do projeto, bem como as regras e condições para as fases ulteriores, o instrumento que faculta a retirada da cobertura vegetal tenciona, além de disciplinar a execução de técnicas de manejo apropriadas à conversão do uso do solo, manter registros sobre os quantitativos de rendimento lenhoso oriundos do corte autorizado, permitindo que sejam implementados outros institutos, como a reposição florestal e a composição de planos de auto-suprimento de matéria-prima, produtos e subprodutos florestais.

7.5 INSTRUMENTO DE PROTEÇÃO DA BIODIVERSIDADE E GESTÃO FLORESTAL

A legislação brasileira instituiu uma série de mecanismos, relacionados ao gerenciamento sustentável dos recursos florestais, que podem ser separados a partir dos seguintes instrumentos fundamentais: criação de espaços territoriais especialmente protegidos, definição de listas de espécies ameaçadas, disciplina do uso da flora e da fauna

7.5.1 ESPAÇOS PROTEGIDOS

*S*ão espaços geográficos, públicos ou privados, dotados de atributos ambientais relevantes que, por desempenharem papel estratégico na proteção da diversidade biológica existente no território nacional, requerem sua sujeição, pela lei, a um regime jurídico de interesse público, através da limitação ou vedação do uso dos recursos ambientais por parte das atividades econômicas.

A Constituição da República define como incumbência do Poder Público: (i) preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas; (ii) preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País; e (iii) proteger a fauna e a flora (Art. 225, § 1º, incisos I, II e VII).

O § 1º, inciso III do Art. 225 da Constituição da República prevê a necessidade de definição, em todas as unidades federadas, de espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo sua alteração e supressão somente permitidas mediante lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção.

Nessa mesma linha, o Art. 9º, inciso VI da Lei nº 6.938/1981, quando inclui, dentre os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, a criação de áreas protegidas nas esferas federal, estadual ou municipal, atribui aos diferentes níveis de governo o encargo de amparar as áreas representativas de ecossistemas, mediante a implantação de UCs e preservação ecológica.

No arcabouço legal ambiental brasileiro, existem categorias fundamentais de espaços protegidos, dentre as quais importa destacarmos, as seguintes: as *Unidades de Conservação*, as *Áreas de Preservação Permanente*, a *Reserva Legal* e *Mata Atlântica*.

7.5.2 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: O SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA (SNUC)

*S*ão espaços territoriais e seus recursos, incluindo as águas jurisdicionais, com características relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, às quais se aplicam garantias adequadas de tutela, classificando-se em *unidades de conservação de uso sustentável* e *de proteção integral* (Art. 2º, inciso I c/c Art. 7º da Lei n° 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC).

Compete ao poder público, em todas as suas esferas, a definição, de espaços territoriais a serem especialmente protegidos, sendo sua alteração (por exemplo, a redução e limites) e supressão somente permitidas mediante lei.

A criação, alteração de um perímetro e a mudança de status jurídico de uma UC deve ser precedido de estudos técnicos e de consulta pública que permitam identificar a localização, a dimensão e os limites mais adequados para a unidade, sendo tais providências prévias, no entanto, dispensáveis nas hipóteses de Estação Ecológica e de Reserva Biológica (cf. Art. 22, §§ 2º e 4º da Lei nº 9.985/2000).

Criada a UC, deverá ser elaborado, no prazo máximo de 5 (cinco) anos, o correspondente Plano de Manejo, contendo o zoneamento e as normas disciplinadoras do uso dos recursos naturais nela existentes, devendo esse documento, de resto, abranger a área protegida, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, para os quais deverão ser estabelecidas medidas específicas que promovam sua integração à vida econômica e social das comunidades vizinhas (cf. Art. 27º, § 1º da Lei nº 9.985/2000).

No tocante à gestão das UCs, além das entidades diretamente incumbidas de sua administração, a Lei do SNUC prevê a existência de um conselho, de caráter consultivo ou deliberativo, dependendo da categoria de manejo de que se trate, sendo composto, nos termos do Art. 17, §§ 1º e 2º do Decreto nº 4.340/2002, por membros de órgãos públicos dos três níveis da federação e por representantes da sociedade civil, em especial a comunidade científica e as organizações não-governamentais ambientalistas com atuação comprovada na região da unidade, sem olvidar das populações residentes e do entorno, das comunidades tradicionais, dos proprietários de imóveis no interior da unidade, dos trabalhadores e do setor privado atuantes na região, bem como, ainda, de integrantes dos Comitês de Bacia Hidrográfica, quando houver.

7.5.2.1 ZONAS DE AMORTECIMENTO E ENTORNOS DE UCS

A Zona de Amortecimento (ZA), definida pela Lei do SNUC, é o entorno de uma UC, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade.

Dentre as 12 categorias de manejo de UCs consignadas na Lei do SNUC, 10 (Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural, Refúgio de Vida Silvestre, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna e Reserva de Desenvolvimento Sustentável) devem apresentar uma Zona de Amortecimento correspondente, enquanto apenas duas outras - Área de Proteção Ambiental (APA) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) - foram expressamente dispensadas de tal exigência (Art. 25, caput da Lei nº 9.985/2000).

Essa diversidade de tratamento legal reflete a boa lógica adotada pelo SNUC, pelo menos no que se refere à APA, categoria em que a definição de critérios específicos para a zona fronteiriça não faria nenhum sentido, vez que, por definição, a APA admite, em princípio, qualquer forma de utilização econômica sustentável de seus recursos ambientais, não havendo essencialmente, destarte, muito o que se possa diferenciar entre os usos admissíveis no entorno e dentro de seus limites.

Na ZA, consoante o disposto no Art. 25, § 1º da Lei do SNUC, as regras de disciplinamento e restrição das atividades econômicas devem ser estabelecidas pela entidade pública incumbida de administrar e gerir a UC, o que, na prática, se materializa através do chamado Plano de Manejo, definido como o documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma UC, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade (Art. 2º, XVII da Lei nº 9.985/2000).

Restou definido pela multicitada lei do SNUC que os marcos referenciais da ZA podem ser definidos no ato de criação da unidade ou mesmo posteriormente, hipótese em que, ao que tudo indica, os limites da faixa de transição devem ser fixados em instrumento normativo do mesmo nível hierárquico do aquele que deu existência jurídica à UC.

Importante reconhecer, dessa forma, a existência de um regime normativo próprio para a utilização dos recursos ambientais existentes nas ZA, com o claro objetivo de assegurar um maior resguardo para as UCs existentes no território nacional.

É exatamente com esse intuito protetivo que o art. 36, § 3º da Lei nº 9.985/2000 prevê que nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental competente, com fundamento em EIA/RIMA, o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e a manutenção de UC do Grupo de Proteção Integral.

Quando o empreendimento afetar UC específica ou sua ZA, o licenciamento 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 naquele mesmo artigo.

Conforme indicado anteriormente, o projeto não está localizado em UC ou ZA, não sendo exigidas anuências ou estudos nesse sentido.

7.5.3 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)

*S*ão espaços ambientais públicos ou privados, cobertos ou não por vegetação nativa, especialmente protegidos por lei, em razão da importância da conservação de sua vegetação natural, como forma de garantir o equilíbrio dos ecossistemas nos quais estão inseridas, o que se faz, fundamentalmente, através da proteção dos recursos hídricos, da paisagem, da estabilidade geológica, do solo, da biodiversidade, do fluxo gênico da fauna e da flora, e do resguardo ao bem-estar das populações humanas (Art. 3º, inciso II da Lei nº 12.651/2012).

Há um claro reconhecimento da lei no que se refere à interação entre a cobertura vegetal e a preservação das características geomorfológicas naturais do domínio espacial em que ela ocorre, de resto sendo o que se depreende do exame do Art. 2º da Lei nº 12.651/2012.

Apesar do que sugere sua denominação “Permanente”, esses espaços ambientais não se submetem a um tratamento restritivo absoluto, podendo ser excepcionalmente suprimidos e utilizados com finalidades econômicas, hipóteses que devem se restringir aos casos de *utilidade pública* ou *interesse social* e aos demais requisitos previstos na Lei nº 12.651/2012.

A supressão de vegetação em APP pode também ser autorizada, desde que devidamente classificada como de eventual ou de baixo impacto ambiental, conforme definido em regulamento, hoje previsto na Resolução CONAMA nº 369/2006.

Assim, as APPs são, em regra, insusceptíveis de qualquer forma de utilização, ressalvados os casos em que, face à verificação da presença dos requisitos legais acima descritos, o órgão ambiental competente possa, com fulcro no interesse público,

autorizar a supressão da vegetação e a consequente intervenção nestes espaços ambientais.

Quando, porém, admitida pela Lei, a supressão de vegetação em APP fica, atualmente, na dependência de autorização do órgão ambiental estadual competente. O Art. 3º, incisos VIII , alínea "b" da Lei nº 12.651/2012, declarou de utilidade pública "*as obras de infraestrutura destinadas às concessões e aos serviços públicos de transporte, sistema viário, inclusive aquele necessário aos parcelamentos de solo urbano aprovados pelos Municípios, saneamento, energia, telecomunicações, radiodifusão, bem como mineração, exceto, neste último caso, a extração de areia, argila, saibro e cascalho*" alinhado ao disposto no Art. 2º, inciso I, alínea "c" da Resolução CONAMA nº 369/2006, também declarou de utilidade pública expressamente "*as atividades de pesquisa e extração de substâncias minerais, outorgadas pela autoridade competente, exceto areia, argila, saibro e cascalho*", tendo sido empreendimentos de mineração, inseridas dentre as hipóteses de interesse social.

Porém, segundo a Orientação Jurídica Normativa nº 48/2013/PFE/IBAMA, a citada Resolução foi editada com fundamento na MP nº 2.166/1967, que promoveu alteração substancial na Lei nº 4.771/65 e no sistema de proteção das APPs ao prever a possibilidade de o CONAMA, por meio de Resolução, definir outras obras, planos, atividades ou projetos, afora os já consignados na norma, como de utilidade pública ou de interesse social. Com a modificação dos incisos IV e V do Art. 1°, operou-se delegação legislativa para que o CONAMA identificasse outras hipóteses de supressão ou intervenção em APP, afora as legalmente previstas, exercendo seu poder regulamentar.

Ocorre que, o Novo Código Florestal, ao disciplinar as hipóteses de utilidade pública para fins de intervenção em APP, ampliou o rol das situações autorizativas previstas na legislação anterior, e retirou a delegação legislativa para que o CONAMA, por meio de resolução, indicasse outras obras, planos, atividades ou projetos que justificassem a intervenção em APP sob o fundamento de utilidade pública ou interesse social.

Desse modo, entende-se que as hipóteses de utilidade pública e interesse social para fins de intervenção em APP foram taxativamente relacionadas na Lei nº 12.651/2012, somente sendo possível a efetivação de outras obras, planos, atividades ou projetos quando previamente definidos por ato do Presidente da República.

Conclui-se que, a partir da entrada em vigor do novo Código Florestal, está tacitamente revogado o Art. 2º da Resolução CONAMA 369/2006, que perdeu seu fundamento de validade com a revogação da Lei nº 4.771/1965.

7.5.4 DA RESERVA LEGAL

Consoante disposto nos arts. 3º, inciso III e 12 e seg. da Lei nº 12.651/2012, o instituto da *reserva legal* corresponde à fração mínima da área de uma propriedade ou posse rural, legalmente definida de acordo com a fitofisionomia ou região do País em que ela

se localiza, com o objetivo de garantir o uso sustentável dos recursos naturais, a manutenção ou a reabilitação dos processos ecológicos, a conservação da biodiversidade e o abrigo da fauna e da flora nativas, sendo nela vedada a exploração florestal mediante corte raso, bem como a alteração de sua destinação, nos casos de transferência a qualquer título, desmembramento ou retificação do perímetro do imóvel.

A utilidade da *reserva legal* é, por tal modo, conformar o exercício das faculdades dominiais a uma serventia ambiental, certo que a Constituição da República, se por um lado incluiu a propriedade no rol dos direitos e garantias fundamentais (Art. 5º, inciso XXII), por outro condicionou seu exercício ao atendimento de uma função social (inciso XXIII do mesmo artigo), consubstanciada na *defesa e preservação do meio ambiente* e na *utilização adequada dos recursos naturais disponíveis* (Art. 170, inciso VI c/c art. 186, inciso II).

O Código prevê que as florestas e outras formas de vegetação nativa são susceptíveis de exploração, desde que mantidos os percentuais nele consignados, a *reserva legal* configura, assim, encargo incidente sobre todos os imóveis rurais sujeitos à exploração florística, como pressuposto interno restritivo dos direitos de propriedade e posse, embora mantidos seus titulares na disponibilidade direta de todas as prerrogativas a eles inerentes.

Como a *reserva legal* corresponde a uma limitação administrativa, de caráter geral, que condiciona o exercício do direito de propriedade ao bem-estar social, não se há de falar em ressarcimento decorrente dessa restrição, a qual se afirma como ônus imposto a quantos possam ou venham a ostentar a qualidade de proprietários ou posseiros de áreas rurais. Ou seja, em qualquer hipótese de transferência da gleba rural, remanesce intacto para o novo titular o ônus de respeito e observância do percentual mínimo excluído de utilização.

De se ressaltar, ademais, que a reserva legal se individualiza, em relação a cada imóvel, pelo ato do órgão ambiental estadual que aprova a localização proposta, considerando-se, para tanto, a função social da propriedade, o plano da respectiva bacia hidrográfica, o zoneamento ecológico-econômico e outras categorias de planejamento espacial e a proximidade com outros espaços protegidos (art. 14 da Lei nº 12.651/2012).

Uma vez alocada pelo órgão competente, deve a área de reserva legal obrigatoriamente ser inscrita no Cadastro Ambiental Rural (CAR), nos termos dos arts. 29 e 30 da Lei nº 12.651/2012.

Tem-se, então, que a área de reserva legal, uma vez individualizada pela aprovação do órgão ambiental estadual e inscrita no CAR, passa a se revestir de forte caráter de intangibilidade, pois não se admitirá mais a modificação de seu *status* protetivo, ainda que o domínio do bem venha a ser posteriormente transferido, ou se acaso vier este a ser desmembrado em duas ou mais novas glebas.

7.5.5 ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A PROTEÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Conquanto não possuam, especificamente, proteção legal, as denominadas "áreas prioritárias para a proteção da biodiversidade", mapeadas no âmbito do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO), são preferenciais para a adoção de medidas e ações governamentais que visem à preservação e à manutenção do equilíbrio ecológico, motivo pelo qual torna-se importante sua consideração quando da realização de estudos ambientais.

Amparado pela Convenção de Diversidade Biológica (CDB), assinada em 1992 pelo Brasil e promulgada por meio do Decreto Legislativo nº 2, de 03.02.1994 –, o PROBIO realizou, entre 1997 e 2000, estudo para a definição das áreas prioritárias para conservação em cada um dos biomas brasileiros – Amazônia, Caatinga, Cerrado, Pantanal, Mata Atlântica, Campos Sulinos e Zona Costeira e Marinha, avaliando, ainda, as condições socioeconômicas e as tendências de ocupação humana em todo o território brasileiro, de forma a permitir o delineamento das ações mais importantes para a conservação dos recursos naturais.

Posteriormente, em 2004, foi expedido o Decreto nº 5.092, que determinou que caberia ao Ministério do Meio Ambiente, por meio de portarias, definir as áreas prioritárias para conservação da biodiversidade, amparado no trabalho realizado pelo PROBIO, já mencionado acima. Estipulou, ainda, que as referidas áreas seriam consideradas "para fins de instituição de unidades de conservação, no âmbito do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), pesquisa e inventário da biodiversidade, utilização, recuperação de áreas degradadas e de espécies ameaçadas de extinção e repartição de benefícios derivados do acesso a recursos genéticos e ao conhecimento tradicional associado".

As Portarias MMA nº 126, de 27.05.2004 e nº 9, de 23 de janeiro de 2007, incumbiram-se da atribuição acima mencionada, identificando e classificando as áreas, com base não apenas nos estudos supramencionados, mas também no mapa de Biomas do IBGE.

As referidas normas explicitaram o objetivo da definição de tais espaços, qual seja, a formulação e implementação de políticas públicas, programas, projetos e atividades sob a responsabilidade do Governo Federal voltados à: (i) conservação in situ da biodiversidade; (ii) utilização sustentável de componentes da biodiversidade; (iii) repartição de benefícios derivados do acesso a recursos genéticos e ao conhecimento tradicional associado; (iv) pesquisa e inventários sobre a biodiversidade; (v) recuperação de áreas degradadas e de espécies sobre exploradas ou ameaçadas de extinção; e (vi) valorização econômica da biodiversidade.

Demais disso, a Resolução CONABIO nº 1, de 29 de junho de 2005, que dispõe sobre a utilização de diretrizes para incorporar os aspectos da diversidade biológica na legislação e/ou nos processos de Avaliação de Impacto Ambiental e Avaliação Ambiental Estratégica nos biomas de Cerrado e Pantanal, afigura-se importante para o presente RCA/PCA, uma vez que regulamenta a região de transição para o Cerrado.

Percebe-se, portanto, que não recaem sobre as áreas definidas como prioritárias para conservação quaisquer restrições ou impedimentos de uso em decorrência de tal delimitação, que se presta, tão somente, a otimizar ações a serem tomadas pelo governo em momento futuro, levando em conta os aspectos ambientais e sociais de cada área, sendo perfeitamente compatíveis com atividades econômicas, desde que, nos estudos ambientais realizados, as peculiaridades de cada local sejam consideradas.

A Portaria MMA nº 9/2007 estabelece, em seu Art.2º, as classes de importância biológica e de priorização de ação nas quais as áreas podem ser enquadradas.

Do ponto de vista estadual, as áreas prioritárias para a conservação foram definidas pela Deliberação Normativa COPAM nº 55/2002, que estabeleceu critérios, normas e diretrizes para nortear a conservação da biodiversidade de Minas Gerais com fulcro no documento Biodiversidade em Minas Gerais: Um Atlas para sua Conservação – produzido pela Fundação Biodiversitas em convênio com a SEMAD e o IEF –, define, em seu Art. 1º, que os estudos ambientais de empreendimentos, obras ou atividades consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, ou daqueles que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, a ser objeto de análise no Licenciamento Ambiental, deverão considerar como instrumento norteador das ações compensatórias o referido Atlas. A classificação adotada em Minas Gerais difere da nacional.

Para um melhor contexto a respeito, passemos a uma análise do histórico da regulação sobre o tema e a legislação mais detalhada dentro do arcabouço legal hoje vigente, no tocante a esse tipo de empreendimento.

7.5.6 MATA ATLÂNTICA: REGIME JURÍDICO – CONDICIONAMENTOS AO DESMATE E À OCUPAÇÃO DO BIOMA

O Art. 225, § 4° da Constituição da República, atento à relevância da biodiversidade de determinados ecossistemas brasileiros, elevou a *Mata Atlântica* ao *status* de patrimônio nacional, cuja utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso de recursos ambientais.

Até recentemente inexistia a lei disciplinadora reclamada pelo texto constitucional, tendo optado o Poder Executivo pelo trato secundário do tema, sem a mediação de normas primárias veiculadas por instrumento legal, editando-se, para tanto, o Decreto n° 750, de 10.02.1993, que, revogando o Decreto n° 99.547, de 25.09.1990, dispôs sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração existente nesse bioma.

Atualmente, porém, vigora a Lei nº 11.428, de 22.12.2006 (*Lei da Mata Atlântica*), que é hoje o diploma legal disciplinador da proteção e utilização do bioma Mata Atlântica.

Para os efeitos dessa Lei, integram o Bioma Mata Atlântica, a partir de um critério tipicamente fitofisionômico, as seguintes formações florestais nativas e ecossistemas associados, com as respectivas delimitações estabelecidas em mapa elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): *Floresta Ombrófila Densa, Floresta*

Ombrófila Mista, também denominada Mata de Araucárias, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semi-decidual, Floresta Estacional Decidual, Manguezais, Restingas, Campos de Altitude, Brejos Interioranos e Encraves Florestais no Nordeste.

De acordo com o Art. 8º da Lei nº 11.428/2006, o corte, supressão e exploração da cobertura vegetal inserida nesse Bioma obedecerão a regramentos distintos, conforme se tratar de vegetação primária ou secundária, considerando-se também, nesse último caso, o seu estágio de regeneração, definido, para o Estado de Minas Gerais, por meio da Resolução CONAMA nº 392/2007.

É importante ressaltar que o Art. 11 da Lei da Mata Atlântica veda o corte e supressão da cobertura vegetal primária ou mesmo secundária, em estágios avançado e médio de regeneração, quando esta: (a) abrigar espécies da flora e fauna silvestres ameaçadas de extinção, assim declaradas pela União ou pelos Estados, respectivamente nos âmbitos nacional e estadual, quando a intervenção puser em risco a sua sobrevivência; (b) exercer a função de proteção de mananciais ou de prevenção e controle dos processos erosivos; (c) formar corredores entre remanescentes de vegetação primária ou secundária em estágio avançado de regeneração; (d) proteger o entorno de unidades de conservação; e (e) possuir excepcional valor paisagístico, reconhecido pelos órgãos executivos integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA).

Noutra perspectiva, a Lei nº 11.428/2006 exige, como requisito prévio para a outorga da autorização supressiva, a anuência do órgão competente que, no caso da entidade federal - o IBAMA -, se impõe quando a supressão de vegetação primária ou secundária em estágio médio ou avançado de regeneração ultrapassar 50 (cinquenta) ou 3 (três) hectares, isolada ou cumulativamente, em área rural ou urbana.

A Constituição Estadual de Minas Gerais atribuiu aos remanescentes da *Mata Atlântica* a condição de patrimônio ambiental do Estado, remetendo as medidas de conservação estabelecidas pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM), com base em técnicas e condições que assegurem sua conservação e garantam a estabilidade e a perpetuidade desse ecossistema.

Já a Deliberação Normativa COPAM n° 73/2004 dispôs sobre a caracterização da *Mata Atlântica* no Estado de Minas Gerais e as normas de utilização da vegetação em seus domínios, disciplinando-a, provisoriamente, nela incluindo todas as formações florestais remanescentes e ecossistemas associados inseridos em seu domínio.

Importante ressaltar que o CONAMA, exercendo a atribuição conferida pelo Art. 4º da Lei nº 11.428/2006, editou a Resolução CONAMA nº 392/2007, definindo os conceitos de vegetação primária e secundária, bem como dos estágios de regeneração dessa última, no Estado de Minas Gerais.

No mais, a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e o Instituto Estadual de Florestas, com fulcro na Lei nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016, na Lei nº 23.304, de 30 de março de 2019, no Decreto nº 47.787, de 13 de dezembro de 2019, e no Decreto nº 47.892, de 23 de março de 2020 e para viabilizar o cumprimento

do Termo de Acordo sobre a Mata Atlântica, formalizado no âmbito do processo judicial no 0581752-37.2014.8.13.0024, determinam que:

> A supressão de vegetação secundária em estágio avançado ou médio de regeneração do bioma Mata Atlântica para atividades minerárias somente poderá ser autorizada no bojo do processo de licenciamento ambiental, a ser apreciado pelo órgão competente para julgar o licenciamento ambiental dessa atividade.
>
> I - No âmbito do procedimento de regularização ambiental correspondente deverá constar:
>
> a) demonstração de inexistência de alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto;
>
> b) definição de compensação ambiental;
>
> c) nos casos em que a vegetação abrigar espécies da flora ou fauna ameaçadas de extinção:
>
> > c.1) demonstração de inexistência de alternativa técnica da supressão, quando esta for essencial para a viabilidade da obra, projeto, atividade ou empreendimento;
> >
> > c.2) demonstração de que a supressão não agravará o risco à sobrevivência in situ da espécie, informando se as espécies ameaçadas são restritas à área de abrangência direta da intervenção ou empreendimento e se a população vegetal denota variabilidade genética exclusiva na área de abrangência direta da intervenção ou empreendimento;
> >
> > c.3) proposta de medidas mitigadoras aos impactos ocasionados pela supressão;
>
> d) EIA/Rima, conforme Termo de Referência disponível no sítio eletrônico da SEMAD, nos casos em que não haja a exigência deste estudo por outro fundamento normativo, tal como significativo impacto ambiental, tipologia de empreendimento, dentre outros.
>
> II - Obrigação de não fazer:
>
> a) autorizar supressão em inobservância ao previsto no art. 11 da Lei Federal nº 11.428, de 2006, e no art. 39 do Decreto Federal nº 6.660, de 2008.

7.6 REGULAÇÃO ESPECÍFICA DE MINERAÇÃO

Para um melhor contexto a respeito, passemos a uma análise do histórico da regulação sobre o tema e a legislação mais detalhada dentro do arcabouço legal hoje vigente, no tocante a esse tipo de empreendimento.

7.6.1 A LEI Nº 12.334/2010 – POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

A Lei 12.334/2010, conhecida como a Política Nacional de Segurança de Barragens, e a Resolução 696/2015 da ANEEL, exigem que sejam realizados Planos de Segurança de Barragens (PSB), estudos de ruptura hipotética de barragem *(dam break)* e Planos de Ação de Emergência (PAE).

A legislação é o referencial legal inicial do que se pode chamar da nova gestão dos rejeitos de mineração e direciona a política atual sobre o tema e influência na escolha sobre o método de disposição de rejeitos a ser escolhido. Sobre essa lei, vale salientar o que dispõe o seu Art. 5º, no âmbito de repartição de competências de fiscalização, assim podendo ser compreendido (citando-se apenas os incisos aplicáveis):

> *Art. 5. A fiscalização da segurança de barragens caberá, sem prejuízo das ações fiscalizatórias dos órgãos ambientais integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama):*

III	*à entidade outorgante de direitos minerários para fins de disposição final ou temporária de rejeitos;*	ANM(DNPM) *(aplicável)*
IV	*à entidade que forneceu a licença ambiental de instalação e operação para fins de disposição de resíduos industriais.*	IBAMA/SISEMA/Município *(aplicável)*

7.6.2 REGULAMENTAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Posteriormente à edição da Lei nº 12.234/2010, seguiram-se regulações de pontos específicos sobre a matéria, como:

- a Resolução CNRH nº 143/2012, que trouxe um sistema de classificação por categoria de risco, dano potencial associado e volume para as barragens,
- Resolução CNRH nº 144/2012, que estabelece diretrizes para implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens; e
- a Portaria DNPM nº 416/2012, que criou o sistema de cadastro de barragens de mineração.

7.6.3 RESOLUÇÃO SEMAD Nº 2.762, DE 29 DE JANEIRO DE 2019

No âmbito da disposição de rejeitos, a Resolução da Semad, lançada no ano de 2019, dispõe sobre a suspensão das análises de regularização ambiental de processos relativos à atividade de disposição de rejeitos em barragens, independentemente do método construtivo, conforme código A-05-3-7 da Deliberação Normativa Copam nº

217, de 06 de dezembro de 2017, até que as novas regras normativas sejam publicadas pelos órgãos competentes.

7.6.4 RESOLUÇÃO CONJUNTA SEMAD/FEAM Nº 2.765, DE 30 DE JANEIRO DE 2019

Já a Resolução Conjunta supra referida foi além, determinando a descaracterização de todas as barragens de contenção de rejeitos, alteadas pelo método a montante, provenientes de atividades minerárias, existentes em Minas Gerais:

> a) Empreendedor deverá apresentar a tecnologia a ser adotada e o plano de trabalho, em até trezentos e sessenta dias, com cronograma de início da implantação da referida tecnologia e cronograma de descaracterização, contendo prazos e ações;
>
> b) A implantação da destinação com nova tecnologia deverá ser executada no prazo máximo de dois anos, a contar da apresentação do plano de trabalho.

7.6.5 LEI ORDINÁRIA Nº 23.291/19 DO ESTADO DE MINAS GERAIS – POLÍTICA ESTADUAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Motivada pelo acidente de Brumadinho, a Lei Ordinária aprovada também em 2019 institui a Política Estadual de Segurança de Barragens. A legislação determina a erradicação das barragens construídas pelo método de alteamento a montante no Estado de Minas Gerais. Esse método, que utiliza o próprio rejeito como fundação da estrutura, é proibida pela Lei 23.291. A norma determina ainda que, nas barragens que já utilizem esse método, o empreendedor deverá descaracterizar (esvaziar) a estrutura, no caso das inativas; e promover, em até três anos, a migração para tecnologia alternativa.

A legislação criou também uma série de obrigações para o licenciamento de novas barragens no estado, sendo que os Artigos 7º, 8º e 9º indicam uma série de estudos que devem ser elaborados nos processos de licenciamento de barragens.

De acordo com a Lei, não é permitida a construção, instalação, ampliação ou alteamento de barragem onde exista comunidade na chamada Zona de Autossalvamento (ZAS), porção do vale a jusante da barragem em que não haja tempo suficiente para intervenção em situação de emergência. Para definição da ZAS, deve ser considerada a área de até dez quilômetros ao longo do curso do vale ou, se for maior, a porção do vale passível de ser atingida pela onda de inundação em trinta minutos.

A nova legislação também determina que deve ser evitada a acumulação, disposição final ou temporária de rejeitos e resíduos industriais ou de mineração por meio de barragens de qualquer tipo, sempre que houver melhor técnica disponível. Para que uma nova barragem seja autorizada, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) deve comprovar que não há outras técnicas viáveis, tais como o empilhamento a seco.

O texto aprovado também não permite emissão de licenças concomitantes para as diferentes fases do licenciamento ambiental. Para a construção, o funcionamento ou a ampliação das barragens, cada empreendimento deverá passar por três etapas de liberação: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO), além da apresentação preliminar do EIA/RIMA.

A referida legislação se volta às barragens de rejeito de mineração e, juntamente com sua regulamentação, é motivadora do presente projeto, uma vez que impôs a necessidade de descaracterização das barragens de alteamento a montante e sugeriu a adoção do empilhamento a seco, fato que direcionou os estudos voltados à implantação das PDRs.

7.6.6 NBR 13029 – 2017 – MINERAÇÃO – ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO DE PROJETO DE DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL EM PILHA

As primeiras versões das normas foram publicadas em 1993, em esforço coordenado pelo DNPM (atual ANM), durante seminários do setor mineral promovidos pelo órgão.

Por serem pioneiras, as normas apresentavam pontos questionáveis, como:

- Terminologia inadequada (p.ex. – abandono, estéril temporário);
- Incluíam itens não relativos a projetos (p.ex. – itens de licenciamento ambiental); e
- Continham recomendações específicas, sem a devida justificativa técnica:
    - “Não se recomenda o alteamento de barragem pelo método a montante”
    - “Altura máxima da pilha de estéril de 200 m” • Não explicitavam critérios mínimos de projeto (p.ex. – TR, FS)

Em 2004 houve a solicitação de revisão das normas e criado grupo de trabalho, sob coordenação do IBRAM-CONIM, com participação de empresas de mineração, de projeto, consultorias e universidades. Os principais pontos tratados foram os seguintes:

- Revisão/adequação da terminologia e definições;
- Explicitar critérios mínimos de projeto (p.ex. – TR, FS); e
- Recomendar “como fazer” em vez de recomendar “não fazer”.

Em fevereiro de 2015 foi proposta nova revisão dessas normas para sua adequação às normas internacionais e a legislação brasileira vigente, mais especificamente a Lei 12.334/2010 e seus desdobramentos (por exemplo, a Portaria DNPM 70.389/2017).

Foram criados três grupos de trabalho, sendo um para cada norma, e um *board* de consultores. Os trabalhos foram paralisados logo após o acidente com a Barragem do Fundão, em Mariana, por indisponibilidade dos participantes, face às novas demandas resultantes do evento.

As reuniões foram retomadas no início de 2017 e a norma submetida à consulta pública duas vezes. São esses os principais pontos de destaque na atual revisão da norma:

- Revisão da terminologia específica;
- adoção de critérios de análise mais abrangentes (por exemplo: liquefação, condição de ruptura não drenada, análises sísmicas, rejeitos perigosos, etc.); e
- utilização de critérios hidrológicos para dimensionamento do sistema extravaso em função das consequências de ruptura ou dano potencial associado.

7.7 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL APLICÁVEL

No que concerne à legislação municipal, os municípios diretamente afetados pelo projeto ora em análise são Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas. Assim, devem ser avaliadas as seguintes legislações desse município, que devem ser observadas e podem impactar no presente empreendimento. Cabe ressaltar que as disposições são bem parecidas e seguem um padrão das legislações municipais, mas alguns pontos relevantes foram destacados em negrito.

7.7.1 BRUMADINHO

São essas as disposições ambientais da **Lei Orgânica** do Município pertinentes ao presente estudo:

> Seção VIII
>
> Do Meio Ambiente
>
> Art. 155. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.
>
> § 1° - O Município, mediante lei, organizará, assegurada a participação da sociedade, sistema de administração da qualidade ambiental, proteção, controle e desenvolvimento do meio ambiente e uso adequado dos recursos naturais, para coordenar, fiscalizar e integrar as ações de órgãos e entidades da administração pública direta e indireta.
>
> § 2°. Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público municipal, entre outras atribuições:
>
> I - promover a educação ambiental multidisciplinar em todos os níveis das escolas municipais e disseminar as informações necessárias ao desenvolvimento da consciência crítica da população para a preservação do meio ambiente;

II - prevenir e controlar a poluição, a erosão, o assoreamento e outras formas de degradação ambiental;

III - assegurar o livre acesso às informações ambientais básicas e divulgar sistematicamente, os níveis de poluição e de qualidade do meio ambiente do Município;

IV - preservar remanescentes de vegetações, como florestas, cerrados e outros, fauna e flora, inclusive controlando a extração, captura, produção, comercialização, transporte e consumo de seus espécimes e subprodutos, vedadas as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem extinção de espécies ou submetam os animais à crueldade;

V - criar parques, reservas, estações ecológicas, e outras unidades de conservação, mantê-los sob especial proteção e dotá-los da infraestrutura indispensável às suas finalidades;

VI - estimular e promover o reflorestamento com espécies nativas, objetivando especialmente a proteção de encostas e dos recursos hídricos;

VII - fiscalizar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que importem riscos para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente, bem como o transporte e o armazenamento dessas substâncias no território municipal;

VIII - sujeitar à prévia anuência do órgão municipal de controle e política ambiental o licenciamento para início, ampliação ou desenvolvimento de atividades, construção, reforma de instalações, capazes de causar degradação do meio ambiente, sem prejuízo de outras exigências legais;

IX - estimular a pesquisa, o desenvolvimento e a utilização de fontes de energia alternativa não poluentes, bem como de tecnologias poupadoras de energia;

X - implantar e manter hortos florestais destinados à recomposição da flora nativa e à produção de espécies diversas, destinadas à arborização dos logradouros públicos;

XI - promover ampla arborização dos logradouros públicos de área urbana, bem como a reposição dos espécimes em processo de deterioração ou morte;

§ 3°. O licenciamento de que trata o inciso oitavo do parágrafo segundo deste artigo, estende-se a qualquer projeto industrial para instalar-se ou para renovação de alvará situado às margens do Rio Paraopeba e dependerá de prévia apresentação do RIMA (Relatório de Impacto do Meio Ambiente) .

I - Manutenção nas estradas utilizadas pelas Mineradoras, bem como lavar ruas e molhar e recuperar estradas, nos percursos que as mesmas utilizarem em comum com a sociedade, e construir via de acesso independente para as Mineradoras, deixando de passar por dentro das comunidades, para que não causem danos aos moradores.

§ 4°. Aquele que explorar recursos minerais no território ou nas áreas limítrofes do Município fica obrigado, dede o início da atividade, a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com a solução técnica previamente indicada pelo órgão municipal de controle e política ambiental e apresentar, de forma periódica em audiência pública

na Câmara Municipal, **laudos técnicos sobre o estado de barragens de rejeitos de mineração e planos de contingência.**

§ 5º. As pessoas jurídicas, públicas ou privadas, e as pessoas físicas são responsáveis, perante o Município, pelos danos causados ao meio ambiente, devendo o causador do dano promover a recuperação plena do meio ambiente degradado, sem prejuízo das demais responsabilidades decorrentes.

§ 6º. As condutas e atividades que degradem o meio ambiente sujeitarão os infratores, na forma da lei, a sanções administrativas, incluída a redução do nível de atividade e interdição, cumulados com multas diárias e progressivas em caso de continuidade da infração ou reincidência.

§ 7°. É vedada a concessão de qualquer tipo de incentivo, isenção ou anistia a quem tenha infringido normas e padrões de proteção ambiental, durante os 24 (vinte e quatro) meses seguintes à data da constatação de cada infringência.

§ 8º. As medidas mitigadoras dos impactos negativos, temporários ou permanentes, aprovadas ou exigidas pelos órgãos competentes, serão relacionadas na licença municipal, sendo que a sua não implementação, sem prejuízo de outras sanções, implicará na suspensão da atividade ou obra.

Art. 156. São vedados no território municipal:

II - **a disposição inadequada e a eliminação de resíduo tóxico**;

IV - a emissão de sons e ruídos que prejudiquem a saúde, o sossego e o bem estar públicos.

São essas as disposições ambientais da **LEI Nº 2.672 (Proteção de Mananciais)** do Município pertinentes ao presente estudo:

Art. 1° Esta Lei tem por finalidade a proteção e a recuperação da qualidade

ambiental dos mananciais de interesse municipal para abastecimento das populações atuais e futuras.

Art. 2° Para efeito desta Lei consideram-se mananciais de interesse municipal as águas interiores subterrâneas, superficiais, fluentes , emergentes ou em depósito, efetiva ou potencialmente utilizáveis para o abastecimento público.

Art. 3° O Município declara como prioritária as ações de preservação da água para abastecimento público em detrimento de qualquer outro interesse.

Art. 4° A regulamentação das áreas de interesse de proteção de manancial será regida pelas disposições desta Lei e dos regulamentos dela decorrentes, observada a legislação estadual e federal para o atendimento dos seguintes objetivos:

I. proteger e recuperar os mananciais de interesse do Município e regional;

II. estabelecer condições para assegurar a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas para o abastecimento da população atual e futura;

7.7.2 IGARAPÉ

São essas as disposições ambientais da **Lei Orgânica** do Município pertinentes ao presente estudo:

Art. 1° Esta Lei tem por finalidade a proteção e a recuperação da qualidade ambiental dos mananciais de interesse municipal para abastecimento das populações atuais e futuras.

Art. 2° Para efeito desta Lei consideram-se mananciais de interesse municipal as águas interiores subterrâneas, superficiais, fluentes , emergentes ou em depósito, efetiva ou potencialmente utilizáveis para o abastecimento público.

Art. 3° O Município declara como prioritária as ações de preservação da água para o abastecimento público em detrimento de qualquer outro interesse.

Art. 4° A regulamentação das áreas de interesse de proteção de manancial será regida pelas disposições desta Lei e dos regulamentos dela decorrentes, observada a legislação estadual e federal para o atendimento dos seguintes objetivos:

I. proteger e recuperar os mananciais de interesse do Município e regional ;

II. estabelecer condições para assegurar a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas para o abastecimento da população atual e futura;

III. adequar os programas e políticas setoriais, especialmente de habitação, transporte, saneamento e infraestrutura, e estabelecer diretrizes e parâmetros de ordenamento territorial para assegurar a proteção dos mananciais de interesse municipal e regional;

IV. compatibilizar as licenças municipais de parcelamento do solo, de edificações e de funcionamento de estabelecimentos comerciais e industriais com as exigências necessárias para a proteção, tanto do aspecto quantitativo como qualificativo, dos recursos hídricos existentes, e com os procedimentos de licenciamento ambiental e outorga de uso da água estabelecido pelos órgãos estaduais competentes;

V. proibir o lançamento de efluentes urbanos e industriais sem o devido tratamento, em qualquer corpo de água, nos termos da Constituição Estadual;

VI. promover a adequada disposição de resíduos sólidos, de modo a evitar o comprometimento dos recursos hídricos;

VII. disciplinar os movimentos de terra e a retirada da cobertura vegetal, com incentivos a programas de curva de nível, para prevenir a erosão do solo, o assoreamento e a poluição dos corpos de água;

VIII. zelar pela manutenção da capacidade de infiltração da água do solo, em consonância com as normas federais e estaduais de preservação dos seus depósitos hídricos naturais;

IX. registrar, acompanhar e manter atualizado um cadastro de usuários de água, incluindo os de águas minerais, termais, gasosas e potáveis de mesa;

X. deverão os proprietários de imóveis urbanos e rurais manter as divisas com vias públicas limpas, evitando a obstrução total ou parcial da drenagem e escoamento de águas pluviais;

XI. promover uma gestão participativa, integrando setores interessados, bem como a sociedade civil;

XII . no caso do abastecimento ser realizado por água subterrânea, a empresa de abastecimento público será responsável pelo estabelecimento da área de proteção de poços e outras captações.

São essas as disposições ambientais da **PLANO DIRETOR** do Município pertinentes ao presente estudo:

Capítulo IV - DO MEIO AMBIENTE

Art. 44. A Política Municipal de Meio Ambiente tem por objetivo a proteção, conservação, controle e recuperação do meio ambiente visando à melhoria da qualidade de vida da população, dentro dos princípios do desenvolvimento sustentável e da efetiva participação dos cidadãos.

Art. 45. São diretrizes para a Política Municipal de Meio Ambiente:

I – dar ao CODEMA - Conselho Municipal de Conservação e Defesa do Meio Ambiente a estrutura institucional necessária às suas ações e funcionamento regular e eficiente;

II - o fortalecimento das instituições do poder público municipal com

programas e ações de aperfeiçoamento técnico e capacitação profissional dos

responsáveis pela gestão ambiental;

III - a criação de Parques Urbanos nas áreas ocupadas por remanescentes florestais significativos, notadamente duas na Região Central, uma no bairro Rancho Três Lagoas e uma no bairro Vivendas Santa Mônica;

IV - a criação de áreas protegidas no município efetivando-as como unidades de conservação, quando for o caso, em consonância com a Lei Federal nº. 9.985/2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, promovendo a instalação de infraestrutura indispensável às suas finalidades e o desenvolvimento dos respectivos Planos de Manejo;

V - o livre acesso às informações ambientais disponíveis, bem como a divulgação sistemática de planos de manejo, tecnologias sustentáveis, dados e níveis de qualidade do meio ambiente do município;

VI - a proteção de nascentes e mananciais de abastecimento público;

VII - a promoção de programas e ações de educação sanitária e ambiental para disseminar informações necessárias ao desenvolvimento da consciência crítica da população quanto aos valores ambientais e à necessidade de preservação, recuperação e uso racional dos recursos ambientais;

VIII - a promoção de parcerias com a sociedade civil na gestão ambiental e na administração das áreas protegidas do município;

IX - o controle, minimização e compensação de impactos ambientais decorrentes das atividades de urbanização, industrialização, **mineração**, revenda e abastecimento de combustíveis e outros, inclusive a ocupação e uso do solo rural;

X - a atuação integrada da política ambiental do município às políticas regional, metropolitana, estadual e federal de recuperação ambiental e às demais políticas públicas municipais, com participação social, notadamente no que se refere aos impactos de mineradoras situadas em municípios limítrofes, cujos impactos ultrapassam as divisas territoriais e atingem Igarapé; e

XI - a articulação com agências federais, estaduais e metropolitanas ações que busquem alcançar os objetivos descritos nos incisos anteriores.

§ 1º O Poder Executivo Municipal deverá, assim que julgar necessário e nos termos da legislação pertinente, adotar medidas para a implementação do Fundo Municipal de Meio Ambiente.

§ 2º Para empreendimentos cuja instalação ou ampliação possam provocar impactos no sistema viário, no sistema de transportes, na infraestrutura e nos serviços públicos disponíveis, deverá ser elaborado **Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança (EIV)**, para avaliação dos efeitos positivos e negativos sobre a qualidade de vida da população residente na área e suas proximidades.

Art. 46. Com base na legislação e no diagnóstico ambiental será elaborado o Plano Municipal de Meio Ambiente, a ser apreciado pelo CODEMA

- Conselho Municipal de Conservação e Defesa do Meio Ambiente contendo diretrizes, ações e procedimentos a serem implementados no município com vistas ao desenvolvimento sustentável.

7.7.3 SÃO JOAQUIM DE BICAS

São essas as disposições ambientais da **Lei Orgânica** do Município pertinentes ao presente estudo:

Art. 132-Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público Municipal e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as gerações presentes e futuras.

§ 1°- Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público Municipal dentre outras atribuições:

I - promover a educação ambiental em forma de disciplina própria e/ou multidisciplinar em todos os níveis nas escolas municipais;

II - disseminar as informações necessárias ao desenvolvimento da consciência crítica da população para a preservação do meio ambiente;

III - assegurar o livre acesso às informações ambientais básicas e divulgar sistematicamente os níveis de poluição e de qualidade do meio ambiente o município;

IV- prevenir e controlar a poluição, a erosão, o assoreamento e outras formas de degradação

ambiental;

V- preservar as florestas, a fauna e flora, inclusive controlando a extração, captura, produção, comercialização, transporte e consumo de suas espécimes e subprodutos, vedadas as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem extinção de espécies ou submetam os animais à crueldade;

VI- criar parques, reservas, estações ecológicas e outras unidades de conservação, mantê-los sob especial proteção e dotá-los de infraestrutura indispensável às suas finalidades.

VII- estimular e promover o reflorestamento com espécies nativas, objetivando especialmente a proteção de encostas e dos recursos hídricos;

VIII- fiscalizar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que importem riscos para a vida, qualidade de vida e o meio ambiente, bem como o transporte e o armazenamento dessas substâncias no território municipal;

IX- registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direito de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais;

X- sujeitar à prévia anuência do órgão municipal encarregado da política ambiental o licenciamento para início, ampliação ou desenvolvimento de atividades, construção ou reforma de instalações capazes de causar degradação do meio ambiente, sem prejuízo de outras exigências legais;

XI- promover a implantação de horto florestal destinado à recomposição da flora nativa e à produção de espécies diversas, destinadas à arborização dos logradouros públicos;

XII- promover ampla arborização dos logradouros públicos de área urbana, bem como a reposição das espécimes em processo de deterioração ou morte.

§ 2°-o licenciamento de que se trata o inciso X do parágrafo anterior dependerá, no caso de atividade ou obra potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, de prévio relatório de impacto ambiental, seguido, se necessário, de audiência pública para informação e discussão sobre o projeto.

§ 3°-Aquele que explorar recursos minerais ficará obrigado, desde o início da atividade, a recuperar o meio ambiente degradado, nos termos da lei.

§ 4°-o ato lesivo ao meio ambiente sujeitará o infrator, pessoa física ou jurídica, à interdição temporária ou definitiva das atividades, sem prejuízo das demais sanções administrativas e penais, bem como da obrigação de reparar o dano causado.

Art. 133-São vedados no território municipal:

1- a produção, distribuição e venda de aerossóis que contenham clorofluorcarbono;

II- o armazenamento e a eliminação inadequada de resíduo tóxico;

III- emissão de sons, ruídos, vibrações ou odores que prejudiquem a saúde, o sossego e o bem estar públicos.

São essas as disposições ambientais da **PLANO DIRETOR** do Município pertinentes ao presente estudo:

Art. 214º O Programa de Gestão de Áreas Protegidas tem como finalidade propor instrumentos e recursos a serem aplicados para a gestão territorial de Unidades de Conservação em âmbito municipal.

§ 1º. As áreas identificadas como Zona de Proteção 1 (ZP-1) são prioritárias para a criação de Unidades de Conservação, em acordo com as tipologias e usos estabelecidos na Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000 – Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

§ 2º. Nas áreas identificadas como Zona de Proteção 1 (ZP-1) localizadas dentro do perímetro urbano serão criadas estruturas de proteção ambiental que permitam a incorporação dessas áreas enquanto espaço de lazer e de convivência para a população, permitindo usos compatíveis com a preservação ambiental.

Art. 219º O monitoramento e a fiscalização da aplicação deste instrumento serão exercidos pelo órgão competente pela política municipal de meio ambiente e os resultados deverão ser apresentados anualmente ao Conselho da Cidade.

Art. 220º O Programa de Recuperação Ambiental tem a finalidade de permitir a implantação de ações para melhoria dos serviços ambientais prestados pelos sistemas ambientais existentes, por meio da restauração, recuperação e reabilitação ambiental em áreas degradadas ou perturbadas e consideradas de relevância ambiental, em especial aquelas relacionadas com a produção da água, conservação da biodiversidade, regulação climática e proteção ao solo.

Art. 221º O Poder Público municipal poderá instituir programa de apoio técnico e de incentivos financeiros, podendo incluir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender, prioritariamente:

I - Preservação voluntária de vegetação nativa acima dos limites estabelecidos na Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 – Código Florestal;

II - Proteção de espécies da flora nativa ameaçadas de extinção;

III - Implantação de sistemas agroecológicos;

IV - Recuperação ambiental de Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal;

V - Recuperação de áreas degradadas;

VI - Promoção de assistência técnica para regularização ambiental e recuperação de áreas degradadas;

VII - Produção de mudas e sementes nativas.

Art. 222º As ações de recuperação ambiental propostas pelo programa podem ser realizadas para as áreas integrantes da Trama Verde e Azul.

Parágrafo único. As ações permitidas e metodologias de intervenção propostas deverão ser definidas por meio de programas específicos desenvolvidos pelo Conselho da Cidade.~

São essas as disposições do **CÓDIGO AMBIENTAL** do Município pertinentes ao presente estudo:

Art. 10. Ao Órgão Executivo Municipal de Meio Ambiente, na gestão da política de proteção ambiental do Município, cabe fazer cumprir esta Lei, competindo-lhe:

XVII - exigir licenciamento ambiental para a instalação e o funcionamento de atividades, produção e serviços que, potencial ou efetivamente, possam causar degradação ambiental, conforme normatização a ser estabelecida pelo CODEMA, através de Deliberação Normativa, obedecida a classificação instituída pela legislação federal e estadual;

XVIII - deliberar sobre o pedido de licenciamento ambiental de fontes poluidoras classificadas como de pequeno porte, inferiores àquelas enquadradas na classe 1, arroladas na Deliberação Normativa COPAM nº 074, de 09 de setembro de 2004;

XIX - participar da elaboração de planos, programas e projetos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba, notadamente sobre o uso dos recursos hídricos;

Seção II

Do Licenciamento Ambiental de Empreendimentos e Atividades

Art. 16. O Executivo Municipal estabelecerá os procedimentos e regulamentará o Licenciamento Ambiental de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como daquelas capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental no Município.

Art. 17. Dependerá de licenciamento ambiental municipal, a ser concedido pelo CODEMA, a construção, instalação, ampliação, modificação ou o funcionamento de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, classificadas como de pequeno porte, inferiores àquelas enquadradas na classe 1, arroladas na Deliberação Normativa COPAM nº 074, de 09 de setembro de 2004, bem como as definidas pela legislação federal e estadual, sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis.

Art. 18. É facultado ao Órgão Executivo Municipal de Meio Ambiente determinar, de forma fundamentada, se necessário e sem prejuízo das sanções pecuniárias cabíveis, a redução das atividades geradoras de poluição, para manter as emissões gasosas, os efluentes líquidos e os resíduos sólidos, dentre outros, nas condições e limites estipulados no licenciamento concedido.

Art. 19. O Órgão Executivo Municipal de Meio Ambiente se concertará com os outros órgãos competentes no que se refere à expedição de alvará de localização e licença de construção e funcionamento ou de qualquer outra licença, tendo em vista as licenças ambientais exigíveis.

§ 1º Para a concessão do Alvará de localização e funcionamento será exigido da empresa um Plano de Gerenciamento de Resíduos.

§ 2º Os requisitos necessários para o Plano de Gerenciamento de Resíduos serão regulamentados através de decreto.

Art. 20. Na ausência de critérios municipais próprios aprovados pelo CODEMA, a análise e a expedição de licenças serão realizadas em observância de critérios constantes da legislação federal e estadual em vigor.

Art. 21. As atividades e empreendimentos existentes ou em fase de implantação na data da publicação desta Lei serão convocadas para registro no Órgão Executivo Municipal de Meio Ambiente, mediante notificação pessoal, a ser emitida in loco, ou enviada através de correspondência, com Aviso de Recebimento, visando seu enquadramento nas normas vigentes e obtenção de licença ambiental municipal na forma prevista no regulamento desta Lei.

Art. 22. Os custos correspondentes às etapas de vistoria e análise dos pedidos de licenciamento ambiental municipal serão reembolsados pelos requerentes, e direcionados ao Fundo Municipal de Meio Ambiente.

Parágrafo único. O Poder Executivo, através de regulamentação específica, fixará os valores a serem pagos pelos requerentes de licenças ambientais municipais e os prazos respectivos.

Art. 23. Das decisões do CODEMA concernentes ao licenciamento ambiental municipal, caberá recurso administrativo a ser interposto no prazo de 20 (vinte) dias contados da data de ciência da decisão do CODEMA.

§ 1º É irrecorrível administrativamente a decisão do CODEMA acerca do licenciamento ambiental municipal referido no "caput" deste artigo.

CAPÍTULO VII

DA EXPLORAÇÃO MINERAL

Art. 30. A exploração de bens minerais, qualquer que seja o regime de seu aproveitamento, depende de licenciamento ambiental municipal do CODEMA, nos termos da regulamentação específica a ser baixada pelo Conselho através de Deliberação Normativa, suplementando a legislação federal e estadual aplicável.

Art. 31. É de competência do Órgão Executivo Municipal de Meio Ambiente vistoriar os empreendimentos e emitir pareceres para licença de exploração mineral a ser concedida pelo CODEMA, bem como vistoriar e emitir pareceres sobre depósito e/ou uso de explosivos no Município.

Art. 32. Fica proibido lavrar no leito e nas margens dos cursos d`água, exceto quando a exploração e o beneficiamento dos minerais forem realizados de acordo com soluções técnicas para a proteção ambiental previamente aprovadas pelos órgãos competentes.

Art. 33. Os barramentos e desvios temporários dos leitos dos rios ficam condicionados à prévia autorização dos órgãos competentes.

Seção II

Do Conselho Municipal de Desenvolvimento Ambiental de São Joaquim de Bicas - CODEMA

Art. 11. O Conselho Municipal de Desenvolvimento Ambiental de São Joaquim de Bicas - CODEMA, criado pela Lei Municipal nº 142, de 15 de outubro de 2001, alterado pela Lei Municipal nº 162, de 12 de março de 2002, é o órgão colegiado, normativo, consultivo e deliberativo no âmbito de sua competência para decidir sobre as questões, tanto preventivas quanto corretivas, que afetem o meio ambiente, e vincula-se ao Órgão Executivo Municipal de Meio Ambiente.

Art. 12. Ao CODEMA, observada a representação paritária entre o Poder Público e sociedade civil:

XV - deliberar sobre o pedido de licenciamento ambiental de fontes poluidoras classificadas como de como de pequeno porte, inferiores àquelas enquadradas na classe 1, arroladas na Deliberação Normativa COPAM nº 074, de 09 de setembro de 2004;

XVI - decidir, em segunda e última instância administrativa, sobre o pedido de licenciamento ambiental de fontes poluidoras classificadas como de como de pequeno porte, inferiores àquelas enquadradas na classe 1, arroladas na Deliberação Normativa COPAM nº 074, de 09 de setembro de 2004;

XVII - aprovar relatórios de impacto ambiental;

XVIII - aprovar normas pertinentes ao sistema municipal de licenciamento ambiental, inclusive a classificação das atividades e empreendimentos por porte e potencial poluidor, obedecida a classificação instituída pela legislação federal e estadual;

XIX - receber denúncias feitas pela população, diligenciando no sentido de sua apuração junto aos órgãos federais, estaduais e municipais responsáveis e sugerindo ao Prefeito Municipal as providências cabíveis;

XX - opinar nas diretrizes sobre o uso, ocupação e parcelamento do solo urbano e posturas municipais, visando a adequação das exigências do meio ambiente ao desenvolvimento do Município;

XXI - promover audiências públicas, através do Órgão Executivo Municipal de Meio Ambiente, visando a participação da comunidade e do empreendedor na discussão dos processos de instalação de empreendimentos e atividades poluidoras;

XXII - propor ao Executivo Municipal a instituição de unidades de conservação, conforme Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, e Lei Estadual nº 14.309 de 19 de junho de 2002, visando a proteção de sítios de valor excepcional, da fauna e da flora ameaçados de extinção, dos mananciais, das matas ciliares, do patrimônio histórico, artístico, arqueológico e áreas representativas de ecossistemas destinadas à realização de pesquisas básicas e aplicadas de ecologia;

8 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

O Artigo 5º da Resolução Conama 01/86 (BRASIL, 1986) indica que o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) deve atender a diversas diretrizes, dentre as quais está a “definição da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza”, também denominada de Área de Influência do empreendimento. De acordo com o roteiro básico de Termo de Referência (TR) para EIA/RIMA e outros estudos ambientais exigidos em processos de licenciamento ambiental, devem ser considerados dois critérios para delimitação das Áreas de Influências de empreendimentos, a saber:

1. Área de Influência Direta (AID): deve ser baseada na abrangência dos recursos naturais diretamente afetados pelo empreendimento, considerando a bacia hidrográfica de inserção; e

2. Área de Influência Indireta (AII): deve ser considerada a área que sofrerá impactos indiretos decorrentes e associados, sob a forma de interferências nas suas inter-relações ecológicas, sociais e econômicas, anteriores ao empreendimento.

É fundamental aqui destacar que a delimitação das Áreas de Influência está relacionada com a identificação dos espaços sujeitos à influência dos impactos associados a um empreendimento modificador do meio ambiente. Em função disto, a tarefa de delimitação dessas áreas demanda o conhecimento do tipo e da natureza do empreendimento em análise, de modo a permitir a identificação das ações que afetam significativamente os componentes ambientais físicos, bióticos, socioeconômicos e culturais durante as diferentes etapas de um projeto, desde o seu planejamento até a sua operação, perpassando a etapa de construção.

De acordo com a Nota Técnica 39/2007, da 4° Câmara de Coordenação e Revisão (CCR) do Ministério Público Federal (MPF), o escopo do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) deve apresentar a definição de Áreas de Estudo previamente ao estabelecimento das Áreas de Influência.

A definição prévia das Áreas de Estudo tem como objetivo de delimitar o espaço onde serão executados os estudos de diagnóstico, a fim de subsidiar, *a posteriori*, uma definição adequada das Áreas de Influência do projeto e melhor ajustada à realidade da área.

> *Além disso, é importante introduzir nos EIAs a prática de identificação de uma área de estudo, definida na fase de determinação do escopo do EIA [...]. A área de estudo, naturalmente, pode ser menor ou maior do que a real área de influência, pois, via de regra, as equipes responsáveis pelo Estudo se deparam, nesse momento, com informações ambientais precárias ou dispersas, o que não permite uma delimitação exata. Porém, no decorrer do processo de avaliação dos impactos, espera-se que os consultores sejam capazes de determinar, com menor nível de incerteza, o alcance espacial das alterações nos meios físico, biótico e socioeconômico, definindo, consequentemente, a área de influência resultante (MPF, 2007, p. 30).*

Dessa forma, a identificação das Áreas de Estudo orienta, em primeiro lugar, a etapa relacionada ao diagnóstico ambiental da região de inserção do empreendimento, servindo, portanto, para delimitar o universo de trabalho de todas as temáticas envolvidas no EIA. Em segundo lugar, as áreas estudadas permitem a averiguação da abrangência espacial das consequências adversas ou benéficas associadas ao empreendimento.

Nesse sentido, a delimitação das Áreas de Influência pode ser ratificada ou reajustada quando da verificação da abrangência espacial dos impactos ambientais de um empreendimento, em conformidade com os resultados indicados no diagnóstico e prognóstico ambientais. Em decorrência desses resultados, tem-se a configuração final dos limites das áreas geográficas direta e indiretamente afetadas pelos impactos por ele provocados.

Conclui-se, assim, que as Áreas de Influência são, de fato, produtos originados a partir da etapa de avaliação de impactos do empreendimento, devendo ser definidas após a referida etapa dos estudos ambientais.

Nesse contexto, o presente capítulo apresenta as Áreas de Estudos definidas para o empreendimento PDR Sardinha, visando direcionar a obtenção de dados mais robustos e a realização de levantamentos específicos nessa região, a fim de permitir uma análise satisfatória de abrangência regional e local dos temas ambientais diagnosticados.

Destaca-se que a delimitação das Áreas de Estudo teve como referência principal os seguintes documentos:

(i) O Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais (ZEE-MG) de 2008, em um convênio entre a Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento

Sustentável (SEMAD), o Instituto Estadual de Florestas (IEF) e a Universidade Federal de Lavras (UFLA), com contribuições de outras instituições de pesquisa.

(ii) As camadas existentes na ferramenta eletrônica IDE-Sisema, principalmente, no tocante à existência de atributos ambientais relevantes na região; e

(iii) A base na rede hidrográfica regional, disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Essas áreas foram delimitadas considerando ainda o projeto de implantação do empreendimento, além de observações de imagens de satélites.

Para os estudos ambientais do empreendimento em tela foram adotadas, à princípio, três Áreas de Estudos, cujas definições e delimitações são objeto de abordagem detalhada nos itens subsequentes, a saber:

- **Área Diretamente Afetada (ADA)**: correspondendo à área cujos recursos naturais serão diretos e territorialmente afetados pelo empreendimento;
- **Área de Estudo Local (AEL)**: porção territorial adjacente à área de instalação do empreendimento, definida em função das intervenções e potencialidade dos impactos advindos com sua instalação e operação, além de suas características ambientais; e
- **Área de Estudo Regional (AER):** área sujeita a impactos indiretos decorrentes e associados, mediante a interferência nas inter-relações ecológicas, sociais e econômicas anteriores ao empreendimento.

A seguir, será apresentada, portanto, a descrição a respeito dos critérios utilizados para a delimitação da Área Diretamente Afetada (ADA), Área de Estudo Regional (AER) e da Área de Estudo Local (AEL) para a realização dos estudos afetos aos meios Físico, Biótico, Socieoconômico e Cultural.

8.1 ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA)

A Área Diretamente Afetada (ADA) da implantação das Pilhas de Disposição de Rejeitos (PDRs) e Pilhas de Disposição de Estéril (PDEs) é formada pelas áreas onde serão implantadas as Pilhas em si, além das estruturas de apoio, bem como dos acessos – sejam eles provisórios e permanentes, canteiros de obras, frentes avançadas de obras, entre outras estruturas necessárias à implantação e operação do empreendimento.

Nesse sentido, a ADA compreende também as propriedades em que as estruturas do empreendimento estarão inseridas, sejam elas de terceiros ou de posse do empreendedor, pois com a implantação do empreendimento as parcelas de terras

dessas propriedades, em que serão instaladas as estruturas do projeto, serão diretamente impactadas, sendo alterada a dinâmica de uso e ocupação do solo verificada atualmente nesses locais.

8.2 ÁREA DE ESTUDO REGIONAL

8.2.1 MEIO FÍSICO E BIÓTICO

Para a delimitação da AER dos meios Físico e Biótico também foram priorizados como critérios os divisores hidrográficos. Em virtude disso, a delimitação da AER dos meios Físico e Biótico compartilham entre si seus limites.

Como definição, a AER é composta pela totalidade das microbacias adjacentes a AEL, até a confluência desses cursos hídricos entre si. Além disso, abrange todos os corpos hídricos e microbacias que abastecem a represa Rio Manso (**Figura 8-1** e **Figura 8-2**).

8.3 ÁREA DE ESTUDO LOCAL

8.3.1 MEIO FÍSICO E BIÓTICO

A Área de Estudo Local (AEL) dos meios Físico e Biótico apresenta uma configuração espacial semelhante à da Área de Estudo Regional (AER), compartilhando, inclusive, em alguns trechos, o limite que as define. De maneira geral, a definição da AEL foi elaborada de modo a possibilitar uma análise regional, não considerando apenas o entorno da ADA desse empreendimento, abrangendo, ainda, os atributos ambientais mais significativos na região que a circunda.

Dessa forma, considerando para a sua definição a delimitação de microbacias hidrográficas, também foi observada a possibilidade de impactos relacionados à dispersão de material particulado na atmosfera, derivado do arraste eólico, bem como de ruído, além da observação da conectividade de fragmentos florestais e cursos hídricos. Assim, a avaliação elaborada resultou na consideração as sub bacias hidrográficas próximas ao empreendimento, bem como as áreas do represamento denominado de Rio Manso, de propriedade da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa), como AEL, para os meios físico e Biótico (**Figura 8-1** e **Figura 8-2**).

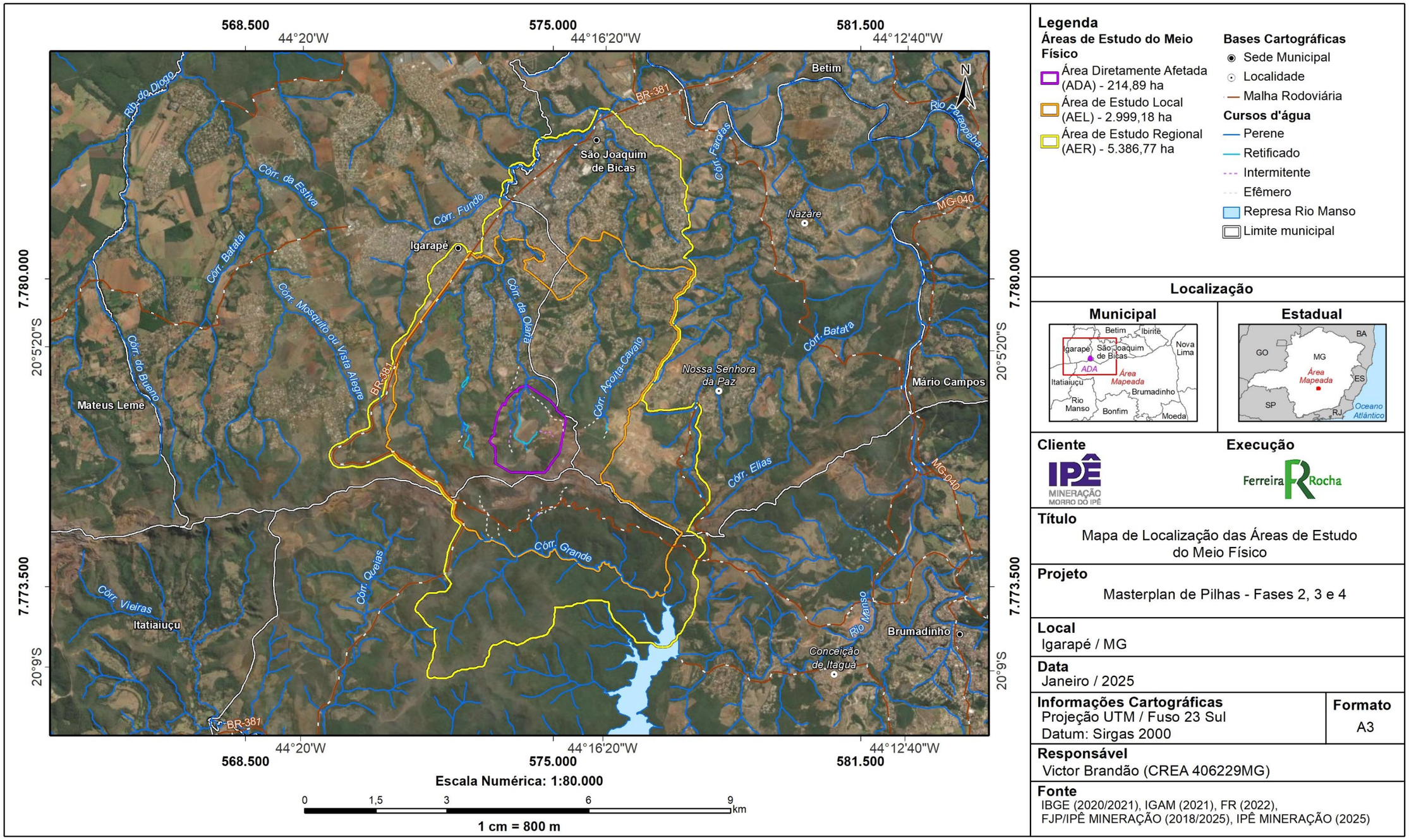
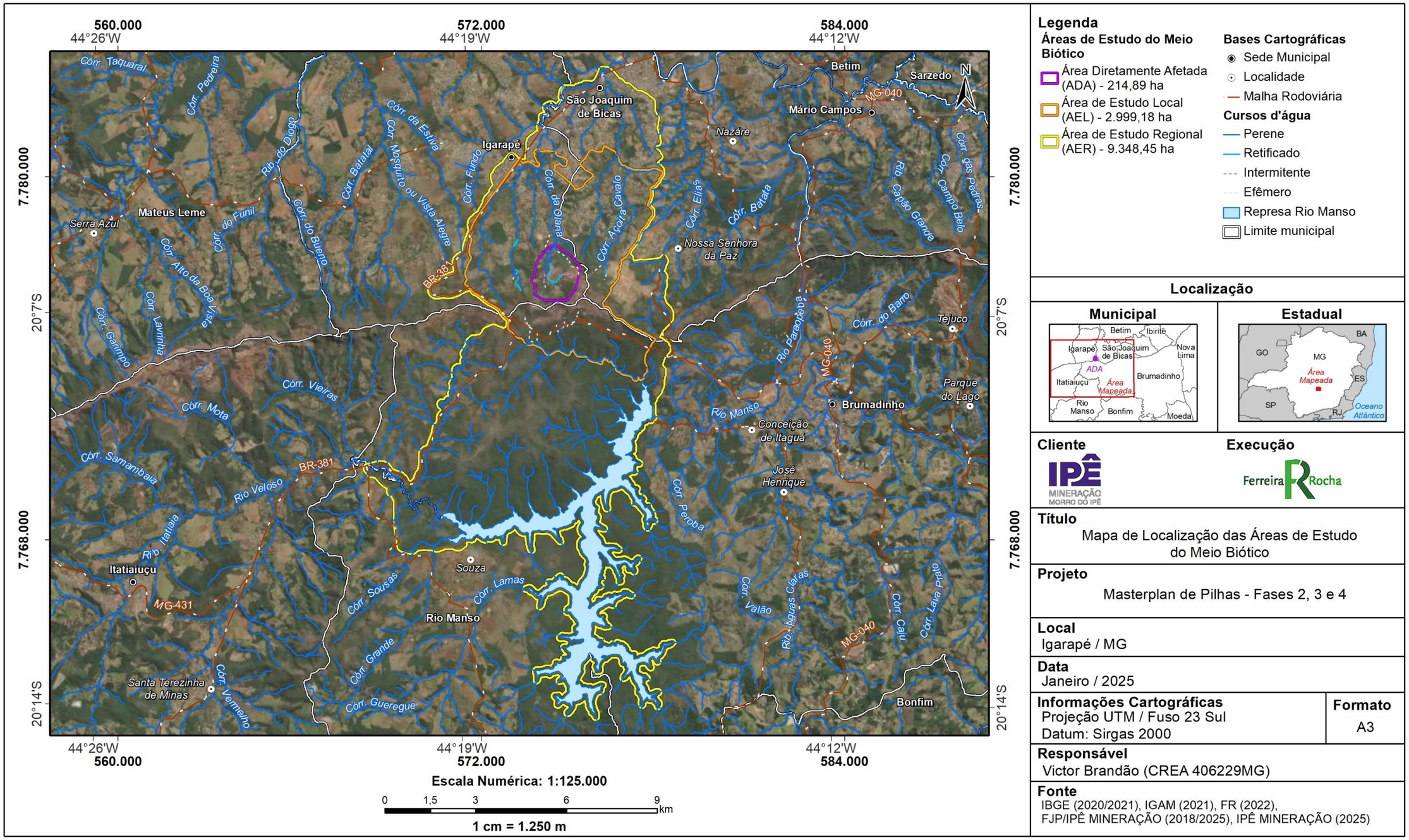


Figura 8-1 - Mapa das Áreas de Estudo do Meio Físico.



Legenda

Áreas de Estudo do Meio Biótico

- Área Diretamente Afetada (ADA) - 214,89 ha
- Área de Estudo Local (AEL) - 2.999,18 ha
- Área de Estudo Regional (AER) - 9.348,45 ha

Bases Cartográficas

- Sede Municipal
- Localidade
- Malha Rodoviária

Cursos d'água

- Perene
- Retificado
- Intermitente
- Efêmero
- Represa Rio Manso
- Limite municipal

Localização

Municipal

Estadual

Cliente

IPÊ MINERAÇÃO MORRO DO IPÊ

Execução

Ferreira Rocha

Título

Mapa de Localização das Áreas de Estudo do Meio Biótico

Projeto

Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4

Local

Igarapé / MG

Data

Janeiro / 2025

Informações Cartográficas

Projeção UTM / Fuso 23 Sul
Datum: Sirgas 2000

Formato

A3

Responsável

Victor Brandão (CREA 406229MG)

Fonte

IBGE (2020/2021), IGAM (2021), FR (2022), FJP/IPÊ MINERAÇÃO (2018/2025), IPÊ MINERAÇÃO (2025)

Figura 8-2 - Mapa das Áreas de Estudo do Meio Biótico.

8.4 ÁREA DE ESTUDO DO MEIO SOCIOECONÔMICO E CULTURAL

8.4.1 ÁREA DE ESTUDO LOCAL

Para elaboração da Área de Estudo Local (AEL), a metodologia de definição considerou os potenciais impactos a serem gerados em cada uma das fases de implantação e operação do empreendimento, sobretudo aqueles acarretados durante a fase de implantação (período de obras), quando estes potencialmente terão maior interferência na dinâmica socioeconômica local.

Tal abordagem segue as considerações que ditam que as Áreas de Estudo devem ser definidas a partir da análise prévia dos potenciais impactos do empreendimento, das características do território e de sua população, e que esta definição deve ser compatível com o alcance espacial dos impactos identificados.

Nesse sentido, a AEL foi definida considerando, prioritariamente, os usos e a ocupação do solo e a relação entre os núcleos populacionais existentes, os recursos naturais e a utilização desses recursos, tanto antes quanto após a implantação do empreendimento.

Os municípios de Igarapé e São Joaquim de Bicas se caracterizam por uma intensa urbanização concentrada em suas sedes municipais (próximas ao empreendimento, no sentido norte da ADA), tendo como principal elemento estruturante a rodovia BR-381, que margeia e dá acesso as sedes municipais. Já na porção sul da ADA, uma estrada vicinal faz a ligação entre a BR-381 e a sede municipal de Brumadinho, no sentido oeste/leste. Dessa forma, a AEL constitui um tecido urbano e social fragmentado, compartimentado, com regiões que guardam particularidades em relação ao seu padrão de ocupação e à dinâmica social.

Após análise das características do uso e ocupação do solo da região e de dados geoespaciais, verificou-se que a região compreendida pelo trecho da rodovia BR-381, onde localiza-se as sedes municipais de Igarapé e São Joaquim de Bicas e os núcleos populacionais ao norte da ADA, é aquela onde potencialmente incidirão efeitos diretos do empreendimento, principalmente no que se refere a possíveis alterações na paisagem e na dinâmica socioeconômica. Isto ocorrerá, principalmente, pela chegada de trabalhadores, circulação de veículos leves e pesados, durante o período de implantação do empreendimento, que deverá desdobrar em impactos positivos e negativos para essa região. Possíveis alterações na qualidade de ar e no nível de ruído na região de inserção do empreendimento também foram consideradas nesta delimitação.

Além desses núcleos populacionais urbanos, também foi definida como AEL a região no entorno imediato ao sul da ADA, no trecho compreendido entre a BR-381 e a sede de Brumadinho (identificado como Acesso Sul nos Mapas da AEL e AER do Meio Socioeconômico inseridos adiante), caracterizada pela presença de propriedades rurais. Outras duas localidades, situadas a leste e sudoeste da ADA, mais distantes do empreendimento também foram consideradas como AEL.

Busca-se dessa forma compreender como se organizam os fluxos sociais nessa região e as possíveis interações com a área do empreendimento.

Para a delimitação do polígono da AEL apresentado no Mapa adiante, considerou-se a conformação dos limites dos setores censitários do IBGE inseridos na região de ocupação urbana e rural dos municípios de Igarapé, São Joaquim de Bicas e Brumadinho, bem como as características físicas e geográficas de configuração do relevo local.

8.4.2 ÁREA DE ESTUDO REGIONAL

A Área de Estudo Regional (AER) do meio Socioeconômico e Cultural compreende o território dos municípios de Igarapé, São Joaquim de Bicas e Brumadinho, uma vez que as estruturas do empreendimento estão inseridas em Igarapé, próximo da divisa municipal entre os três municípios.

Assim, a AER é composta por três municípios, ambos situadas no estado de Minas Gerais. Essa delimitação foi baseada, sobretudo, levando em consideração os impostos a serem arrecadados pelos municípios, tanto durante a fase de implantação como na fase de operação. Além disso, levou-se em conta a utilização de vias de acessos durante a fase de obras, que estão localizadas próximas às áreas projetadas para o empreendimento, bem como as influências do empreendimento no tocante ao fornecimento de mão de obra e infraestrutura requerida para as atividades de implantação e operação, como materiais, insumos, além de estrutura hospitalar e comércio.

A delimitação da AEL e da AER do meio Socioeconômico é apresentada nas Figuras a seguir.

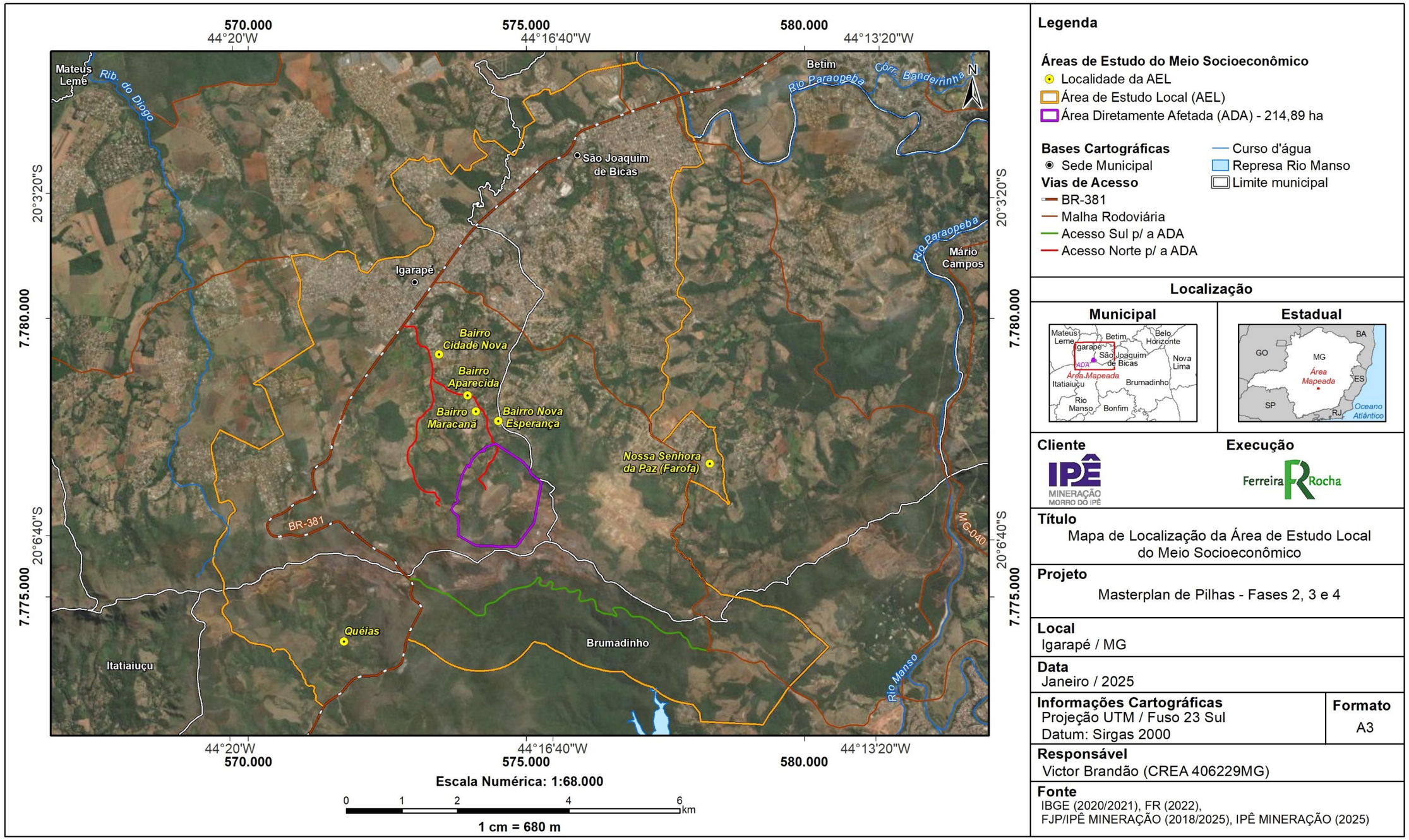
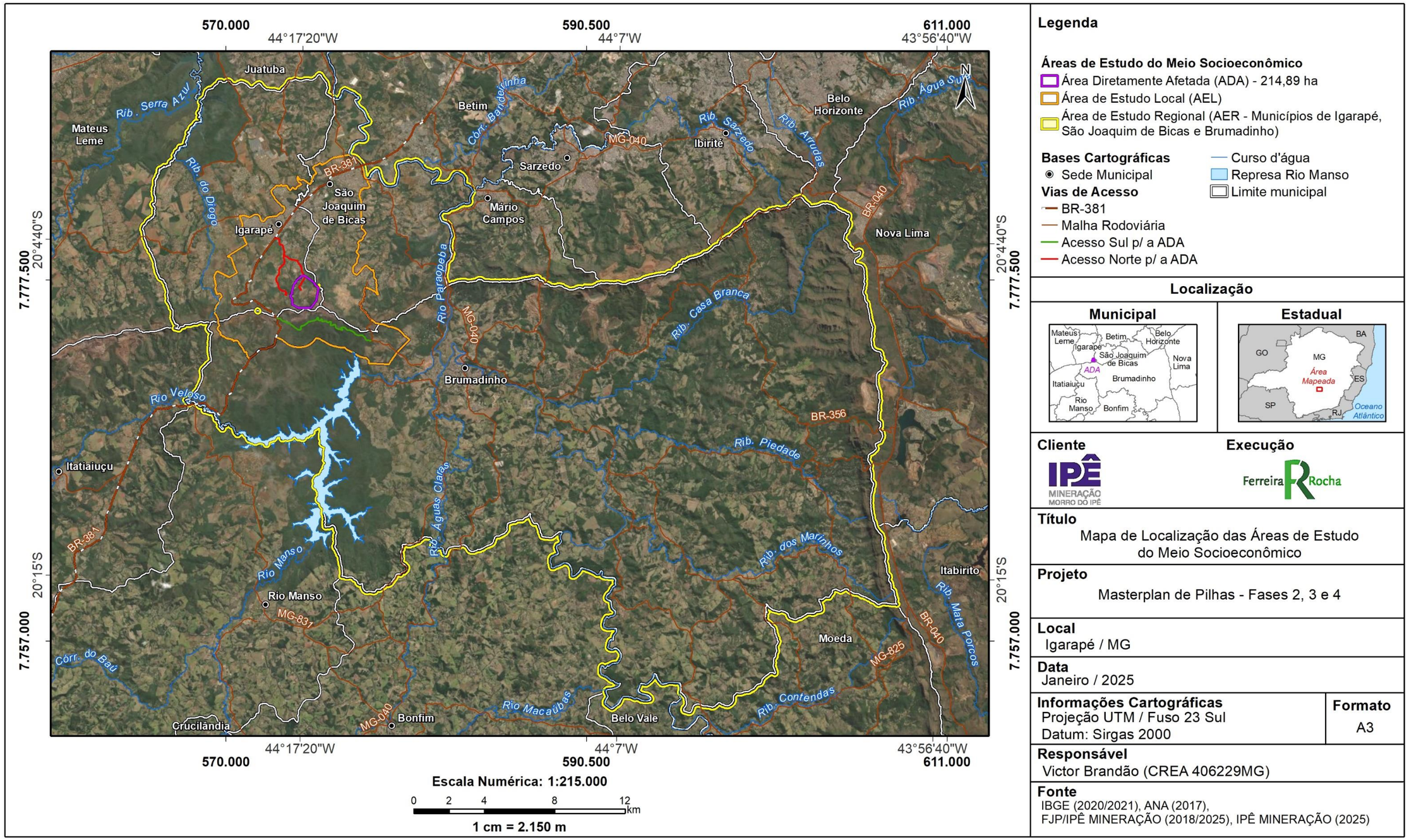


Figura 8-3 - Áreas de Estudo Local do Meio Socioeconômico e Cultural.



Legenda

Áreas de Estudo do Meio Socioeconômico

- Área Diretamente Afetada (ADA) - 214,89 ha
- Área de Estudo Local (AEL)
- Área de Estudo Regional (AER - Municípios de Igarapé, São Joaquim de Bicas e Brumadinho)

Bases Cartográficas

- Sede Municipal
- Curso d'água
- Represa Rio Manso
- Limite municipal

Vias de Acesso

- BR-381
- Malha Rodoviária
- Acesso Sul p/ a ADA
- Acesso Norte p/ a ADA

Localização

Municipal

Estadual

Cliente

IPÊ MINERAÇÃO MORRO DO IPÊ

Execução

Ferreira Rocha

Título

Mapa de Localização das Áreas de Estudo do Meio Socioeconômico

Projeto

Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4

Local

Igarapé / MG

Data

Janeiro / 2025

Informações Cartográficas

Projeção UTM / Fuso 23 Sul
Datum: Sirgas 2000

Formato

A3

Responsável

Victor Brandão (CREA 406229MG)

Fonte

IBGE (2020/2021), ANA (2017),
FJP/IPÊ MINERAÇÃO (2018/2025), IPÊ MINERAÇÃO (2025)

Figura 8-4 - Áreas de Estudo Regional do Meio Socioeconômico e Cultural.

FERREIRA ROCHA

ASSESSORIA E SERVIÇOS SOCIOAMBIENTAIS

www.ferreirarocha.com.br

2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO BIÓTICO

2.1 BIOMA

No contexto do estado de Minas Gerais, as diferentes formas de relevo somadas às especificidades de solo e clima, propiciaram paisagens muito variadas, recobertas por vegetações características, adaptadas a cada um dos inúmeros ambientes particulares inseridos no domínio de três biomas brasileiros: o Cerrado, a Mata Atlântica e a Caatinga (DRUMMOND, 2005). Segundo Martins (2000), é possível, assim, entender a ocorrência de vegetações distintas em ambientes semelhantes do ponto de vista topográfico e climático, mas com características locais particulares. Ainda, Allaby (1992), discute que dentro de um mesmo bioma, os padrões fitogeográficos estão geralmente associados a determinantes físicos, como o solo, relevo, topografia, entre outros.

De acordo com a Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, e o Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008 e dados obtidos pelo IBGE (2021), a região de inserção do empreendimento está localizada em local de contato entre os biomas da Mata Atlântica e Cerrado (**Figura 2-1**).

Enquanto o domínio do Cerrado ocupa cerca de 57% da extensão territorial do Estado de Minas Gerais, especialmente a porção centro-ocidental, o domínio da Mata Atlântica, este já localizado na porção oriental, perfaz mais de 41% da área do Estado. A respeito do Cerrado, sendo o segundo maior bioma brasileiro, superado apenas pela Amazônia, ocupa 21% do território nacional e é considerada a última fronteira agrícola do planeta (KLINK & MACHADO, 2005). Devido à elevada riqueza de espécies, aliada ao alto grau de endemismo e ainda a um intenso processo de perda de hábitat, o Cerrado é considerado um *hotspot*, ou seja, uma área prioritária para preservação da biodiversidade mundial (MYERS *et al.*, 2000). Os lençóis freáticos do Cerrado alimentam as nascentes que originam seis das oito maiores bacias hidrográficas brasileiras. As únicas exceções são as bacias do rio Uruguai e a do Atlântico Sudeste, sendo as nascentes desse bioma especialmente importantes para as bacias do rio Paraná, São Francisco e Araguaia-Tocantins (MMA, 1999; SHIKI, 1997; HOGAN *et al.*, 2002; OLIVEIRA-FILHO & LIMA, 2002; SAWYER, 2002).

Por sua vez, o Bioma da Mata Atlântica compõe o grupo de 34 *hotspots* reconhecidos no mundo – áreas que abrigam mais de 60% de espécies terrestres (MITTERMEIER *et al.*, 2004) – e é um dos biomas mais devastado e ameaçado do planeta. Desde o período de sua colonização, este bioma vem sendo explorado e a paisagem transformada em um mosaico de fragmentos florestais de diferentes tamanhos, níveis de preservação, condições ecológicas e pressão antrópica (CONSELHO NACIONAL DA RESERVA DA BIOSFERA DA MATA ATLÂNTICA, 2007; MMA, 2008). Atualmente reduzida, aproximadamente, a apenas 16% de sua cobertura original, possui mais de 80% de sua vegetação remanescente representada por pequenos fragmentos florestas com menos de 50 hectares (RIBEIRO *et al.*, 2009).

Ainda, um bioma importante como a Mata Atlântica necessita de mecanismos legais que permitam sua exploração sustentável e promova a regeneração gradual de seus remanescentes. Nesse sentido, a Lei Federal nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006 dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica e das

outras providências. Assim, qualquer intervenção será regida por essa lei específica de proteção a essa vegetação.

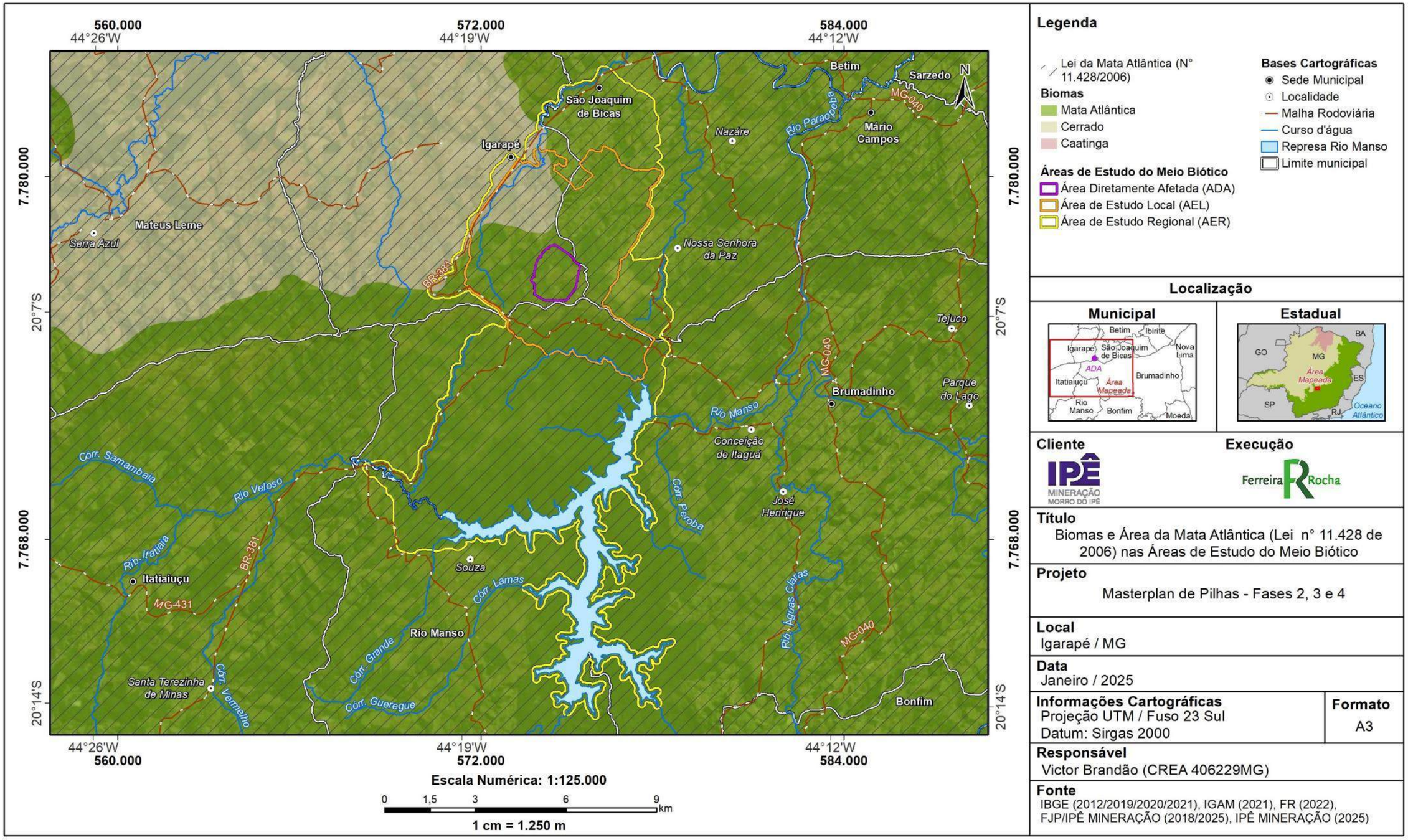


Figura 2-1 - Mapa de Biomas.

Fonte: Ferreira Rocha (2025)

2.2 ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

O conhecimento das áreas e ações prioritárias para a conservação do uso sustentável e para a repartição de benefícios da biodiversidade brasileira é um subsídio fundamental para a gestão ambiental. A classificação das áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade remete à pressão ambiental à qual a área está exposta em função de desmatamento, crescimento urbano, desertificação, dentre outros. Áreas com intensa atividade humana e que ainda apresentam remanescentes florestais são áreas consideradas como nível alto de prioridade de conservação (FLORAM, 2012).

O instrumento das áreas prioritárias abrange, ainda, o apoio a áreas protegidas já estruturadas, como UCs, terras indígenas e territórios quilombolas, bem como a identificação de novas áreas prioritárias e de medidas a serem implementadas nesses locais. Além disso, disponibiliza banco de dados com informações sobre as prioridades de ação em cada área, levando em conta a relevância biológica e o uso econômico e sustentável.

Inicialmente, para a avaliação das áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade em nível nacional, foram consideradas as Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade, definidas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) pelo Decreto nº 5.092 de 21 de maio de 2004, sendo que para a elaboração do presente documento foi utilizada a sua segunda atualização, publicada em 2018.

Assim, na avaliação nacional sobre as Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade, presente na base de dados da ferramenta de análises geoespaciais IDE-Sisema, verificou-se que a ADA, AEL e AER do empreendimento em tela não se inserem em nenhuma área de prioritária para a conservação da biodiversidade na categoria (**Figura 2-2**).

Adicionalmente, há de se mencionar a existência da avaliação das Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade em nível estadual, a qual foi publicada pela Fundação Biodiversitas no ano de 2005 (DRUMMOND *et. al.*, 2005). Essa avaliação também está disponível na base de dados do IDE-Sisema e, diferente da avaliação aqui apresentada para o cenário nacional, a análise para o estado de Minas Gerais também apresenta a avaliação quanto às áreas prioritárias por grupos temáticos.

Para o cenário consolidado (fauna, flora e fatores abióticos) das Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade em Minas Gerais, observa-se que as áreas de estudo da PDERs estão localizadas em um local de “Especial” prioridade para a conservação, denominada de “Quadrilátero Ferrífero” (**Figura 2-3**). Conforme o texto base de avaliação da área, essa região foi inclusa entre as áreas mais prioritárias para a conservação da biodiversidade devido a fatores, tais como: endemismo de anfíbios e plantas, alta riqueza de vertebrados e por possuir ambientes únicos em Minas Gerais (os campos ferruginosos). No entanto, salienta-se que a possível presença de campos ferruginosos nas áreas de estudo será avaliada em momento posterior, no bojo do capítulo diagnóstico da flora e vegetação.

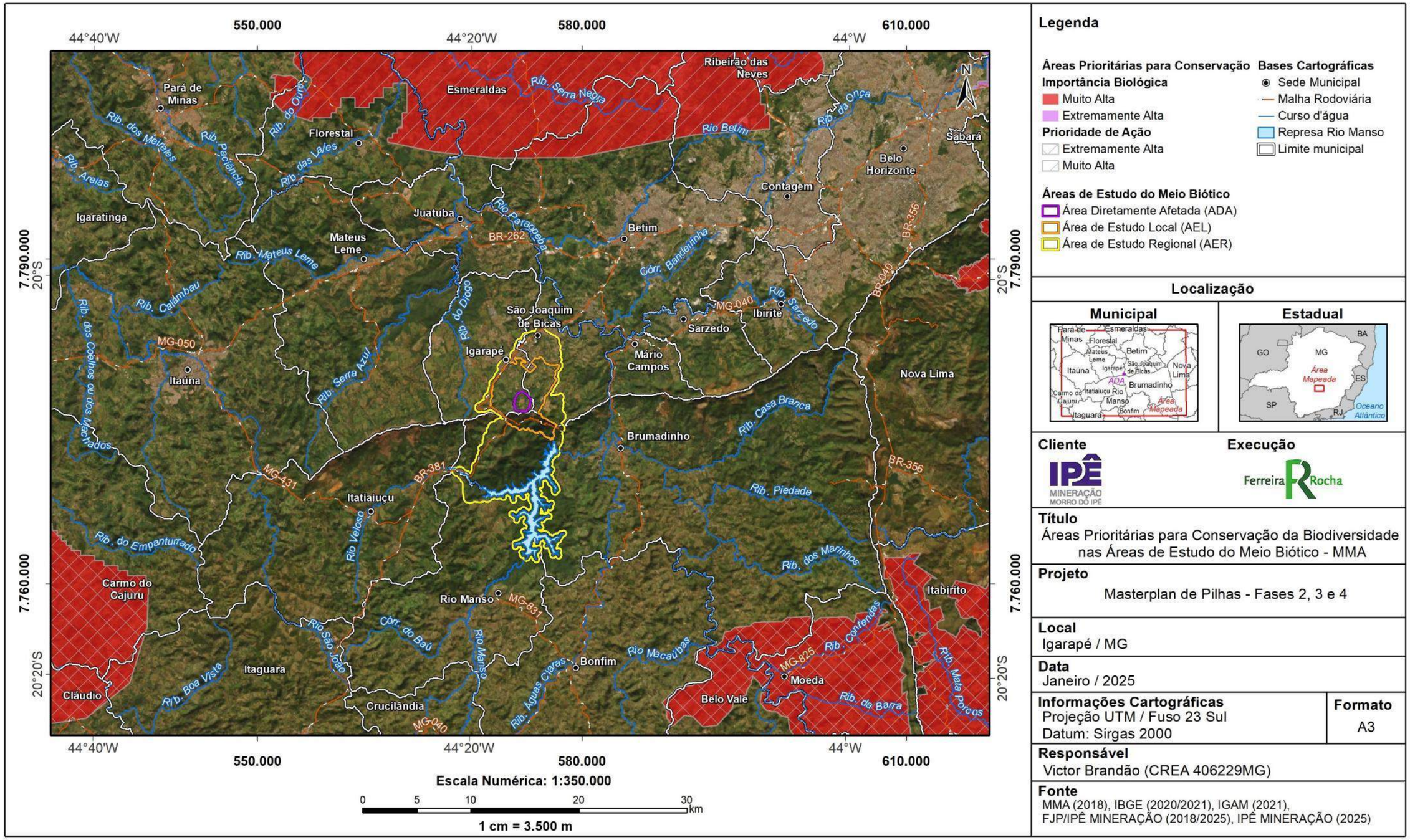


Figura 2-2 - Mapa de Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade, considerando o cenário Nacional.

Fonte: Ferreira Rocha (2024)

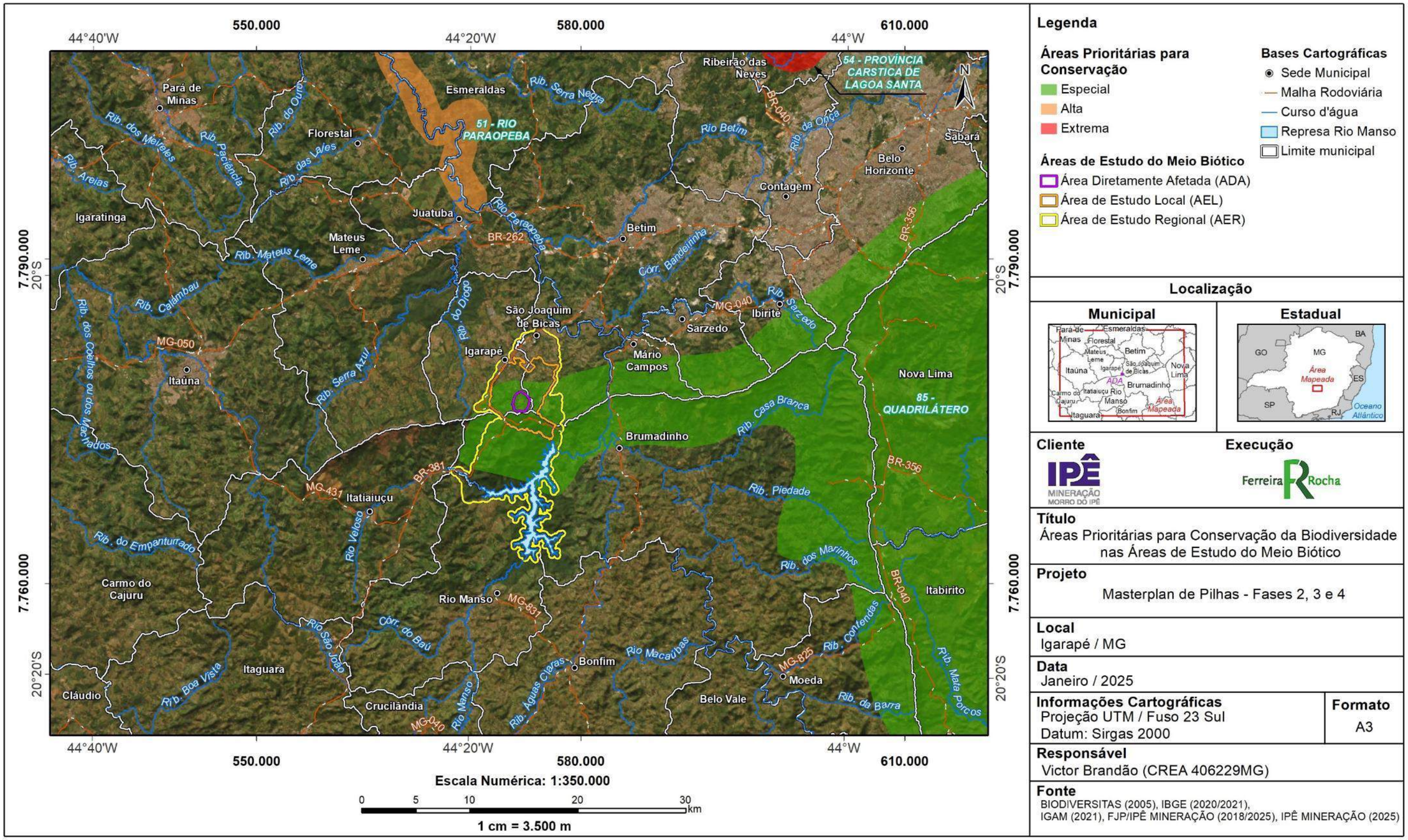


Figura 2-3 - Mapa de Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade, considerando o cenário Estadual.

Fonte: Ferreira Rocha (2025)

2.3 RESERVAS DA BIOSFERA

A ADA das PDREs está inserida na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (**Figura 2-4**) e na Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço (**Figura 2-5**). As Reservas da Biosfera (RBs) estão integradas ao contexto de outras 669 Reservas ao redor do globo as quais são consideradas instrumentos de gestão do Programa MaB (*Man and the Biosphere*) da Unesco, que tem como objetivo conciliar a conservação da biodiversidade com o desenvolvimento humano sustentável (Corrêa, 1995).

No que se refere à RB da Mata Atlântica, vale destaque que o estabelecimento da delimitação de tal área de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais, apoia-se na necessidade de conservar o patrimônio genético da floresta tropical com maior biodiversidade de espécies arbóreas do mundo a qual, por sua vez, é ocupada pela maior densidade populacional humana do Brasil (Corrêa, 1995). Portanto, a delimitação da RB da Mata Atlântica faz parte dos esforços de conservação desse *hotspot*, termo que se define por áreas que perderam mais de 70% de sua cobertura vegetal original e que juntas abrigam mais de 60% da biodiversidade mundial (Galindo-Leal e Câmara, 2005).

O contexto quanto à RB da Serra do Espinhaço é bastante similar ao da RB da Mata Atlântica, com o agravante de ser uma área menor que a da Mata Atlântica e vir sendo alvo de ciclos de exploração econômica recentes com altas demandas por supressão da vegetação (Verdi *et al.*, 2015). A diversidade biológica, especialmente florística, da RB da Serra do Espinhaço, é considerada elevadíssima em função tanto de sua posição ecotonal entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado, de alta diversidade biológica e endemismos por si mesmos, como pela peculiaridade de seu meio físico com ambientes altamente favoráveis a altas taxas de especiação (RBSE, 2017).

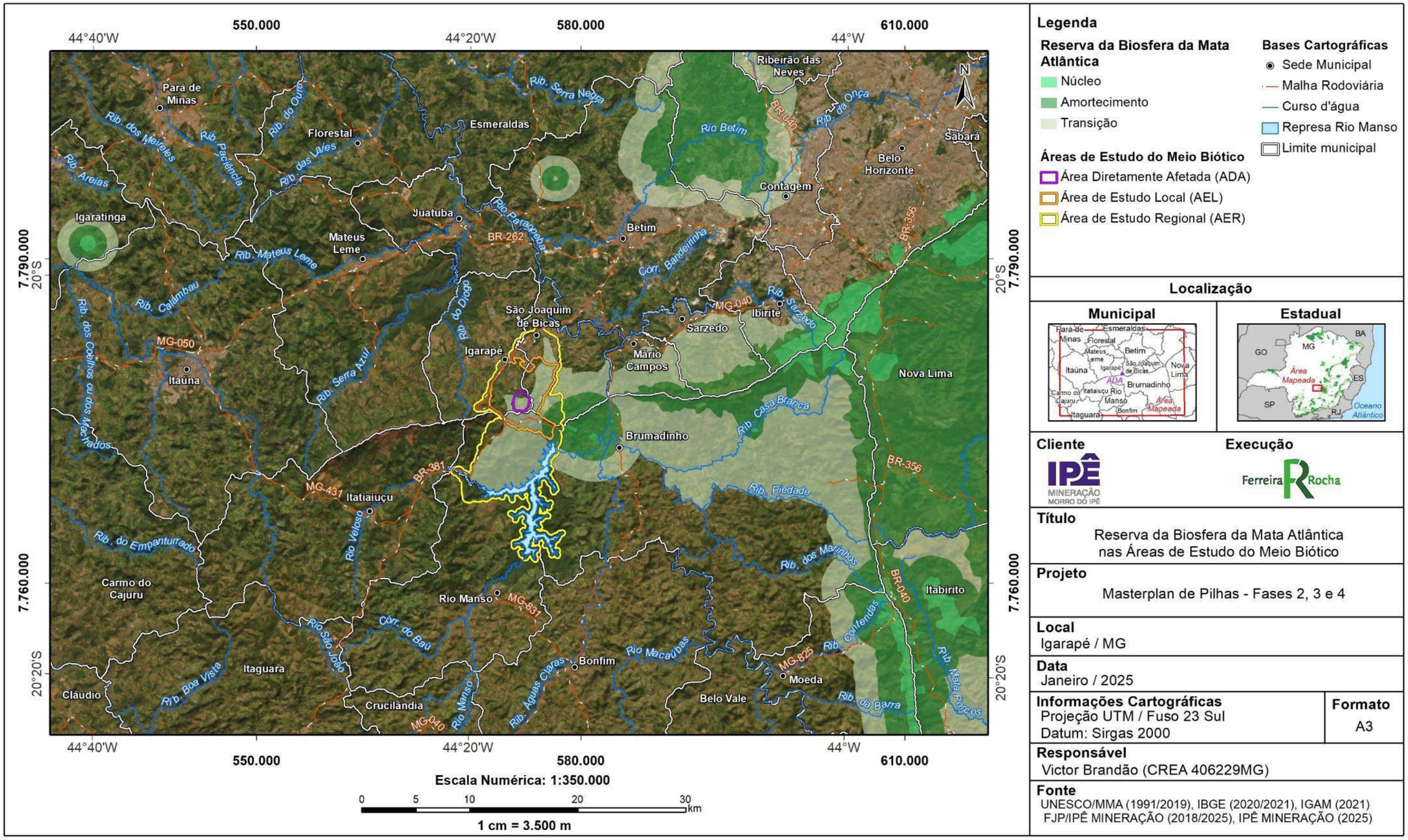


Figura 2-4 - Mapa de Áreas da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.

Fonte: Ferreira Rocha (2025)

263

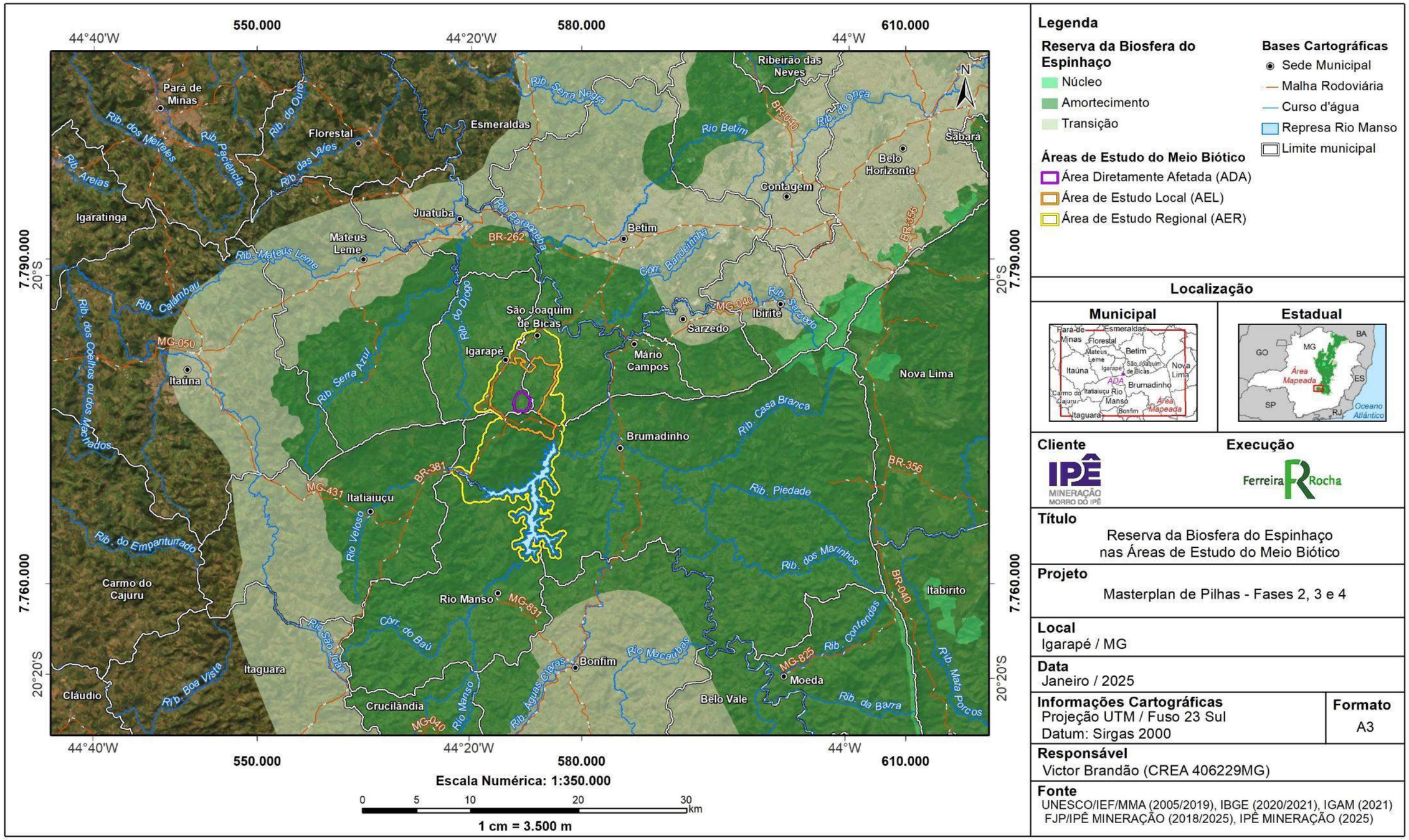


Figura 2-5 - Mapa de Áreas da Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço.

Fonte: Ferreira Rocha (2025)

264

Assim, embora a Reserva da Biosfera não seja considerada uma UC de uso sustentável ou de proteção integral, ela é prevista no Artigo 41 da Lei no 9.985 de 18 de julho 2000, que institui o SNUC, sob a seguinte definição:

> *"A Reserva da Biosfera é um modelo, adotado internacionalmente, de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais, com os objetivos básicos de preservação da diversidade biológica, o desenvolvimento de atividades de pesquisa, o monitoramento ambiental, a educação ambiental, o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações".*

Nesse cenário, pode-se concluir que embora as Reservas da Biosfera não estejam protegidas por aspectos jurídicos específicos das UCs de uso sustentável ou de proteção integral, a inclusão desses locais em uma área com vocação para a preservação reconhecida internacionalmente e, de certa forma, citada na lei do SNUC, eleva os esforços e a aptidão de suas áreas para a conservação ambiental.

Em Minas Gerais, a Deliberação Normativa (DN) Copam nº 217, de 06 de dezembro 2017, em sua tabela 04, prevê critérios locacionais para o enquadramento de empreendimentos passíveis de regularização ambiental. Nesse caso, a análise desses critérios é realizada quando do preenchimento dos Formulários de Caracterização dos Empreendimentos (FCEs), visando a posterior instrução do processo de licenciamento ambiental do empreendimento pleiteado.

Nesse contexto, uma vez constatado que a área a ser estudada encontra-se localizada em alguma Reserva da Biosfera, é necessário a apresentação de informações específicas, as quais terão o objetivo de justificar e planejar a realização das intervenções ambientais requeridas nessas áreas. Essas informações serão compiladas em um estudo técnico denominado de "Estudos Técnicos de Critérios Locacionais" e deve ser apresentado em atendimento ao processo de licenciamento do empreendimento o qual pretende-se licenciar. Ainda, destaca-se que o documento deve ser elaborado em acordo o Termo de Referência (TR) específico para esse tipo de estudo, emitido pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), o qual encontra-se disponibilizado em seu endereço eletrônico, através do seguinte link: http://www.meioambiente.mg.gov.br/component/content/article/13-informativo/3504-termos-de-referencia-para-os-criterios-locacionais-de-enquadramento.

Ainda, conforme é apresentado no TR para a elaboração dos "Estudos Técnicos de Critérios Locacionais", as Reservas da Biosfera são constituídas por 3 (três) zonas:

- Uma ou mais Áreas núcleo (ANs), destinadas à proteção integral (integradas por Unidades de Conservação de Proteção Integral, conforme categorias previstas no SNUC);
- Uma ou mais Zonas de Amortecimento (ZAs), onde só são admitidas atividades que não resultem danos às áreas núcleo (podendo ou não integrar as ZAs de UCs); e

- Uma ou mais Zonas de Transição (ZTs), onde o processo de ocupação e o manejo de recursos naturais são planejados e conduzidos de modo participativo e em bases sustentáveis.
- No caso de sobreposições em zoneamentos dentro das Reservas da Biosfera, prevalecerá aquele fator de maior peso.

Assim, conforme apresentado na **Figura 2-4** e na **Figura 2-5**, a área do empreendimento não se encontra localizada em nenhuma Área Núcleo dentro do contexto das Reservas da Biosfera. Todas as intervenções pleiteadas serão realizadas em ZA ou ZT, nas quais os processos de aprovações de atividades impactantes só serão admitidos caso eles não resultem em danos às áreas núcleos e que a aprovação de intervenções nessas áreas seja realizada em processos participativos e sob bases sustentáveis, esses dois últimos, em consonância aos procedimentos já previstos no modelo de licenciamento ambiental atual. Assim, considerando a localização das PDREs, seu zoneamento e a sua distância com qualquer área núcleo, bem como a ausência de conectividade ambiental expressiva com essas áreas, seja por via hidrográfica ou fragmentos florestais, é possível assumir que os empreendimentos pleiteados não irão resultar em danos às áreas núcleos.

2.4 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

A respeito das Unidades de Conservação (UCs), de acordo com a Lei nº 9.985/2000, a qual dispõe sobre a criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), as unidades de conservação podem ser agrupadas em dois grandes grupos: Proteção Integral e Uso Sustentável.

As UCs incluídas no grupo Proteção Integral têm como objetivos primários para sua criação a conservação dos recursos naturais, a não exploração desses. Essas UCs são bastante restritivas quanto às atividades permitidas em suas áreas e em suas zonas de amortecimento. Por outro lado, as UCs de Uso Sustentável são aquelas que têm como objetivo primário conciliar o uso racional dos recursos naturais e sua conservação, de forma sustentável, como próprio nome do grupo já sugere. Nelas, há ainda uma preocupação primária com a conservação dos recursos hídricos, exatamente por serem menos restritivas quanto às atividades nela desenvolvidas.

As UCs devem possuir Zona de Amortecimento (ZA) (entorno de uma unidade de conservação onde as atividades humanas estão sujeitas às normas e restrições específicas com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade) e, quando conveniente, corredores ecológicos (Lei Federal nº 9.985/2000). No entanto, isso não se aplica às Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPN) e às Áreas de Proteção Ambiental (APAs).

Com relação à presença de Unidades de Conservação (UCs) nas áreas de estudo, pode-se citar a presença de três UCs de uso sustentável na região do empreendimento, a APA Municipal de Igarapé, APA Municipal do Rio Manso e APE Estadual Bacia Hidrográfica do Rio Manso, os quais estão localizadas nas AEL e AER, área as quais foram delimitadas, entre outros objetivos, de modo a abranger essas UCs, devido a sua importância e a sua

representatividade no contexto do licenciamento ambiental do empreendimento em tela. As demais UC's presentes na região encontram-se fora dos limites das áreas de estudo (Figura 11 59).

Segundo a Resolução CONAMA Nº 428, de 17 de dezembro de 2010, para os processos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, sujeitos a Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), o órgão ambiental licenciador deverá dar ciência ao órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação quando o empreendimento afetar diretamente determinada unidade ou sua respectiva zona de amortecimento, ou quando estiver localizado numa faixa de 3 km a partir do limite da unidade de conservação cuja zona de amortecimento não esteja estabelecida, com exceção de Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPN), Áreas de Proteção Ambiental (APA) e Áreas Urbanas Consolidadas.

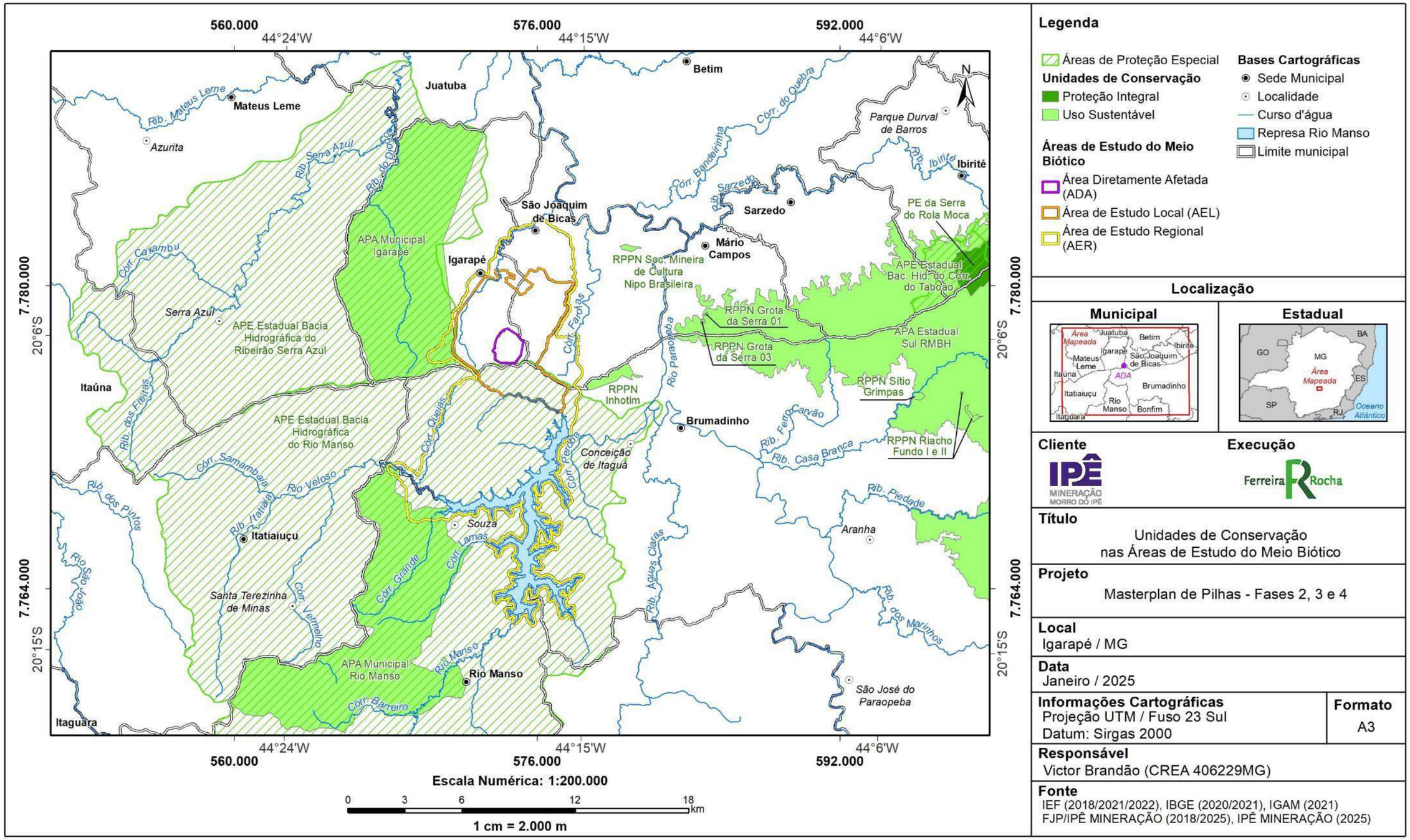


Figura 2-6 - Mapa de Unidades de Conservação.

Fonte: Ferreira Rocha (2025)

268

2.5 FLORA E VEGETAÇÃO

2.5.1 INTRODUÇÃO

O levantamento de flora (florística, fitossociologia e inventário florestal) aqui apresentado corresponde ao diagnóstico da flora da área a qual sofrerá intervenção para implantação do Projeto das PDERs da Mineração Morro do Ipê, considerando a Área de Estudo Local (AEL) e a Área Diretamente Afetada (ADA) do projeto.

Para elaboração deste estudo foram realizados levantamentos de dados secundários, realizados previamente ao início dos trabalhos de campo, com o objetivo de orientar e auxiliar as atividades de *in loco*.

Os dados primários foram coletados em três campanhas de campo, sendo a primeira realizada nos meses de novembro e dezembro de 2022, em junho de 2023 e a terceira em agosto de 2024. O levantamento de dados de campo foi direcionado para o levantamento qualitativo (observações descritivas e identificação de material botânico) nas classes de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal identificadas para a AEL e para a ADA e quantitativo (levantamento florístico e fitossociológico), nas formações de vegetações nativas florestais e de cerrado presentes na ADA do projeto.

A AEL do projeto se encontra inserida em territórios dos municípios de Brumadinho, Igarapé, Rio Manso e São Joaquim de Bicas, todos pertencentes ao estado de Minas Gerias. A ADA e AEL do projeto se encontram inseridas no Bioma Mata Atlântica, próximo ao limite do Bioma Cerrado, sendo a vegetação nativa característica da região formada por uma transição de tipologias vegetais, onde pode-se dizer que esta área de transição envolve uma grande extensão de Floresta Semidecídua, com mosaicos de vegetação de cerrado. A área de estudo se encontra ainda inserida na região do Quadrilátero Ferrífero.

Além dos ambientes naturais a área de estudo é marcada pela presença de ambientes antrópicos como as áreas urbanas, representada principalmente pela cidade de Igarapé, as áreas ocupadas por atividade de mineração da empresa Mineração Morro do Ipê e por áreas ocupadas por pequenas propriedades rurais no entorno das áreas urbanas e de mineração.

2.5.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.5.2.1 USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL

O mapeamento das classes de uso do solo e cobertura vegetal da AEL e ADA do Projeto foi realizado a partir da interpretação preliminar das imagens disponíveis no programa GoogleEarth e no sistema de Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema), disponível em: http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/. A Plataforma IDE-SISEMA proporciona aos técnicos e gestores do meio ambiente do estado de Minas Gerais uma visão integrada do território mineiro, através da visualização dos atributos ambientais e antrópicos. Estas informações foram validadas e complementadas através de coleta de dados em campo.

Durante a realização das campanhas de levantamento de dados primários a equipe de trabalho foi a campo levando o material cartográfico produzido em escritório, contendo o mapeamento preliminar do uso do solo, e portando o equipamento de GPS (Garmim GPSmap 60 CSx), com o objetivo de analisar a situação atual do uso do solo e cobertura vegetal da Área de Estudo Local (AEL) e confirmar e/ou refinar o uso e cobertura vegetal preliminar elaborado.

Portanto, na Área de Estudo Local (AEL) e Área Diretamente Afetada (ADA) o Uso e Cobertura do Solo foram avaliados durante os procedimentos de coleta de dados quali-quantitativos através do caminhamento e observação das áreas ocorrentes dentro dos limites definidos para estas áreas.

2.5.2.1.1 *CLASSIFICAÇÃO DAS FISIONOMIAS VEGETAIS*

Para a classificação da vegetação foi utilizado o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012) como referência. Para a classificação das formações vegetais abertas (savânicas e campestres), foi adotado o sistema proposto por Ribeiro & Walter (2008).

Para classificar as áreas de Floresta Estacional Semidecidual (FESD) quanto ao estágio sucessional, foram utilizados os parâmetros de análise estabelecidos pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente n° 392, de 25 de junho de 2007 (CONAMA 392/2007).

Para classificar as áreas de Campo Rupestre Ferruginoso quanto ao estágio sucessional foram utilizados os parâmetros de análise estabelecidos pela CONAMA nº 423 de 12 de abril de 2010, que dispõe sobre parâmetros básicos para identificação e análise da vegetação primária e dos estádios sucessionais da vegetação secundária nos Campos de Altitude associados ou abrangidos pela Mata Atlântica.

2.5.2.2 ASPECTOS FLORÍSTICOS, ECOLÓGICOS E STATUS DE CONSERVAÇÃO DE ESPÉCIES

2.5.2.2.1 *DADOS SECUNDÁRIOS*

Para elaboração do Diagnóstico Ambiental da temática Flora, foram considerados dados secundários obtidos a partir de estudos realizados dentro ou próximo aos limites geográficos da AEL delimitada para o empreendimento.

Foram utilizadas informações provenientes do banco de dados da rede SpeciesLink (specieslink.net) para os municípios onde se encontra inserida a AEL, de Brumadinho, Igarapé, Rio Manso e São Joaquim de Bicas.

Também foi utilizada como fonte de dados secundários o estudo de diagnóstico ambiental da flora que compõem o Estudo de Impacto Ambiental do projeto Morro do Ipê 6Mtpa, elaborado em junho de 2017 pela empresa AMPLO engenharia, para a Mineração Morro do Ipê, localizado próximo a área do presente projeto.

Essa compilação de dados objetivou unificar o conhecimento já existente, possibilitando a caracterização da flora e da vegetação, bem como a identificação de espécies raras, ameaçadas ou endêmicas com ocorrência potencial para a área e inserção do projeto.

A listagem florística de espécies potencialmente ocorrentes no contexto da AEL foi realizada a partir da compilação de dados presentes nos estudos e bases indicados na **Tabela 2-1**.

Tabela 2-1 - Estudos consultados para composição do diagnóstico de dados secundários da Flora.

REFERÊNCIA	ESTUDO	ANO	MUNICÍPIO
A	INCT Herbário Virtual da Flora e dos Fungos – SpeciesLink.	2023	Brumadinho, Igarapé, Rio Manso e São Joaquim de Bicas
B	AMPLO, 2017. Estudo de Impacto Ambiental – Projeto Morro do Ipê 6Mtpa	2017	Brumadinho, Igarapé, Rio Manso e São Joaquim de Bicas

2.5.2.2.2 *DADOS PRIMÁRIOS*

a. Período de Amostragem

Os dados primários foram coletados em três campanhas de campo, sendo a primeira realizada no período de 21 de novembro a 02 de dezembro de 2022, a segunda no período de 12 a 23 de junho de 2023 e a terceira no período de 12 a 23 de agosto de 2024 (**Tabela 2-2**).

Tabela 2-2 - Período de amostragem de dados primários na área de estudo local.

CAMPANHA AMOSTRAL	SAZONALIDADE	PERÍODO DE AMOSTRAGEM
1ª	Chuvosa	21 de novembro a 02 de dezembro de 2022
2ª	Seca	12 a 23 de junho de 2023
3ª	Seca	12 a 23 de agosto de 2024

b. Equipe executora

A equipe executora dos trabalhos de campo foi composta por um Engenheiro Florestal, um Biólogo / Botânico e dois auxiliares de campo (**Tabela 2-3**).

Tabela 2-3 - Equipe executora das campanhas de campo da flora.

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	RESPONSABILIDADE
Alexandre Magalhães Pirani	Engenheiro Florestal	Coordenação de flora, elaboração do relatório e levantamento de dados de campo.
Gustavo Mascarenhas	Biólogo / Botânico	Coordenação de flora, elaboração do relatório de flora, levantamento de dados de campo e identificação botânica.
Roger Abreu	-	Auxiliar de campo
Felipe Moraes	-	Auxiliar de campo
Flávia Mello	-	Auxiliar de campo

c. Métodos Amostrais Aplicados

Os levantamentos de dados primários qualitativos da vegetação foram realizados na Área de Estudo Local (AEL) e na Área Diretamente Afetada (ADA) do Projeto por meio de avaliação ecológica rápida, através da técnica de caminhamento florístico (FILGUEIRAS et al., 1994), que consistiu na caracterização descritiva e qualitativa das áreas ocupadas por cada fitofisionomia. Os dados obtidos nesta etapa foram consolidados para a elaboração da caracterização local da flora e para a elaboração da lista florística geral elaborada para a AEL e ADA, a qual considera a ocorrência das espécies herbáceas, arbustivas, arbóreas, pteridófitas, palmeiras, epífitas e trepadeiras.

Em todas as áreas com cobertura vegetal nativa presentes na ADA e AEL do empreendimento, classificadas como Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração (FESD-M), Cerrado e Cerrado Rupestre foi realizado o levantamento qualitativo da vegetação através da avaliação ecológica rápida a partir do caminhamento florístico em cada fitofisionomia.

Os caminhamentos para a realização da avaliação ecológica rápida foram realizados pela equipe de campo com o objetivo de descrever esta fitofisionomia, por meio da análise e registro de suas características relevantes, tais como avaliação e descrição

dos estratos vegetais, avaliação do estado de conservação e do estágio de regeneração, influência e/ou ocorrência de impactos antrópicos sobre a vegetação, levantamento de espécies vegetais existentes, observância da ocorrência de espécies exóticas e/ou invasoras, entre outros aspectos importantes. Com base no estudo de mapas da área do projeto e no caminhamento de campo foram delimitados os limites desta tipologia, bem como realizada a descrição das características gerais destes ambientes.

2.5.2.2.3 *COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA*

A classificação taxonômica de todos os táxons registrados foi realizada com base no sistema de classificação botânica APG IV. A verificação da nomenclatura científica correta foi realizada de acordo com a Lista de espécies da Flora do Brasil - Flora e Funga do Brasil (Acesso em 07 jan. 2023; disponível em http://floradobrasil.jbrj.gov.br).

No caso do levantamento de dados primários, as espécies observadas foram identificadas em campo ou registradas através de fotografias digitais para posterior identificação por meio de consulta à literatura especializada. A identificação taxonômica das espécies foi feita através de bibliografia específica.

A indicação da forma de vida de cada espécie foi realizada com base nas informações constantes na Lista de espécies da Flora do Brasil - Flora e Funga do Brasil (Acesso em 07 jan. 2023; disponível em http://floradobrasil.jbrj.gov.br) e com base nas observações em campo. Com isso, as espécies registradas foram classificadas nas seguintes formas de vida: arbusto, árvore, epífita, erva, palmeira, subarbusto e liana (trepadeira).

2.5.2.2.4 *STATUS DE CONSERVAÇÃO DAS ESPÉCIES VEGETAIS*

A identificação da ocorrência de espécies ameaçadas de extinção foi realizada de acordo com a Portaria nº 148 do Ministério do Meio Ambiente (MMA), de 07 de junho de 2022, e com a Portaria nº 443 do Ministério do Meio Ambiente (MMA), de 17 de dezembro de 2014, ambas apresentam a "Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção". De forma complementar, foram consultadas: a base de dados do Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora, 2020) e a Revisão da Lista das Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção do Estado de Minas Gerais (Biodiversitas, 2007a).

Foram também consultadas as publicações Plantas Raras do Brasil (Giulietti *et al.*, 2009) e o Livro Vermelho da Flora do Brasil: plantas raras do Cerrado (Martinelli *et al.*, 2014), a fim de identificar espécies consideradas raras.

Para identificar espécies endêmicas do Quadrilátero Ferrífero foram usadas como base as publicações; Diversidade Florística nas Cangas do Quadrilátero Ferrífero (Jacobi e Carmo, 2012), Lista de Plantas Vasculares Coletadas em Áreas de Canga e Ecossistemas Associados às Serras Ferruginosas do Sudeste do Brasil (Carmo *et al.*, 2018) e A Flora

Endêmica do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais Brasil: Levantamento das Espécies e Padrões de Distribuição Geográfica (BORSALI, 2012).

Para identificar a ocorrência de espécies protegidas por lei, foi observada a Lei Estadual nº 20.308, de 27 de julho de 2012, que declara de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no Estado de Minas Gerais, o pequizeiro (*Caryocar brasiliense*) e o ipê-amarelo (*Handroanthus* spp.).

2.5.2.3 ASPECTOS ECOLÓGICOS

As espécies registradas por meio do levantamento de dados primários foram avaliadas ainda em relação aos seus aspectos ecológicos. Para tanto foi considerada a interação com a fauna em relação a reprodução das plantas (polinização) e dispersão de sementes.

Foi adotado o conceito simplificado de polinização, separando as espécies polinizadas por animais denominadas como zoofilia e espécies polinizadas pelo vento denominadas anemofilia. Quanto às espécies não fanerogâmicas, ou seja, samambaias, licófitas e outras pteridófitas, foram classificadas como criptógamas, pois, seu sistema reprodutor não se utiliza de flores nem frutos. A pesquisa relativa à polinização das espécies registradas foi, na maior parte das vezes, realizada levando em consideração o gênero de cada táxon, em função da deficiência de dados de cada espécie.

No caso da dispersão adotou-se a mesma abordagem sendo as espécies dispersas por animais denominadas zoocóricas, as espécies dispersas por outros agentes abioticos como anemocóricas e as espécies que dispersam por meios próprios como autocóricas.

Tal simplificação se aplica nesse caso em virtude da grande quantidade de espécies trabalhadas e pela falta de conhecimento exato de polinizadores e da síndrome de dispersão de cada espécie vegetal.

Para as espécies de valor medicinal foram consideradas aquelas que seus componentes são utilizados como medicamentos fitoterápicos. Para determinar as espécies de valor medicinal ocorrente nas fitofisionomias presentes na área de influência direta do empreendimento foram realizadas consultadas a diferentes fontes bibliográficas (Lorenzi, 2002; Lorenzi, 2009; Lorenzi, 2014; Filho & Sartorelli, 2015, Coradin *et al.*, 2011; Coradin *et al.*, 2018; Vieira *et al.*, 2016; Grandi, 2014).

Para as espécies de valor comercial foram consideradas aquelas que são mais comercializadas no Brasil. Para isto, foi utilizada a lista das espécies com valor comercial disponibilizada pelo “Sistema Nacional de Informações Florestais - SNIF” (Disponível em: goo.gl/AnFODC), a publicação do ministério do meio ambiente “Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro (região Sul, Nordeste e Centro-Oeste)” e outras literaturas especializadas (Campos-Filho & Sartorelli, 2015, Coradin *et al.*, 2011; Coradin *et al.*, 2018; Vieira *et al.*, 2016).

Foram consideradas espécies de valor alimentício aquelas que podem ser utilizadas como fonte de alimento pela espécie humana. Para a classificação das espécies de valor alimentício foram realizadas consultas a diferentes fontes bibliográficas (Lorenzi, 2002; Lorenzi, 2009; Lorenzi, 2014; Campos-Filho & Sartorelli, 2015; Coradin *et al.,* 2011; Coradin *et al.*, 2018; Vieira *et al.*, 2016).

Também foram determinadas as espécies potencialmente ornamentais onde foram considerados os grupos de suculentas e epífitas como as famílias Cactaceae, Bromeliaceae, Orchidaceae, Gesneriaceae e algumas Piperaceae como o gênero Peperomia.

2.5.2.4 ASPECTOS FITOSSOCIOLÓGICOS

Os aspectos fitossociológicos foram avaliados por meio dos levantamentos de dados quantitativos primários. Estes foram realizados na ADA para as fitofisionomias de vegetação nativa presentes, que consistiram em Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração (FESD-M) e Cerrado.

Nas áreas ocupadas por Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio (FESD-M) e Cerrado foi realizado o levantamento fitossociológico por meio da alocação de parcelas amostrais circulares com 300 m², lançadas de forma aleatória no interior destas formações.

2.5.2.4.1 *ÁREAS FLORESTAIS E DE CERRADO*

Para qualificação e quantificação da vegetação nativa presente no interior da ADA do projeto foram estudados por meio de Inventário Florestal amostral os ambientes de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração (FESD-M) e Cerrado.

Para a realização do inventário florestal amostral nessas áreas foram instaladas parcelas circulares com 9,78 metros de raio (300 m²) (**Figura 2-7**), distribuídas de forma aleatória nas áreas destas formações localizadas na ADA do projeto.

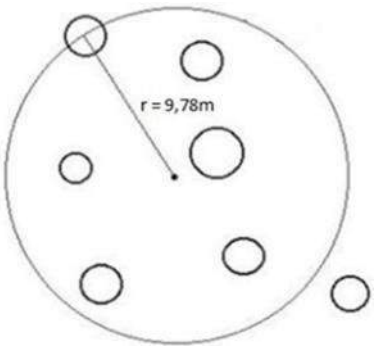


Figura 2-7 - Modelo esquemático das parcelas circulares alocadas em campo para o levantamento de dados quantitativos nas áreas de FESD-M e Cerrado.

No ponto central da parcela, para possibilitar a localização das parcelas em campo, foi instalado um cano de PVC (**Figura 2-8**). Neste ponto foram também coletadas as coordenadas geográficas, por meio da utilização de aparelho de GPS (Garmin / Modelo: GPSmap 60 CSx).

No interior das parcelas foram medidos, com auxílio de fita métrica (**Figura 2-9**), os troncos dos indivíduos arbóreos com Circunferência à Altura do Peito (CAP) maior ou igual a 15,8 centímetros, o que equivale a 5 cm de Diâmetro à Altura do Peito (DAP). De cada um destes foi estimada a altura total. Para os indivíduos que perfilharam ou bifurcaram abaixo de 1,30 metros de altura, todos os seus múltiplos troncos, que atenderam ao critério de inclusão, foram medidos e suas alturas estimadas.

Todos os indivíduos mensurados no interior das parcelas amostrais foram plaqueteados sequencialmente. Todos os dados foram coletados em campo em planilhas digitais do software Excel (MICROSOFT, 2007).

Figura 2-8 – Instalação de parcela amostral.

Figura 2-9 – Medição de circunferência com o uso de fita métrica.

2.5.2.4.2 *ANÁLISE DE DADOS*

Os dados coletados em campo foram digitalizados e processados utilizando o software Mata Nativa 4 (CIENTEC, 2018) e a ferramenta Microsoft Excel 365.

a. Composição Florística

As espécies observadas foram identificadas em campo ou registradas através de fotografias digitais para posterior identificação por meio de consulta à literatura especializada. A identificação taxonômica das espécies foi feita através de bibliografia específica.

A classificação taxonômica de todos os táxons registrados foi realizada com base no sistema de classificação botânica APG IV. A verificação da nomenclatura científica correta foi realizada de acordo com a Lista de espécies da Flora do Brasil - Flora e Funga do Brasil (Acesso em 07 Jan. 2023; disponível em http://floradobrasil.jbrj.gov.br).

b. Grupos Ecológico

As espécies arbóreas registradas nos ambientes florestais foram classificadas quanto ao grupo ecológico com o intuito de contribuir para a avaliação do estágio de sucessão dos ambientes estudados. Esta classificação foi realizada com base no estudo Inventário Florestal de Minas Gerais: Espécies Arbóreas da Flora Nativa (2008).

Desta forma, no presente estudo as espécies arbóreas registradas foram classificadas nos seguintes grupos ecológicos: Pioneira (PI), Secundária inicial (SI), Secundária tardia (ST) e Climax (CL). Para as espécies que não tiveram o grupo ecológico definido este foi indicado como não conhecido (NC).

c. Diversidade

Para o cálculo da diversidade das áreas florestais foram utilizados o índice de Shannon-Wiener (H'), a Equabilidade de Pielou (J) e o Índice de Dominância de Simpson (C), que são definidos na **Tabela 2-4**.

Tabela 2-4 - Medidas de diversidade e suas respectivas fórmulas.

ÍNDICES	FÓRMULAS	VARIÁVEIS
Índice de Shannon-Wiener (H')	$H' = \frac{\left(N_i \ \ln(N_i) - \sum_{i=1}^{S} n_i \ \ln(n_i) \right)}{N}$	N - Número total de indivíduos amostrados; S – número de espécies amostradas; ni - número de indivíduos da i-ésima espécie amostrada.
Simpson (C)	$C = 1 - l$ $l = \frac{\sum_{i=1}^{S} n_i (n_i - 1)}{N(N-1)}$	C = índice de dominância de Simpson; n i = número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie; N = número total de indivíduos amostrados; S = número de espécies amostradas.
Equitabilidade de Pielou (J)	$E = \frac{H'}{H \max}$	Hmax - ln(S); S – Número de espécies amostradas ;H'- índice de diversidade de Shannon-Weaver.

d. Estrutura Horizontal

A análise fitossociológica avalia a participação de cada espécie vegetal na comunidade, em relação às outras espécies e a forma em que se encontra distribuída espacialmente na área. Essa análise corresponde à avaliação da estrutura horizontal da comunidade, na qual foram calculados os valores absolutos e relativos de densidade, dominância e frequência e gerado o Índice de Valor de Importância (VI).

Todas as estimativas foram realizadas de acordo com o proposto por Soares *et al.* (2006) e as respectivas equações utilizadas são apresentadas na **Tabela 2-5**.

Tabela 2-5 - Equações utilizadas no cálculo das estimativas do estudo fitossociológico, pelos métodos de parcelas amostrais.

PARÂMETRO	FÓRMULA	DESCRIÇÃO	EXPLICAÇÃO DOS TERMOS
Diâmetro à Altura do Peito (DAP)	$DAP = \frac{CAP}{\pi}$	Diâmetro do fuste das árvores à altura de 1,30m acima do nível do solo. Básico para as estimativas de área basal, volume, índices de cobertura e de valor de importância.	CAP = circunferência à altura do peito (medido a 1,30m acima do nível do solo)
Área Seccional (AS)	$AS = \pi . d^2 / 40.000$	Superfície da seção transversal do tronco da árvore a 1,3 m de altura acima do nível do solo.	-
Área Basal (AB)	$AB = \frac{(DAP^2 * \pi)}{4}$	Superfície da secção transversal da árvore à altura do peito (1,30m). A somatória da área basal dos indivíduos de uma espécie é um indicador da densidade dessa espécie na área de estudo.	-
Densidade Absoluta (DA)	$DAi = \frac{ni}{A}$	Número de indivíduos em relação à área.	ni = Número de indivíduos da i-ésima espécie; A = Área total amostrada.
Densidade Relativa (DR)	$DRi = \left[\frac{\left(\frac{ni}{A}\right)}{\left(\frac{N}{A}\right)}\right] * 100$	Número de indivíduos de cada espécie em relação à área	DRi = Densidade Relativa da i-ésima espécie; N = Número total de indivíduos amostrados de todas as espécies.

PARÂMETRO	FÓRMULA	DESCRIÇÃO	EXPLICAÇÃO DOS TERMOS
Dominância Absoluta (DoA)	$DoAi = \sum\left(\frac{g}{A}\right)$	Indica a proporção de tamanho ou cobertura das árvores em relação à área amostrada.	DoAi = Dominância Absoluta da i-ésima espécie; g = Somatória das áreas basais dos indivíduos da i-ésima espécie.
Dominância Relativa (DoR)	$DoRi = \left[\frac{\left(\frac{g}{A}\right)}{\left(\frac{G}{A}\right)}\right] * 100$	Indica a proporção de tamanho ou cobertura de cada espécie em relação à área amostrada e às demais espécies.	DoRi = Dominância Relativa da i-ésima espécie; G = Área basal de todos os indivíduos de todas as espécies encontradas.
Frequência Absoluta (FA)	$FAi = \frac{fi}{P}$	Probabilidade de se amostrar determinada espécie numa unidade de amostragem.	FAi = Frequência Absoluta da i-ésima espécie; fi = Número de parcelas com a espécie; P = Número total de parcelas.
Frequência Relativa (FR)	$FRi = \left[\frac{FAi}{\sum(FAi)}\right] * 100$	Ocorrência de determinada espécie nas parcelas amostradas em relação ao total de espécies.	FRi = Frequência Relativa da i-ésima espécie
Índice de Valor de Importância (VI)	$IVIi = DRi + DoRi + FRi$	É a soma dos valores relativos de cada espécie, para lhes atribuir um valor dentro da sua comunidade vegetal (MATTEUCCI & COLMA, 1982). Representa a importância ecológica da espécie na área amostrada e sua adaptação.	VIi = Índice de Valor de Importância da i-ésima espécie.

e. Estrutura Vertical

A análise da estrutura vertical é uma avaliação dos estratos verticais da vegetação em estudo. Para o estudo da estrutura vertical das áreas florestas a floresta foi dividida em três estratos de altura total sendo: estrato inferior – compreende as árvores com altura

total (H) menor que a altura média (Hm) menos uma unidade de desvio padrão (1 s) das alturas totais, ou seja, H < (Hm – 1 s); estrato médio – compreende as árvores com (Hm – 1 s) ≤ H < (Hm + 1 s); estrato superior – compreende as árvores com H ≥ (Hm + 1 s) (FREITAS & MAGALHÃES, 2012).

f. Estrutura Diamétrica

A distribuição diamétrica de uma formação vegetal é obtida por meio do agrupamento dos indivíduos em intervalos de diâmetro à altura do peito (DAP). A distribuição diamétrica serve para caracterizar tipologias vegetais, estágios serais ou sucessionais, estados de conservação, entre outros parâmetros.

A amplitude de classe diamétrica utilizada neste estudo foi de 5 cm. A análise foi feita a partir do número de indivíduos, número de troncos, área basal e volume de madeira amostrados nas parcelas do inventário florestal.

g. Volumetria

Para estimar o volume de madeira da vegetação de FESD foi utilizada a equação volumétrica sugerida por CETEC (1995) para florestas secundárias:

$$Vt = 0{,}000074230 \times DAP^{1{,}707348} \times Ht^{1{,}16873}$$

Para estimar o volume de madeira das áreas de cerrado foi utilizada a equação volumétrica sugerida por CETEC (1995) para cerrado em regeneração:

$$Vt = 0{,}000058468 \times DAP^{2{,}160042} \times Ht^{0{,}791208}$$

Onde:

Vt = volume total com casca (m^3);

DAP = Diâmetro à altura do peito (cm);

Ht = Altura total (m).

2.5.3 RESULTADOS

2.5.3.1 USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL

2.5.3.1.1 *ÁREA DE ESTUDO LOCAL (AEL)*

O mapa da cobertura vegetal e uso do solo para a Área de Estudo Local (AEL) é apresentado na **Figura 2-10** e na **Tabela 2-6** é apresenta a distribuição quantitativa de cada classe de ocupação do solo presente.

A AEL tem área total de 2.999,18 ha, as classes de uso do solo mais representativas da AEL consistem em Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Médio a avançado de regeneração (FESD-M/A), com 1.232,62 ha; Área Urbana com 593,89 há; e Pastagem

com 384,59 ha (**Tabela 2-6**). Foram registrados um total de 13 classes de uso do solo e cobertura vegetal, sendo elas:

- Agricultura;
- Área Antropizada;
- Área Urbana;
- Brejo;
- Cerrado;
- Cerrado Rupestre;
- Floresta Estacional Semidecidual – estágio inicial de regeneração;
- Floresta Estacional Semidecidual – estágio médio a avançado de regeneração;
- Floresta Estacional Semidecidual – estágio médio de regeneração;
- Infraestrutura de Mineração;
- Instalação Rural;
- Massa d'água;
- Pastagem.

Tabela 2-6 - Quantitativo de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal da Área de Estudo Local (AEL) do projeto.

USO DO SOLO	DENTRO DE ÁREA LICENCIADA (HA)		FORA DE ÁREA LICENCIADA (HA)		TOTAL
	DENTRO DE APP	FORA DE APP	DENTRO DE APP	FORA DE APP	
Agricultura	0,00	0,00	30,33	253,49	**283,82**
Área Antropizada	0,00	0,25	0,38	3,83	**4,46**
Área Urbana	0,00	0,00	69,84	524,05	**593,89**
Brejo	0,00	0,00	0,59	0,00	**0,59**
Cerrado	0,00	26,12	0,47	147,80	**174,39**
Cerrado Rupestre	0,00	2,01	0,01	15,24	**17,26**
Floresta Estacional Semidecidual - estágio inicial de regeneracão	0,00	1,22	0,00	6,08	**7,29**
Floresta Estacional Semidecidual - estágio médio a avançado de regeneração	0,00	10,50	49,47	378,53	**438,50**
Floresta Estacional Semidecidual - estágio médio de regeneracão	0,62	30,17	142,24	621,09	**794,11**

USO DO SOLO	DENTRO DE ÁREA LICENCIADA (HA)		FORA DE ÁREA LICENCIADA (HA)		TOTAL
	DENTRO DE APP	FORA DE APP	DENTRO DE APP	FORA DE APP	
Infraestrutura de Mineração	5,84	193,45	4,32	87,75	**291,36**
Instalação Rural	0,00	0,00	0,85	4,00	**4,85**
Massa d'água	0,00	0,00	2,92	1,14	**4,06**
Pastagem	0,00	0,47	50,23	333,89	**384,59**
Total	**6,46**	**264,19**	**351,64**	**2376,89**	**2999,18**

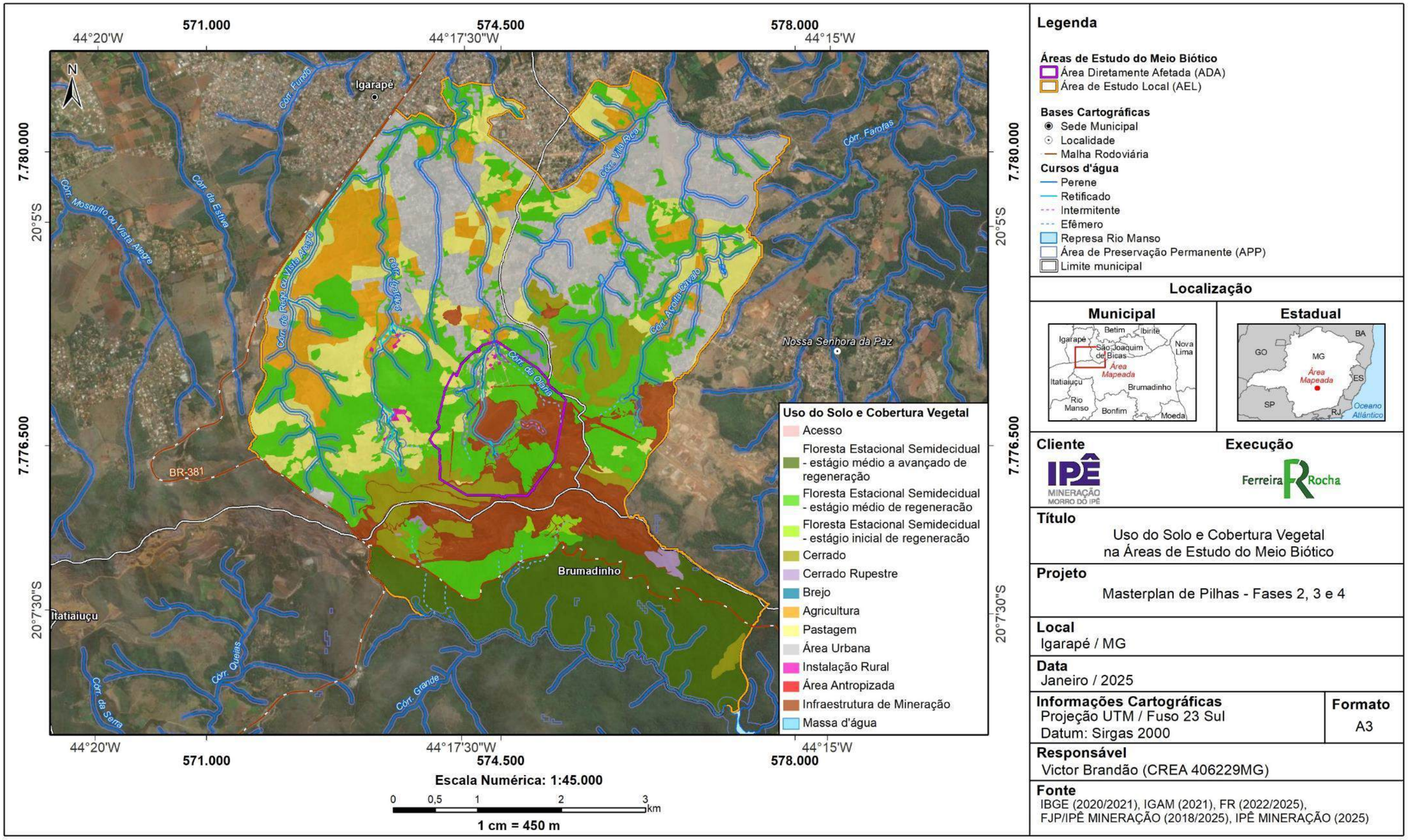


Figura 2-10 - Mapa de uso do solo e cobertura vegetal da Área de Estudo Local.

Fonte: Ferreira Rocha (2025)

2.5.3.1.2 *ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA)*

O mapa da cobertura vegetal e uso do solo para a Área Diretamente Afetada (ADA) é apresentado na **Figura 2-11** e na **Tabela 2-7** é apresentada a distribuição quantitativa de cada classe de ocupação do solo presente.

A ADA tem área total de 214,89 ha, as classes de uso do solo mais representativas da ADA consistem em Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Médio de regeneração (FESD-M), com 106,08 ha, Infraestrutura de Mineração, com 66,35 ha, Cerrado com 17,93 ha, Pastagem com 15,54 ha e Área Antropizada com 2,23 ha. As demais classes são menos representativas, sendo seus quantitativos observados na **Tabela 2-7**.

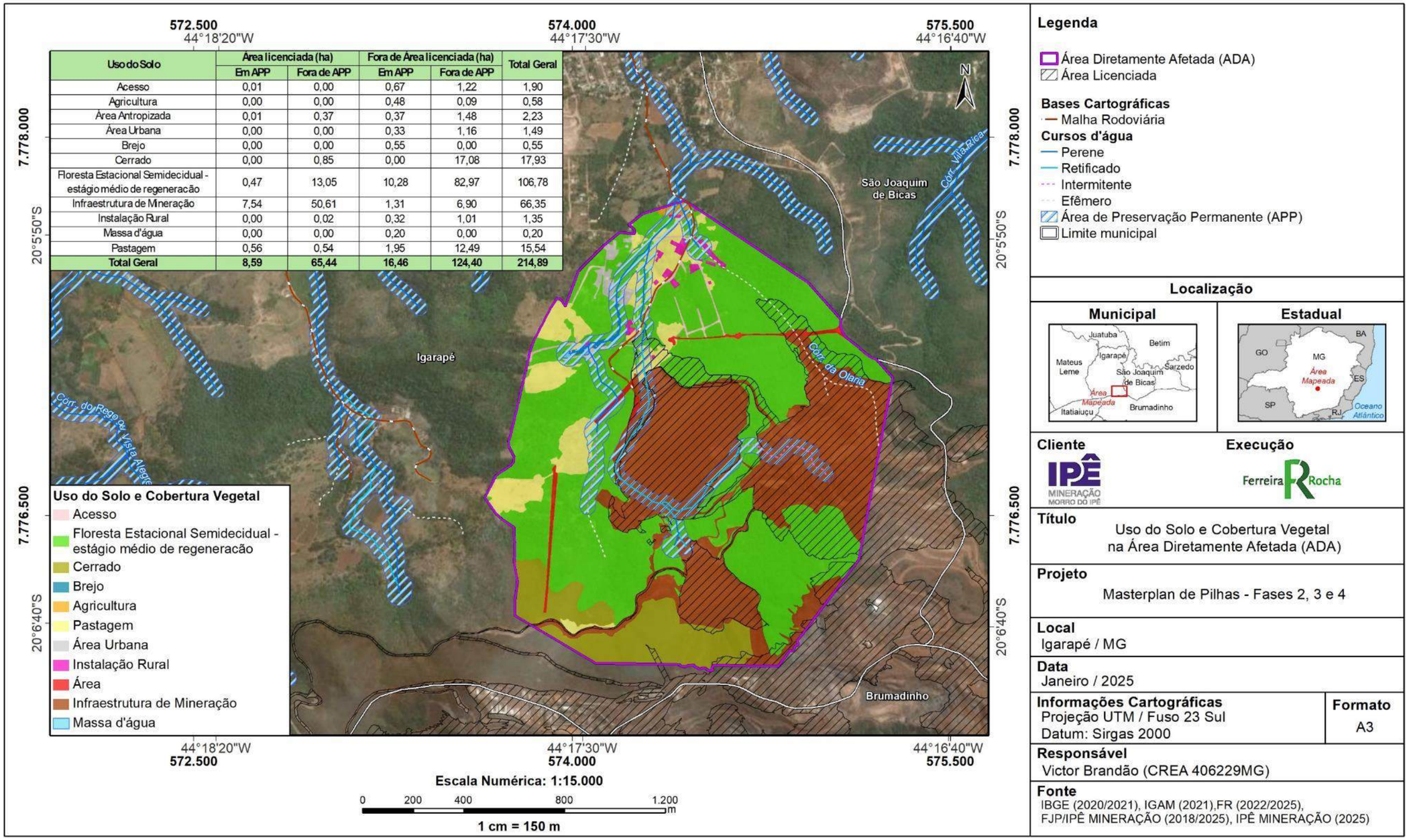
Dentre as classes de uso do solo relativas à vegetação nativa registradas na AEL somente a classe de Cerrado Rupestre não foi registrada também no interior da ADA do projeto.

É importante destacar ainda que dos 214,89 ha da ADA do projeto, 74,04 ha se referem a áreas anteriormente licenciadas e com prévia obtenção de autorização para intervenção ambiental.

Tabela 2-7 - Quantitativo de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal da Área Diretamente Afetada (ADA) pelo projeto.

Uso do Solo e Cobertura Vegetal	Área Licenciada (ha)			Fora de Área Licenciada (ha)			TOTAL GERAL
	Em APP	Fora da APP	TOTAL	Em APP	Fora da APP	TOTAL	
Acesso	0,01	0,00	0,01	0,67	1,22	1,89	1,90
Agricultura	0,00	0,00	0,00	0,48	0,09	0,58	0,58
Área Antropizada	0,01	0,37	0,38	0,37	1,48	1,85	2,23
Área Urbana	0,00	0,00	0,00	0,33	1,16	1,49	1,49
Brejo	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	0,55	0,55
Cerrado	0,00	0,85	0,85	0,00	17,08	17,08	17,93
Floresta Estacional Semidecidual - estágio médio de regeneracão	0,47	13,05	13,52	10,28	82,97	93,25	106,78
Infraestrutura de Mineração	7,54	50,61	58,14	1,31	6,90	8,20	66,35
Instalação Rural	0,00	0,02	0,02	0,32	1,01	1,33	1,35
Massa d'água	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,20	0,20
Pastagem	0,56	0,54	1,11	1,95	12,49	14,44	15,54
TOTAL	**8,59**	**65,44**	**74,04**	**16,46**	**124,40**	**140,86**	**214,89**

Legenda: APP = Área de Preservação Permanente



Uso do Solo	Área licenciada (ha)		Fora de Área licenciada (ha)		Total Geral
	Em APP	Fora de APP	Em APP	Fora de APP	
Acesso	0,01	0,00	0,67	1,22	1,90
Agricultura	0,00	0,00	0,48	0,09	0,58
Área Antropizada	0,01	0,37	0,37	1,48	2,23
Área Urbana	0,00	0,00	0,33	1,16	1,49
Brejo	0,00	0,00	0,55	0,00	0,55
Cerrado	0,00	0,85	0,00	17,08	17,93
Floresta Estacional Semidecidual - estágio médio de regeneracão	0,47	13,05	10,28	82,97	106,78
Infraestrutura de Mineração	7,54	50,61	1,31	6,90	66,35
Instalação Rural	0,00	0,02	0,32	1,01	1,35
Massa d'água	0,00	0,00	0,20	0,00	0,20
Pastagem	0,56	0,54	1,95	12,49	15,54
Total Geral	**8,59**	**65,44**	**16,46**	**124,40**	**214,89**

Figura 2-11 - Mapa de uso do solo e cobertura vegetal da Área Diretamente Afetada.

Fonte: Ferreira Rocha (2024)

2.5.3.1.3 *CARACTERIZAÇÃO DAS CLASSES DE USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL*

a. Contextualização Regional da Vegetação

O empreendimento se encontra localizado na região centro-sul do estado de Minas Gerais, no entorno das instalações da empresa Mineração Morro do Ipê. A Área de Estudo Local do projeto (AEL) tem 7.143,56 ha e se encontra inserida em territórios dos municípios de Brumadinho, Igarapé, Rio Manso e São Joaquim de Bicas. Enquanto a Área Diretamente Afetada pelo projeto (ADA) possui 215,60 ha e se encontra inserida em territórios dos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas.

Por meio da utilização da ferramenta digital do sistema de Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema) foi possível avaliar a localização do projeto em relação ao Mapa de Biomas do Brasil (IBGE, 2019), levando em consideração ainda o Mapa da Área de Aplicação da Lei n° 11.428 de 2006 (IBGE, 2012). Desta forma foi verificado que a ADA e a AEL do projeto se encontram integralmente inseridas no Bioma Mata Atlântica, porém próximo ao limite com o Bioma Cerrado.

Pode-se constatar, por tanto, que a área de estudo se encontra em uma região de transição entre estes dois Biomas, Mata Atlântica e Cerrado.

Avaliando a área de estudo em relação ao mapeamento da cobertura vegetal do estado de Minas Gerais, também por meio do uso da ferramenta digital do IDE-Sisema (Cobertura da Mata Atlântica 2019 – Lote 2), é observada na região a ocorrência de fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (FESD) e áreas de Savana (Cerrado).

Esta constatação confirma que a área de estudo se encontra em área de transição de tipologias vegetais, onde pode-se dizer que esta área de transição envolve uma maior extensão de Floresta Semidecídua, com mosaicos de vegetação de cerrado.

A área de estudo se encontra ainda localizada no interior da região conhecida como Quadrilátero Ferrífero (QF), que, segundo Drummond et al. (2005), é uma área prioritária para a conservação da biodiversidade no estado de Minas Gerais, de importância biológica especial. Esse status foi proposto devido à presença dos campos ferruginosos, a ocorrência de espécies vegetais restritas à região e por constituir um ambiente único no estado.

No contexto regional a AEL definida para o projeto tem características distintas em relação à presença de vegetação nativa, a porção norte da AEL é composta por um mosaico de áreas urbanas das cidades de Igarapé e São Joaquim de Bicas, bem como de áreas com ocupação antrópica rural, formada por pequenas e médias propriedades rurais que têm em seu entorno áreas de pastagem e agricultura de subsistência. Nesta região a vegetação nativa é composta prioritariamente por pequenos fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (**Figura 2-12**).

Figura 2-12 - Vista parcial da porção norte da AEL do projeto, onde pode ser observada a área urbana da cidade de Igarapé, que vai sendo substituída por áreas de ocupação rural e áreas de vegetação nativa à medida que se aproxima da serra ao fundo da imagem, onde se encontra localizada a ADA do projeto.

Na porção central da AEL, onde se encontra localizada também a ADA, tem-se áreas antrópicas de atividade de mineração e áreas com pequenas propriedades rurais. A vegetação nativa é formada por fragmentos maiores de Floresta Estacional Semidecidual, com presença de manchas de áreas de Cerrado em meio a vegetação florestal. Sendo que as áreas de Cerrado normalmente estão localizadas nas encostas e nos topos de morros (**Figura 2-13**).

Figura 2-13 - Na porção central da AEL tem-se áreas de atividade de mineração, juntamente com áreas de pequenas propriedades rurais e manchas de vegetação nativa.

Já a porção sul da AEL é formada principalmente por um grande fragmento de Floresta Estacional Semidecidual que se estende desde a área de mineração da porção central da AEL, até as margens norte do lago da Represa Rio Manso (**Figura 2-14**). A

extremidade sul da AEL coincide justamente com a margem sul do lago da Represa Rio Manso. Nesta região são observadas manchas de fragmentos de cerrado ocupando algumas áreas de topo de morro.

Figura 2-14 - Ao fundo grande fragmento florestal que ocupa a maior parte da porção sul da AEL.

b. Descrição das Classes de Uso e Cobertura Vegetal

Foram reconhecidas na AEL do projeto formações florestais (Floresta Estacional Semidecidual) e Formações Campestres / Savânicas (Cerrado sentido restrito e Cerrado Rupestre Ferruginoso), no que tange as áreas de vegetação nativa. Além disso, foram registradas áreas de formações antrópicas como áreas urbanas, instalações rurais, pastagens, massa d´água, áreas de mineração e áreas antropizadas.

A seguir tem-se a descrição das diversas classes de uso do solo registradas no estudo.

Floresta Estacional Semidecidual Montana

Na região de estudo a Floresta Estacional Semidecidual é comumente encontrada nos "vales" e partes baixas das encostas dos morros, onde o solo é mais profundo e apresenta maior deposição de matéria orgânica e umidade. Na ADA, ocorre a presença de formações florestais, as quais se encontram relacionadas às cabeceiras de drenagem de córregos da região. Entretanto, não se configuram como florestas aluviais, devido à altitude e à ausência de água no referido período seco (inverno).

A vegetação florestal encontrada no entorno das cabeceiras de drenagem, sofrem uma transição abrupta com as formações savânicas e campestres adjacentes. Além disso, nestes locais o prejuízo causado pelas queimadas periódicas pode ser mais notado ao serem observadas árvores mortas nestes locais (**Figura 2-15**). Devido a altitude de ocorrência destes pontos, em torno de 1.000 m de altitude, a Floresta Estacional Semidecidual (FESD) encontrada pode ser classificada como Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 2012). Os solos são rasos, com a presença de pedras e coberto por uma camada variável de serapilheira.

Por mais que tenham sofrido e ainda sofram com ações antrópicas (queimadas periódicas, expansão das áreas urbanas e rurais, atividade de mineração) esta fitofisionomia encontra-se em parte considerável da área em estudo, interligando-se

com outros fragmentos de áreas adjacentes, formando assim um grande e importante corredor ecológico.

Figura 2-15 - À esquerda, formação florestal localizada em "vale" em transição com vegetação savânica (na encosta). A direita cabeceira de formações florestais com destaque para os vários indivíduos mortos em pé em função da ocorrência de incêndios.

Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração – FESD-M

A FESD-M encontrada assemelha-se ao conceito dado pela resolução CONAMA 392/2007, por apresentar estratificação incipiente com formação de dois estratos: dossel e sub-bosque; predominância de espécies arbóreas formando um dossel definido entre 8 (oito) e 12 (doze) metros de altura, com redução gradativa da densidade de arbustos e arvoretas; trepadeiras, quando presentes, podem ser herbáceas ou lenhosas; serapilheira presente variando de espessura de acordo com as estações do ano e a localização; espécies lenhosas com distribuição diamétrica de moderada amplitude com DAP médio entre 10 (dez) centímetros e 15 (quinze) centímetros. A área amostrada difere apenas por não apresentar grande abundância de epífitas e presença moderada de cipós, fato este provavelmente causado pelas queimadas recorrentes (**Figura 2-16**).

Figura 2-16 - Aspecto geral de FESD-M observada na área em estudo. Em destaque acima, dossel e lianas lenhosas observadas em FESD-M. Abaixo, FESD-M observada em áreas de encosta e serapilheira observada no interior deste fragmento florestal.

Podem ser observadas algumas clareiras no interior dos fragmentos florestais, provavelmente em função das queimadas, e uma quantidade média de serapilheira, com concentrações maiores em alguns pontos. Também se nota a presença de indivíduos arbóreos mortos em pé e indivíduos com a copa quebrada ou danificada (**Figura 2-17**).

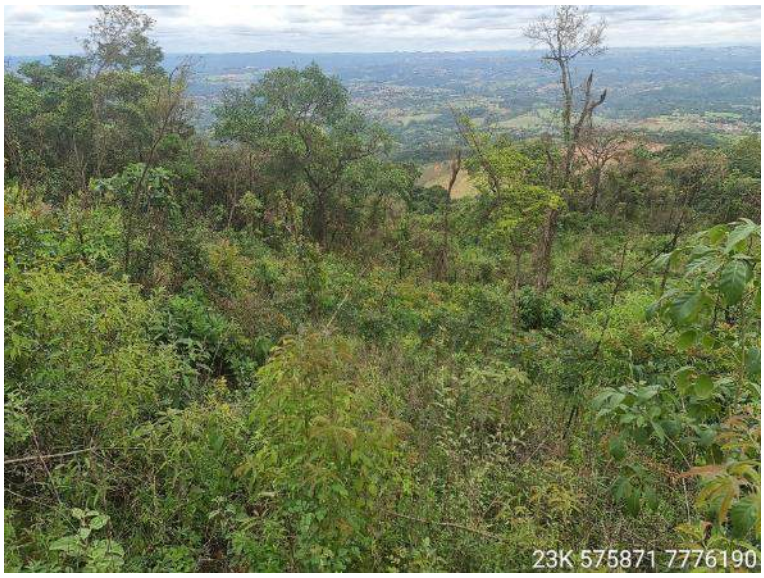


Figura 2-17 - Clareiras que ano após ano são “criadas” após queimadas recorrentes.

Na FESD-M observadas nas áreas em estudo é comum a presença de espécies de cerrado nas bordas e interior desta fisionomia, compondo o estrato arbóreo, *Hyptidendron canum*, *Dalbergia miscolobium* (Jacarandá do cerrado), *Plenckia populnea*, *Eremanthus incanus*, *Erementhus erythropappus* (Candeia), *Roupala montana*. Já no estrato herbáceo-arbustivo tem-se *Dasiphyllum brasiliensis*, *Erythroxylum suberosum*, *Smilax* sp., *Zeyheria montana*, *Vernonanthura polyanthes*,

dentre outras. A presença das espécies de cerrado no interior desta fisionomia vegetal demonstra a relação de transição ocorrente entre ambas as fisionomias (**Figura 2-18**).

Figura 2-18 - Presença de espécies arbóreas típicas do Cerrado no interior de fragmentos de FESD.

Dentre as espécies arbóreas, a mais comumente encontradas na Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração cita-se: *Acrocomia aculeate* (Macaúba), *Luehea grandiflora* (Açoita-cavalo), *Trichilia palida*, *Terminalia glabrescens* (capitão), *Lamanonia ternata*, *Styrax camporum*, *Copaifera langsdorffii* (Copaíba), *Tapirira guianensis*, *Myrcia amazonica*, *Myrcia tomentosa*, *Casearia sylvestris*, *Croton urucurana*, *Cupania vernalis*, *Machaerium nyctitans*, *Matayba elaegnoides*, *Myrcia splendens*, *Ouratea castaneifolia* e *Pleroma granulosum*, dentre outras.

No sub-bosque dominam espécies arbustivas das famílias Piperaceae (destaque para espécies do gênero *Piper* spp.) e Rubiaceae (*Psychotria* sp.) No estrato herbáceo, observam-se espécies das famílias Asteracaceae, Cyperaceae, Amaranthaceae e Poaceae, e também algumas espécies de pteridófitas, Orchidaceae e Bromeliaceae (**Figura 2-19**).

Figura 2-19 - Pteridófitas observadas nas áreas em estudo em subosque de FESD-M.

Dentre as espécies que se destacam por serem de interesse conservacionista podemos citar: *Cedrela fissilis* (Cedro), *Dalbergia nigra* (Jacarandá-da-bahia), *Handroanthus serratifolius* (ipê-amarelo), dentre outras. Estas também podem ser observadas em regeneração no sub-bosque dos fragmentos florestais assim como nas clareiras que surgem após as queimadas (**Figura 2-20**).

Figura 2-20 - À esquerda mude de *Cedrela fissilis* (Cedro) e à direita muda de *Handroanthus serratifolius* (Ipê-amarelo), ambas espécies são comumente observadas em regeneração tanto no sub-bosque de FESD-M quanto em clareiras pós-queimadas.

Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio e avançado de regeneração - FESD-M/A

A vegetação florestal considerada em estágio média a avançado de regeneração (FESD-M/A) consiste do grande fragmento florestal localizado na porção sul da AEL que ocupa a região que vai a margem do lago do Reservatório Rio Manso até a borda da área da Mineração Morro do Ipê (**Figura 2-21**).

Figura 2-21 - FESD em estágio médio a avançado de regeneração localizada ao sul da área de mineração em atividade. Alguns indivíduos arbóreos, neste ambiente, atingem até mesmo 40 metros de altura.

A FESD-M/A observada na área apesar de se encontrar antropizada, assim como as áreas de FESD-M, no entanto apresenta-se mais exuberante e forma um fragmento florestal de maior extensão, por isto foi considerada como FESD-M/A (**Figura 2-22**).

Em alguns locais o sub-bosque e a regeneração natural se encontram prejudicados pelas queimadas. Contudo observa-se trepadeiras geralmente lenhosas com maior frequência e serapilheira mais espessa, se comparadas com as áreas de FESD-M (**Figura 2-23** e **Figura 2-24**).

Figura 2-22 - À esquerda, aspecto geral do interior de fragmento e à direita dossel da floresta no interior de fragmento de FESD-M/A.

Figura 2-23 - Aspecto geral da regeneração em FESD-M/A e espécies herbáceas que se encontram em seu interior, em destaque à direita indivíduo de *Ruellia* sp.1.

Figura 2-24 - À esquerda, serapilheira em FESD-M/A e à direita, lianas lenhosas e herbáceas presentes.

Algumas das espécies arbóreas emergentes observadas: *Cupania vernalis* (Camboatá), *Machaerium brasiliensis*, *Croton urucurana* (Sangra-d'água), *Hyptidendron asperrimum*, dentre outras. No extrato herbáceo arbustivo tem-se: *Heliconia* sp., *Aechmea bromelifolia*, *Piper aduncum*, *Piper arboreum*, *Piper umbellatum*, *Olyra* sp., *Bambusa* sp., *Scleria* sp., *Cyathea* sp., *Neoblechnum brasiliense*, *Geonoma schottiana*, dentre outras.

Dentre as espécies arbóreas comumente observadas neste estágio sucessional, destaca-se: *Cariniana estrellensis* (Jequitibá), *Hymenaea courbaril* (Jatobá), *Cedrela fissilis* (Cedro), *Dydimopanax morototoni*, dentre outras (**Figura 2-25**).

Figura 2-25 - Um dos exemplares da espécie *Cariniana estrellensis* (Jequitibá), observada na área em estudo.

Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração – FESD-I

A FESD-I encontrada na área de intervenção para pesquisa mineral é caracterizada por fragmentos bastante alterados, com forte influência de queimadas recorrentes, é dominado por lianas herbáceas, muitas espécies de gramíneas das famílias Poaceae e Cyperaceae. O DAP médio encontrado nesta formação foi 9 cm e a altura média das árvores entre 6 e 8 m. O estrato herbáceo-arbustivo é bastante expressivo, principalmente onde não houve queimada mais recente, com grande intensidade de indivíduos arbustivos e arbóreos em regeneração. A serapilheira se faz presente como uma camada fina, apesar do domínio de gramíneas em praticamente toda área nesta tipologia (**Figura 2-26**).

Figura 2-26 - Aspecto geral de FESD-I observada na área em estudo. Destaque para predomínio de espécies de gramíneas da família Poaceae. Na época da seca estas gramíneas se tornam material combustível para os incêndios florestais que afetam a região em estudo.

A vegetação arbórea é representada pela presença das espécies: *Piptadenia gonoacantha* (Pau-jacaré), *Croton urucurana*, *Piptocarpha macropoda*, *Myrcia splendens* (Guamirim), *Schinus terenbenthifolius*, *Lithraea molleoides*, *Casearia arborea*, *Cupania vernalis*, *Pleroma granulosum*. Estas consideradas, em sua maioria, pioneiras.

Além destas foram encontradas também algumas espécies características das tipologias de cerrado, como: *Bowdichia virgilioides* (Sucupira-preta), *Dalbergia miscolobium* (Jacarandá-do-cerrado), *Handroanthus ochraceus* (Ipê-amarelo-do-cerrado), *Kielmeyera coriacea* (Pau-santo), *Qualea grandiflora* (Pau-terra) *Stryphnodendron adstringens* (Barbatimão), *Styrax ferrugineus* (Laranjinha-do-cerrado), em regeneração natural. A presença destas espécies indica a inter-relação entre tais fitofisionomias. Ainda sobre espécies observadas nos fragmentos estudados, destaca-se a presença com certa frequência da espécie *Cedrella fissilis* (Cedro), também em regeneração natural.

Tais características assemelham-se ao conceito dado pela resolução CONAMA 392/2007, por apresentar ausência de estratificação definida; não formação de dossel contínuo com a vegetação formando um único estrato (emaranhado); presença

marcante de cipós e trepadeiras herbáceas; e ausência ou baixa diversidade de plantas epífitas.

Cerrado Sentido Restrito

Nas áreas pleiteadas para a implantação do projeto, o Cerrado Sentido Restrito (Cerrado) ocorre de forma geral entre as áreas próximas a encostas onde se localizam os fragmentos florestais. Quanto das áreas de formações campestres (Cerrado Rupestre) que se localizam em geral nos locais mais elevados do terreno.

O Cerrado Sentido Restrito (Cerrado) apresenta grande variação na densidade, abundância e estrutura dos indivíduos arbóreos, apresentando-se na forma de um mosaico, ocorrendo desde o cerrado ralo até o cerrado denso. Essa diferença de densidade parece ser devida principalmente a intensidade e frequência das queimadas.

O Cerrado apresenta-se em área de declive moderada e em altitudes mais elevadas. O solo das áreas de Cerrado costuma apresentar ou ser recobertos por pequenos fragmentos de rocha, entretanto, se diferencia do Cerrado Rupestre, visto que não apresentam afloramentos proeminentes (**Figura 2-27**).

Figura 2-27 - Aspecto geral de Cerrado observado na área em estudo.

Em toda a área de estudo foram observados sinais de fogo recente e recorrente. Em consequência deste fato, foram observados em toda a área indivíduos arbóreos e arbustivos queimados, inclusive indivíduos com mais de 5 m de altura. As queimadas proporcionam a proliferação de espécies herbáceas e arbustivas colonizadoras, por vezes exóticas, gerando um adensamento deste estrato e a redução na porcentagem de espécies arbustivas/arbóreas

O Cerrado mais ralo é caracterizado, assim como a própria denominação explica, pelo maior espaçamento dos indivíduos, maior densidade de gramíneas recobrindo o solo,

por predomínio de gramíneas exóticas e nítida presença de indivíduos mortos em pé (**Figura 2-28**).

Figura 2-28 - Indivíduos mortos em pé e denso e nítido rebrotamento de espécies pós-queimada.

Na área em estudo observa-se um Cerrado que sofre menos queimadas e localiza-se a oeste da área minerária em atividade, apresentando maior adensamento de indivíduos arbóreos, estrato arbustivo por vezes denso e estrato herbáceo formado por espécies nativas e exóticas (**Figura 2-29**).

Figura 2-29 - Aspecto geral de área de Cerrado com menor frequência de queimadas.

O estrato herbáceo é ocupado por gramíneas nativas e exóticas, principalmente *Uruchloa* sp. (Braquiária), *Melinis minutiflora* (capim meloso) e outras pertencentes, principalmente, às famílias botânicas Cyperaceae e Poaceae (*Aristida* spp., *Agrostis* sp., *Axonopus* sp., *Eragrotis* sp.). Lianas herbáceas como: *Ditassa* sp., *Passiflora* sp.. *Banisteriopsis* sp., *Cissus* sp.. Foram encontradas, também, duas espécies pertencentes à família Bromeliaceae, *Dychia* sp. e *Tillandsia* sp. (**Figura 2-30**).

Figura 2-30 - Espécies da família Bromeliaceae pertencentes aos gêneros *Dyckia* (à esquerda) e *Tillandsia* (à direita).

O estrato arbustivo é composto por um conjunto de espécies arbustivas e arbóreas em regeneração. Dentre as espécies arbustivas podem ser citadas: *Leptolobium dasycarpum*, *Dasyphyllum brasiliense*, *Davilla elliptica*, *Duguetia furfuracea*, *Jacaranda caroba*, *Palicouria rigida*, *Periandra mediterranea*, *Salvertia convallariodora*, *Tibouchina multiflora* e outras espécies dos gêneros *Banisteriopsis, Byrsonima, Chamaecrista, Eremanthus, Erythroxylum, Psidium, Qualea, Smilax*. E espécies arbóreas em regeneração com: *Annona monticola, Byrsonima verbascifolia, Casearia sylvestris, Dalbergia miscolobium* (Jacarandá-do-cerrado), *Enterolobium gummiferum* (Tamboril-do-cerrado), *Hymenaea stigonocarpa* (Jatobá-do cerrado), *Matayba elaegnoides, Miconia albicans, Miconia ferruginata, Myrsine guianensis, Roupala montana, Syagrus* sp., *Zeyheria montana, Zanthoxylum rhoifolium* (**Figura 2-31**).

Figura 2-31 - Alguns dos exemplares de espécies observadas no estrato arbustivo: à esquerda *Byrsonima coccolobifolia* e à direita *Chresta sphaerocephala*.

No estrato arbóreo das áreas de cerrado sentido restrito as espécies mais significativas foram: *Eremanthus incanus, Eremanthus erythropappus* (Candeia), *Vochysia thryrsoidea* (Pau-de-tucano), *Handroanthus ochraceus* (Ipê-amarelo-do-cerrado), *Kielmeiera coriacea, Dalbergia miscolobium* (Jacarandá-do-cerrado), *Qualea grandiflora* (Pau-santo), *Hyptis cana*, *Stryphnodendron adstringens* (Barbatimão), dentre outras

Campo Rupestre

Esta formação possui distribuição em áreas restritas, associadas a vários tipos de substratos ricos em ferro. Por se encontrar em solo pedregoso com camada tênue de solo e de material orgânica, o estrato arbóreo é constituído por indivíduos menos desenvolvidos das espécies típicas do Cerrado Sentido Restrito.

Em Minas Gerais, este tipo de formação é encontrado apenas no Quadrilátero Ferrífero e em alguns pontos isolados da Cadeia do Espinhaço.

Esta formação não foi registrada no interior da ADA do projeto, porém está presenta na AEL, a sul da ADA.

O Cerrado Rupestre sobre material ferruginoso encontra-se nas partes mais elevadas da área de estudo, localizada a oeste da área minerária em atividade (**Figura 2-32**). Esta fisionomia também se apresenta alterada, principalmente devido às ações antrópicas como: incêndios sobre a vegetação e expansão da atividade minerária. São encontradas gramíneas exóticas, como *Melinis minutiflora* (Capim-meloso) e outras espécies ruderais.

Figura 2-32 - Aspecto Geral do Cerrado rupestre ferruginoso presente na ADA do projeto.

As espécies vegetais deste ambiente desenvolvem-se fixando suas raízes nas fendas das pedras onde ocorre acúmulo de matéria orgânico ou mesmo sobre as rochas, como é o caso das espécies rupícolas. Dentre as espécies herbáceas e arbustivas, destacam-se a presença de gramíneas pertencentes, principalmente, às famílias Bromeliaceae (*Dychia* sp.), Velloziaceae (*Vellozia compacta*), Bignoniaceae (*Jacaranda caroba*), Melastomataceae (*Pleroma heteromallum*), Cyperaceae (*Bulbostylis fimbriata*) e Poaceae (*Aristida* sp. *Eragrostis* sp., dentre outras) (**Figura 2-33**).

Destacam-se também no estrato herbáceo *Lippia florida, Lantana lundiana, Erygium juncifolium, Borreria* sp.*, Microlicia* sp.*, Diplusodon microphyllus, Rhabdocaulon denudatum, Neomarica caerulea, Calolisianthus speciosus, Chamaecrista* sp.

Figura 2-33 - Exemplar da família Bromeliaceae observada na área em estudo do género – *Dychia* sp..

Foram encontradas espécies arbóreas-arbustivas semelhantes às encontradas nas fisionomias savânicas do Cerrado Sentido Restrito: *Chresta sphaerocephala, Kielmeiera coriacea, Dalbergia miscolobium* (Jacaranda-do-cerrado), *Plenckia populnea, Aegiphilla sellowiana*, *Byrsonima verbacifolia* (Murici), *Eremanthus erythropappus* (Candeia), Eremanthus incanus (**Figura 2-34**).

Figura 2-34 - À esquerda, *Chresta sphaerocephala*, já à direita, *Butia* sp.1.

<u>Área Urbana</u>

Consistem das áreas urbanas das cidades de Igarapé e São Joaquim de Bicas (**Figura 2-35**).

Figura 2-35 - Ao fundo área urbana da cidade de Igarapé.

<u>Instalação Rural</u>

É formada pelas construções associadas a sítios e pequenas fazendas como casas, galpões, currais, entre outros (**Figura 2-36**).

Figura 2-36 - Exemplos de instalações rurais.

Agricultura

Áreas utilizadas para o cultivo de pequenas culturas de subsistência, associadas à sítios e pequenas fazendas localizadas em áreas rurais (**Figura 2-37**).

Figura 2-37 - Exemplos de áreas de pequenos cultivos adjacentes à áreas de sítios e pequenas fazendas.

Pastagem

As pastagens apresentam estrutura e funcionamento do seu ecossistema alterado, refletindo nas interações ecológicas e diversidade regional, visto que a sua implantação inclui a remoção total da vegetação, aragem do solo e introdução de gramíneas forrageiras.

Na área estudada há existência de pastagens em uso, assim como pastagens abandonadas / pasto sujo principalmente ao norte da área minerária em atividade (**Figura 2-38**).

Figura 2-38 - Exemplos de áreas de pastagem.

As pastagens apresentam-se principalmente na forma de pasto limpo com árvores isoladas, caracterizado pelo domínio de gramíneas exóticas, principalmente, *Uruchloa* sp. (Braquiária) e a presença de indivíduos arbóreos isolados nativos sobre a pastagem. Tais indivíduos foram possivelmente poupados do corte durante o desmate, por aspectos legais ou de manejo pastoril.

As espécies arbóreas encontradas na forma de indivíduos isolados foram: *Aspidosperma tomentosum* (Peroba-do-cerrado), *Handroanthus serratifolius* (Ipê-amarelo), *Hyptidendron canum* (Hortelã-do-canpo), *Machaerium brasilense* (Pau-sangue), *Machaerium nyctitans* (Jacarandá-bico-de-pato), *Platymenia reticulata* (Vinhático), *Pseudobombax tomentosum* (Embiruçu) e *Acrocomia aculeata* (Macaúba), dentre outras.

A maioria das espécies arbóreas encontradas nos pastos foram também encontradas na amostragem ou em regeneração nas formações florestais e campestres localizados na região de estudo, evidenciando uma correlação entre a vegetação anteriormente existente nas áreas de pastagem e a vegetação que se encontra em regeneração nas fisionomias naturais.

Mineração

Este ambiente antropizado consiste nas estruturas usadas pelo complexo minerário que vai desde a própria cava de mineração, bacia de rejeito, estruturas industriais para processar o minério, espaços antropizados para construção destas estruturas em geral, vias de acesso, dentre outros (**Figura 2-39**).

Figura 2-39 - Estruturas associadas a atividade de mineração.

Áreas Antropizadas

Foi denominada como área antropizada os trechos de faixa de servidão de Linha de Transmissão de energia (LT) nos quais houve a supressão de vegetação nativa para a sua instalação. Após a supressão para a instalação da LT, estas áreas são periodicamente roçadas como medida de manutenção da LT, o que limita o desenvolvimento de vegetação nestas áreas (**Figura 2-40**).

Figura 2-40 - Exemplos de locais antropizados em função da instalação de Linha de Transmissão.

2.5.3.1.4 *CLASSIFICAÇÃO DO ESTÁGIO SUCESSIONAL DA VEGETAÇÃO*

A classificação do estágio sucessional foi avaliada para as tipologias de vegetação nativa presentes na ADA do projeto com base nas observações qualitativas realizadas durante os caminhamentos em campo e, principalmente, com base nas informações obtidas com o processamento dos dados das parcelas amostrais de cada fitofisionomia estudada.

a. Avaliação do Estágio Sucessional da Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Médio de Regeneração

Com base nos dados primários coletados na amostragem fitossociológica das áreas de floresta estacional semidecidual classificadas como estágio médio de regeneração presentes na ADA do projeto foi realizada a avaliação do estágio sucessional desta tipologia.

Nestas áreas a floresta é representada em sua maioria (59%) por indivíduos de pequeno porte, pertencentes à classe de diâmetro entre 5-10 cm, sendo a média de DAP equivalente a 12,5 cm. Além disso, a altura média dos indivíduos arbóreos é de 9,2 metros.

Em relação aos parâmetros de diâmetro e altura médios da população é importante levar em conta que as áreas florestais avaliadas se encontram em elevadas altitudes, acima de 800 metros de altitude, e em locais próximos a áreas de afloramentos rochosos, ou seja, locais com tendência a apresentarem solos mais rasos. Estes fatores podem influenciar o desenvolvimento das árvores, o que pode influenciar para baixo os valores médios de diâmetro e altura, mesmo em áreas em estágios mais avançados de regeneração.

Estas áreas apresentam elevada diversidade de espécies (H’ = 3,98), sem a ocorrência de dominância entre elas. As espécies pioneiras apresentam alta representatividade na comunidade arbórea, correspondendo a 62 % dos indivíduos amostrados e 54 % das espécies registradas, seguidas pelas espécies secundárias iniciais as que apresentaram riqueza e abundância moderadas.

As epífitas são presentes, porém, com baixa diversidade.

Considerando a análise a partir dos parâmetros quali-quantitativos propostos pela Resolução CONAMA 392/2007, classifica-se tais fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual Montana presente na ADA do projeto como em estágio médio de regeneração (**Tabela 2-8**).

Tabela 2-8 - Comparativo dos parâmetros da Resolução CONAMA 329/2007 para a classificação do estágio sucessional médio da Floresta Estacional Semidecidual.

PARÂMETRO	ESTÁGIO MÉDIO (CONAMA 392/2007)	CARACTERISTICAS DA ÁREA DE ESTUDO
Estratificação	Incipiente - Formação de dois estratos, dossel e sub-bosque	Formação de dois estratos, dossel e sub-bosque
Altura	Dossel entre 5 e 12 metros de altura	Média de altura 9,0 metros
Distribuição Diamétrica	Espécies lenhosas com distribuição diamétrica com moderada amplitude – DAP médio de entre 10 e 20 cm	DAP médio 11,5 cm
Diversidade	Moderada	Alta (H'=4,25)
Abundância de espécies pioneiras	Moderada	Moderada. Espécies pioneiras representam apenas 55% dos indivíduos e 54% das espécies
Presença de epífitas	Maior riqueza e abundância de epífitas em relação ao estágio inicial	Epífitas presentes, com baixa diversidade
Serrapilheira	Presente, variando com a estação do ano e localização	Abundante e de espessura considerável
Trepadeiras	Presença marcante de cipós - trepadeiras herbáceas e lenhosas	Presentes restrita de cipós herbáceos e lenhosos

b. Avaliação do Estágio Sucessional do Cerrado Sentido Restrito em Estágio Médio de Regeneração

Para a classificação da fisionomia e estágio de regeneração da área de Cerrado foram considerados os parâmetros propostos por Scolforo et al., 2008, os quais consideram os parâmetros quantitativos do número de indivíduos, área basal (m2/ha), diâmetro médio quadrático e a razão entre o número de indivíduos com DAP entre 5 e 10 cm e o número total de indivíduos ocorrentes na área.

Segundo os dados obtidos neste inventário florestal nas áreas de cerrado presentes na ADA, estima-se um total de 1.008,77 indivíduos por hectare para esta fisionomia, uma área basal de 10,36 m2/ha, diâmetro médio quadrático (Dg) igual a 9,3 cm e uma razão

entre os indivíduos da classe 5-10 cm de diâmetro em relação ao número total de indivíduos da área (R) equivalente a 73,6.

Segundo Scolforo et al., 2008, os parâmetros de número de troncos por hectare e área basal por hectare são consistentes para distinguir as formações de Cerrado entre as fisionomias Campo Cerrado, Cerrado Sensu Stricto, Cerrado Denso e Cerradão. Desta forma, a partir dos dados apresentados neste inventário florestal, pode-se inferir que as áreas de cerrado analisadas se incluem na fisionomia Cerrado Sensu Stricto (Sentido Restrito), uma vez que ambos os parâmetros indicaram valores pertencentes a esta classe.

O parâmetro diâmetro médio quadrático (Dg) não é suficientemente claro para distinguir as fisionomias do Cerrado, entretanto, é um indicativo, não definitivo, para a diferenciação dos estágios sucessionais dentro das fisionomias desta formação. Desta forma, as áreas de Cerrado amostradas na área de intervenção do projeto podem ser consideradas, de acordo com este parâmetro, na categoria Cerrado Sensu Stricto regeneração avançada.

O valor de R registrado (R = 73,6) para a população confirma também se tratar de formação de Cerrado Sensu Stricto regeneração avançada. Desta forma, considerando os parâmetros observados para a área de estudo, classifica-se as áreas de Cerrado como Cerrado Sensu Stricto com regeneração avançada.

Apesar de os parâmetros quantitativos avaliados indicarem o estágio de regeneração como avançado, outras características observadas em campo indicam certo grau de antropização da área, como a fragmentação das áreas de Cerrado, a presença de áreas adjacentes fortemente antropizadas, como áreas de pastagem e de atividade de mineração, além da alta intensidade de registros de incêndios sobre a vegetação.

Conclui-se, portanto, a partir dos dados quali-quantitativos obtidos neste inventário florestal para a área de Cerrado presentes na ADA do projeto que a mesma se enquadra, de acordo com as características observadas em campo descritas anteriormente, como Cerrado Sentido restrito em estágio médio de regeneração (**Tabela 2-9**).

Tabela 2-9 - Critérios quantitativos para separação das fisionomias e variações do Bioma Cerrado.

FITOFISIONOMIA	Ni/ha	G(m²)/ha	Dg(cm)	R (%)
Campo Cerrado	166 - 515	2,2 - 4,4	10,4 – 12,9	<70
Cerrado *Sensu Stricto* – regeneração média	767 - 1827	4,4 – 10,8	8,0 – 8,9	>80

FITOFISIONOMIA	Ni/ha	G(m²)/ha	Dg(cm)	R (%)
Cerrado *Sensu Stricto* – regeneração avançada	707 - 1532	4,6 – 10,9	9,0 – 10,5	>70 e <80
Cerrado *Sensu Stricto* – fortemente antropizado	407 - 623	4,9 – 7,9	11,4 – 12,7	<60
Cerrado *Sensu Stricto* – moderadamente/ não antropizado	670 - 1322	5,4 – 11,5	10,2 – 13,1	<60
Cerrado Desnso Regeneração Avançada	1645 - 2316	11,5 – 17,2	9,3 – 10,0	>70
Cerrado Denso	1449 - 1783	13,8 – 17,8	10,2 – 11,6	<70
Cerradão – regeneração avançada	1665 - 1680	16,1 – 16,9	11,1 – 11,4	>65 e <75
Cerradão	1180 - 2034	15,3 – 21,7	11,7 – 13,2	<65

Observação: Valores marcados em vermelho correspondem às categorias nas quais se enquadram os resultados obtidos neste inventário florestal**. Legenda**: Ni = número de indivíduos por hectare; (G) = área basal por hectare (m²/ha), Dg = diâmetro médio quadrático e R = razão entre o número de plantas na classe de 5-10 cm de diâmetro em relação ao número total de plantas da área de estudo.

2.5.3.2 ASPECTOS FLORÍSTICOS, ECOLÓGICOS E STATUS DE CONSERVAÇÃO DAS ESPÉCIES

2.5.3.2.1 *RIQUEZA DE ESPÉCIES – LEVANTAMENTO DE DADOS SECUNDÁRIOS*

O levantamento de dados secundários indicou a ocorrência de 999 espécies vegetais na Área de Estudo Local (AEL) do empreendimento, distribuídas em 114 famílias, incluindo Pteridophytas e Angiospermas (**Tabela 2-10**).

A família que apresentou a maior riqueza de espécies foi Asteraceae (117 espécies) que, sozinha, representa 11,7% de toda a diversidade inventariada. Outras famílias que apresentaram grande riqueza de espécies foram Fabaceae (85), Melastomataceae (65), Rubiaceae (45), Apocynaceae (40), Myrtaceae (37), Malpighiaceae (29) e Orchidaceae (29).

Do total de famílias levantadas, 101 (73,2%) possuem 20 ou menos espécies representantes, sendo que destas, 27 (19,6%) famílias foram representadas por apenas uma espécie cada (**Figura 2-41** e **Figura 2-42**).

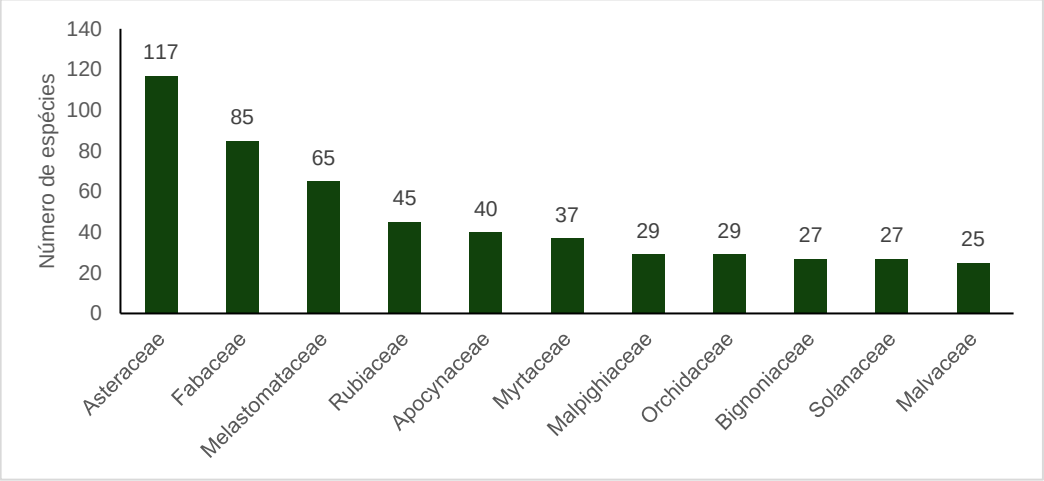


Figura 2-41 - Riqueza de espécies por família, com base nos dados secundários compilados para a AER.

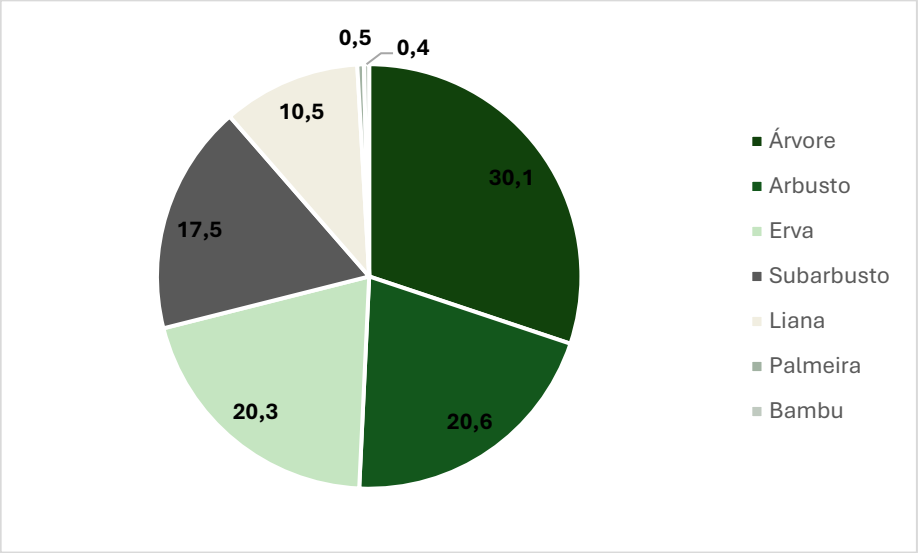


Figura 2-42 - Formas de vida das espécies listadas para a AEL (Porcentagem).

Tabela 2-10 - Espécies da flora de potencial ocorrência registradas com base nos dados secundários.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Acanthaceae	*Aphelandra longiflora (Lindl.) Profice*	Canela-de-jacomi	Arbusto	X	
Acanthaceae	*Justicia carnea Lindl.*		Arbusto		X
Acanthaceae	*Justicia riparia Kameyama*		Arbusto	X	X
Acanthaceae	*Justicia scheidweileri V.A.W.Graham*		Subarbusto		X
Acanthaceae	*Ruellia bulbifera Lindau*		Subarbusto		X
Acanthaceae	*Ruellia densa (Nees) Hiern*		Subarbusto	X	X
Acanthaceae	*Ruellia geminiflora Kunth*		Subarbusto		X
Acanthaceae	*Ruellia macrantha (Mart. ex Nees) Hiern*		Arbusto	X	
Acanthaceae	*Staurogyne minarum (Nees) Kuntze*		Arbusto		X
Alstroemeriaceae	*Alstroemeria foliosa Mart. ex Schult. & Schult.f.*		Erva		X
Alstroemeriaceae	*Alstroemeria ochracea M.C.Assis*		Erva		X
Alstroemeriaceae	*Alstroemeria plantaginea Mart. ex Schult. & Schult.f.*		Erva		X
Alstroemeriaceae	*Bomarea edulis (Tussac) Herb.*	Bico-de-nambu	Liana	X	
Amaranthaceae	*Alternanthera brasiliana (L.) Kuntze*		Subarbusto	X	X
Amaranthaceae	*Alternanthera brasiliana (L.) Kuntze var. brasiliana*		Subarbusto		X
Amaranthaceae	*Alternanthera rufa (Mart.) D.Dietr.*		Subarbusto	X	
Amaranthaceae	*Gomphrena agrestis Mart.*		Subarbusto		X
Amaranthaceae	*Gomphrena arborescens L.f.*	Paratudo	Subarbusto	X	X
Amaranthaceae	*Gomphrena lanigera Pohl ex Moq.*		Subarbusto		X
Amaranthaceae	*Gomphrena scapigera Mart.*		Subarbusto	X	X
Amaranthaceae	*Pfaffia gnaphaloides (L.f.) Mart.*	Corango-de-seda	Subarbusto		X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Amaranthaceae	*Pfaffia jubata Mart.*	Marcela-do-campo	Subarbusto		X
Amaryllidaceae	*Hippeastrum morelianum Lem.*		Erva		X
Amaryllidaceae	*Zephyranthes irwiniana (Ravenna) Nic.García*		Erva		X
Anacardiaceae	*Anacardium humile A.St.-Hil.*	Caju-do-cerrado	Árvore	X	
Anacardiaceae	*Anacardium nanum A.St.-Hil.*	Cajuzinho	Subarbusto		X
Anacardiaceae	*Astronium graveolens Jacq.*	Aderne	Árvore	X	
Anacardiaceae	*Lithraea molleoides (Vell.) Engl.*	Aroeirinha	Árvore	X	X
Anacardiaceae	*Schinus terebinthifolia Raddi*	Aroeira-da-praia	Árvore		X
Anacardiaceae	*Tapirira guianensis Aubl.*	Pau-pombo	Árvore	X	
Anacardiaceae	*Tapirira obtusa (Benth.) J.D.Mitch.*	Peito-de-pomba	Árvore	X	X
Anemiaceae	*Anemia phyllitidis (L.) Sw.*	Pluma-de-cacho	Erva	X	
Annonaceae	*Annona coriacea Mart.*	Araticum	Árvore	X	
Annonaceae	*Annona dioica A.St.-Hil.*	Marolo	Arbusto	X	
Annonaceae	*Annona dolabripetala Raddi*	Pinha-do-mato	Árvore	X	
Annonaceae	*Annona monticola Mart.*		Subarbusto	X	
Annonaceae	*Annona sylvatica A.St.-Hil.*	Pinha	Árvore	X	X
Annonaceae	*Annona tomentosa R.E.Fr.*	Araticunzinho	Arbusto	X	
Annonaceae	*Annona warmingiana Mello-Silva & Pirani*		Subarbusto	X	X
Annonaceae	*Duguetia furfuracea (A.St.-Hil.) Saff.*	Alathê	Árvore	X	
Annonaceae	*Duguetia lanceolata A.St.-Hil.*	Capreuva-vermelho	Árvore	X	
Annonaceae	*Guatteria sellowiana Schltdl.*		Árvore	X	X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Annonaceae	*Xylopia aromatica (Lam.) Mart.*	Bananinha	Árvore	X	
Annonaceae	*Xylopia sericea A.St.-Hil.*	Pindaíba-preta	Árvore	X	
Apiaceae	*Eryngium eurycephalum Malme*		Erva		X
Apiaceae	*Eryngium juncifolium (Urb.) Mathias & Constance*		Erva		X
Apocynaceae	*Asclepias curassavica L.*	Cega-olho	Erva		X
Apocynaceae	*Asclepias mellodora A.St.-Hil.*		Erva		X
Apocynaceae	*Aspidosperma australe Müll.Arg.*		Árvore	X	
Apocynaceae	*Aspidosperma cylindrocarpon Müll.Arg.*		Árvore	X	
Apocynaceae	*Aspidosperma olivaceum Müll.Arg.*		Arbusto	X	
Apocynaceae	*Aspidosperma polyneuron Müll.Arg.*	Peroba-rosa	Árvore	X	
Apocynaceae	*Aspidosperma tomentosum Mart. & Zucc.*	Pereiro-do-campo	Árvore	X	
Apocynaceae	*Barjonia erecta (Vell.) K.Schum.*		Subarbusto	X	
Apocynaceae	*Blepharodon ampliflorum E.Fourn.*		Liana		X
Apocynaceae	*Blepharodon pictum (Vahl) W.D.Stevens*		Liana	X	
Apocynaceae	*Cynanchum roulinioides (E.Fourn.) Rapini*		Liana	X	
Apocynaceae	*Ditassa linearis Mart.*		Subarbusto		X
Apocynaceae	*Ditassa mucronata Mart.*		Liana	X	X
Apocynaceae	*Ditassa retusa Mart.*		Liana	X	
Apocynaceae	*Fischeria stellata (Vell.) E.Fourn.*		Liana		X
Apocynaceae	*Forsteronia velloziana (A.DC.) Woodson*		Liana	X	X
Apocynaceae	*Himatanthus obovatus (Müll. Arg.) Woodson*	Pau-de-leite	Árvore		X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Apocynaceae	*Mandevilla emarginata (Vell.) C.Ezcurra*		Subarbusto		X
Apocynaceae	*Mandevilla illustris (Vell.) Woodson*	Jalapa	Subarbusto	X	X
Apocynaceae	*Mandevilla longiflora (Desf.) Pichon*	Flor-de-babado	Subarbusto		X
Apocynaceae	*Mandevilla martiana (Stadelm.) Woodson*		Liana		X
Apocynaceae	*Mandevilla moricandiana (A.DC.) Woodson*		Liana	X	X
Apocynaceae	*Mandevilla novocapitalis Markgr.*		Subarbusto		X
Apocynaceae	*Mandevilla pohliana (Stadelm.) A.H.Gentry*	Jalapa-do-campo	Subarbusto		X
Apocynaceae	*Mandevilla pycnantha (Steud. ex A.DC.) Woodson*		Arbusto	X	
Apocynaceae	*Mandevilla tenuifolia (J.C.Mikan) Woodson*		Subarbusto	X	X
Apocynaceae	*Mandevilla velame (A.St.-Hil.) Pichon*	Velame-branco	Subarbusto	X	X
Apocynaceae	*Matelea pedalis (E.Fourn.) Fontella & E.A.Schwarz*		Liana		X
Apocynaceae	*Minaria acerosa (Mart.) T.U.P.Konno & Rapini*		Arbusto	X	
Apocynaceae	*Morilloa carassensis (Malme) Fontella, Goes & S.A.Cáceres*		Liana		X
Apocynaceae	*Odontadenia gracilipes (Stadelm.) Woodson*		Liana	X	
Apocynaceae	*Oxypetalum appendiculatum Mart.*		Liana	X	X
Apocynaceae	*Oxypetalum erectum Mart.*		Subarbusto	X	X
Apocynaceae	*Oxypetalum minarum E.Fourn.*		Liana		X
Apocynaceae	*Oxypetalum strictum Mart.*		Subarbusto		X
Apocynaceae	*Prestonia coalita (Vell.) Woodson*		Liana	X	
Apocynaceae	*Prestonia tomentosa R.Br.*		Liana	X	

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Apocynaceae	*Rhodocalyx rotundifolius Müll.Arg.*		Subarbusto	X	
Apocynaceae	*Secondatia floribunda A.DC.*	Catuaba	Liana		X
Apocynaceae	*Temnadenia violacea (Vell.) Miers*		Liana	X	
Apodanthaceae	*Pilostyles blanchetii (Gardner) R.Br.*		Erva	X	
Aquifoliaceae	*Ilex affinis Gardner*		Árvore	X	
Aquifoliaceae	*Ilex cerasifolia Reissek*		Árvore	X	
Aquifoliaceae	*Ilex dumosa Reissek*	Caúna	Árvore		X
Aquifoliaceae	*Ilex subcordata Reissek*		Arbusto	X	
Araceae	*Anthurium minarum Sakur. & Mayo*		Erva	X	
Araceae	*Asterostigma cryptostylum Bogner*	Jararaca	Erva	X	
Araceae	*Monstera adansonii Schott*	Costela-de-adão	Liana	X	
Araceae	*Thaumatophyllum bipinnatifidum (Schott ex Endl.) Sakur., Calazans & Mayo*	Guembe	Erva	X	
Araliaceae	*Aralia warmingiana (Marchal) J.Wen*		Árvore	X	
Araliaceae	*Dendropanax cuneatus (DC.) Decne. & Planch.*		Árvore	X	X
Araliaceae	*Didymopanax macrocarpus (Cham. & Schltdl.) Seem.*		Árvore	X	
Arecaceae	*Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart.*	Macaúba	Palmeira	X	
Arecaceae	*Aiphanes horrida (Jacq.) Burret*		Palmeira		X
Arecaceae	*Butia archeri (Glassman) Glassman*		Palmeira	X	
Arecaceae	*Syagrus flexuosa (Mart.) Becc.*	Acumã	Palmeira	X	
Arecaceae	*Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman*	Jerivá	Palmeira	X	

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Aristolochiaceae	*Aristolochia arcuata Mast.*	Jarrinha-do-campo	Liana		X
Aristolochiaceae	*Aristolochia melastoma Silva Manso ex Duch.*	Jarrinha-da-beira-da-estrada	Liana		X
Aristolochiaceae	*Aristolochia smilacina (Klotzsch) Duch.*	jarrinha-da-serra	Subarbusto	X	X
Asparagaceae	*Herreria glaziovii Lecomte*	Cipó-salsa	Liana	X	
Asteraceae	*Acanthospermum australe (Loefl.) Kuntze*	Carrapicho	Erva	X	X
Asteraceae	*Achyrocline satureioides (Lam.) DC.*		Erva	X	X
Asteraceae	*Acritopappus longifolius (Gardner) R.M.King & H.Rob.*		Arbusto	X	X
Asteraceae	*Ageratum conyzoides L.*	Mentrasto	Subarbusto		X
Asteraceae	*Ageratum fastigiatum (Gardner) R.M.King & H.Rob.*		Arbusto		X
Asteraceae	*Aldama kunthiana (Gardner) E.E.Schill. & Panero*		Erva		X
Asteraceae	*Aldama robusta (Gardner) E.E.Schill. & Panero*		Subarbusto		X
Asteraceae	*Aldama tenuifolia (Gardner) E.E.Schill. & Panero*		Subarbusto	X	X
Asteraceae	*Ambrosia artemisiifolia L.*		Erva	X	
Asteraceae	*Aspilia foliacea (Spreng.) Baker*		Erva	X	X
Asteraceae	*Aspilia jolyana G.M.Barroso*		Arbusto		X
Asteraceae	*Aspilia subpetiolata Baker*		Arbusto	X	X
Asteraceae	*Ayapana amygdalina (Lam.) R.M.King & H.Rob.*		Subarbusto		X
Asteraceae	*Baccharis aphylla (Vell.) DC.*		Subarbusto	X	X
Asteraceae	*Baccharis crispa Spreng.*	Carqueja	Subarbusto	X	
Asteraceae	*Baccharis dracunculifolia DC.*		Arbusto	X	X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Asteraceae	*Baccharis helichrysoides DC.*		Arbusto		X
Asteraceae	*Baccharis montana DC.*	Alecrim	Árvore		X
Asteraceae	*Baccharis platypoda DC.*	Alecrim-das-pedras	Arbusto	X	
Asteraceae	*Baccharis reticularia DC.*	Alecrim	Arbusto	X	X
Asteraceae	*Baccharis serrulata (Lam.) Pers.*	Aarnica	Subarbusto		X
Asteraceae	*Baccharis subdentata DC.*		Subarbusto		X
Asteraceae	*Baccharis trinervis Pers.*	Cambará-rebentão	Subarbusto		X
Asteraceae	*Barrosoa organensis (Gardner) R.M.King & H.Rob.*		Arbusto		X
Asteraceae	*Bidens graveolens Mart.*	Picão	Subarbusto		X
Asteraceae	*Bidens pilosa L.*	Ffura-capa	Erva	X	X
Asteraceae	*Bidens squarrosa Kunth*	Picão	Liana		X
Asteraceae	*Calea clausseniana Baker*		Erva		X
Asteraceae	*Calea graminifolia Sch.Bip. ex Krasch.*		Erva		X
Asteraceae	*Calea rotundifolia (Less.) Baker*		Arbusto		X
Asteraceae	*Calea uniflora Less.*		Erva	X	X
Asteraceae	*Campuloclinium megacephalum (Mart. ex Baker) R.M.King & H.Rob.*		Subarbusto	X	X
Asteraceae	*Chaptalia integerrima (Vell.) Burkart*	Lingua-de-vaca	Erva	X	X
Asteraceae	*Chresta sphaerocephala DC.*		Arbusto	X	X
Asteraceae	*Chromolaena epaleacea Gardner*		Subarbusto		X
Asteraceae	*Chromolaena laevigata (Lam.) R.M.King & H.Rob.*	Cambará	Arbusto	X	

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Asteraceae	*Chromolaena multiflosculosa (DC.) R.M.King & H.Rob.*		Arbusto	X	X
Asteraceae	*Chromolaena stachyophylla (Spreng.) R.M.King & H.Rob.*		Subarbusto		X
Asteraceae	*Chrysolaena desertorum (Mart. ex DC.) Dematt.*		Erva		X
Asteraceae	*Chrysolaena obovata (Less.) Dematt.*		Subarbusto	X	X
Asteraceae	*Chrysolaena platensis (Spreng.) H.Rob.*		Subarbusto		X
Asteraceae	*Chrysolaena simplex (Less.) Dematt.*		Erva		X
Asteraceae	*Cosmos bipinnatus Cav.*	Beijo-de-moça	Subarbusto		X
Asteraceae	*Cosmos caudatus Kunth*	Amor-de-moça	Erva		X
Asteraceae	*Dasyphyllum sprengelianum (Gardner) Cabrera*		Arbusto	X	X
Asteraceae	*Disynaphia spathulata (Hook. & Arn.) R.M.King & H.Rob.*		Subarbusto	X	X
Asteraceae	*Echinocoryne holosericea (Mart. ex DC.) H.Rob.*		Subarbusto	X	X
Asteraceae	*Elephantopus elongatus Gardner*		Subarbusto	X	
Asteraceae	*Elephantopus micropappus Less.*		Erva		X
Asteraceae	*Elephantopus mollis Kunth*		Erva	X	
Asteraceae	*Emilia fosbergii Nicolson*	Pincel-de-estudante	Erva		X
Asteraceae	*Eremanthus crotonoides (DC.) Sch.Bip.*		Árvore	X	
Asteraceae	*Eremanthus erythropappus (DC.) MacLeish*	Candeia	Árvore	X	
Asteraceae	*Eremanthus glomerulatus Less.*		Árvore	X	X
Asteraceae	*Eremanthus incanus (Less.) Less.*	Candeia	Árvore	X	
Asteraceae	*Galinsoga quadriradiata Ruiz & Pav.*	Picão-branco	Erva		X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Asteraceae	*Grazielia dimorpholepis (Baker) R.M.King & H.Rob.*		Subarbusto	X	X
Asteraceae	*Grazielia intermedia (DC.) R.M.King & H.Rob.*		Arbusto	X	
Asteraceae	*Heterocondylus pumilus (Gardner) R.M.King & H.Rob.*		Subarbusto	X	
Asteraceae	*Hoehnephytum trixoides (Gardner) Cabrera*		Arbusto	X	
Asteraceae	*Hololepis pedunculata (DC. ex Pers.) DC.*		Árvore	X	
Asteraceae	*Ichthyothere integrifolia (DC.) Baker*		Erva		X
Asteraceae	*Inulopsis scaposa (DC.) O.Hoffm.*		Erva	X	X
Asteraceae	*Jungia floribunda Less.*	Erva-de-sapo	Arbusto	X	
Asteraceae	*Lepidaploa rufogrisea (A.St.-Hil.) H.Rob.*		Arbusto	X	
Asteraceae	*Lessingianthus buddleiifolius (Mart. ex DC.) H.Rob.*		Arbusto	X	
Asteraceae	*Lessingianthus cephalotes (DC.) H.Rob.*		Subarbusto		X
Asteraceae	*Lessingianthus linearis (Spreng.) H.Rob.*		Subarbusto		X
Asteraceae	*Lessingianthus pycnostachyus (DC.) H.Rob.*		Arbusto	X	
Asteraceae	*Lessingianthus tomentellus (Mart. ex DC.) H.Rob.*		Subarbusto		X
Asteraceae	*Lucilia lycopodioides (Less.) S.E.Freire*		Erva	X	X
Asteraceae	*Lychnophora ericoides Mart.*		Árvore		X
Asteraceae	*Lychnophora pinaster Mart.*		Árvore		X
Asteraceae	*Melampodium perfoliatum (Cav.) Kunth*	Botão-de-cachorro	Erva		X
Asteraceae	*Mikania campanulata Gardner*		Liana	X	
Asteraceae	*Mikania capricorni B.L.Rob.*		Liana	X	
Asteraceae	*Mikania cordifolia (L.f.) Willd.*		Liana		X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Asteraceae	*Mikania glauca Mart. ex Baker*		Subarbusto		X
Asteraceae	*Mikania hirsutissima DC.*	Cipó-cabeludo	Liana	X	
Asteraceae	*Mikania nummularia DC.*		Subarbusto		X
Asteraceae	*Mikania obtusata DC.*		Arbusto		X
Asteraceae	*Mikania purpurascens (Baker) R.M.King & H.Rob.*		Subarbusto		X
Asteraceae	*Mikania sessilifolia DC.*		Subarbusto		X
Asteraceae	*Moquiniastrum floribundum (Cabrera) G. Sancho*		Arbusto		X
Asteraceae	*Moquiniastrum paniculatum (Less.) G. Sancho*		Arbusto	X	
Asteraceae	*Moquiniastrum polymorphum (Less.) G. Sancho*	Cambará	Árvore	X	X
Asteraceae	*Piptocarpha axillaris (Less.) Baker*	Canela-podre	Árvore	X	
Asteraceae	*Porophyllum ruderale (Jacq.) Cass.*		Erva	X	
Asteraceae	*Praxelis clematidea (Griseb.) R.M.King & H.Rob.*		Erva		X
Asteraceae	*Praxelis decumbens (Gardner) A. Teles & R. Esteves*		Erva		X
Asteraceae	*Pseudobrickellia angustissima (Spreng. ex Baker) R.M.King & H.Rob.*		Arbusto	X	
Asteraceae	*Pseudobrickellia brasiliensis (Spreng.) R.M.King & H.Rob.*		Arbusto	X	
Asteraceae	*Pseudogynoxys chenopodioides (Kunth) Cabrera*		Liana	X	
Asteraceae	*Richterago polymorpha (Less.) Roque*		Erva		X
Asteraceae	*Senecio adamantinus Bong.*		Subarbusto		X
Asteraceae	*Senecio pohlii Sch.Bip. ex Baker*		Erva		X
Asteraceae	*Stenocephalum tragiaefolium (DC.) Sch.Bip.*		Subarbusto		X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Asteraceae	*Stevia claussenii Sch.Bip. ex Baker*		Subarbusto		X
Asteraceae	*Stevia myriadenia Sch.Bip. ex Baker*		Erva		X
Asteraceae	*Stevia urticaefolia Thunb.*		Subarbusto	X	X
Asteraceae	*Symphyopappus brasiliensis (Gardner) R.M.King & H.Rob.*		Subarbusto	X	
Asteraceae	*Symphyopappus compressus (Gardner) B.L.Rob.*		Arbusto		X
Asteraceae	*Symphyopappus reticulatus Baker*		Subarbusto		X
Asteraceae	*Tagetes minuta L.*	Chinchilho	Erva	X	X
Asteraceae	*Tilesia baccata (L.) Pruski*		Arbusto	X	X
Asteraceae	*Tithonia diversifolia (Hemsl.) A.Gray*	Girassol-mexicano	Arbusto		X
Asteraceae	*Trichogonia grazielae R.M.King & H.Rob.*		Subarbusto		X
Asteraceae	*Trichogonia salviifolia Gardner*		Subarbusto		X
Asteraceae	*Trichogonia villosa (Spreng.) Sch.Bip. ex Baker*		Subarbusto		X
Asteraceae	*Trixis glutinosa D.Don*		Arbusto		X
Asteraceae	*Trixis vauthieri DC.*		Arbusto	X	X
Asteraceae	*Verbesina glabrata Hook. & Arn.*		Árvore		X
Asteraceae	*Vernonanthura brasiliana (L.) H.Rob.*		Arbusto		X
Asteraceae	*Vernonanthura discolor (Spreng.) H.Rob.*		Árvore	X	
Asteraceae	*Vernonanthura polyanthes (Sprengel) Vega & Dematteis*	Assa-peixe-do-campo	Arbusto	X	X
Asteraceae	*Vernonanthura westiniana (Less.) H.Rob.*		Arbusto		X
Asteraceae	*Wedelia goyazensis Gardner*		Arbusto		X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Begoniaceae	*Begonia alchemilloides Meisn. ex A.DC.*		Erva	X	X
Begoniaceae	*Begonia fischeri Schrank*		Subarbusto		X
Begoniaceae	*Begonia hirtella Link*		Erva	X	
Bignoniaceae	*Adenocalymma bracteolatum DC.*		Liana	X	
Bignoniaceae	*Adenocalymma pedunculatum (Vell.) L.G.Lohmann*		Arbusto	X	X
Bignoniaceae	*Amphilophium crucigerum (L.) L.G.Lohmann*	Pente-de-macaco	Liana	X	
Bignoniaceae	*Amphilophium elongatum (Vahl) L.G.Lohmann*		Liana		X
Bignoniaceae	*Anemopaegma arvense (Vell.) Stellfeld ex de Souza*	Alecrim-do-campo	Arbusto	X	
Bignoniaceae	*Anemopaegma glaucum Mart. ex DC.*		Arbusto	X	
Bignoniaceae	*Cuspidaria pulchella (Cham.) K.Schum.*		Liana		X
Bignoniaceae	*Cuspidaria pulchra (Cham.) L.G.Lohmann*		Liana		X
Bignoniaceae	*Cuspidaria sceptrum (Cham.) L.G.Lohmann*		Liana	X	X
Bignoniaceae	*Cybistax antisyphilitica (Mart.) Mart.*	Ipê-pardo	Árvore	X	
Bignoniaceae	*Dolichandra unguis-cati (L.) L.G.Lohmann*	Cipó-de-gato	Liana	X	
Bignoniaceae	*Fridericia patellifera (Schltdl.) L.G.Lohmann*		Liana	X	
Bignoniaceae	*Fridericia platyphylla (Cham.) L.G.Lohmann*	Cipó-una	Liana	X	
Bignoniaceae	*Fridericia samydoides (Cham.) L.G.Lohmann*		Liana		X
Bignoniaceae	*Fridericia speciosa Mart.*	Cipó-quebrador	Arbusto	X	X
Bignoniaceae	*Handroanthus albus (Cham.) Mattos*		Árvore	X	
Bignoniaceae	*Handroanthus chrysotrichus (Mart. ex DC.) Mattos*		Árvore	X	
Bignoniaceae	*Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos*		Árvore	X	

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Bignoniaceae	*Handroanthus ochraceus (Cham.) Mattos*	Ipê-amarelo-do-cerrado	Árvore	X	X
Bignoniaceae	*Handroanthus serratifolius (Vahl) S.Grose*	Ipê-amarelo	Árvore	X	
Bignoniaceae	*Jacaranda caroba (Vell.) DC.*	Jacarandá-caroba	Arbusto	X	X
Bignoniaceae	*Jacaranda jasminoides (Thunb.) Sandwith*	Carobo	Árvore	X	
Bignoniaceae	*Jacaranda macrantha Cham.*	Carabobinho	Árvore	X	
Bignoniaceae	*Pyrostegia venusta (Ker Gawl.) Miers*	Cipó-de-são-joão	Liana	X	X
Bignoniaceae	*Sparattosperma leucanthum (Vell.) K.Schum.*		Árvore	X	
Bignoniaceae	*Zeyheria montana Mart.*	Bolsa-de-pastor	Árvore	X	X
Bignoniaceae	*Zeyheria tuberculosa (Vell.) Bureau ex Verl.*	Culhões-de-bode	Árvore	X	
Bixaceae	*Bixa orellana L.*	Urucum	Árvore	X	
Boraginaceae	*Cordia sellowiana Cham.*	Freijó-branco	Árvore	X	
Boraginaceae	*Cordia trichotoma (Vell.) Arráb. ex Steud.*	Louro-pardo	Árvore	X	X
Boraginaceae	*Varronia curassavica Jacq.*		Arbusto	X	X
Bromeliaceae	*Aechmea bromeliifolia (Rudge) Baker*		Erva	X	
Bromeliaceae	*Ananas ananassoides (Baker) L.B.Sm.*		Erva	X	
Bromeliaceae	*Billbergia amoena (Lodd.) Lindl.*		Erva		X
Bromeliaceae	*Billbergia elegans Mart. ex Schult. & Schult.f.*		Erva		X
Bromeliaceae	*Billbergia porteana Brong. ex Beer*		Erva		X
Bromeliaceae	*Cryptanthus glaziovii Mez*		Erva		X
Bromeliaceae	*Dyckia consimilis Mez*		Erva	X	X
Bromeliaceae	*Dyckia minarum Mez*		Erva		X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Bromeliaceae	*Dyckia schwackeana Mez*		Erva		X
Bromeliaceae	*Dyckia simulans L.B.Sm.*		Erva		X
Bromeliaceae	*Dyckia tenebrosa Leme & H.Luther*		Erva		X
Bromeliaceae	*Dyckia trichostachya Baker*		Erva		X
Bromeliaceae	*Hoplocryptanthus schwackeanus (Mez) Leme, S.Heller & Zizka*		Erva	X	X
Bromeliaceae	*Hoplocryptanthus tiradentesensis (Leme) Leme, S.Heller & Zizka*		Erva		X
Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata (L.) L.*		Erva	X	
Bromeliaceae	*Tillandsia streptocarpa Baker*		Erva	X	
Bromeliaceae	*Tillandsia stricta Sol.*		Erva		X
Bromeliaceae	*Vriesea longistaminea C.C.Paula & Leme*		Erva		X
Bromeliaceae	*Vriesea minarum L.B.Sm.*		Erva	X	
Burseraceae	*Protium brasiliense (Spreng.) Engl.*		Árvore	X	
Burseraceae	*Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand*		Árvore		X
Cactaceae	*Arthrocereus glaziovii (K.Schum.) N.P.Taylor & Zappi*		Subarbusto	X	X
Cactaceae	*Epiphyllum phyllanthus (L.) Haw.*	Pitainha	Subarbusto	X	
Cactaceae	*Pereskia grandifolia Haw.*		Árvore	X	
Cactaceae	*Rhipsalis teres (Vell.) Steud.*		Subarbusto	X	
Calophyllaceae	*Kielmeyera coriacea Mart. & Zucc.*	Pau-santo	Árvore	X	X
Calophyllaceae	*Kielmeyera pumila Pohl*	Rosa-do-campo	Arbusto	X	X
Calophyllaceae	*Kielmeyera speciosa A.St.-Hil.*	Folha-santa	Árvore	X	

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Calophyllaceae	*Kielmeyera variabilis Mart. & Zucc.*	Sabugo	Subarbusto		X
Campanulaceae	*Lobelia camporum Pohl*		Erva		X
Campanulaceae	*Siphocampylus imbricatus (Cham.) G.Don*		Arbusto		X
Campanulaceae	*Siphocampylus nitidus Pohl*		Subarbusto		X
Campanulaceae	*Wahlenbergia brasiliensis Cham.*		Erva		X
Cannabaceae	*Celtis brasiliensis (Gardner) Planch.*		Árvore		X
Cannabaceae	*Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg.*	Cipó-farinha-seca	Árvore	X	
Cannabaceae	*Trema micrantha (L.) Blume*	Candiúba	Árvore	X	
Celastraceae	*Monteverdia gonoclada (Mart.) Biral*	Coração-de-bugre	Árvore	X	X
Celastraceae	*Plenckia populnea Reissek*	Marmeleiro	Árvore	X	X
Celastraceae	*Salacia crassifolia (Mart. ex Schult.) G.Don*	Bacoparí	Árvore	X	
Celastraceae	*Salacia elliptica (Mart.) G. Don*	Bacuparí	Árvore	X	
Chrysobalanaceae	*Licania kunthiana Hook.f.*	Milho-torrado	Árvore	X	
Cleomaceae	*Tarenaya hassleriana (Chodat) Iltis*	Mussambê-de-espinhos	Arbusto	X	
Clethraceae	*Clethra scabra Pers.*	Caujuja	Árvore	X	
Clusiaceae	*Clusia mexiae P.F.Stevens*	Magnólia-do-mato	Árvore		X
Clusiaceae	*Garcinia brasiliensis Mart.*		Árvore	X	
Combretaceae	*Terminalia glabrescens Mart.*	Merindiba	Árvore	X	
Combretaceae	*Terminalia phaeocarpa Eichler*	Capitão-da-mata	Árvore		X
Commelinaceae	*Commelina benghalensis L.*	Marianinha	Erva		X
Commelinaceae	*Commelina obliqua Vahl*		Erva	X	X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Commelinaceae	*Dichorisandra hexandra (Aubl.) C.B.Clarke*		Liana	X	X
Commelinaceae	*Dichorisandra incurva Mart. ex Schult.f.*		Liana		X
Commelinaceae	*Dichorisandra pubescens Mart. ex Schult. f.*		Erva	X	
Commelinaceae	*Floscopa glabrata (Kunth) Hassk.*		Erva	X	
Convolvulaceae	*Distimake macrocalyx (Ruiz & Pav.) A.R. Simões & Staples*	Batatarana	Liana	X	
Convolvulaceae	*Distimake tomentosus (Choisy) Petrongari & Sim.-Bianch.*	Velame	Subarbusto	X	X
Convolvulaceae	*Evolvulus aurigenius Mart.*		Erva	X	X
Convolvulaceae	*Evolvulus filipes Mart.*		Erva		X
Convolvulaceae	*Ipomoea aprica House*		Subarbusto		X
Convolvulaceae	*Ipomoea batatas (L.) Lam.*	Batata	Liana	X	
Convolvulaceae	*Ipomoea delphinioides Choisy*		Subarbusto		X
Convolvulaceae	*Ipomoea hederifolia L.*	Amarra-amarra	Liana		X
Convolvulaceae	*Ipomoea indica (Burm.) Merr.*	Campainha	Liana		X
Convolvulaceae	*Ipomoea maurandioides Meisn.*		Liana		X
Convolvulaceae	*Ipomoea patula Choisy*		Liana	X	
Convolvulaceae	*Ipomoea procumbens Mart. ex Choisy*		Liana		X
Convolvulaceae	*Ipomoea purpurea (L.) Roth*	Bons-dias	Liana		X
Convolvulaceae	*Ipomoea regnellii Meisn.*		Liana	X	
Convolvulaceae	*Ipomoea rupestris Sim.-Bianch. & Pirani*		Liana		X
Convolvulaceae	*Ipomoea saopaulista O'Donell*		Liana		X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Convolvulaceae	*Jacquemontia linarioides Meisn.*		Erva	X	X
Convolvulaceae	*Jacquemontia sphaerostigma (Cav.) Rusby*		Liana		X
Convolvulaceae	*Jacquemontia velutina Choisy*		Liana		X
Cucurbitaceae	*Cayaponia tayuya (Vell.) Cogn.*	Tayuiá-de-pimenta	Liana		X
Cucurbitaceae	*Cayaponia weddellii (Naudin) Gomes-Klein*	Erva-de-rato	Erva		X
Cucurbitaceae	*Melothria campestris (Naudin) H. Schaef. & S.S. Renner*	Melancia-do-campo	Erva	X	
Cucurbitaceae	*Momordica charantia L.*	Melão-são-caetano	Liana		X
Cucurbitaceae	*Wilbrandia hibiscoides Silva Manso*	Abobrinha-do-campo	Liana	X	X
Cucurbitaceae	*Wilbrandia verticillata (Vell.) Cogn.*	Abobreira-do-mato-de-goyaz	Liana		X
Cunoniaceae	*Lamanonia speciosa (Cambess.) L. B. Sm.*		Árvore	X	
Cunoniaceae	*Lamanonia ternata Vell.*	Salgueiro	Árvore	X	X
Cyatheaceae	*Cyathea delgadii Sternb.*		Arbusto	X	
Cyperaceae	*Bulbostylis capillaris (L.) C.B.Clarke*		Erva	X	
Cyperaceae	*Bulbostylis fimbriata (Nees) C.B.Clarke*		Erva	X	
Cyperaceae	*Bulbostylis paradoxa (Spreng.) Lindm.*		Erva	X	
Cyperaceae	*Bulbostylis sphaerocephala (Boeckeler) C.B.Clarke*		Erva	X	
Cyperaceae	*Cyperus aggregatus (Willd.) Endl.*		Erva	X	
Cyperaceae	*Cyperus laxus Lam.*		Erva	X	
Cyperaceae	*Lagenocarpus minarum (Nees) Kuntze*		Erva	X	
Cyperaceae	*Lagenocarpus rigidus Nees*		Erva	X	

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Cyperaceae	*Rhynchospora consanguinea (Kunth) Boeckeler*		Erva		X
Cyperaceae	*Rhynchospora exaltata Kunth*		Erva	X	
Cyperaceae	*Rhynchospora globosa (Kunth) Roem. & Schult.*		Erva		X
Cyperaceae	*Rhynchospora setigera (Kunth) Griseb.*		Erva	X	
Cyperaceae	*Trilepis lhotzkiana Nees ex Arn.*		Erva	X	
Dilleniaceae	*Davilla elliptica A.St.-Hil.*		Arbusto	X	X
Dilleniaceae	*Davilla rugosa Poir.*		Subarbusto	X	
Dioscoreaceae	*Dioscorea debilis Uline ex R.Knuth*		Liana		X
Dioscoreaceae	*Dioscorea hassleriana Chodat*	Cará	Liana	X	
Dioscoreaceae	*Dioscorea ovata Vell.*	Cará-de-pedra	Liana		X
Ebenaceae	*Diospyros inconstans Jacq.*	Marmelinho	Árvore		X
Ebenaceae	*Diospyros lasiocalyx (Mart.) B.Walln.*		Árvore	X	
Ericaceae	*Agarista coriifolia (Thunb.) J.D. Hook. ex Nied.*		Árvore	X	
Ericaceae	*Agarista eucalyptoides (Cham. & Schltdl.) G.Don*		Árvore	X	
Ericaceae	*Gaultheria eriophylla (Pers.) Sleumer ex Burtt*		Arbusto		X
Ericaceae	*Gaylussacia brasiliensis (Spreng.) Meisn.*	Camarinha	Árvore	X	
Ericaceae	*Gaylussacia chamissonis Meisn.*		Subarbusto	X	
Ericaceae	*Gaylussacia cinerea Taub.*		Subarbusto	X	
Eriocaulaceae	*Paepalanthus aequalis (Vell.) J.F.Macbr.*		Erva	X	
Eriocaulaceae	*Paepalanthus ciliolatus Ruhland*		Erva		X
Eriocaulaceae	*Paepalanthus moedensis Silveira*	Capipoatinga	Erva		X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Eriocaulaceae	*Paepalanthus planifolius (Bong.) Körn.*	Capipoatinga	Erva		X
Erythroxylaceae	*Erythroxylum bicolor O.E.Schulz*		Arbusto		X
Erythroxylaceae	*Erythroxylum campestre A.St.-Hil.*	Coca-do-paraguai	Árvore	X	X
Erythroxylaceae	*Erythroxylum daphnites Mart.*	Chapadinho	Árvore	X	
Erythroxylaceae	*Erythroxylum deciduum A.St.-Hil.*	Ata-de-cobra	Árvore	X	
Erythroxylaceae	*Erythroxylum gonocladum (Mart.) O.E.Schulz*	Cocão	Arbusto	X	X
Erythroxylaceae	*Erythroxylum suberosum A.St.-Hil.*	Galinha-choca	Árvore	X	
Erythroxylaceae	*Erythroxylum tortuosum Mart.*		Árvore	X	X
Euphorbiaceae	*Acalypha claussenii (Turcz.) Müll.Arg.*		Subarbusto		X
Euphorbiaceae	*Alchornea glandulosa Poepp. & Endl.*		Árvore	X	
Euphorbiaceae	*Alchornea triplinervia (Spreng.) Müll.Arg.*	Tanheiro	Árvore	X	
Euphorbiaceae	*Astraea lobata (L.) Klotzsch*	Café-bravo	Subarbusto	X	X
Euphorbiaceae	*Croton antisyphiliticus Mart.*	Pé-de-perdiz	Arbusto	X	X
Euphorbiaceae	*Croton campestris A.St.-Hil.*		Arbusto	X	X
Euphorbiaceae	*Croton floribundus Spreng.*		Árvore	X	
Euphorbiaceae	*Croton hirtus L'Hér.*		Erva		X
Euphorbiaceae	*Croton lundianus (Didr.) Müll.Arg.*		Subarbusto	X	X
Euphorbiaceae	*Croton salutaris Casar.*	Cambraia	Árvore		X
Euphorbiaceae	*Croton serratus (Klotzsch) Müll.Arg.*		Subarbusto		X
Euphorbiaceae	*Croton subferrugineus Müll.Arg.*		Arbusto		X
Euphorbiaceae	*Croton tricolor Klotzsch ex Baill.*	Casatinga-preta	Arbusto		X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Euphorbiaceae	*Croton urucurana Baill.*	Sangra-d'água	Árvore	X	X
Euphorbiaceae	*Dalechampia clausseniana Baill.*		Liana		X
Euphorbiaceae	*Euphorbia chrysophylla (Klotzsch & Garcke) Boiss.*		Erva	X	
Euphorbiaceae	*Euphorbia hypericifolia L.*		Erva		X
Euphorbiaceae	*Euphorbia potentilloides Boiss.*		Erva		X
Euphorbiaceae	*Manihot tripartita (Spreng.) Müll.Arg.*		Arbusto	X	
Euphorbiaceae	*Maprounea guianensis Aubl.*		Árvore	X	
Euphorbiaceae	*Microstachys bidentata (Mart. & Zucc.) F.Dietr.*		Subarbusto	X	
Euphorbiaceae	*Microstachys corniculata (Vahl) Griseb.*		Subarbusto	X	
Euphorbiaceae	*Sapium glandulosum (L.) Morong*	Janaguba	Árvore	X	
Fabaceae	*Albizia polycephala (Benth.) Killip ex Record*	Manjolo	Árvore	X	
Fabaceae	*Ancistrotropis peduncularis (Kunth) A. Delgado*		Liana	X	X
Fabaceae	*Bauhinia holophylla (Bong.) Steud.*		Arbusto	X	
Fabaceae	*Bauhinia rufa (Bong.) Steud.*		Árvore	X	X
Fabaceae	*Bauhinia ungulata L.*	Mororó-vermelho	Árvore	X	
Fabaceae	*Betencourtia martii (DC.) L.P.Queiroz*		Erva	X	X
Fabaceae	*Betencourtia scarlatina (Mart. ex Benth.) L.P.Queiroz*		Liana	X	X
Fabaceae	*Bionia coccinea Mart. ex Benth.*		Arbusto	X	
Fabaceae	*Bowdichia virgilioides Kunth*	Sucupira-preta	Árvore	X	
Fabaceae	*Caesalpinia pulcherrima (L.) Sw.*	Flamboyanzinho	Árvore	X	
Fabaceae	*Centrosema brasilianum (L.) Benth.*		Liana		X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Fabaceae	*Centrosema coriaceum Benth.*		Subarbusto	X	
Fabaceae	*Centrosema pubescens Benth.*		Liana	X	
Fabaceae	*Cerradicola boavista (Vell.) L.P.Queiroz*		Erva		X
Fabaceae	*Chamaecrista arrojadoana (Harms) Rando*		Arbusto		X
Fabaceae	*Chamaecrista cathartica (Mart.) H.S.Irwin & Barneby*		Arbusto		X
Fabaceae	*Chamaecrista ciliolata (Benth.) H.S.Irwin & Barneby*		Subarbusto		X
Fabaceae	*Chamaecrista desvauxii (Collad.) Killip*		Arbusto	X	X
Fabaceae	*Chamaecrista mucronata (Spreng.) H.S.Irwin & Barneby*		Arbusto		X
Fabaceae	*Chamaecrista nictitans (L.) Moench*		Arbusto		X
Fabaceae	*Chamaecrista ochnacea (Vogel) H.S.Irwin & Barneby*		Arbusto	X	X
Fabaceae	*Chamaecrista rotundifolia (Pers.) Greene*		Subarbusto		X
Fabaceae	*Chamaecrista secunda (Benth.) H.S.Irwin & Barneby*		Subarbusto		X
Fabaceae	*Cleobulia coccinea (Vell.) L.P.Queiroz*		Liana	X	
Fabaceae	*Clitoria guianensis (Aubl.) Benth.*		Subarbusto	X	
Fabaceae	*Copaifera langsdorffii Desf.*	Copaíba	Árvore	X	
Fabaceae	*Crotalaria stipularia Desv.*		Subarbusto		X
Fabaceae	*Crotalaria unifoliolata Benth.*		Subarbusto	X	X
Fabaceae	*Dalbergia foliolosa Benth.*	Jacarandá-rosa	Árvore	X	
Fabaceae	*Dalbergia frutescens (Vell.) Britton*	Arco-de-pipa	Liana	X	
Fabaceae	*Dalbergia miscolobium Benth.*	Jacarandá-do-campo	Árvore	X	X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Fabaceae	*Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.*	Jacarandá-da-bahia	Árvore	X	X
Fabaceae	*Desmodium incanum (Sw.) DC.*	Amor-de-velho	Subarbusto	X	X
Fabaceae	*Desmodium tortuosum (Sw.) DC.*	Amor-de-velho	Arbusto	X	
Fabaceae	*Enterolobium gummiferum (Mart.) J.F.Macbr.*		Árvore	X	
Fabaceae	*Eriosema benthamianum Mart. ex Benth.*	Bolsa-de-pastouro	Arbusto		X
Fabaceae	*Eriosema heterophyllum Benth.*		Subarbusto		X
Fabaceae	*Erythrina verna Vell.*	Mulungu	Árvore	X	
Fabaceae	*Hymenaea courbaril L.*	Jatobá	Árvore	X	
Fabaceae	*Hymenaea stigonocarpa Mart. ex Hayne*	Jatobá-do-cerrado	Árvore	X	
Fabaceae	*Hymenolobium janeirense Kuhlm.*	Angelim	Árvore	X	
Fabaceae	*Inga marginata Willd.*	Ingá	Árvore	X	
Fabaceae	*Inga sessilis (Vell.) Mart.*	Ingá-ferradura	Árvore	X	
Fabaceae	*Inga vera Willd.*		Árvore	X	X
Fabaceae	*Inga vulpina Mart. ex Benth.*	Ingá-bugiu	Árvore		X
Fabaceae	*Leptolobium dasycarpum Vogel*	Perobinha	Árvore	X	
Fabaceae	*Leptolobium elegans Vogel*	Leptolóbio	Árvore	X	
Fabaceae	*Leucochloron incuriale (Vell.) Barneby & J.W.Grimes*		Árvore	X	
Fabaceae	*Lonchocarpus cultratus (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima*	Cabelouro	Árvore	X	
Fabaceae	*Lupinus velutinus Benth.*		Arbusto		X
Fabaceae	*Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld*	Jacarandá-bico-de-pato	Árvore	X	X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Fabaceae	*Machaerium nyctitans (Vell.) Benth.*	Jacarandá-de-espinho	Árvore	X	
Fabaceae	*Machaerium stipitatum Vogel*	Sapuvussu	Árvore	X	X
Fabaceae	*Machaerium villosum Vogel*	Jacarandá-do-cerradão	Árvore	X	
Fabaceae	*Melanoxylon brauna Schott*	Braúna	Árvore	X	X
Fabaceae	*Mimosa aurivillus Mart.*		Subarbusto	X	
Fabaceae	*Mimosa calodendron Mart. ex Benth.*		Arbusto		X
Fabaceae	*Mimosa debilis Humb. & Bonpl. ex Willd.*		Subarbusto	X	
Fabaceae	*Mimosa dolens Vell.*		Arbusto		X
Fabaceae	*Mimosa pigra L.*		Arbusto	X	
Fabaceae	*Mimosa pogocephala Benth.*	Bolarosa	Arbusto		X
Fabaceae	*Mimosa radula Benth.*		Subarbusto	X	X
Fabaceae	*Peltophorum dubium (Spreng.) Taub.*	Canafístula	Árvore	X	
Fabaceae	*Periandra mediterranea (Vell.) Taub.*	Alcaçuz	Arbusto	X	X
Fabaceae	*Piptadenia adiantoides (Spreng.) J.F.Macbr.*	Calumbi	Liana	X	
Fabaceae	*Piptadenia gonoacantha (Mart.) J.F.Macbr.*	Pau-jacaré	Árvore	X	
Fabaceae	*Platycyamus regnellii Benth.*		Árvore	X	X
Fabaceae	*Platypodium elegans Vogel*	Amendoim-do-campo	Árvore	X	
Fabaceae	*Rhynchosia phaseoloides (Sw.) DC.*	Mututi	Liana	X	
Fabaceae	*Rhynchosia reticulata (Sw.) DC.*		Liana	X	
Fabaceae	*Schnella radiata (Vell.) Trethowan & R. Clark*		Liana	X	
Fabaceae	*Senna angulata (Vogel) H.S.Irwin & Barneby*		Subarbusto		X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Fabaceae	*Senna cernua (Balb.) H.S.Irwin & Barneby*		Arbusto	X	
Fabaceae	*Senna macranthera (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby*	Manduirana	Árvore	X	X
Fabaceae	*Senna multijuga (Rich.) H.S.Irwin & Barneby*	Pau-cigarra	Árvore	X	X
Fabaceae	*Senna obtusifolia (L.) H.S.Irwin & Barneby*		Subarbusto	X	X
Fabaceae	*Senna pendula (Humb.& Bonpl.ex Willd.) H.S.Irwin & Barneby*		Árvore		X
Fabaceae	*Senna reniformis (G.Don) H.S.Irwin & Barneby*		Árvore	X	
Fabaceae	*Senna rugosa (G.Don) H.S.Irwin & Barneby*		Arbusto	X	
Fabaceae	*Stryphnodendron adstringens (Mart.) Coville*	Casca-da-virgindade	Árvore	X	X
Fabaceae	*Stylosanthes gracilis Kunth*		Subarbusto		X
Fabaceae	*Stylosanthes guianensis (Aubl.) Sw.*		Subarbusto	X	
Fabaceae	*Swartzia multijuga Vogel*	Culhão-de-bode	Árvore	X	X
Fabaceae	*Swartzia myrtifolia Sm.*		Árvore	X	
Fabaceae	*Tachigali rugosa (Mart. ex Benth.) Zarucchi & Pipoly*		Árvore	X	
Gentianaceae	*Calolisianthus pedunculatus (Cham. & Schltdl.) Gilg*		Subarbusto	X	X
Gentianaceae	*Calolisianthus speciosus (Cham. & Schltdl.) Gilg*		Subarbusto	X	X
Gentianaceae	*Deianira nervosa Cham. & Schltdl.*		Erva		X
Gentianaceae	*Schultesia gracilis Mart.*	Rosinha	Erva		X
Gesneriaceae	*Paliavana sericiflora Benth.*		Arbusto	X	
Gesneriaceae	*Sinningia allagophylla (Mart.) Wiehler*		Erva	X	X
Gesneriaceae	*Sinningia magnifica (Otto & A.Dietr.) Wiehler*		Erva	X	X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Gesneriaceae	*Sinningia rupicola (Mart.) Wiehler*		Erva	X	X
Gleicheniaceae	*Gleichenella pectinata (Willd.) Ching*		Erva	X	
Hypericaceae	*Vismia brasiliensis Choisy*	Ruão	Árvore	X	X
Hypoxidaceae	*Hypoxis decumbens L.*		Erva	X	
Iridaceae	*Deluciris rupestris (Ravenna) Lovo & A.Gil*		Erva		X
Iridaceae	*Neomarica glauca (Seub. ex Klatt) Sprague*		Erva	X	
Iridaceae	*Pseudotrimezia juncifolia (Klatt) Lovo & A.Gil*		Erva	X	X
Iridaceae	*Sisyrinchium luzula Klotzsch ex Klatt*		Erva		X
Iridaceae	*Sisyrinchium vaginatum Spreng.*		Erva	X	X
Iridaceae	*Trimezia lutea (Klatt) Foster*		Erva	X	X
Lacistemataceae	*Lacistema pubescens Mart.*		Árvore	X	
Lamiaceae	*Aegiphila integrifolia (Jacq.) Moldenke*		Árvore	X	
Lamiaceae	*Aegiphila verticillata Vell.*	Tamanqueira-do-cerrado	Árvore	X	X
Lamiaceae	*Cantinoa plectranthoides (Benth.) Harley & J.F.B.Pastore*		Subarbusto	X	
Lamiaceae	*Cyanocephalus lippioides (Pohl ex Benth.) Harley & J.F.B.Pastore*		Subarbusto		X
Lamiaceae	*Cyanocephalus rugosus (Benth.) Harley & J.F.B.Pastore*		Arbusto		X
Lamiaceae	*Eriope macrostachya Mart. ex Benth.*		Erva	X	X
Lamiaceae	*Hyptidendron asperrimum (Spreng.) Harley*	Catinga-de-bode	Árvore	X	X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Lamiaceae	*Hyptidendron canum (Pohl ex Benth.) Harley*	Catinga-de-bode-do-cerrado	Árvore	X	X
Lamiaceae	*Mesosphaerum suaveolens (L.) Kuntze*	Bamburral	Arbusto		X
Lamiaceae	*Rhabdocaulon denudatum (Benth.) Epling*		Subarbusto		X
Lamiaceae	*Vitex polygama Cham.*	Azeitona do mato	Árvore	X	
Lauraceae	*Cinnamomum quadrangulum Kosterm.*		Arbusto		X
Lauraceae	*Nectandra lanceolata Nees*	Canela-amarela	Árvore	X	X
Lauraceae	*Nectandra oppositifolia Nees & Mart.*	Canela-ferrugem	Árvore	X	
Lauraceae	*Ocotea corymbosa (Meisn.) Mez*	Canela-de-corvo	Árvore	X	
Lauraceae	*Ocotea nutans (Nees) Mez*		Árvore	X	
Lauraceae	*Ocotea spixiana (Nees) Mez*	Canelão	Árvore	X	
Lauraceae	*Ocotea tristis (Nees & Mart.) Mez*	Canela-do-brejo	Árvore	X	X
Lauraceae	*Persea willdenovii Kosterm.*		Árvore	X	
Lecythidaceae	*Cariniana estrellensis (Raddi) Kuntze*	Jequitibá-branco	Árvore	X	X
Loganiaceae	*Spigelia martiana Cham. & Schltdl.*		Erva		X
Loganiaceae	*Spigelia schlechtendaliana Mart.*		Erva		X
Loganiaceae	*Spigelia sellowiana Cham. & Schltdl.*		Erva		X
Loganiaceae	*Spigelia spartioides Cham.*		Erva	X	
Loranthaceae	*Struthanthus acuminatus (Ruiz & Pav.) Kuijt*		Erva	X	
Loranthaceae	*Struthanthus flexicaulis (Mart.) Mart.*		Erva		X
Loranthaceae	*Struthanthus marginatus (Desr.) G.Don*		Erva		X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Loranthaceae	*Struthanthus polyrrhizus (Mart.) Mart.*		Erva		X
Loranthaceae	*Tripodanthus acutifolius (Ruiz & Pav.) Tiegh.*		Erva		X
Lygodiaceae	*Lygodium volubile Sw.*	Abre-caminho	Liana	X	
Lythraceae	*Cuphea carthagenensis (Jacq.) J.F.Macbr.*		Subarbusto		X
Lythraceae	*Cuphea ericoides Cham. & Schltdl.*		Arbusto		X
Lythraceae	*Cuphea ingrata Cham. & Schltdl.*		Subarbusto	X	
Lythraceae	*Cuphea thymoides Cham. & Schltdl.*		Subarbusto	X	X
Lythraceae	*Diplusodon buxifolius (Cham. & Schltdl.) A.DC.*		Subarbusto	X	X
Lythraceae	*Diplusodon hirsutus (Cham. & Schltdl.) A.DC.*		Subarbusto		X
Lythraceae	*Diplusodon myrsinites DC.*		Subarbusto		X
Lythraceae	*Diplusodon oblongus Pohl*		Subarbusto	X	
Lythraceae	*Diplusodon villosissimus Pohl*		Subarbusto	X	X
Lythraceae	*Diplusodon virgatus Pohl*		Árvore		X
Lythraceae	*Lafoensia pacari A.St.-Hil.*	Pacari-do-sertão	Árvore	X	X
Malpighiaceae	*Banisteriopsis adenopoda (A.Juss.) B.Gates*	Pragua	Liana		X
Malpighiaceae	*Banisteriopsis argyrophylla (A.Juss.) B.Gates*	Cipó-prata	Liana	X	
Malpighiaceae	*Banisteriopsis campestris (A.Juss.) Little*		Arbusto	X	X
Malpighiaceae	*Banisteriopsis gardneriana (A.Juss.) W.R.Anderson & B.Gates*		Liana		X
Malpighiaceae	*Banisteriopsis laevifolia (A.Juss.) B.Gates*	Borboleta-do-campo	Subarbusto	X	
Malpighiaceae	*Banisteriopsis malifolia (Nees & Mart.) B.Gates*		Arbusto		X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Malpighiaceae	*Banisteriopsis oxyclada (A.Juss.) B.Gates*	Cipó-folha-de-prata	Liana	X	X
Malpighiaceae	*Byrsonima coccolobifolia Kunth*	Murici-do-campo	Árvore	X	
Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia (L.) Kunth*	Murici	Árvore	X	
Malpighiaceae	*Byrsonima crispa A.Juss.*	Murici	Árvore	X	
Malpighiaceae	*Byrsonima dealbata Griseb.*		Arbusto		X
Malpighiaceae	*Byrsonima laxiflora Griseb.*		Árvore	X	
Malpighiaceae	*Byrsonima pachyphylla A.Juss.*		Árvore	X	
Malpighiaceae	*Byrsonima sericea DC.*		Árvore		X
Malpighiaceae	*Byrsonima variabilis A.Juss.*		Arbusto	X	X
Malpighiaceae	*Byrsonima verbascifolia (L.) DC.*	Murici-peludo-do-cerrado	Árvore	X	X
Malpighiaceae	*Camarea affinis A.St.-Hil.*		Subarbusto		X
Malpighiaceae	*Camarea ericoides A.St.-Hil.*		Subarbusto		X
Malpighiaceae	*Camarea hirsuta A.St.-Hil.*		Subarbusto	X	X
Malpighiaceae	*Glicophyllum ambiguum (A.Juss.) R.F.Almeida*		Subarbusto		X
Malpighiaceae	*Glicophyllum jussieuanum (Nied.) R.F.Almeida*		Liana		X
Malpighiaceae	*Glicophyllum microphyllum (A.Juss.) R.F.Almeida*		Liana	X	X
Malpighiaceae	*Heteropterys byrsonimifolia A.Juss.*	Murici-bravo	Árvore	X	
Malpighiaceae	*Heteropterys campestris A.Juss.*		Subarbusto		X
Malpighiaceae	*Heteropterys escalloniifolia A.Juss.*		Arbusto		X
Malpighiaceae	*Heteropterys umbellata A.Juss.*		Arbusto	X	X
Malpighiaceae	*Peixotoa reticulata Griseb.*		Arbusto		X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Malpighiaceae	*Peixotoa tomentosa A.Juss.*		Arbusto	X	X
Malpighiaceae	*Tetrapterys mucronata Cav.*		Liana		X
Malvaceae	*Apeiba tibourbou Aubl.*	Jangada	Árvore	X	
Malvaceae	*Ceiba speciosa (A.St.-Hil.) Ravenna*	Paineira	Árvore	X	
Malvaceae	*Corchorus hirtus L.*		Subarbusto	X	
Malvaceae	*Eriotheca candolleana (K.Schum.) A.Robyns*		Árvore	X	
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia Lam.*	Mutamba	Árvore	X	X
Malvaceae	*Helicteres brevispira A.St.-Hil.*		Árvore	X	
Malvaceae	*Helicteres corylifolia Nees & Mart.*		Arbusto	X	
Malvaceae	*Hibiscus flagelliformis A.St.-Hil.*		Subarbusto	X	
Malvaceae	*Krapovickasia macrodon (A.DC.) Fryxell*		Erva	X	
Malvaceae	*Luehea divaricata Mart.*		Árvore	X	X
Malvaceae	*Luehea grandiflora Mart.*	Açoita-cavalo	Árvore	X	
Malvaceae	*Luehea paniculata Mart.*		Árvore	X	
Malvaceae	*Pavonia sagittata A.St.-Hil.*	Malvinha-do-cerrado	Subarbusto	X	
Malvaceae	*Pavonia viscosa A.St.-Hil.*		Arbusto		X
Malvaceae	*Peltaea polymorpha (A.St.-Hil.) Krapov. & Cristóbal*		Arbusto	X	X
Malvaceae	*Pseudobombax longiflorum (Mart.) A.Robyns*	Embiruçú	Árvore	X	
Malvaceae	*Pseudobombax tomentosum (Mart.) A.Robyns*	Imbiruçu	Árvore	X	
Malvaceae	*Sida aurantiaca A.St.-Hil.*		Subarbusto	X	
Malvaceae	*Sida glaziovii K.Schum.*		Subarbusto	X	X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Malvaceae	*Sida linearifolia A.St.-Hil.*		Subarbusto	X	
Malvaceae	*Sida rhombifolia L.*		Erva		X
Malvaceae	*Sida urens L.*		Subarbusto		X
Malvaceae	*Triumfetta bartramia L.*		Subarbusto	X	X
Malvaceae	*Waltheria communis A.St.-Hil.*	Douradinha-do-campo	Subarbusto	X	
Malvaceae	*Waltheria indica L.*		Subarbusto	X	X
Melastomataceae	*Cambessedesia corymbosa Mart. & Schrank ex DC.*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Cambessedesia espora (A.St.-Hil. ex Bonpl.) DC.*		Subarbusto	X	X
Melastomataceae	*Cambessedesia hilariana (Kunth) DC.*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Chaetogastra gracilis (Bonpl.) DC.*		Subarbusto		X
Melastomataceae	*Chaetogastra hieracioides Schrank et Mart. ex. DC.*		Subarbusto	X	X
Melastomataceae	*Chaetogastra sebastianopolitana (Raddi) P.J.F.Guim. & Michelang.*		Subarbusto		X
Melastomataceae	*Chaetostoma albiflorum (Naudin) Koschn. & A.B.Martins*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Chaetostoma armatum (Spreng.) Cogn.*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Clidemia hirta (L.) D.Don*		Arbusto	X	
Melastomataceae	*Clidemia urceolata DC.*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Fritzschia sertularia (Schrank & Mart. ex DC.) M.J.R.Rocha & P.J.F.Guim.*		Subarbusto		X
Melastomataceae	*Fritzschia sessilis (Spreng.) M.J.R.Rocha & P.J.F.Guim.*		Subarbusto		X
Melastomataceae	*Lavoisiera alba Mart. & Schrank ex DC.*		Arbusto		X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Melastomataceae	*Lavoisiera imbricata (Thunb.) DC.*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Lavoisiera scaberula Naudin*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Leandra aurea (Cham.) Cogn.*	Quaresma	Árvore	X	X
Melastomataceae	*Leandra cancellata Cogn.*		Arbusto	X	X
Melastomataceae	*Leandra coriacea Cogn.*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Leandra dendroides (Naudin) Cogn.*		Arbusto	X	
Melastomataceae	*Leandra erostrata (DC.) Cogn.*		Subarbusto		X
Melastomataceae	*Leandra melastomoides Raddi*	Cambará-do-mato	Árvore	X	X
Melastomataceae	*Macairea radula (Bonpl.) DC.*		Árvore		X
Melastomataceae	*Marcetia taxifolia (A.St.-Hil.) DC.*	Vassourinha	Arbusto	X	X
Melastomataceae	*Miconia albicans (Sw.) Steud.*	Mexexirica-do-cerrado	Árvore	X	
Melastomataceae	*Miconia calvescens DC.*		Árvore	X	
Melastomataceae	*Miconia cinnamomifolia (DC.) Naudin*		Árvore	X	
Melastomataceae	*Miconia corallina Spring*		Árvore	X	
Melastomataceae	*Miconia fallax DC.*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Miconia ferruginata DC.*		Árvore	X	X
Melastomataceae	*Miconia ligustroides (DC.) Naudin*		Árvore	X	X
Melastomataceae	*Miconia macrothyrsa Benth.*		Arbusto	X	
Melastomataceae	*Miconia pepericarpa DC.*		Árvore	X	X
Melastomataceae	*Miconia rimalis Naudin*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Miconia sellowiana Naudin*		Árvore	X	X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Melastomataceae	*Miconia theaezans (Bonpl.) Cogn.*		Árvore	X	
Melastomataceae	*Microlicia avicularis Mart. ex Naudin*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Microlicia cardiophora Naudin*		Subarbusto		X
Melastomataceae	*Microlicia confertiflora Naudin*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Microlicia crenulata (DC.) Mart.*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Microlicia euphorbioides Mart.*		Arbusto	X	X
Melastomataceae	*Microlicia fasciculata Mart. ex Naudin*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Microlicia hirticalyx R.Romero & Woodgyer*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Microlicia isophylla DC.*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Microlicia macrophylla Naudin*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Microlicia polystemma Naudin*		Subarbusto		X
Melastomataceae	*Microlicia serpyllifolia D.Don*		Arbusto	X	
Melastomataceae	*Microlicia stricta Cogn.*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Microlicia taxifolia Naudin*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Microlicia tomentella Naudin*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Microlicia warmingiana Cogn.*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Ossaea congestiflora (Naudin) Cogn.*		Arbusto	X	
Melastomataceae	*Ossaea coriacea (Naudin) Triana*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Ossaea warmingiana Cogn.*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Pleroma aemulum (Schrank et Mart ex DC.) Triana*		Arbusto	X	
Melastomataceae	*Pleroma candolleanum (Mart. ex DC.) Triana*		Árvore	X	X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Melastomataceae	*Pleroma cardinale (Bonpl.) Triana*		Arbusto	X	X
Melastomataceae	*Pleroma ferricolum A.L.F.Oliveira, R.Romero & P.J.F.Guim.*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Pleroma fothergillii (Schrank et Mat. ex DC.) Triana*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Pleroma granulosum (Desr.) D. Don*	Quaresmeira-roxa	Arbusto	X	
Melastomataceae	*Pleroma heteromallum (D.Don) D.Don*	Quaresmeira	Arbusto	X	X
Melastomataceae	*Pleroma martiusianum (DC.) P.J.F.Guim. &Michelang.*		Arbusto	X	X
Melastomataceae	*Pleroma stenocarpum (Schrank et Mart. ex DC.) Triana*		Árvore		X
Melastomataceae	*Rhynchanthera grandiflora (Aubl.) DC.*		Arbusto		X
Melastomataceae	*Trembleya laniflora (D.Don) Cogn.*		Árvore		X
Melastomataceae	*Trembleya phlogiformis Mart. & Schrank ex DC.*		Arbusto		X
Meliaceae	*Cabralea canjerana (Vell.) Mart.*	Canjerana	Árvore	X	
Meliaceae	*Cedrela fissilis Vell.*	Cedro	Árvore	X	X
Meliaceae	*Guarea guidonia (L.) Sleumer*	Carrapeta	Árvore	X	
Meliaceae	*Guarea macrophylla Vahl*	Camboatá	Árvore	X	
Meliaceae	*Trichilia elegans A.Juss.*		Árvore	X	
Meliaceae	*Trichilia pallida Sw.*	Baga-de-morcego	Árvore	X	
Menispermaceae	*Cissampelos glaberrima A.St.-Hil.*		Liana	X	
Menispermaceae	*Cissampelos ovalifolia DC.*	Orelha-de-onça	Subarbusto	X	
Menispermaceae	*Cissampelos tropaeolifolia DC.*		Liana	X	
Microteaceae	*Microtea celosioides Moq. ex Sennikov & Sukhor.*		Erva	X	X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Microteaceae	*Microtea tenuifolia Moq.*		Subarbusto		X
Monimiaceae	*Mollinedia schottiana (Spreng.) Perkins*	Espinheira-santa	Árvore	X	
Monimiaceae	*Mollinedia widgrenii A.DC.*		Árvore	X	
Moraceae	*Brosimum gaudichaudii Trécul*	Mamica-de-cadela	Árvore	X	
Moraceae	*Dorstenia brasiliensis Lam.*		Erva	X	
Moraceae	*Ficus mexiae Standl.*		Árvore	X	
Moraceae	*Ficus obtusifolia Kunth*	Apuí	Árvore	X	
Moraceae	*Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.*	Tatajuba	Árvore	X	X
Myrtaceae	*Blepharocalyx salicifolius (Kunth) O.Berg*		Árvore		X
Myrtaceae	*Campomanesia adamantium (Cambess.) O.Berg*		Arbusto	X	X
Myrtaceae	*Campomanesia grandiflora (Aubl.) Sagot*	Acariquara-branca	Árvore	X	
Myrtaceae	*Campomanesia guazumifolia (Cambess.) O.Berg*		Árvore	X	X
Myrtaceae	*Campomanesia pubescens (Mart. ex DC.) O.Berg*		Árvore		X
Myrtaceae	*Campomanesia rufa (O.Berg) Nied.*		Árvore	X	X
Myrtaceae	*Eugenia acutata Miq.*		Árvore	X	
Myrtaceae	*Eugenia bimarginata DC.*		Arbusto		X
Myrtaceae	*Eugenia florida DC.*	Cafezinho-da-mata	Árvore	X	
Myrtaceae	*Eugenia langsdorffii O.Berg*		Subarbusto		X
Myrtaceae	*Eugenia nutans O.Berg*		Árvore	X	
Myrtaceae	*Eugenia punicifolia (Kunth) DC.*		Arbusto	X	X
Myrtaceae	*Eugenia sonderiana O.Berg*		Árvore	X	X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Myrtaceae	*Eugenia stictopetala Mart. ex DC.*		Árvore		X
Myrtaceae	*Myrceugenia alpigena (DC.) Landrum*		Árvore	X	X
Myrtaceae	*Myrcia amazonica DC.*	Araçá	Árvore	X	
Myrtaceae	*Myrcia eriocalyx DC.*		Árvore	X	
Myrtaceae	*Myrcia grammica (Spreng.) A.R.Lourenço & E.Lucas*		Árvore	X	
Myrtaceae	*Myrcia guianensis (Aubl.) DC.*	Cambuí	Árvore	X	
Myrtaceae	*Myrcia montana Cambess.*		Árvore		X
Myrtaceae	*Myrcia multipunctata Mazine*		Árvore		X
Myrtaceae	*Myrcia mutabilis (O.Berg) N.Silveira*		Árvore	X	
Myrtaceae	*Myrcia obovata (O.Berg) Nied.*		Árvore	X	X
Myrtaceae	*Myrcia retorta Cambess.*		Árvore	X	
Myrtaceae	*Myrcia splendens (Sw.) DC.*	Guamirim-de-rabo	Árvore	X	X
Myrtaceae	*Myrcia tomentosa (Aubl.) DC.*	Goiabeira-selvagem	Árvore	X	
Myrtaceae	*Myrcia tortuosa (O.Berg) N.Silveira*		Árvore		X
Myrtaceae	*Myrcia variabilis DC.*		Árvore	X	
Myrtaceae	*Myrcia venulosa DC.*		Árvore	X	
Myrtaceae	*Pimenta pseudocaryophyllus (Gomes) Landrum*		Árvore	X	
Myrtaceae	*Plinia peruviana (Poir.) Govaerts*	Jabuticaba	Árvore	X	
Myrtaceae	*Psidium australe Cambess.*	Araçá-do-campo	Arbusto	X	
Myrtaceae	*Psidium cattleyanum Sabine*	Araçá-amarelo	Árvore	X	
Myrtaceae	*Psidium firmum O.Berg*	Araçá	Arbusto	X	

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Myrtaceae	*Psidium guajava L.*	Goiaba	Árvore	X	
Myrtaceae	*Psidium rufum Mart. ex DC.*	Araçá-roxo	Árvore	X	
Myrtaceae	*Siphoneugena densiflora O.Berg*	Jambinho-de-juriti	Árvore	X	X
Nyctaginaceae	*Guapira graciliflora (Mart. ex Schmidt) Lundell*	Pau-piranha	Árvore	X	
Nyctaginaceae	*Guapira hirsuta (Choisy) Lundell*	Caixeta	Árvore	X	
Nyctaginaceae	*Guapira noxia (Netto) Lundell*	Pau-judeo	Árvore	X	
Nyctaginaceae	*Guapira opposita (Vell.) Reitz*	Maria-mole	Árvore	X	
Nyctaginaceae	*Guapira tomentosa (Casar.) Lundell*		Árvore		X
Nyctaginaceae	*Neea theifera Oerst.*	Caparrosa	Árvore	X	
Ochnaceae	*Luxemburgia octandra A.St.-Hil.*		Arbusto	X	
Ochnaceae	*Luxemburgia polyandra A.St.-Hil.*		Arbusto		X
Ochnaceae	*Ouratea castaneifolia (DC.) Engl.*	Mango-do-mato	Árvore	X	
Ochnaceae	*Ouratea floribunda (A.St.-Hil.) Engl.*		Subarbusto		X
Ochnaceae	*Ouratea semiserrata (Mart. & Nees) Engl.*	Caju-bravo	Árvore		X
Ochnaceae	*Sauvagesia erecta L.*		Erva		X
Ochnaceae	*Sauvagesia glandulosa (A.St.-Hil.) Sastre*		Arbusto		X
Opiliaceae	*Agonandra excelsa Griseb.*		Árvore	X	
Orchidaceae	*Acianthera prolifera (Herb. ex Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase*		Erva		X
Orchidaceae	*Acianthera teres (Lindl.) Borba*		Erva	X	X
Orchidaceae	*Bulbophyllum weddellii (Lindl.) Rchb.f.*		Erva	X	

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Orchidaceae	*Catasetum lanciferum Lindl.*		Erva		X
Orchidaceae	*Cattleya caulescens (Lindl.) Van den Berg*		Erva	X	X
Orchidaceae	*Cattleya crispata (Thunb.) Van den Berg*		Erva	X	
Orchidaceae	*Cattleya liliputana (Pabst) Van den Berg*		Erva		X
Orchidaceae	*Cleistes paranaensis (Barb.Rodr.) Schltr.*		Erva		X
Orchidaceae	*Cleistes rosea Lindl.*		Erva	X	
Orchidaceae	*Cranichis candida (Barb.Rodr.) Cogn.*		Erva		X
Orchidaceae	*Epidendrum armeniacum Lindl.*		Erva		X
Orchidaceae	*Epidendrum campestre Lindl.*		Erva		X
Orchidaceae	*Epidendrum martianum Lindl.*		Erva	X	X
Orchidaceae	*Epidendrum saxatile Lindl.*		Erva		X
Orchidaceae	*Epidendrum secundum Jacq.*		Erva	X	X
Orchidaceae	*Galeandra montana Barb.Rodr.*		Erva	X	
Orchidaceae	*Gomesa ramosa (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams*	Chita	Erva	X	X
Orchidaceae	*Habenaria caldensis Kraenzl.*		Erva		X
Orchidaceae	*Habenaria petalodes Lindl.*		Erva	X	X
Orchidaceae	*Habenaria rupicola Barb.Rodr.*		Erva		X
Orchidaceae	*Liparis nervosa (Thumb.) Lindl.*		Erva		X
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata (Lindl.) Lindl.*		Erva	X	
Orchidaceae	*Pachygenium laminatum (Schltr.) Szlach. et al.*		Erva		X
Orchidaceae	*Prosthechea vespa (Vell.) W.E.Higgins*		Erva		X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Orchidaceae	*Sacoila hassleri (Cogn.) Garay*		Erva		X
Orchidaceae	*Sacoila lanceolata (Aubl.) Garay*		Erva		X
Orchidaceae	*Sarcoglottis schwackei (Cogn.) Schltr.*		Erva		X
Orchidaceae	*Skeptrostachys congestiflora (Cogn.) Garay*		Erva		X
Orchidaceae	*Zygopetalum sellowii Rchb.f.*		Erva	X	
Orobanchaceae	*Buchnera lavandulacea Cham. & Schltdl.*		Subarbusto		X
Orobanchaceae	*Buchnera palustris (Aubl.) Spreng.*		Erva		X
Orobanchaceae	*Esterhazya splendida J.C.Mikan*		Arbusto		X
Passifloraceae	*Passiflora alata Curtis*	Maracujá-doce	Liana	X	
Passifloraceae	*Passiflora amethystina J.C.Mikan*	Maracujá	Liana	X	X
Passifloraceae	*Passiflora capsularis L.*	Maracujá-branco-miúdo	Liana	X	
Passifloraceae	*Passiflora haematostigma Mart. ex Mast.*	Maracujá	Liana		X
Passifloraceae	*Passiflora miersii Mast.*		Liana		X
Passifloraceae	*Passiflora pohlii Mast.*	Maracujá-do-campo	Liana		X
Passifloraceae	*Passiflora vellozoi Gardner*	Maracujá	Liana		X
Peraceae	*Pera glabrata (Schott) Baill.*	Sete-casca	Árvore	X	
Phyllanthaceae	*Hyeronima alchorneoides Allemão*		Árvore	X	
Phyllanthaceae	*Phyllanthus fastigiatus Mart. ex Müll.Arg.*		Erva		X
Phyllanthaceae	*Phyllanthus niruri subsp. lathyroides (Kunth) G.L.Webster*		Erva	X	
Phytolaccaceae	*Phytolacca thyrsiflora Fenzl. ex J.A.Schmidt*		Subarbusto	X	X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Piperaceae	*Peperomia decora Dahlst.*		Erva	X	
Piperaceae	*Piper aduncum L.*	Pimenta-longa	Árvore	X	
Piperaceae	*Piper amalago L.*		Arbusto	X	
Piperaceae	*Piper anisum (Spreng.) Angely*	João-borandi	Subarbusto	X	
Piperaceae	*Piper cernuum Vell.*		Arbusto	X	
Piperaceae	*Piper dilatatum Rich.*		Arbusto	X	
Piperaceae	*Piper divaricatum G.Mey.*		Arbusto	X	
Piperaceae	*Piper tectoniifolium Kunth*		Arbusto	X	
Piperaceae	*Piper umbellatum L.*	Caapeba	Subarbusto	X	
Piperaceae	*Piper viminifolium Trel.*		Arbusto	X	
Poaceae	*Acroceras zizanioides (Kunth) Dandy*		Erva	X	
Poaceae	*Aulonemia effusa (Hack.) McClure*		Bambu		X
Poaceae	*Axonopus capillaris (Lam.) Chase*		Erva	X	
Poaceae	*Axonopus pellitus (Nees ex Trin.) Hitchc. & Chase*		Erva	X	
Poaceae	*Axonopus polystachyus G.A. Black*		Erva	X	
Poaceae	*Bambusa tuldoides Munro*	Bambu	Bambu		X
Poaceae	*Echinolaena inflexa (Poir.) Chase*	Capim-flexinha	Erva	X	
Poaceae	*Guadua tagoara (Nees) Kunth*	Taquaruçu	Bambu		X
Poaceae	*Ichnanthus bambusiflorus (Trin.) Döll*		Erva	X	
Poaceae	*Melinis minutiflora P.Beauv.*	Capim-meloso	Erva	X	
Poaceae	*Melinis repens (Willd.) Zizka*		Erva		X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Poaceae	*Merostachys fischeriana Rupr. ex Döll*	Taquara	Bambu	X	
Poaceae	*Panicum olyroides Kunth*	Capim-taquarinha	Erva	X	
Poaceae	*Parodiophyllochloa pantricha (Hack.) Zuloaga & Morrone*		Erva	X	
Poaceae	*Paspalum eucomum Nees ex Trin.*		Erva		X
Poaceae	*Rugoloa pilosa (Sw.) Zuloaga*		Erva	X	
Poaceae	*Schizachyrium condensatum (Kunth) Nees*		Erva	X	
Poaceae	*Schizachyrium sanguineum (Retz.) Alston*		Erva	X	
Poaceae	*Sporobolus metallicolus Longhi-Wagner & Boechat*		Erva	X	
Poaceae	*Trachypogon spicatus (L.f.) Kuntze*		Erva	X	
Poaceae	*Trichanthecium wettsteinii (Hack.) Zuloaga & Morrone*		Erva	X	
Poaceae	*Tristachya leiostachya Nees*		Erva	X	
Poaceae	*Urochloa brizantha (Hochst. ex A.Rich.) R.D.Webster*	Braquiária-brizanta	Erva	X	
Poaceae	*Urochloa decumbens (Stapf) R.D.Webster*	Capim-brachiaria-decumbens	Erva	X	
Polygalaceae	*Asemeia hebeclada (DC.) J.F.B.Pastore & J.R.Abbott*		Erva		X
Polygalaceae	*Asemeia monninoides (Kunth) J.F.B.Pastore & J.R.Abbott*		Subarbusto	X	X
Polygalaceae	*Bredemeyera laurifolia (A.St.-Hil. & Moq.) Klotzsch ex A.W.Benn.*		Liana	X	
Polygalaceae	*Monnina stenophylla A.St.-Hil. & Moq.*		Subarbusto		X
Polygalaceae	*Polygala brasiliensis L.*		Erva	X	

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Polygalaceae	*Polygala cuspidata DC.*		Erva		X
Polygalaceae	*Polygala glochidata Kunth*		Subarbusto		X
Polygalaceae	*Polygala longicaulis Kunth*		Subarbusto		X
Polygalaceae	*Polygala paniculata L.*		Subarbusto		X
Polygalaceae	*Polygala rigida A.St.-Hil. & Moq.*		Subarbusto		X
Polygonaceae	*Coccoloba mollis Casar.*	Coaçu	Árvore	X	
Polygonaceae	*Coccoloba scandens Casar.*	Cipó-costela-de-anta	Liana	X	X
Polypodiaceae	*Pleopeltis hirsutissima (Raddi) de la Sota*		Erva	X	
Polypodiaceae	*Serpocaulon latipes (Langsd. & Fisch.) A.R.Sm.*		Erva	X	
Portulacaceae	*Portulaca hirsutissima Cambess.*		Erva	X	X
Primulaceae	*Myrsine coriacea (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.*	Capororoquinha	Árvore	X	
Primulaceae	*Myrsine guianensis (Aubl.) Kuntze*	Pororoca	Árvore	X	
Primulaceae	*Myrsine monticola Mart.*		Arbusto		X
Primulaceae	*Myrsine umbellata Mart.*		Árvore	X	
Proteaceae	*Roupala montana Aubl.*	Carne-de-vaca	Árvore	X	X
Pteridaceae	*Adiantum raddianum C.Presl*		Erva	X	
Pteridaceae	*Doryopteris concolor (Langsd. & Fisch.) Kuhn & Decken*		Erva	X	
Pteridaceae	*Lytoneuron ornithopus (Mett. ex Hook. & Baker) Yesilyurt*		Erva	X	
Rhamnaceae	*Gouania latifolia Reissek*		Liana		X
Rhamnaceae	*Reissekia smilacina (Sm.) Steud.*		Liana	X	

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Rosaceae	*Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.*	Nêspera	Árvore	X	
Rosaceae	*Prunus myrtifolia (L.) Urb.*	Coração-de-negro	Árvore	X	X
Rosaceae	*Rubus rosifolius Sm.*		Erva		X
Rosaceae	*Rubus urticifolius Poir.*	Amora-do-mato	Arbusto	X	
Rubiaceae	*Amaioua guianensis Aubl.*	Cedro-bravo	Árvore	X	
Rubiaceae	*Amaioua intermedia Mart. ex Schult. & Schult.f.*	Carvoeiro	Árvore		X
Rubiaceae	*Augusta longifolia (Spreng.) Rehder*		Arbusto		X
Rubiaceae	*Borreria capitata (Ruiz & Pav.) DC.*		Subarbusto	X	X
Rubiaceae	*Borreria latifolia (Aubl.) K.Schum.*		Subarbusto	X	X
Rubiaceae	*Borreria poaya (A.St.-Hil.) DC.*		Subarbusto	X	X
Rubiaceae	*Borreria tenella (Kunth) Cham. & Schltdl.*		Subarbusto		X
Rubiaceae	*Borreria verticillata (L.) G.Mey.*		Subarbusto		X
Rubiaceae	*Borreria warmingii K.Schum.*		Subarbusto		X
Rubiaceae	*Coccocypselum lanceolatum (Ruiz & Pav.) Pers.*	Anil	Erva	X	X
Rubiaceae	*Cordiera concolor (Cham.) Kuntze*		Arbusto	X	
Rubiaceae	*Cordiera elliptica (Cham.) Kuntze*		Arbusto		X
Rubiaceae	*Cordiera sessilis (Vell.) Kuntze*	Larmelada-de-cachorro	Arbusto	X	
Rubiaceae	*Coutarea hexandra (Jacq.) K.Schum.*	Capança-vermelha	Árvore		X
Rubiaceae	*Declieuxia cordigera Mart. & Zucc. ex Schult. & Schult.f.*		Erva	X	
Rubiaceae	*Declieuxia fruticosa (Willd. ex Roem. & Schult.) Kuntze*		Arbusto	X	X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Rubiaceae	*Declieuxia oenanthoides Mart. & Zucc. ex Schult. & Schult.f.*		Erva		X
Rubiaceae	*Faramea hyacinthina Mart.*		Árvore	X	
Rubiaceae	*Galianthe angustifolia (Cham. & Schltdl.) E.L.Cabral*		Subarbusto	X	X
Rubiaceae	*Galianthe equisetoides (Cham. & Schltdl.) E.L.Cabral*		Erva		X
Rubiaceae	*Galianthe grandifolia E.L.Cabral*		Subarbusto	X	
Rubiaceae	*Galianthe liliifolia (Standl.) E.L.Cabral*		Subarbusto		X
Rubiaceae	*Galianthe thalictroides (K.Schum.) E.L.Cabral*		Subarbusto		X
Rubiaceae	*Galium hypocarpium (L.) Endl. ex Griseb.*		Erva	X	
Rubiaceae	*Guettarda viburnoides Cham. & Schltdl.*	Veludo-branco	Árvore	X	X
Rubiaceae	*Hamelia patens Jacq.*	Valmoura	Árvore	X	
Rubiaceae	*Hexasepalum apiculatum (Willd.) Delprete & J.H.Kirkbr.*		Subarbusto		X
Rubiaceae	*Manettia cordifolia Mart.*	Coral	Liana		X
Rubiaceae	*Palicourea hoffmannseggiana (Schult.) Borhidi*		Arbusto	X	X
Rubiaceae	*Palicourea justiciifolia (Rudge) Delprete & J.H.Kirkbr.*		Arbusto		X
Rubiaceae	*Palicourea marcgravii A.St.-Hil.*		Arbusto	X	X
Rubiaceae	*Palicourea rigida Kunth*		Arbusto	X	
Rubiaceae	*Palicourea sessilis (Vell.) C.M.Taylor*		Arbusto	X	X
Rubiaceae	*Posoqueria latifolia (Rudge) Schult.*		Árvore		X
Rubiaceae	*Psychotria carthagenensis Jacq.*	Chacrona	Árvore	X	X
Rubiaceae	*Psychotria leiocarpa Cham. & Schltdl.*		Arbusto	X	

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Rubiaceae	*Psychotria purpurascens Müll.Arg.*		Arbusto	X	
Rubiaceae	*Psychotria stachyoides Benth.*		Arbusto		X
Rubiaceae	*Randia armata (Sw.) DC.*	Espinho-de-judeu	Árvore	X	
Rubiaceae	*Remijia ferruginea (A.St.-Hil.) DC.*		Arbusto	X	X
Rubiaceae	*Richardia brasiliensis Gomes*		Erva	X	X
Rubiaceae	*Rudgea sessilis (Vell.) Müll.Arg.*		Arbusto	X	
Rubiaceae	*Rudgea viburnoides (Cham.) Benth.*	Congonha-de-bugre	Árvore	X	
Rubiaceae	*Sabicea brasiliensis Wernham*		Subarbusto	X	
Rubiaceae	*Tocoyena formosa (Cham. & Schltdl.) K.Schum.*	Genipapo-bravo	Arbusto	X	
Rutaceae	*Dictyoloma vandellianum A.Juss.*	Ardente	Árvore	X	X
Rutaceae	*Galipea jasminiflora (A.St.-Hil.) Engl.*	Carrapateiro	Árvore	X	
Rutaceae	*Hortia brasiliana Vand. ex DC.*	Coronel	Árvore	X	
Rutaceae	*Metrodorea stipularis Mart.*	Limoeiro-do-mato	Árvore	X	
Rutaceae	*Zanthoxylum rhoifolium Lam.*	Tamanqueira	Árvore	X	
Rutaceae	*Zanthoxylum riedelianum Engl.*	Mama-de-porca	Árvore	X	
Salicaceae	*Casearia arborea (Rich.) Urb.*	Puleiro-de-pombo	Árvore	X	
Salicaceae	*Casearia decandra Jacq.*	Brogotó	Árvore	X	
Salicaceae	*Casearia sylvestris Sw.*	Pau-de-lagarto	Árvore	X	X
Salicaceae	*Xylosma ciliatifolia (Clos) Eichler*	Assucará	Árvore	X	
Sapindaceae	*Cupania tenuivalvis Radlk.*	Camboatá	Árvore		X
Sapindaceae	*Cupania vernalis Cambess.*	Camboatá	Árvore	X	

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Sapindaceae	*Matayba elaeagnoides Radlk.*	Cuvantã	Árvore	X	
Sapindaceae	*Matayba guianensis Aubl.*	Canela-de-negro	Árvore	X	
Sapindaceae	*Matayba juglandifolia (Cambess.) Radlk.*	Camboatá	Árvore	X	
Sapindaceae	*Matayba marginata Radlk.*		Árvore	X	
Sapindaceae	*Matayba mollis Radlk.*	Mataíba	Árvore	X	
Sapindaceae	*Paullinia carpopoda Cambess.*		Liana	X	
Sapindaceae	*Serjania erecta Radlk.*	Timbó	Liana	X	
Sapindaceae	*Serjania lethalis A.St.-Hil.*	Timbó	Liana		X
Sapotaceae	*Micropholis gardneriana (A.DC.) Pierre*	Catuaba	Árvore	X	
Scrophulariaceae	*Buddleja stachyoides Cham. & Schltdl.*		Arbusto		X
Siparunaceae	*Siparuna brasiliensis (Spreng.) A.DC.*	Limoeiro-bravo	Árvore	X	
Siparunaceae	*Siparuna guianensis Aubl.*	Capitiú	Árvore	X	
Smilacaceae	*Smilax elastica Griseb.*	Japecanga	Liana	X	
Solanaceae	*Athenaea pogogena (Moric.) Sendtn.*		Árvore		X
Solanaceae	*Brunfelsia brasiliensis (Spreng.) L.B.Sm. & Downs*		Arbusto	X	X
Solanaceae	*Brunfelsia uniflora (Pohl) D.Don*		Arbusto		X
Solanaceae	*Calibrachoa elegans (Miers) Stehmann & Semir*		Subarbusto		X
Solanaceae	*Capsicum baccatum L.*	Comarim	Arbusto	X	
Solanaceae	*Cestrum bracteatum Link & Otto*	Baga-de-brugre	Arbusto		X
Solanaceae	*Cestrum mariquitense Kunth*	Coerana	Arbusto		X
Solanaceae	*Dyssochroma viridiflorum (Sims) Miers*		Arbusto	X	

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Solanaceae	*Physalis peruviana L.*		Arbusto		X
Solanaceae	*Solanum aculeatissimum Jacq.*		Subarbusto	X	
Solanaceae	*Solanum americanum Mill.*	Erva-moura	Erva	X	X
Solanaceae	*Solanum atropurpureum Schrank*		Arbusto	X	
Solanaceae	*Solanum cladotrichum Dunal*		Arbusto		X
Solanaceae	*Solanum didymum Dunal*		Arbusto	X	
Solanaceae	*Solanum gnaphalocarpon Vell.*		Arbusto	X	
Solanaceae	*Solanum granulosoleprosum Dunal*		Árvore		X
Solanaceae	*Solanum isodynamum Sendtn.*		Arbusto		X
Solanaceae	*Solanum lycocarpum A.St.-Hil.*	Lobeira	Árvore	X	X
Solanaceae	*Solanum mauritianum Scop.*		Árvore	X	X
Solanaceae	*Solanum paniculatum L.*		Arbusto	X	
Solanaceae	*Solanum pseudoquina A.St.-Hil.*		Árvore	X	
Solanaceae	*Solanum refractifolium Sendtn.*		Arbusto		X
Solanaceae	*Solanum sisymbriifolium Lam.*	Joá	Arbusto	X	
Solanaceae	*Solanum stenandrum Sendtn.*		Subarbusto		X
Solanaceae	*Solanum stipulaceum Willd. ex Roem. & Schult.*		Árvore	X	
Solanaceae	*Solanum subumbellatum Vell.*	Jurubeba---de-–-cupim	Arbusto	X	X
Solanaceae	*Solanum velleum Thunb.*		Arbusto		X
Styracaceae	*Styrax aureus Mart.*		Árvore		X
Styracaceae	*Styrax camporum Pohl*		Árvore	X	

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Styracaceae	*Styrax ferrugineus Nees & Mart.*	Benjoeiro-ferrugem	Árvore	X	X
Symplocaceae	*Symplocos celastrinea Mart.*	Caa-vera	Árvore	X	X
Symplocaceae	*Symplocos nitens (Pohl) Benth.*		Árvore	X	
Symplocaceae	*Symplocos pubescens Klotzsch ex Benth.*	Cinzeira-do-mato	Árvore	X	
Talinaceae	*Talinum paniculatum (Jacq.) Gaertn.*		Erva	X	
Theaceae	*Laplacea fruticosa (Schrad.) Kobuski*		Árvore	X	
Thymelaeaceae	*Daphnopsis brasiliensis Mart.*	Embira-branca	Árvore	X	
Thymelaeaceae	*Daphnopsis fasciculata (Meisn.) Nevling*	Embira-branca	Árvore	X	
Trigoniaceae	*Trigonia paniculata Warm.*		Liana	X	
Turneraceae	*Oxossia capitata (Cambess.) L.Rocha*		Arbusto	X	
Turneraceae	*Piriqueta aurea (Cambess.) Urb.*	Douradinha	Subarbusto	X	
Turneraceae	*Turnera oblongifolia Cambess.*		Erva	X	X
Urticaceae	*Cecropia glaziovii Snethl.*	Embaúba-vermelha	Árvore	X	
Urticaceae	*Cecropia hololeuca Miq.*	Embaúba-prateada	Árvore	X	
Urticaceae	*Cecropia pachystachya Trécul*	Embaúba	Árvore	X	
Urticaceae	*Urera baccifera (L.) Gaudich. ex Wedd.*	Urgi	Árvore	X	
Velloziaceae	*Barbacenia flava Mart. ex Schult. & Schult.f.*		Subarbusto	X	X
Velloziaceae	*Barbacenia itabirensis Goethart & Henrard*		Subarbusto	X	
Velloziaceae	*Barbacenia tomentosa Mart.*		Erva	X	X
Velloziaceae	*Vellozia albiflora Pohl*		Subarbusto	X	X
Velloziaceae	*Vellozia caruncularis Mart. ex Seub.*		Subarbusto	X	X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Velloziaceae	*Vellozia compacta Mart. ex Schult. & Schult.f.*	Canela-de-ema	Subarbusto	X	X
Velloziaceae	*Vellozia echinata Goethart & Henrard*		Subarbusto		X
Verbenaceae	*Aloysia virgata (Ruiz & Pav.) Juss.*		Árvore	X	X
Verbenaceae	*Lantana caatingensis Moldenke*		Arbusto		X
Verbenaceae	*Lantana camara L.*	Camara	Arbusto	X	X
Verbenaceae	*Lantana fucata Lindl.*		Arbusto		X
Verbenaceae	*Lantana lundiana Schauer*		Arbusto	X	X
Verbenaceae	*Lippia alba (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P.Wilson*	Carmelitana	Arbusto		X
Verbenaceae	*Lippia corymbosa Cham.*		Arbusto		X
Verbenaceae	*Lippia florida Cham.*		Arbusto		X
Verbenaceae	*Lippia grata Schauer*		Arbusto	X	X
Verbenaceae	*Lippia lupulina Cham.*		Arbusto	X	X
Verbenaceae	*Lippia origanoides Kunth*		Arbusto		X
Verbenaceae	*Lippia sericea Cham.*		Arbusto		X
Verbenaceae	*Lippia vernonioides Cham.*		Arbusto		X
Verbenaceae	*Stachytarpheta cayennensis (Rich.) Vahl*	Rincão	Subarbusto	X	X
Verbenaceae	*Stachytarpheta glabra Cham.*		Arbusto	X	X
Verbenaceae	*Stachytarpheta reticulata Mart. ex Schauer*		Arbusto	X	X
Violaceae	*Anchietea pyrifolia (Mart.) G.Don*	Piriguaia	Liana	X	
Vitaceae	*Cissus blanchetiana Planch.*	Maria-mole	Liana	X	
Vitaceae	*Cissus erosa Rich.*		Liana	X	

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMPLO MMIPE	SPECIES LINK
Vitaceae	*Cissus gongylodes (Baker) Planch.*	Cipó-de-aquecer-leite	Liana	X	
Vitaceae	*Cissus verticillata (L.) Nicolson & C.E.Jarvis*		Liana	X	
Vochysiaceae	*Callisthene major Mart.*	Pau-terra-do-mato	Árvore	X	
Vochysiaceae	*Qualea cordata Spreng.*		Árvore	X	X
Vochysiaceae	*Qualea dichotoma (Mart.) Warm.*	Pau-terra-da-areia	Árvore	X	
Vochysiaceae	*Qualea grandiflora Mart.*	Pau-terra	Árvore		X
Vochysiaceae	*Qualea multiflora Mart.*		Árvore	X	X
Vochysiaceae	*Qualea multiflora subsp. pubescens (Mart.) Stafleu*		Árvore	X	
Vochysiaceae	*Qualea selloi Warm.*		Árvore		X
Vochysiaceae	*Vochysia emarginata (Vahl) Poir.*		Árvore		X
Vochysiaceae	*Vochysia magnifica Warm.*	Pau-tucano	Árvore	X	
Vochysiaceae	*Vochysia pygmaea Bong.*		Arbusto		X
Vochysiaceae	*Vochysia thyrsoidea Pohl*	Cinzeiro	Árvore	X	X
Vochysiaceae	*Vochysia tucanorum Mart.*	Pau-de-tucano	Árvore	X	X
Winteraceae	*Drimys brasiliensis Miers*		Árvore	X	
Xyridaceae	*Xyris atrospicata Wand. & J.Guedes*		Erva		X
Xyridaceae	*Xyris diamantinae Malme*		Erva		X
Xyridaceae	*Xyris mello-barretoi L.B.Sm. & Downs*		Erva		X
Xyridaceae	*Xyris plantaginea Mart.*		Erva		X
Xyridaceae	*Xyris tortula Mart.*		Erva		X

2.5.3.2.2 *ESPÉCIES DE ESPECIAL INTERESSE PARA A CONSERVAÇÃO - LEVANTAMENTO DE DADOS SECUNDÁRIOS*

Do total de espécies registradas no levantamento de dados secundários (999), 87 são consideradas de especial interesse para conservação da flora por serem raras, endêmicas, ameaçadas de extinção e/ou protegidas por lei, de acordo com as referências consultadas (**Tabela 2-11**). Desse total, 64 possuem algum grau de ameaça de extinção (**Tabela 2-12**), 4 são consideradas raras (**Tabela 2-13**), 31 são endêmicas do Quadrilátero Ferrífero (**Tabela 2-13**) e 4 são protegidas por lei (**Tabela 2-12**).

De acordo com a Lei Estadual nº 20.308, de 27 de julho de 2012, os ipês-amarelos (espécies anteriormente pertencentes ao gênero Tabebuia) são espécies declaradas como de preservação permanente, de interesse comum e imunes de corte. Foram relatadas como ocorrentes na AEL quatro espécies de ipê-amarelo, sendo estas: *Handroanthus albus*, *H. chrysotrichus, H. ochraceus e H. serratifolius* (**Tabela 2-12**).

A **Tabela 2-11** apresenta o resumo quantitativo das espécies de especial interesse para conservação encontradas na AEL.

Tabela 2-11 - Quantitativo de espécies da flora de especial interesse para conservação identificadas no contexto da AEL.

REFERÊNCIA	CATEGORIA DE AMEAÇA				RARAS	ENDÊMICAS	PROTEGIDAS	TOTAL
	VU	EN	CR	EX				
MMA, 148/2022	8	9	1					**18**
MMA, 443/2014	9	9	1					**19**
CNCFlora, 2020	7	3						**10**
BIODIVERSITAS (2008)	33	12	6					**51**
Giulietti, 2009					4			**4**
Martinelli, 2013					2			**2**
Jacobi & Carmo, 2012						23		**23**
Carmo, 2018						16		**16**
Borsali, 2012						17		**17**
Lei Estadual nº 20.308/2012							4	**4**

Tabela 2-12 - Lista das espécies ameaçadas de extinção e protegidas por lei registradas em dados secundários avaliados para a AEL.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	MMA, 148	MMA, 443	IUCN (2014)	BIODIVERSITAS (2008)	LEI ESTADUAL Nº 20.308/2012
Alstroemeriaceae	*Alstroemeria foliosa*				VU	
Alstroemeriaceae	*Alstroemeria ochracea*				EN	
Alstroemeriaceae	*Alstroemeria plantaginea*				EN	
Amaryllidaceae	*Hippeastrum morelianum*	VU	VU		EN	
Amaryllidaceae	*Zephyranthes irwiniana*	VU	VU		VU	
Annonaceae	*Annona dolabripetala*		EN			
Apocynaceae	*Aspidosperma polyneuron*			EN		
Apocynaceae	*Oxypetalum minarum*				VU	
Asteraceae	*Aldama tenuifolia*				EN	
Asteraceae	*Aspilia jolyana*				VU	
Asteraceae	*Aspilia subpetiolata*				EN	
Asteraceae	*Calea clausseniana*				VU	
Asteraceae	*Calea rotundifolia*				VU	
Asteraceae	*Chresta sphaerocephala*				VU	
Asteraceae	*Lessingianthus pycnostachyus*				VU	
Asteraceae	*Lychnophora ericoides*				VU	
Asteraceae	*Lychnophora pinaster*				VU	

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	MMA, 148	MMA, 443	IUCN (2014)	BIODIVERSITAS (2008)	LEI ESTADUAL Nº 20.308/2012
Asteraceae	*Mikania glauca*	EN	EN		VU	
Asteraceae	*Pseudobrickellia angustissima*				CR	
Asteraceae	*Richterago polymorpha*				EN	
Bignoniaceae	*Anemopaegma arvense*	EN	EN			
Bignoniaceae	*Handroanthus albus*				VU	X
Bignoniaceae	*Handroanthus chrysotrichus*				VU	X
Bignoniaceae	*Handroanthus ochraceus*					X
Bignoniaceae	*Handroanthus serratifolius*					X
Bignoniaceae	*Zeyheria tuberculosa*		VU	VU		
Bromeliaceae	*Cryptanthus glaziovii*				VU	
Bromeliaceae	*Dyckia schwackeana*				CR	
Bromeliaceae	*Hoplocryptanthus schwackeanus*				VU	
Bromeliaceae	*Vriesea longistaminea*	CR	CR		CR	
Bromeliaceae	*Vriesea minarum*	EN	EN		VU	
Cactaceae	*Arthrocereus glaziovii*	EN	EN	EN	CR	
Cyperaceae	*Lagenocarpus minarum*					
Fabaceae	*Chamaecrista mucronata*				VU	
Fabaceae	*Dalbergia nigra*	VU	VU	VU	VU	

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	MMA, 148	MMA, 443	IUCN (2014)	BIODIVERSITAS (2008)	LEI ESTADUAL Nº 20.308/2012
Fabaceae	*Inga vulpina*				VU	
Fabaceae	*Machaerium villosum*			VU		
Fabaceae	*Melanoxylon brauna*	VU	VU		VU	
Fabaceae	*Mimosa pogocephala*				VU	
Gesneriaceae	*Paliavana sericiflora*				VU	
Gesneriaceae	*Sinningia rupicola*	EN	EN		VU	
Iridaceae	*Deluciris rupestris*				VU	
Iridaceae	*Neomarica glauca*				EN	
Iridaceae	*Pseudotrimezia juncifolia*					
Iridaceae	*Sisyrinchium luzula*				VU	
Lauraceae	*Cinnamomum quadrangulum*	VU	VU		EN	
Loganiaceae	*Spigelia sellowiana*				VU	
Lythraceae	*Diplusodon villosissimus*	VU	VU			
Malpighiaceae	*Camarea hirsuta*				VU	
Melastomataceae	*Ossaea warmingiana*	VU	VU		VU	
Meliaceae	*Cedrela fissilis*	VU	VU	EN		
Moraceae	*Ficus mexiae*			VU		
Myrtaceae	*Myrcia guianensis*			VU		

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	MMA, 148	MMA, 443	IUCN (2014)	BIODIVERSITAS (2008)	LEI ESTADUAL Nº 20.308/2012
Myrtaceae	*Siphoneugena densiflora*			VU		
Orchidaceae	*Cattleya caulescens*	EN	EN		EM	
Orchidaceae	*Cattleya crispata*				EM	
Orchidaceae	*Sarcoglottis schwackei*				VU	
Poaceae	*Aulonemia effusa*				VU	
Poaceae	*Sporobolus metallicolus*				VU	
Rubiaceae	*Rudgea sessilis*				EN	
Sapotaceae	*Micropholis gardneriana*			VU		
Solanaceae	*Calibrachoa elegans*	EN	EN		CR	
Styracaceae	*Styrax aureus*	EN			VU	
Verbenaceae	*Lippia corymbosa*				EN	
Verbenaceae	*Lippia florida*				CR	
Vochysiaceae	*Vochysia pygmaea*	EN	EN		VU	

Legenda: EN: Em Perigo; VU: Vulnerável; CR: Criticamente Ameaçada

Tabela 2-13 - Lista das espécies raras e endêmicas registradas em dados secundários avaliados para a AEL.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	RARAS		ENDÊMICAS QUADRILÁTERO FERRÍFERO		
		RARAS (GIULIETTI, 2009)	RARAS CERRADO (MARTINELI, 2013)	ENDÊMICAS QF (JACOBI, 2012)	ENDÊMICAS QF (CARMO, 2018)	ENDÊMICAS QF (BORSALI, 2012)
Acanthaceae	*Staurogyne minarum*	Rara-Brasil	Rara-Cerrado			ENDÊMICA-QF
Apocynaceae	*Morilloa carassensis*			ENDÊMICA-QF		
Asteraceae	*Chromolaena multiflosculosa*			ENDÊMICA-QF		
Asteraceae	*Lychnophora pinaster*			ENDÊMICA-QF		
Bromeliaceae	*Dyckia consimilis*			ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF
Bromeliaceae	*Dyckia schwackeana*			ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF
Bromeliaceae	*Dyckia simulans*			ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF
Bromeliaceae	*Hoplocryptanthus schwackeanus*			ENDÊMICA-QF		ENDÊMICA-QF
Bromeliaceae	*Vriesea longistaminea*			ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF
Bromeliaceae	*Vriesea minarum*			ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	RARAS		ENDÊMICAS QUADRILÁTERO FERRÍFERO		
		RARAS (GIULIETTI, 2009)	RARAS CERRADO (MARTINELI, 2013)	ENDÊMICAS QF (JACOBI, 2012)	ENDÊMICAS QF (CARMO, 2018)	ENDÊMICAS QF (BORSALI, 2012)
Cactaceae	*Arthrocereus glaziovii*	Rara-Brasil		ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF
Convolvulaceae	*Ipomoea procumbens*			ENDÊMICA-QF		
Convolvulaceae	*Ipomoea rupestris*			ENDÊMICA-QF		
Convolvulaceae	*Jacquemontia linarioides*			ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF
Eriocaulaceae	*Paepalanthus ciliolatus*					ENDÊMICA-QF
Eriocaulaceae	*Paepalanthus moedensis*			ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF	
Euphorbiaceae	*Croton serratus*			ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF	
Fabaceae	*Chamaecrista secunda*			ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF	
Fabaceae	*Mimosa calodendron*			ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF
Fabaceae	*Mimosa pogocephala*				ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF
Gesneriaceae	*Sinningia rupicola*			ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF	

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	RARAS		ENDÊMICAS QUADRILÁTERO FERRÍFERO		
		RARAS (GIULIETTI, 2009)	RARAS CERRADO (MARTINELI, 2013)	ENDÊMICAS QF (JACOBI, 2012)	ENDÊMICAS QF (CARMO, 2018)	ENDÊMICAS QF (BORSALI, 2012)
Lauraceae	*Cinnamomum quadrangulum*			ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF
Melastomataceae	*Microlicia crenulata*			ENDÊMICA-QF		
Melastomataceae	*Microlicia taxifolia*	Rara-Brasil				
Melastomataceae	*Pleroma ferricolum*				ENDÊMICA-QF	
Orchidaceae	*Cattleya liliputana*					ENDÊMICA-QF
Orchidaceae	*Epidendrum campestre*			ENDÊMICA-QF		
Styracaceae	*Styrax aureus*			ENDÊMICA-QF		ENDÊMICA-QF
Velloziaceae	*Barbacenia itabirensis*				ENDÊMICA-QF	ENDÊMICA-QF
Velloziaceae	*Vellozia echinata*					ENDÊMICA-QF
Verbenaceae	*Lippia origanoides*			ENDÊMICA-QF		
Vochysiaceae	*Vochysia pygmaea*	Rara-Brasil	Rara-Cerrado			

2.5.3.2.3 *RIQUEZA DE ESPÉCIES – LEVANTAMENTO DE DADOS PRIMÁRIOS*

Durante os levantamentos de dados em campo foi realizada a caracterização qualitativa da vegetação pelo método de avaliação ecológica rápida, por meio do caminhamento florístico em todas as formações de vegetação inseridas na Área de Estudo Local (AEL) e Área Diretamente Afetada (ADA) do projeto. Foram percorridas as áreas florestais (Floresta Estacional Semidecidual e Cerrado) e as áreas campestres (Cerrado Rupestre). Os levantamentos florísticos foram realizados a partir do caminhamento nestes ambientes na ADA e AEL e dos resultados do levantamento fitossociológico por parcelas amostrais na ADA, nas formações de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração e Cerrado.

Foram registradas durante os caminhamentos as espécies botânicas observadas nos diversos estratos da vegetação, abrangendo as variedades de formas de vida, herbácea, arbustiva, arbórea, epífita etc., presentes em cada um dos ambientes mencionados.

A partir dos caminhamentos florísticos foram, portanto, registradas 250 espécies vegetais, pertencentes a 77 famílias botânicas distintas.

A família que apresentou a maior riqueza de espécies foi Fabaceae (31 espécies) que, sozinha, representa 12,4% de toda a diversidade inventariada. Outras famílias que apresentaram grande riqueza de espécies foram Myrtaceae (17), Poaceae (12), Asteraceae (11), Bignoniaceae (11), Melastomataceae (9) e Rubiaceae (9). Do total de famílias levantadas, 67 (33,5%) possuem 5 ou menos espécies representantes, sendo que destas, 37 (18,5%) famílias foram representadas por apenas uma espécie cada (**Figura 2-43**).

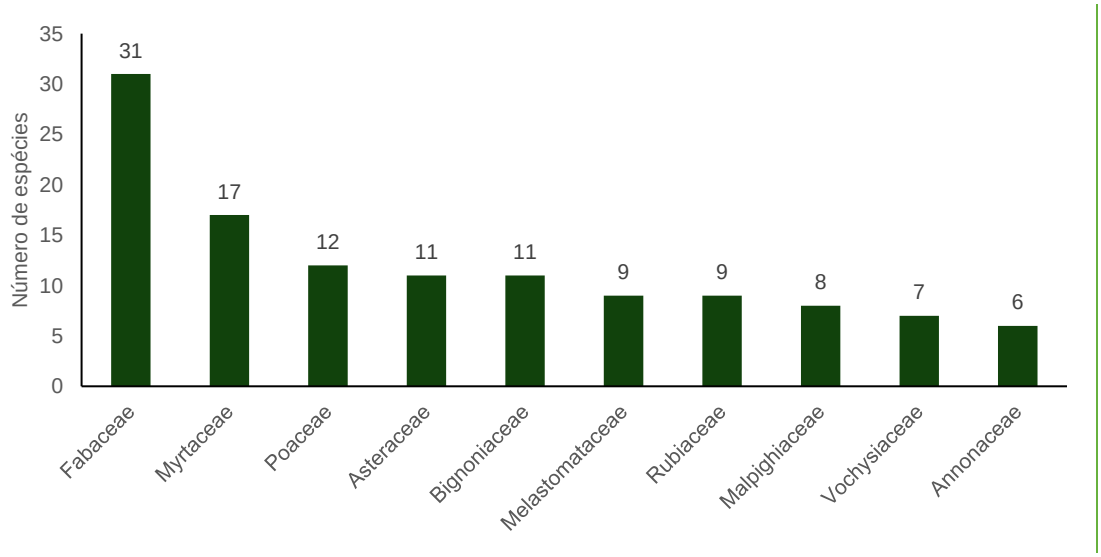


Figura 2-43 - Riqueza de espécies por família, com base nos dados primários do levantamento florístico da ADA e da AEL.

Em relação à forma de vida das espécies registradas, a maior parte das espécies é formada por árvores (171 espécies; 68,4%) seguidas por ervas (44 espécies; 17,6%), arbustos (22 espécies; 8,8%), lianas (9 espécies; 3,6%) e Erva – Epífita (3 espécies; 1,2%) e subarbustos (uma espécie; 0,4% cada) (**Figura 2-44**).

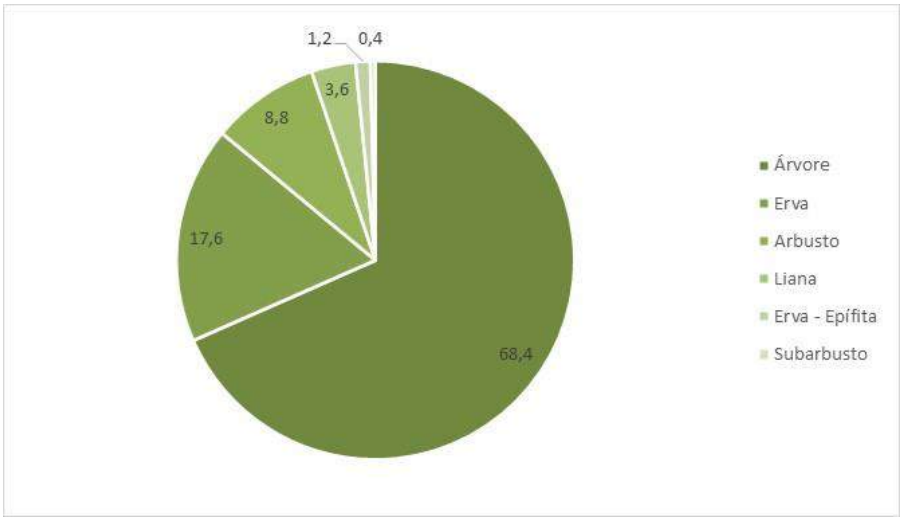


Figura 2-44 - Formas de vida das espécies listadas para a ADA e AEL (Porcentagem).

Em relação aos ambientes onde cada espécie foi registrada, o ambiente com maior número de espécies exclusivas foi a FESD, com 117 espécies (46,6%), seguido do Cerrado e do Cerrado Rupestre, com 36 espécies exclusivas cada (14,4%). A **Tabela 2-14** apresenta a relação do número de espécies registrados em cada ambiente avaliado.

Tabela 2-14 - Relação do número de espécies registrados em cada ambiente avaliado no levantamento florístico da ADA e AEL do projeto.

AMBIENTES	NSP	NSP (%)
FESD	117	46,8
Cerrado, FESD	46	18,4
Cerrado	36	14,4
Cerrado Rupestre	36	14,4
Cerrado, Cerrado Rupestre	11	4,4
Cerrado, Cerrado Rupestre, FESD	2	0,8
Cerrado Rupestre, FESD	2	0,8
Total	**250**	**100**

Legenda: FESD = Floresta Estacional Semidecidual.

Tabela 2-15 - Espécies da Flora registradas a partir dos levantamentos de dados primários.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMBIENTE	POLINIZAÇÃO	DISPERSÃO	USO DA MADEIRA	OUTROS USOS
Acanthaceae	*Ruellia sp.1*		Arbusto	1, 2	Zoofilia	Autocórica		
Amaranthaceae	*Pfaffia sp.1*		Erva	2	Zoofilia	Autocórica		
Anacardiaceae	*Lithraea molleoides (Vell.) Engl.*	Aroeirinha	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		Alimentação
Anacardiaceae	*Tapirira guianensis Aubl.*	Pau-pombo	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Anacardiaceae	*Tapirira obtusa (Benth.) J.D.Mitch.*	Peito-de-pomba	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica	Uso tradicional	
Anemiaceae	*Anemia sp.1*		Erva	3	Criptógamas	Anemocórica		
Annonaceae	*Annona dolabripetala Raddi*	Pinha-do-mato	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		Alimentação
Annonaceae	*Annona sylvatica A.St.-Hil.*	Pinha	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica	Uso tradicional	Alimentação
Annonaceae	*Duguetia furfuracea (A.St.-Hil.) Saff.*	Pindaíba-do-cerrado	Arbusto	1	Zoofilia	Zoocórica		
Annonaceae	*Guatteria australis A.St.-Hil.*	Pindaíba	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		Alimentação
Annonaceae	*Guatteria villosissima A.St.-Hil.*	Pindaíba-peluda	Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		Medicinal
Annonaceae	*Xylopia sericea A.St.-Hil.*	Pindaíba-preta	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica	Uso tradicional	Ornamental e Alimentação
Apiaceae	*Eryngium sp.1*		Erva	1	Zoofilia	Autocórica		
Apocynaceae	*Aspidosperma parvifolium A.DC.*	Pau-pereira	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica	Uso Nobre	Ornamental
Apocynaceae	*Aspidosperma polyneuron Müll.Arg.*	Peroba-rosa	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica	Uso Nobre	
Apocynaceae	*Aspidosperma tomentosum Mart. & Zucc.*	Pereiro-do-campo	Árvore	1	Zoofilia	Anemocórica		
Apocynaceae	*Ditassa sp.1*		Liana	2	Zoofilia	Anemocórica		
Apocynaceae	*Mandevilla sp.1*		Arbusto	2	Zoofilia	Anemocórica		
Aquifoliaceae	*Ilex affinis Gardner*	Mate-falso	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		Alimentação
Araceae	*Anthurium sp.1*		Erva	3	Zoofilia	Zoocórica		
Araliaceae	*Aralia excelsa (Griseb.) J.Wen*		Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Araliaceae	*Didymopanax morototoni (Aubl.) Decne. & Planch.*	Morototó	Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		
Arecaceae	*Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart.*	Macaúba	Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		Alimentação
Arecaceae	*Geonoma schottiana Mart.*	Aricanga	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Arecaceae	*Syagrus flexuosa (Mart.) Becc.*	Acumã	Árvore	1	Zoofilia	Zoocórica		
Arecaceae	*Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman*	Jerivá	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Asteraceae	*Achyrocline satureioides (Lam.) DC.*	Macela	Erva	1, 2	Zoofilia	Anemocórica		Medicinal
Asteraceae	*Baccharis platypoda DC.*	Alecrim-das-pedras	Arbusto	2	Zoofilia	Anemocórica		Medicinal
Asteraceae	*Chresta sphaerocephala DC.*		Arbusto	1, 2	Zoofilia	Anemocórica		
Asteraceae	*Dasyphyllum sprengelianum (Gardner) Cabrera*		Arbusto	1, 2	Zoofilia	Anemocórica		
Asteraceae	*Eremanthus erythropappus (DC.) MacLeish*	Candeia	Árvore	1, 3	Zoofilia	Anemocórica		
Asteraceae	*Eremanthus incanus (Less.) Less.*	Candeia-parda	Árvore	1, 2, 3	Zoofilia	Anemocórica		
Asteraceae	*Moquiniastrum polymorphum (Less.) G. Sancho*	Cambará	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica		
Asteraceae	*Piptocarpha macropoda (DC.) Baker*	Vassourão-pardo	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica		

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMBIENTE	POLINIZAÇÃO	DISPERSÃO	USO DA MADEIRA	OUTROS USOS
Asteraceae	*Pseudobrickellia brasiliensis (Spreng.) R.M.King & H.Rob.*		Arbusto	2	Zoofilia	Anemocórica		
Asteraceae	*Senecio sp.1*		Erva	1	Zoofilia	Anemocórica		
Asteraceae	*Vernonanthura polyanthes (Sprengel) Vega & Dematteis*	Assa-peixe-do-campo	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica		
Begoniaceae	*Begonia sp.1*		Erva	2, 3	Zoofilia	Autocórica		
Bignoniaceae	*Amphilophium crucigerum (L.) L.G.Lohmann*		Liana	1, 3	Zoofilia	Anemocórica		
Bignoniaceae	*Cybistax antisyphilitica (Mart.) Mart.*	Ipê-pardo	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica		Ornamental
Bignoniaceae	*Fridericia speciosa Mart.*		Liana	1, 3	Zoofilia	Anemocórica		
Bignoniaceae	*Handroanthus ochraceus (Cham.) Mattos*	Ipê-amarelo-do-cerrado	Árvore	1, 3	Zoofilia	Anemocórica	Uso Nobre	Ornamental
Bignoniaceae	*Handroanthus serratifolius (Vahl) S.Grose*	Ipê-amarelo	Árvore	1, 3	Zoofilia	Anemocórica	Uso Nobre	Ornamental
Bignoniaceae	*Jacaranda caroba (Vell.) DC.*	Jacarandá-caroba	Arbusto	2	Zoofilia	Anemocórica		Medicinal
Bignoniaceae	*Jacaranda macrantha Cham.*	Carobão	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica		Ornamental
Bignoniaceae	*Jacaranda puberula Cham.*	Bignoniaceae	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica		
Bignoniaceae	*Pyrostegia venusta (Ker Gawl.) Miers*	Cipó-de-são-joão	Liana	1, 3	Zoofilia	Autocórica		Ornamental
Bignoniaceae	*Sparattosperma leucanthum (Vell.) K.Schum.*	Ipê-cinco-folhas	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica		Ornamental
Bignoniaceae	*Zeyheria tuberculosa (Vell.) Bureau ex Verl.*	Culhões-de-bode	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica		
Boraginaceae	*Cordia trichotoma (Vell.) Arráb. ex Steud.*	Louro-pardo	Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		
Bromeliaceae	*Aechmea bromeliifolia (Rudge) Baker*		Erva - Epífita	3	Zoofilia	Anemocórica		Ornamental
Bromeliaceae	*Billbergia elegans Mart. ex Schult. & Schult.f.*		Erva	3	Zoofilia	Zoocórica		
Bromeliaceae	*Dyckia sp.1*		Erva	2	Zoofilia	Anemocórica		Ornamental
Bromeliaceae	*Tillandsia sp.1*		Erva - Epífita	3	Zoofilia	Anemocórica		Ornamental
Bromeliaceae	*Tillandsia sp.2*		Erva - Epífita	3	Zoofilia	Anemocórica		Ornamental
Cactaceae	*Epiphyllum phyllanthus (L.) Haw.*	Pitainha	Erva	3	Zoofilia	Zoocórica		Alimentação
Calophyllaceae	*Kielmeyera coriacea Mart. & Zucc.*	Pau-santo	Árvore	1, 2, 3	Zoofilia	Anemocórica		Medicinal
Campanulaceae	*Siphocampylus nitidus Pohl*		Erva	2	Zoofilia	Autocórica		
Cannabaceae	*Celtis sp.1*		Arbusto	3	Zoofilia	Zoocórica		
Cannabaceae	*Trema micrantha (L.) Blume*	Candiúba	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Caryocaraceae	*Caryocar brasiliense Cambess.*	Pequí	Árvore	1	Zoofilia	Zoocórica	Uso tradicional	Alimentação
Celastraceae	*Monteverdia gonoclada (Mart.) Biral*	Coração-de-bugre	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Celastraceae	*Plenckia populnea Reissek*	Marmeleiro	Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		Alimentação
Celastraceae	*Salacia elliptica (Mart.) G. Don*	Saputiá	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Chrysobalanaceae	*Licania kunthiana Hook.f.*	Milho-torrado	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Clethraceae	*Clethra scabra Pers.*	Caujuja	Árvore	1, 3	Zoofilia	Anemocórica		
Combretaceae	*Terminalia argentea Mart. & Zucc.*	Pau-de-bicho	Árvore	1	Zoofilia	Anemocórica		
Combretaceae	*Terminalia glabrescens Mart.*	Merindiba	Árvore	1, 3	Zoofilia	Anemocórica		
Commelinaceae	*Commelina obliqua Vahl*		Erva	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMBIENTE	POLINIZAÇÃO	DISPERSÃO	USO DA MADEIRA	OUTROS USOS
Convolvulaceae	*Ipomoea sp.1*		Erva	2	Zoofilia	Autocórica		
Convolvulaceae	*Ipomoea sp.2*		Erva	2	Zoofilia	Autocórica		
Cunoniaceae	*Lamanonia ternata Vell.*	Salgueiro	Árvore	1, 3	Zoofilia	Anemocórica	Uso tradicional	Medicinal e ornamental
Cyatheaceae	*Cyathea sp.1*		Árvore	3	Criptógamas	Anemocórica		
Cyperaceae	*Bulbostylis fimbriata (Nees) C.B.Clarke*		Erva	2	Zoofilia e Anemofilia	Autocórica		
Cyperaceae	*Cyperus laxus Lam.*		Erva	3	Anemofilia	Autocórica		
Cyperaceae	*Rhynchospora exaltata Kunth*		Erva	3	Anemofilia	Autocórica		
Cyperaceae	*Scleria sp.1*	Capim-navalha	Erva	3	Anemofilia	Autocórica		
Dilleniaceae	*Davilla rugosa Poir.*		Liana	1, 2	Zoofilia	Zoocórica		
Ericaceae	*Agarista coriifolia (Thunb.) J.D. Hook. ex Nied.*	Criuva	Erva	2	Zoofilia	Autocórica		
Ericaceae	*Agarista eucalyptoides (Cham. & Schltdl.) G.Don*	Criuva	Erva	1	Zoofilia	Autocórica		
Erythroxylaceae	*Erythroxylum daphnites Mart.*	Chapadinho	Árvore	1	Zoofilia	Zoocórica		
Euphorbiaceae	*Alchornea triplinervia (Spreng.) Müll.Arg.*	Tanheiro	Árvore	3	Zoofilia e Anemofilia	Zoocórica	Uso Nobre	
Euphorbiaceae	*Aparisthmium cordatum (A.Juss.) Baill.*	Licurana	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica	Uso tradicional	
Euphorbiaceae	*Croton urucurana Baill.*	Sangra-d'água	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		Medicinal
Fabaceae	*Andira fraxinifolia Benth.*	Pau-angelim	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica	Uso nobre	
Fabaceae	*Bauhinia rufa (Bong.) Steud.*	Pata-de-vaca	Árvore	2	Zoofilia	Autocórica		
Fabaceae	*Bowdichia virgilioides Kunth*	Sucupira-preta	Árvore	1, 3	Zoofilia	Anemocórica	Uso Nobre	Medicinal e ornamental
Fabaceae	*Chamaecrista sp.1*		Arbusto	1	Zoofilia	Autocórica		
Fabaceae	*Cleobulia coccinea (Vell.) L.P.Queiroz*		Liana	1	Zoofilia	Autocórica		
Fabaceae	*Copaifera langsdorffii Desf.*	Copaíba	Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		Medicinal e ornamental
Fabaceae	*Dalbergia miscolobium Benth.*	Jacarandá-do-campo	Árvore	1, 3	Zoofilia	Anemocórica		
Fabaceae	*Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.*	Jacarandá-da-bahia	Árvore	1, 3	Zoofilia	Anemocórica	Uso Nobre	Ornamental
Fabaceae	*Dalbergia villosa (Benth.) Benth.*	Jacarandá-caviúna	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica		
Fabaceae	*Hymenaea courbaril L.*	Jatobá	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica	Uso Nobre	Alimentação
Fabaceae	*Hymenaea stigonocarpa Mart. ex Hayne*	Jatobá-do-cerrado	Árvore	1	Zoofilia	Zoocórica	Uso Nobre	Alimentação
Fabaceae	*Leptolobium dasycarpum Vogel*	Perobinha	Árvore	1	Zoofilia	Anemocórica		
Fabaceae	*Lonchocarpus cultratus (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima*	Cabelouro	Árvore	3	Zoofilia	Autocórica		
Fabaceae	*Lupinus arenarius Gardner*		Erva	1	Zoofilia	Autocórica		
Fabaceae	*Machaerium brasiliense Vogel*	Jacarandá-sangue	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica	Uso nobre	
Fabaceae	*Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld*	Jacarandá-bico-de-pato	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica		
Fabaceae	*Machaerium nyctitans (Vell.) Benth.*	Jacarandá-de-espinho	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica	Uso nobre	
Fabaceae	*Machaerium opacum Vogel*	Jacarandá-cascudo	Árvore	1	Zoofilia	Anemocórica		
Fabaceae	*Machaerium stipitatum Vogel*	Sapuvussu	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica		
Fabaceae	*Machaerium villosum Vogel*	Jacarandá-do-cerradão	Árvore	1, 3	Zoofilia	Anemocórica		

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMBIENTE	POLINIZAÇÃO	DISPERSÃO	USO DA MADEIRA	OUTROS USOS
Fabaceae	*Peltophorum dubium (Spreng.) Taub.*	Canafístula	Árvore	3	Zoofilia	Autocórica		
Fabaceae	*Piptadenia gonoacantha (Mart.) J.F.Macbr.*	Pau-jacaré	Árvore	3	Zoofilia	Autocórica		
Fabaceae	*Platypodium elegans Vogel*	Amendoim-do-campo	Árvore	1, 3	Zoofilia	Anemocórica		Ornamental
Fabaceae	*Schizolobium parahyba (Vell.) Blake*	Paricá	Árvore	3	Zoofilia	Autocórica	Uso tradicional	Ornamental
Fabaceae	*Schnella radiata (Vell.) Trethowan & R. Clark*		Liana	1	Zoofilia	Autocórica		
Fabaceae	*Senegalia polyphylla (DC.) Britton & Rose*	Paricá-rana	Árvore	3	Zoofilia	Autocórica		
Fabaceae	*Senna macranthera (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby*	Manduirana	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica		Ornamental
Fabaceae	*Senna multijuga (Rich.) H.S.Irwin & Barneby*	Pau-Cigarra	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica		Ornamental
Fabaceae	*Stryphnodendron adstringens (Mart.) Coville*	Casca-da-virgindade	Árvore	1	Zoofilia	Autocórica		Medicinal
Fabaceae	*Stylosanthes sp.1*		Erva	2	Zoofilia	Zoocórica		
Fabaceae	*Swartzia pilulifera Benth.*		Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Gesneriaceae	*Paliavana sericiflora Benth.*		Erva	2	Zoofilia	Autocórica		
Gesneriaceae	*Sinningia sp.1*		Erva	2	Zoofilia	Anemocórica		
Hypericaceae	*Vismia brasiliensis Choisy*	Ruão	Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		Medicinal
Iridaceae	*Neomarica sp.1*		Erva	1, 2	Zoofilia	Autocórica		
Iridaceae	*Trimezia sp.1*		Erva	1	Zoofilia	Autocórica		
Lacistemataceae	*Lacistema pubescens Mart.*	Sabonete	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica	Uso tradicional	
Lamiaceae	*Aegiphila verticillata Vell.*	Tamanqueira-do-cerrado	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Lamiaceae	*Hyptidendron asperrimum (Spreng.) Harley*	Catinga-de-bode	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica		
Lamiaceae	*Hyptidendron canum (Pohl ex Benth.) Harley*	Catinga-de-bode-do-cerrado	Árvore	1	Zoofilia	Anemocórica		
Lamiaceae	*Vitex polygama Cham.*	Azeitona do mato	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica	Uso nobre	Medicinal e ornamental
Lauraceae	*Nectandra lanceolata Nees*	Canela-amarela	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica	Uso tradicional	
Lauraceae	*Nectandra oppositifolia Nees & Mart.*	Canela-ferrugem	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Lauraceae	*Ocotea corymbosa (Meisn.) Mez*	canela-de-corvo	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica	Uso nobre	Ornamental
Lauraceae	*Ocotea spixiana (Nees) Mez*	Canelão	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Lauraceae	*Persea americana Mill.*	Abacate	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		Alimentação
Lecythidaceae	*Cariniana estrellensis (Raddi) Kuntze*	Jequitibá-branco	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica	Uso Nobre	Ornamental
Lythraceae	*Cuphea sp.1*		Erva	2	Zoofilia	Autocórica		
Lythraceae	*Lafoensia pacari A.St.-Hil.*	Pacari-do-sertão	Árvore	1, 3	Zoofilia	Anemocórica		
Malpighiaceae	*Banisteriopsis campestris (A.Juss.) Little*		Arbusto	2	Zoofilia	Anemocórica		
Malpighiaceae	*Banisteriopsis sp.1*		Arbusto	1, 2	Zoofilia	Anemocórica		
Malpighiaceae	*Byrsonima coccolobifolia Kunth*	Murici-do-campo	Árvore	1	Zoofilia	Zoocórica		
Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia (L.) Kunth*	Murici	Árvore	1	Zoofilia	Zoocórica		
Malpighiaceae	*Byrsonima pachyphylla A.Juss.*	Murici-cascudo	Arbusto	3	Zoofilia	Zoocórica		
Malpighiaceae	*Byrsonima verbascifolia (L.) DC.*	Murici-peludo-do-cerrado	Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMBIENTE	POLINIZAÇÃO	DISPERSÃO	USO DA MADEIRA	OUTROS USOS
Malpighiaceae	*Heteropterys byrsonimifolia A.Juss.*	Murici-bravo	Árvore	1, 3	Zoofilia	Anemocórica		
Malpighiaceae	*Peixotoa tomentosa A.Juss.*		Arbusto	2	Zoofilia	Anemocórica		
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia Lam.*	Mutamba	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Malvaceae	*Luehea grandiflora Mart.*	Açoita-cavalo	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica		
Malvaceae	*Pseudobombax tomentosum (Mart.) A.Robyns*	Imbiruçu	Árvore	1	Zoofilia	Anemocórica		
Malvaceae	*Sida linifolia Cav.*		Erva	2	Zoofilia	Autocórica		
Melastomataceae	*Clidemia sp.1*		Arbusto	2	Zoofilia	Zoocórica		
Melastomataceae	*Miconia albicans (Sw.) Steud.*	Mexexirica-do-cerrado	Árvore	1	Zoofilia	Zoocórica		
Melastomataceae	*Miconia brunnea DC.*		Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Melastomataceae	*Miconia cinnamomifolia (DC.) Naudin*	Jacatirão	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica	Uso tradicional	Ornamental
Melastomataceae	*Miconia ferruginata DC.*	Pixirica-do-campo	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Melastomataceae	*Miconia sp.1*		Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Melastomataceae	*Pleroma granulosum (Desr.) D. Don*	Quaresmeira-roxa	Árvore	1, 3	Zoofilia	Autocórica		Ornamental
Melastomataceae	*Pleroma heteromallum (D.Don) D.Don*	Quaresmeira	Arbusto	2	Zoofilia	Autocórica		Ornamental
Melastomataceae	*Trembleya parviflora (D.Don) Cogn.*		Arbusto	3	Zoofilia	Autocórica		
Meliaceae	*Cabralea canjerana (Vell.) Mart.*	Canjerana	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica	Uso nobre	Medicinal, ornamental e alimentação
Meliaceae	*Cedrela fissilis Vell.*	Cedro	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica	Uso Nobre	
Meliaceae	*Guarea guidonia (L.) Sleumer*	Carrapeta	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica	Uso tradicional	
Meliaceae	*Trichilia catigua A.Juss.*	Catigua	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Meliaceae	*Trichilia pallida Sw.*	Baga-de-morcego	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Menispermaceae	*Cissampelos glaberrima A.St.-Hil.*		Liana	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		
Moraceae	*Ficus gomelleira Kunth*	Gameleira	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Moraceae	*Ficus sp.1*	Figueira	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Moraceae	*Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.*	Tatajuba	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		Medicinal
Moraceae	*Sorocea bonplandii (Baill.) W.C.Burger et al.*	Folha-de-serra	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Myrtaceae	*Campomanesia velutina (Cambess.) O.Berg*	Guabiroba-de-pelo	Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		Alimentação
Myrtaceae	*Campomanesia xanthocarpa (Mart.) O.Berg*	Gabiroba	Árvore	1	Zoofilia	Zoocórica	Uso tradicional	Medicinal, ornamental e alimentação
Myrtaceae	*Eugenia dysenterica (Mart.) DC.*	Cagaita	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		Alimentação
Myrtaceae	*Eugenia florida DC.*	Cafezinho-da-mata	Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		
Myrtaceae	*Eugenia sp.1*		Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Myrtaceae	*Eugenia sp.2*		Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		
Myrtaceae	*Myrcia amazonica DC.*	Araçá	Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		
Myrtaceae	*Myrcia pulchella (DC.) A.R.Loureço & E.Lucas*		Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		
Myrtaceae	*Myrcia sp.1*		Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Myrtaceae	*Myrcia splendens (Sw.) DC.*	Guamirim-de-rabo	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Myrtaceae	*Myrcia tomentosa (Aubl.) DC.*	Goiabeira-selvagem	Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMBIENTE	POLINIZAÇÃO	DISPERSÃO	USO DA MADEIRA	OUTROS USOS
Myrtaceae	*Myrcia variabilis DC.*		Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		
Myrtaceae	*Plinia peruviana (Poir.) Govaerts*	Jabuticaba	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		Alimentação
Myrtaceae	*Psidium guajava L.*	Goiaba	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		Alimentação
Myrtaceae	*Psidium rufum Mart. ex DC.*	Araçá-roxo	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		Alimentação
Myrtaceae	*Psidium sp.1*		Árvore	1	Zoofilia	Zoocórica		
Myrtaceae	*Siphoneugena densiflora O.Berg*	Jambinho-de-juriti	Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		
Nyctaginaceae	*Guapira graciliflora (Mart. ex Schmidt) Lundell*	Pau-piranha	Árvore	1	Zoofilia	Zoocórica		
Nyctaginaceae	*Guapira noxia (Netto) Lundell*	Pau-judeo	Árvore	1	Zoofilia	Zoocórica		
Nyctaginaceae	*Guapira opposita (Vell.) Reitz*	Maria-mole	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica	Uso tradicional	Alimentação
Ochnaceae	*Ouratea castaneifolia (DC.) Engl.*	Mango-do-mato	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Peraceae	*Pera glabrata (Schott) Baill.*	Sete-casca	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Piperaceae	*Piper aduncum L.*	Jaborandi	Arbusto	3	Zoofilia	Zoocórica		
Poaceae	*Andropogon fastigiatus Sw.*		Erva	2	Anemofilia	Anemocórica		
Poaceae	*Andropogon ingratus Hack.*		Erva	2	Anemofilia	Anemocórica		
Poaceae	*Aristida riparia Trin.*		Erva	2	Anemofilia	Zoocórica		
Poaceae	*Aristida sp.1*		Erva	2	Anemofilia	Zoocórica		
Poaceae	*Axonopus sp.1*		Erva	2	Anemofilia	Anemocórica		
Poaceae	*Bambusa sp.1*		Arbusto	3	Anemofilia	Anemocórica		
Poaceae	*Echinolaena inflexa (Poir.) Chase*		Erva	1, 2	Anemofilia	Zoocórica		
Poaceae	*Melinis minutiflora P.Beauv.*	Capim-meloso	Erva	1, 2	Anemofilia	Anemocórica		
Poaceae	*Olyra sp.1*		Erva	3	Anemofilia	Zoocórica		
Poaceae	*Paspalum sp.1*		Erva	2	Anemofilia	Anemocórica		
Poaceae	*Poaceae spp.*	Capim-nativo	Erva	2	Anemofilia	Anemocórica		
Poaceae	*Urochloa brizantha (Hochst. ex A.Rich.) R.D.Webster*		Erva	1, 2	Anemofilia	Zoocórica		
Polygalaceae	*Bredemeyera floribunda Willd.*	Pau-caixão	Erva	2	Anemofilia	Zoocórica		
Polypodiaceae	*Pleopeltis minarum (Weath.) Salino*		Erva	2	Criptógamas	Anemocórica		
Primulaceae	*Cybianthus sp.1*		Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Primulaceae	*Myrsine coriacea (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.*	Capororoquinha	Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		
Primulaceae	*Myrsine guianensis (Aubl.) Kuntze*	Pororoca	Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		
Proteaceae	*Roupala montana Aubl.*	Carne-de-vaca	Árvore	1	Zoofilia	Autocórica	Uso nobre	
Pteridaceae	*Lytoneuron ornithopus (Mett. ex Hook. & Baker) Yesilyurt*		Erva	2, 3	Criptógamas	Anemocórica		
Rhamnaceae	*Rhamnidium elaeocarpum Reissek*	Saraguaji	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica	Uso tradicional	Medicinal, ornamental e alimentação
Rubiaceae	*Alibertia edulis (Rich.) A.Rich.*	Apuruí	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Rubiaceae	*Amaioua guianensis Aubl.*	Cedro-bravo	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica	Uso Nobre	
Rubiaceae	*Coussarea hydrangeifolia (Benth.) Müll.Arg.*		Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMBIENTE	POLINIZAÇÃO	DISPERSÃO	USO DA MADEIRA	OUTROS USOS
Rubiaceae	*Coutarea hexandra (Jacq.) K.Schum.*	Capança-vermelha	Árvore	1, 3	Zoofilia	Anemocórica		Medicinal
Rubiaceae	*Guettarda viburnoides Cham. & Schltdl.*	Veludo-branco	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Rubiaceae	*Psychotria sessilis Vell.*		Árvore	1	Zoofilia	Zoocórica		
Rubiaceae	*Randia armata (Sw.) DC.*	Espinho-de-judeu	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Rubiaceae	*Remijia ferruginea (A.St.-Hil.) DC.*	Quina-da-serra	Arbusto	1, 2	Zoofilia	Autocórica		
Rubiaceae	*Rudgea viburnoides (Cham.) Benth.*	Congonha-de-bugre	Árvore	1	Zoofilia	Zoocórica		
Rutaceae	*Citrus limon (L.) Osbeck*	Limao-capeta	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		Alimentação
Rutaceae	*Dictyoloma vandellianum A.Juss.*	Ardente	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica	Uso tradicional	
Rutaceae	*Metrodorea stipularis Mart.*	Limoeiro-do-mato	Árvore	3	Zoofilia	Autocórica		
Rutaceae	*Zanthoxylum rhoifolium Lam.*	Tamanqueira	Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		
Rutaceae	*Zanthoxylum riedelianum Engl.*	Mama-de-porca	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Salicaceae	*Casearia arborea (Rich.) Urb.*	Puleiro-de-pombo	Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		
Salicaceae	*Casearia sylvestris Sw.*	Pau-de-lagarto	Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		
Sapindaceae	*Allophylus edulis (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.*	Chal-chal	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Sapindaceae	*Cupania vernalis Cambess.*	Camboatá	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica	Uso tradicional	Ornamental
Sapindaceae	*Matayba guianensis Aubl.*	Canela-de-negro	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Sapotaceae	*Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.*	Aguaí-vermelho	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		Alimentação
Sapotaceae	*Pouteria torta (Mart.) Radlk.*	Abiu-de-pelo	Árvore	1	Zoofilia	Zoocórica	Uso tradicional	Alimentação
Schizaeaceae	*Schizaea sp.1*		Erva	2	Criptógamas	Autocórica		
Siparunaceae	*Siparuna guianensis Aubl.*	Negramina	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Smilacaceae	*Smilax elastica Griseb.*		Liana	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		
Solanaceae	*Athenaea fasciculata (Vell.) I.M.C. Rodrigues & Stehmann*	Jurubebinha-de-pelo	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Solanaceae	*Solanum lycocarpum A.St.-Hil.*	Lobeira	Árvore	1	Zoofilia	Zoocórica		
Solanaceae	*Solanum sp.1*		Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Styracaceae	*Styrax ferrugineus Nees & Mart.*	Benjoeiro-ferrugem	Árvore	1	Zoofilia	Zoocórica		
Styracaceae	*Styrax latifolius Pohl*	Pau-de-remo	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Thymelaeaceae	*Daphnopsis brasiliensis Mart.*	Embira-branca	Árvore	1, 3	Zoofilia	Zoocórica		
Urticaceae	*Cecropia hololeuca Miq.*	Embaúba-prateada	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Urticaceae	*Cecropia pachystachya Trécul*	Embaúba	Árvore	3	Zoofilia	Zoocórica		
Velloziaceae	*Vellozia compacta Mart. ex Schult. & Schult.f.*	Canela-de-ema	Subarbusto	2	Zoofilia	Autocórica		Ornamental
Verbenaceae	*Lippia lupulina Cham.*		Arbusto	2	Zoofilia	Autocórica		
Verbenaceae	*Stachytarpheta glabra Cham.*		Arbusto	2	Zoofilia	Autocórica		
Vochysiaceae	*Callisthene major Mart.*	Pau-terra-do-mato	Árvore	1, 3	Zoofilia	Anemocórica		
Vochysiaceae	*Qualea dichotoma (Mart.) Warm.*	Pau-terra-da-areia	Árvore	1, 3	Zoofilia	Anemocórica		
Vochysiaceae	*Qualea grandiflora Mart.*	Pau-terra	Árvore	1	Zoofilia	Anemocórica		

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	AMBIENTE	POLINIZAÇÃO	DISPERSÃO	USO DA MADEIRA	OUTROS USOS
Vochysiaceae	*Qualea parviflora Mart.*	Pau-terrinha	Árvore	1	Zoofilia	Anemocórica		
Vochysiaceae	*Vochysia magnifica Warm.*	Pau-tucano	Árvore	3	Zoofilia	Anemocórica		
Vochysiaceae	*Vochysia thyrsoidea Pohl*	Cinzeiro	Árvore	1	Zoofilia	Anemocórica		
Vochysiaceae	*Vochysia tucanorum Mart.*	Pau-de-tucano	Árvore	1, 3	Zoofilia	Anemocórica		
Xyridaceae	*Xyris sp.1*		Erva	2	Zoofilia	Autocórica		

Legenda: Ambientes: 1 – Cerrado; 2 – Cerrado Rupestre; 3 – Floresta Estacional Semidecidual

2.5.3.2.4 *ESPÉCIES DE ESPECIAL INTERESSE PARA A CONSERVAÇÃO*

Do total de espécies registradas no levantamento de dados primários na ADA e AEL (250 espécies), 14 são consideradas de especial interesse para conservação da flora por serem ameaçadas de extinção e/ou protegidas por lei, de acordo com as referências consultadas (**Tabela 2-16**). Desse total, 14 (todas) possuem algum grau de ameaça de extinção (**Tabela 2-17**). Nenhuma das espécies registradas é considerada rara ou endêmica do quadrilátero ferrífero.

De acordo com a Lei Estadual nº 20.308, de 27 de julho de 2012, os ipês-amarelos (espécies anteriormente pertencentes ao gênero Tabebuia) são espécies declaradas como de preservação permanente, de interesse comum e imunes de corte, assim como o Caryocar brasiliense (Pequi). Foi relatada como ocorrente na ADA e AEL duas espécies de ipê-amarelo, sendo estás Handroanthus ochraceus e H. serratifolius e a espécie Caryocar brasiliense (Pequi) (Tabela 1 18).

A apresenta o resumo quantitativo das espécies de especial interesse para conservação encontradas na ADA e AEL.

Tabela 2-16 - Quantitativo de espécies da flora de especial interesse para conservação identificadas no contexto da ADA e AEL.

REFERÊNCIA	CATEGORIA DE AMEAÇA				PROTEGIDA	TOTAL
	VU	EN	CR	EX		
MMA, 148 (2022)	2	1				**3**
MMA, 443 (2014)	2	1				**3**
IUCN (2014)	4	2				**6**
BIODIVERSITAS (2008)	4					**4**
Lei Estadual nº 20.308/2012					3	**3**

Tabela 2-17 - Lista das espécies ameaçadas de extinção e protegidas por lei registradas em dados primários avaliados para a ADA e AEL.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	MMA, 300	MMA, 148	IUCN (2014)	BIODIVERSITAS (2008)	LEI ESTADUAL Nº 20.308/2012
Annonaceae	*Annona dolabripetala*		EN			
Apocynaceae	*Aspidosperma parvifolium*	EN				
Apocynaceae	*Aspidosperma polyneuron*			EN		
Asteraceae	*Chresta sphaerocephala*				VU	
Bignoniaceae	*Handroanthus ochraceus*					X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	MMA, 300	MMA, 148	IUCN (2014)	BIODIVERSITAS (2008)	LEI ESTADUAL Nº 20.308/2012
Bignoniaceae	*Handroanthus serratifolius*					X
Bignoniaceae	*Zeyheria tuberculosa*		VU	VU		
Caryocaraceae	*Caryocar brasiliense*					X
Fabaceae	*Dalbergia nigra*	VU	VU	VU	VU	
Fabaceae	*Machaerium brasiliense*				VU	
Fabaceae	*Machaerium villosum*			VU		
Gesneriaceae	*Paliavana sericiflora*				VU	
Meliaceae	*Cedrela fissilis*	VU	VU	EN		
Myrtaceae	*Siphoneugena densiflora*			VU		

2.5.3.2.5 ASPECTOS ECOLÓGICOS DAS ESPÉCIES

No intuito de inferir em relação à interação da flora com a fauna foram avaliados os aspectos ecológicos das espécies registradas em relação à polinização e à dispersão.

Sendo a dispersão e a polinização processos ecológicos estratégicos na comunidade florestal, seu estudo tem grande importância no entendimento das variáveis envolvidas na organização da comunidade. As relações entre planta, polinizador e dispersor são muito importantes na estruturação de comunidades, pois podem influenciar na distribuição espacial, na riqueza e na abundância de espécies e na estrutura trófica (Yamamoto, 2007).

A síndrome de polinização ou síndrome floral é um conjunto de características morfológicas de diferentes tipos de flores, naturalmente selecionadas e coevoluídas com diferentes vetores de polinização, podendo ser abióticos ou bióticos. Na presente avaliação em relação à síndrome de polinização foram adotadas as seguintes classes: Zoofilia, quando o vetor de polinização foi considerado biótico (abelhas, mariposas, moscas, pequenos mamíferos etc.); Anemofilia, quando o vetor foi o vento (abiótico) e Criptógamas, relativo às plantas que não produzem flores, frutos ou sementes.

Por tanto, em relação à síndrome de polinização, das 250 espécies de plantas registradas no levantamento de dados primários 227 (90,8%) apresentam zoofilia, 16 (6,4%) Anemofilia e 2 (0,8%) apresentam ambas as estratégias de polinização. Além destas, outras 5 (2,0%) são criptógamas e não produzem flores (**Tabela 2-18**).

Tabela 2-18 - Classificação das espécies em relação à síndrome de polinização.

POLINIZAÇÃO	NSP	NSP (%)
Zoofilia	227	90,8
Anemofilia	16	6,4
Criptógamas	5	2,0
Zoofilia e Anemofilia	2	0,8
Total	**250**	**100**

A síndrome de dispersão é o conjunto de características morfológicas, químicas e nutricionais presentes nas unidades de dispersão das plantas que favorecem a ação de determinados agentes dispersores, tais como a água, o vento e animais. Na presenta avaliação em relação à síndrome de dispersão foram adotadas as seguintes classes: Anemocóricas, apresentam mecanismos que facilitam a dispersão pelo vento; autocóricas, quando os diásporos são dispersos por gravidade ou apresentam mecanismos de auto dispersão, como a deiscência explosiva; zoocóricas, aquelas que possuem características relacionadas à dispersão por animais.

Por tanto, em relação à síndrome de dispersão, das 250 espécies de plantas registradas no levantamento de dados primários 128 (51,2 %) são zoocóricas, 81 (32,4 %) anemocóricas e 41 (16,4%) autocóricas (**Tabela 2-19**).

Tabela 2-19 - Classificação das espécies em relação à síndrome de dispersão.

DISPERSÃO	NSP	NSP (%)
Zoocórica	128	51,2
Anemocórica	81	32,4
Autocórica	41	16,4
Total	250	100

Legenda: Nsp = Número de espécies.

2.5.3.2.6 ESPÉCIES BIOINDICADORAS

Foram consideradas espécies bioindicadoras de qualidade ambiental aquelas classificadas como de interesse para conservação, ou seja, as espécies endêmicas, ameaçadas de extinção, protegidas por lei e raras.

Das 250 espécies de plantas registradas no levantamento de dados primários, 13 são consideradas de especial interesse para conservação por possuírem algum grau de ameaça de extinção ou por serem protegidas por legislação específica. Uma vez que não foram registradas espécies raras ou endêmicas do Quadrilátero Ferrífero.

Foram consideradas espécies bioindicadoras de degradação ambiental aquelas consideradas exóticas e ruderais / invasoras. Nas áreas florestais não foram registradas espécies exóticas.

Já nas áreas de Cerrado Rupestre foram observadas 3 espécies herbáceas exóticas, ruderais ou invasoras, que podem ser relacionadas à perda de qualidade ambiental. Estas foram *Achyrocline satureioides* (Macela), *Baccharis platypoda* (Alecrim-das-pedras) e *Melinis minutiflora* (Capim-gordura).

Estas plantas têm estratégias agressivas de dispersão e podem ocupar o lugar das espécies nativas após eventos de degradação como supressão ou queimadas sobre a vegetação a vegetação. No entanto na área estuda a dispersão destas espécies é apenas pontual.

2.5.3.2.7 ESPÉCIES DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA, DE USO NOBRE OU TRADICIONAIS

Em relação à importância econômica e ao uso nobre ou tradicional das espécies registradas, 36 espécies foram consideradas de uso madeireiro, sendo 29 de uso madeireiro nobre, podendo ser utilizadas em serrarias, em construção civil e naval, na fabricação de móveis etc. As espécies classificadas como de uso madeireiro nobre foram *Alchornea triplinervia* (Tanheiro), *Amaioua guianensis* (Cedro-bravo), *Andira fraxinifolia* (Pau-angelim), *Aspidosperma parvifolium* (Pau-pereira), *Aspidosperma polyneuron* (Peroba-rosa), *Bowdichia virgilioides* (Sucupira-preta), *Cabralea canjerana* (Canjerana), *Cariniana estrellensis* (Jequitibá-branco), *Cedrela fissilis* (Cedro), *Dalbergia nigra* (Jacarandá-da-bahia), *Handroanthus ochraceus* (Ipê-amarelo-do-cerrado), *Handroanthus serratifolius* (Ipê-amarelo), *Hymenaea courbaril* (Jatobá), *Hymenaea stigonocarpa* (Jatobá-do-cerrado), *Machaerium brasiliense* (Jacarandá-sangue), *Machaerium nyctitans* (Jacarandá-de-espinho), *Ocotea corymbosa* (Canela-de-corvo), *Roupala montana* (Carne-de-vaca), *Vitex polygama* (Azeitona do mato).

Das espécies registradas, 17 foram classificadas como de uso madeireiro tradicional, podendo ser utilizadas na fabricação de pequenos objetos de madeira e outros usos tradicionais em pequena escala. Sendo estas *Annona sylvatica* (Pinha), *Aparisthmium cordatum*(Licurana), *Campomanesia xanthocarpa* (Gabiroba), *Caryocar brasiliense* (Pequí), *Cupania vernalis* (Camboatá), *Dictyoloma vandellianum* (Ardente), *Guapira opposita* (Maria-mole), *Guarea guidonia* (Carrapeta), *Lacistema pubescens* (Sabonete), *Lamanonia ternata* (Salgueiro), *Miconia cinnamomifolia* (Jacatirão), *Nectandra lanceolata* (Canela-amarela), *Pouteria torta* (Abiu-de-pelo), *Rhamnidium elaeocarpum* (Saraguaji), *Schizolobium Parahyba* (Paricá), *Tapirira obtusa* (Peito-de-pomba) e *Xylopia sericea* (Pindaíba-preta).

Além destas, outras 62 espécies foram indicadas como de outros usos tradicionais conhecidos, uso medicinal, ornamental ou para a alimentação humana (alimentício). Estas se encontram apresentadas na **Tabela 2-20**.

Tabela 2-20 - Espécies classificadas como de uso medicinal, ornamental ou alimentício.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	OUTROS USOS
Asteraceae	*Achyrocline satureioides*	Macela	Medicinal
Arecaceae	*Acrocomia aculeata*	Macaúba	Alimentação
Bromeliaceae	*Aechmea bromeliifolia*		Ornamental
Annonaceae	*Annona dolabripetala*	Pinha-do-mato	Alimentação
Annonaceae	*Annona sylvatica*	Pinha	Alimentação
Apocynaceae	*Aspidosperma parvifolium*	Pau-pereira	Ornamental
Asteraceae	*Baccharis platypoda*	Alecrim-das-pedras	Medicinal
Fabaceae	*Bowdichia virgilioides*	Sucupira-preta	Medicinal e ornamental
Meliaceae	*Cabralea canjerana*	Canjerana	Medicinal, ornamental e alimentação
Myrtaceae	*Campomanesia velutina*	Guabiroba-de-pelo	Alimentação
Myrtaceae	*Campomanesia xanthocarpa*	Gabiroba	Medicinal, ornamental e alimentação
Lecythidaceae	*Cariniana estrellensis*	Jequitibá-branco	Ornamental
Caryocaraceae	*Caryocar brasiliense*	Pequí	Alimentação
Sapotaceae	*Chrysophyllum marginatum*	Aguaí-vermelho	Alimentação
Rutaceae	*Citrus limon*	Limao-capeta	Alimentação
Fabaceae	*Copaifera langsdorffii*	Copaíba	Medicinal e ornamental
Rubiaceae	*Coutarea hexandra*	Capança-vermelha	Medicinal
Euphorbiaceae	*Croton urucurana*	Sangra-d'água	Medicinal
Sapindaceae	*Cupania vernalis*	Camboatá	Ornamental
Bignoniaceae	*Cybistax antisyphilitica*	Ipê-pardo	Ornamental
Fabaceae	*Dalbergia nigra*	Jacarandá-da-bahia	Ornamental
Bromeliaceae	*Dyckia sp.1*		Ornamental
Cactaceae	*Epiphyllum phyllanthus*	Pitainha	Alimentação
Myrtaceae	*Eugenia dysenterica*	Cagaita	Alimentação
Nyctaginaceae	*Guapira opposita*	Maria-mole	Alimentação
Annonaceae	*Guatteria australis*	Pindaíba	Alimentação
Annonaceae	*Guatteria villosissima*	Pindaíba-peluda	Medicinal
Bignoniaceae	*Handroanthus ochraceus*	Ipê-amarelo-do-cerrado	Ornamental

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	OUTROS USOS
Bignoniaceae	*Handroanthus serratifolius*	Ipê-amarelo	Ornamental
Fabaceae	*Hymenaea courbaril*	Jatobá	Alimentação
Fabaceae	*Hymenaea stigonocarpa*	Jatobá-do-cerrado	Alimentação
Aquifoliaceae	*Ilex affinis*	Mate-falso	Alimentação
Bignoniaceae	*Jacaranda caroba*	Jacarandá-caroba	Medicinal
Bignoniaceae	*Jacaranda macrantha*	Jacarandá-caroba	Ornamental
Calophyllaceae	*Kielmeyera coriacea*	Pau-santo	Medicinal
Cunoniaceae	*Lamanonia ternata*	Salgueiro	Medicinal e ornamental
Anacardiaceae	*Lithraea molleoides*	Aroeirinha	Alimentação
Moraceae	*Maclura tinctoria*	Tatajuba	Medicinal
Melastomataceae	*Miconia cinnamomifolia*	Jacatirão	Ornamental
Lauraceae	*Ocotea corymbosa*	canela-de-corvo	Ornamental
Lauraceae	*Persea americana*	Abacate	Alimentação
Fabaceae	*Platypodium elegans*	Amendoim-do-campo	Ornamental
Celastraceae	*Plenckia populnea*	Marmeleiro	Alimentação
Melastomataceae	*Pleroma granulosum*	Quaresmeira-roxa	Ornamental
Melastomataceae	*Pleroma heteromallum*	Quaresmeira	Ornamental
Myrtaceae	*Plinia peruviana*	Jabuticaba	Alimentação
Sapotaceae	*Pouteria torta*	Abiu-de-pelo	Alimentação
Myrtaceae	*Psidium guajava*	Goiaba	Alimentação
Myrtaceae	*Psidium rufum*	Araçá-roxo	Alimentação
Bignoniaceae	*Pyrostegia venusta*	Cipó-de-são-joão	Ornamental
Rhamnaceae	*Rhamnidium elaeocarpum*	Saraguaji	Medicinal, ornamental e alimentação
Fabaceae	*Schizolobium parahyba*	Paricá	Ornamental
Fabaceae	*Senna macranthera*	Manduirana	Ornamental
Fabaceae	*Senna multijuga*	Pau-Cigarra	Ornamental
Bignoniaceae	*Sparattosperma leucanthum*	Ipê-cinco-folhas	Ornamental
Fabaceae	*Stryphnodendron adstringens*	Casca-da-virgindade	Medicinal
Bromeliaceae	*Tillandsia sp.1*		Ornamental

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	OUTROS USOS
Bromeliaceae	*Tillandsia sp.2*		Ornamental
Velloziaceae	*Vellozia compacta*	Canela-de-ema	Ornamental
Hypericaceae	*Vismia brasiliensis*	Ruão	Medicinal
Lamiaceae	*Vitex polygama*	Azeitona do mato	Medicinal e ornamental
Annonaceae	*Xylopia sericea*	Pindaíba-preta	Ornamental e Alimentação

2.5.3.3 ASPECTOS FLORÍSTICOS, ECOLÓGICOS E STATUS DE CONSERVAÇÃO DAS ESPÉCIES

2.5.3.3.1 FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL EM ESTÁGIO MÉDIO DE REGENERAÇÃO (FESD-M)

As áreas de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração (FESD-M) localizadas na ADA do projeto totalizam 118,54 ha, os quais correspondem a 55,0 % da ADA total do projeto. Estas áreas foram amostradas por meio da alocação aleatória de 15 parcelas amostrais de 300 m², totalizando uma área amostral de 0,45 ha.

As planilhas de campo das parcelas amostrais alocadas em áreas de FESD-M se encontram em anexo e na **Tabela 2-21** são apresentadas as coordenadas geográficas de localização destas parcelas.

Tabela 2-21 - Coordenadas UTM (Datum: SIRGAS 2000; Zona: 23K) das parcelas amostradas em áreas de FESD-M.

AMBIENTE	PARCELA	X	Y	ALTITUDE (M)
FESD-M	1	575.468	7.776.903	1.087
FESD-M	2	575.550	7.776.942	1.087
FESD-M	3	575.858	7.777.000	984
FESD-M	4	575.820	7.776.230	1.175
FESD-M	5	575.953	7.776.165	1.163
FESD-M	6	575.992	7.776.300	1.135
FESD-M	7	576.062	7.776.335	1.107
FESD-M	8	576.096	7.776.425	1.073
FESD-M	9	576.013	7.776.463	1.075
FESD-M	10	575.376	7.777.029	1.043
FESD-M	11	574.739	7.776.419	1.084
FESD-M	12	574.707	7.776.325	1.117
FESD-M	13	574.795	7.776.305	1.147
FESD-M	14	574.856	7.776.322	1.139

FESD-M	15	574.809	7.776.437	1.098

a) Composição Florística

Nas 15 parcelas amostradas em áreas de FESD-M foram registradas 91 espécies botânicas distintas, além do grupo dos indivíduos mortos. Das espécies registradas, três foram identificadas até o nível de gênero, *Eugenia* sp.1, *Eugenia* sp.2 e *Cybianthus* sp.1. Não foi possível a identificação até o epíteto específico destas espécies visto que os indivíduos não apresentavam material botânico fértil no período da amostragem que possibilitasse a conclusão de sua identificação. A **Tabela 2-22** apresenta a lista florística com as espécies registradas nas áreas de FESD-M.

Avaliando as espécies registradas com a Portaria do MMA nº 148 (2022), que apresenta a "Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção", das espécies registradas três são consideradas ameaçadas de extinção. As espécies *Cedrela fissilis* (Cedro) e *Dalbergia nigra* (Jacarandá-da-bahia) são classificadas na categoria "VULNERÁVEL". A espécie *Aspidosperma parvifolium* (Pau-pereira) é classificada na categoria "EM PERIGO".

Avaliando as espécies registradas com a Portaria do MMA nº 443, de dezembro de 2014, das espécies registradas quatro são consideradas ameaçadas de extinção. As espécies *Cedrela fissilis* (Cedro), *Dalbergia nigra* (Jacarandá-da-bahia) e *Zeyheria tuberculosa* (Culhões-de-bode) são classificadas na categoria "VULNERÁVEL". A espécie *Annona dolabripetala* (Araticum) é classificada na categoria "EM PERIGO".

De acordo com a lista vermelha do Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora) (IUCN, 2014) são indicadas como ameaçadas seis espécies. As espécies *Dalbergia nigra* (Jacarandá-da-bahia), *Machaerium villosum* (Jacarandá-do-cerradão) e *Siphoneugena densiflora* (Jambinho-de-juriti) são classificadas na categoria "VULNERÁVEL". As espécies *Aspidosperma polyneuron* (Peroba-rosa) e *Cedrela fissilis* (Cedro) na categoria "EM PERIGO".

De acordo com as listas de BIODIVERSITAS (2008) uma espécie é indicada como ameaçada, sendo esta *Dalbergia nigra* (Jacarandá-da-bahia), classificada na categoria "VULNERÁVEL".

Nas áreas de FESD-M foram registradas ainda espécies protegidas por lei, de corte de acordo com a Lei Estadual nº 20.308, de 27 de julho de 2012, que declara de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no Estado de Minas Gerais, o pequizeiro (*Caryocar brasiliense*) e o ipê-amarelo (*Handroanthus* spp.). Sendo estas *Handroanthus ochraceus* (Ipê-amarelo-do-cerrado) e *Handroanthus serratifolius* (Ipê-amarelo).

Desta forma, das espécies registradas, oito são classificadas em algum grau de ameaça e duas são protegidas por lei. A lista com as espécies ameaçadas e protegidas por lei é apresentada na **Tabela 2-23**. Nenhuma das espécies registradas nas parcelas amostrais das áreas de FESD-M é considerada como espécie rara ou endêmica do quadrilátero ferrífero.

As espécies registradas foram agrupadas em 34 famílias botânicas distintas, além do agrupamento dos indivíduos mortos, a **Tabela 2-24** apresenta as famílias registradas com seu respectivo número de indivíduos.

As dez famílias que apresentaram os maiores números de indivíduos amostrados foram: Myrtaceae (117), Fabaceae (102), Lamiaceae (32), Lauraceae (31), Meliaceae (29), Malvaceae (23), Asteraceae (19), Rutaceae (17), Bignoniaceae (13), Anacardiaceae (12) e Apocynaceae (12).

As famílias Lecythidaceae, Moraceae e Rhamnaceae foram representadas por apenas um indivíduo amostrado.

As famílias que apresentaram maior abundância de espécies foram: Fabaceae (15), Myrtaceae (11), Rutaceae (5), Bignoniaceae (4), Lauraceae (4), Meliaceae (4), Rubiaceae (4). Todas as demais famílias foram representadas por três ou menos espécies.

Com relação ao grupo ecológico das espécies registradas nas parcelas amostrais das áreas de FESD-M, o grupo mais expressivo foi o das pioneiras as quais constituem 62,0 % dos indivíduos amostrados e cerca de 59,3 % das espécies registradas. O grupo das espécies secundárias iniciais é o segundo mais expressivo correspondendo a 30,3 % dos indivíduos amostrados e 27,5 % das espécies registradas. Foram ainda registradas duas espécies clímax, *Aspidosperma polyneuron* (Peroba-rosa) e *Cariniana estrellensis* (Jequitibá-branco) (**Figura 2-45**).

Desta forma, conclui-se que a vegetação estudada apresenta abundância moderada de espécies secundárias iniciais e maior expressividade daquelas consideradas pioneiras.

Tabela 2-22 - Lista florística das espécies amostradas nas parcelas amostrais das áreas de FESD-M, com a indicação grupos ecológicos de cada espécie. Espécies apresentadas em ordem alfabética de família e nome científico.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	G.E.
Anacardiaceae	Lithraea molleoides (Vell.) Engl.	Aroeirinha	PI
Anacardiaceae	*Tapirira guianensis* Aubl.	Pau-pombo	PI
Anacardiaceae	*Tapirira obtusa* (Benth.) J.D.Mitch.	Peito-de-pomba	PI
Annonaceae	*Annona dolabripetala* Raddi	Pinha-do-mato	PI
Annonaceae	*Annona sylvatica* A.St.-Hil.	Pinha	SI
Annonaceae	*Xylopia sericea* A.St.-Hil.	Pindaíba-preta	PI
Apocynaceae	*Aspidosperma parvifolium* A.DC.	Pau-pereira	ST
Apocynaceae	*Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg.	Peroba-rosa	CL
Aquifoliaceae	Ilex affinis Gardner	-	SI
Araliaceae	*Aralia excelsa* (Griseb.) J.Wen	-	NC
Arecaceae	*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.	Macaúba	PI

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	G.E.
Arecaceae	*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman	Jerivá	PI
Asteraceae	*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish	Candeia	PI
Asteraceae	*Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho	Cambará	PI
Asteraceae	*Piptocarpha macropoda* (DC.) Baker	Vassourão-pardo	PI
Bignoniaceae	*Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart.	Ipê-pardo	PI
Bignoniaceae	*Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos	Ipê-amarelo-do-cerrado	PI
Bignoniaceae	*Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose	Ipê-amarelo	PI
Bignoniaceae	*Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bureau ex Verl.	Culhões-de-bode	PI
Boraginaceae	*Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud.	Louro-pardo	SI
Celastraceae	*Monteverdia gonoclada* (Mart.) Biral	Coração-de-bugre	SI
Chrysobalanaceae	Licania kunthiana Hook.f.	Milho-torrado	SI
Combretaceae	*Terminalia glabrescens* Mart.	Merindiba	SI
Cunoniaceae	Lamanonia ternata Vell.	Salgueiro	SI
Euphorbiaceae	*Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll.Arg.	Tanheiro	PI
Euphorbiaceae	*Aparisthmium cordatum* (A.Juss.) Baill.	Licurana	PI
Fabaceae	*Andira fraxinifolia* Benth.	Pau-angelim	PI
Fabaceae	*Bowdichia virgilioides* Kunth	Sucupira-preta	PI
Fabaceae	*Copaifera langsdorffii* Desf.	Copaíba	SI
Fabaceae	*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.	Jacarandá-da-bahia	PI
Fabaceae	*Dalbergia villosa* (Benth.) Benth.	Jacarandá-caviúna	PI
Fabaceae	*Hymenaea courbaril* L.	Jatobá	SI
Fabaceae	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld	Jacarandá-bico-de-pato	PI
Fabaceae	Machaerium nyctitans (Vell.) Benth.	Jacarandá-de-espinho	PI
Fabaceae	Machaerium stipitatum Vogel	Sapuvussu	PI
Fabaceae	Machaerium villosum Vogel	Jacarandá-do-cerradão	PI
Fabaceae	*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.	Canafístula	PI
Fabaceae	*Platypodium elegans* Vogel	Amendoim-do-campo	PI
Fabaceae	*Senna macranthera* (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	Manduirana	PI
Fabaceae	*Senna multijuga* (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	Pau-ciagarra	PI
Fabaceae	*Swartzia pilulifera* Benth.	-	SI

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	G.E.
Hypericaceae	*Vismia brasiliensis* Choisy	Ruão	PI
Lamiaceae	*Aegiphila verticillata* Vell.	Tamanqueira-do-cerrado	PI
Lamiaceae	Hyptidendron asperrimum (Spreng.) Harley	Catinga-de-bode	PI
Lamiaceae	*Vitex polygama* Cham.	Azeitona do mato	PI
Lauraceae	*Nectandra oppositifolia* Nees & Mart.	Canela-ferrugem	PI
Lauraceae	*Ocotea corymbosa* (Meisn.) Mez	canela-de-corvo	PI
Lauraceae	*Ocotea spixiana* (Nees) Mez	Canelão	SI
Lauraceae	*Persea americana* Mill.	Abacate	NC
Lecythidaceae	*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze	Jequitibá-branco	CL
Malpighiaceae	*Heteropterys byrsonimifolia* A.Juss.	Murici-bravo	PI
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia* Lam.	Mutamba	PI
Malvaceae	Luehea grandiflora Mart.	Açoita-cavalo	PI
Melastomataceae	*Miconia brunnea* DC.	-	ST
Melastomataceae	*Pleroma granulosum* (Desr.) D. Don	Quaresmeira-roxa	PI
Meliaceae	*Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.	Canjerana	SI
Meliaceae	*Cedrela fissilis* Vell.	Cedro	SI
Meliaceae	*Guarea guidonia* (L.) Sleumer	Carrapeta	ST
Meliaceae	*Trichilia pallida* Sw.	Baga-de-morcego	PI
Moraceae	Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	Tatajuba	PI
Mortos	Morto	-	-
Myrtaceae	*Eugenia florida* DC.	Cafezinho-da-mata	SI
Myrtaceae	*Eugenia* sp.1	-	NC
Myrtaceae	*Eugenia* sp.2	-	NC
Myrtaceae	*Myrcia amazonica* DC.	Araçá	SI
Myrtaceae	*Myrcia pulchella* (DC.) A.R.Loureço & E.Lucas	-	SI
Myrtaceae	*Myrcia splendens* (Sw.) DC.	Guamirim-de-rabo	SI
Myrtaceae	*Myrcia tomentosa* (Aubl.) DC.	Goiabeira-selvagem	PI
Myrtaceae	*Plinia peruviana* (Poir.) Govaerts	Jabuticaba	NC
Myrtaceae	*Psidium guajava* L.	Goiaba	PI
Myrtaceae	*Psidium rufum* Mart. ex DC.	Araçá-roxo	PI
Myrtaceae	*Siphoneugena densiflora* O.Berg	Jambinho-de-juriti	PI
Ochnaceae	*Ouratea castaneifolia* (DC.) Engl.	Mango-do-mato	PI

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	G.E.
Primulaceae	*Cybianthus* sp.1	-	NC
Primulaceae	*Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	Capororoquinha	PI
Rhamnaceae	*Rhamnidium elaeocarpum* Reissek	Saraguaji	SI
Rubiaceae	*Alibertia edulis* (Rich.) A.Rich.	Apuruí	SI
Rubiaceae	*Amaioua guianensis* Aubl.	Cedro-bravo	SI
Rubiaceae	*Guettarda viburnoides* Cham. & Schltdl.	Veludo-branco	SI
Rubiaceae	*Randia armata* (Sw.) DC.	Espinho-de-judeu	PI
Rutaceae	*Citrus limon* (L.) Osbeck	Limao-capeta	NC
Rutaceae	*Dictyoloma vandellianum* A.Juss.	Ardente	PI
Rutaceae	*Metrodorea stipularis* Mart.	Limoeiro-do-mato	SI
Rutaceae	*Zanthoxylum rhoifolium* Lam.	Tamanqueira	PI
Rutaceae	*Zanthoxylum riedelianum* Engl.	Mama-de-porca	PI
Salicaceae	*Casearia arborea* (Rich.) Urb.	Puleiro-de-pombo	PI
Sapindaceae	*Cupania vernalis* Cambess.	Camboatá	PI
Sapindaceae	*Matayba guianensis* Aubl.	Canela-de-negro	SI
Urticaceae	*Cecropia pachystachya* Trécul	Embaúba	PI
Vochysiaceae	*Callisthene major* Mart.	Pau-terra-do-mato	SI
Vochysiaceae	*Qualea dichotoma* (Mart.) Warm.	Pau-terra-da-areia	SI
Vochysiaceae	*Vochysia tucanorum* Mart.	Pau-de-tucano	PI

Legenda: Grupo Ecológico - PI = Pioneira; SI = Secundária inicial; ST = Secundária tardia; CL = Climax; Nc = Não conhecido.

Tabela 2-23 - Lista florística das espécies ameaçadas de extinção registradas nas parcelas amostrais das áreas de FESD-M.

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	NI/HA	MMA, 148	MMA, 443	IUCN (2014)	BIODIVERSITAS (2008)	LEI ESTADUAL Nº 20.308/2012
Annona dolabripetala	Pinha-do-mato	6,667		EN			
Aspidosperma parvifolium	Pau-pereira	13,33	EN				
Aspidosperma polyneuron	Peroba-rosa	13,33			EN		
Cedrela fissilis	Cedro	17,78	VU	VU	EN		
Dalbergia nigra	Jacarandá-da-bahia	31,11	VU	VU	VU	VU	
Handroanthus ochraceus	Ipê-amarelo-do-cerrado	2,222					X
Handroanthus serratifolius	Ipê-amarelo	11,11					X
Machaerium villosum	Jacarandá-do-cerradão	55,56			VU		
Siphoneugena densiflora	Jambinho-de-juriti	33,33			VU		
Zeyheria tuberculosa	Culhes-de-bode	11,11		VU	VU		

Tabela 2-24 - Número de indivíduos e de espécies por família amostrada nas áreas de FESD-M. Famílias apresentadas em ordem decrescente de número de indivíduos.

FAMÍLIA	ABUNDÂNCIA		RIQUEZA	
	NI	NI (%)	NSP	NSP (%)
Myrtaceae	117	21,3	11	12,1
Fabaceae	102	18,6	15	16,5
Mortos	47	8,6	0	0
Lamiaceae	32	5,8	3	3,3
Lauraceae	31	5,6	4	4,4
Meliaceae	29	5,3	4	4,4
Malvaceae	23	4,2	2	2,2
Asteraceae	19	3,5	3	3,3
Rutaceae	17	3,1	5	5,5
Bignoniaceae	13	2,4	4	4,4
Anacardiaceae	12	2,2	3	3,3
Apocynaceae	12	2,2	2	2,2
Arecaceae	11	2,0	2	2,2
Sapindaceae	10	1,8	2	2,2
Combretaceae	8	1,5	1	1,1
Vochysiaceae	7	1,3	3	3,3
Annonaceae	6	1,1	3	3,3
Euphorbiaceae	6	1,1	2	2,2
Rubiaceae	6	1,1	4	4,4
Primulaceae	5	0,9	2	2,2
Salicaceae	5	0,9	1	1,1
Boraginaceae	4	0,7	1	1,1
Chrysobalanaceae	4	0,7	1	1,1
Hypericaceae	3	0,5	1	1,1
Ochnaceae	3	0,5	1	1,1
Aquifoliaceae	2	0,4	1	1,1
Araliaceae	2	0,4	1	1,1
Celastraceae	2	0,4	1	1,1
Cunoniaceae	2	0,4	1	1,1
Malpighiaceae	2	0,4	1	1,1
Melastomataceae	2	0,4	2	2,2
Urticaceae	2	0,4	1	1,1

FAMÍLIA	ABUNDÂNCIA		RIQUEZA	
	NI	NI (%)	NSP	NSP (%)
Lecythidaceae	1	0,2	1	1,1
Moraceae	1	0,2	1	1,1
Rhamnaceae	1	0,2	1	1,1
Total	**549**	**100**	**91**	**100**

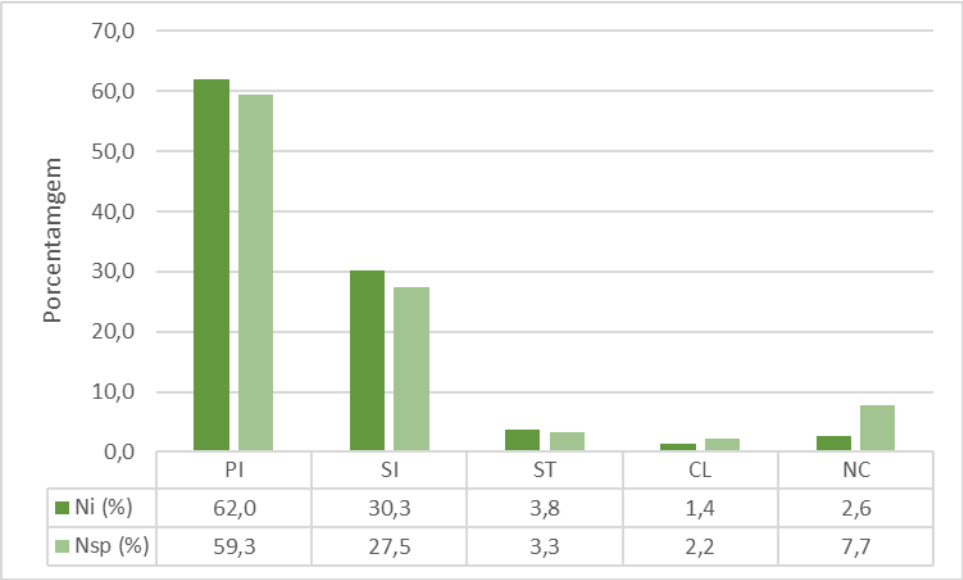


Figura 2-45 - Distribuição das espécies registradas nas parcelas amostrais das áreas de FESD-M em relação ao grupo ecológico. **Legenda:** Grupo Ecológico - PI = Pioneira; SI = Secundária inicial; ST = Secundária tardia; CL = Climax; Nc = Não conhecido.

b) Diversidade e Suficiência Amostral

Conforme pode ser observado na **Tabela 2-25**, a diversidade da flora das áreas de FESD-M, avaliada por meio do Índice Shannon-Weaver (H´), foi de 3,98 e pode ser considerada moderada para a região de estudo. Foram registrados um total de 502 indivíduos, excluídos os indivíduos mortos, que contemplaram 91 espécies botânicas distintas.

A parcela 13 foi a que obteve o maior índice de diversidade (H' = 3,03) com 24 espécies e a que obteve o menor índice foi a parcela 8 (H' = 1,68) com 8 espécies.

A equabilidade de Pielou (J') varia de 0 a 1, onde valores próximos a zero indicam a ocorrência de dominância ecológica de algumas espécies no ambiente. A equabilidade de Pielou encontrada nas áreas de FESD-M estudadas foi de 0,88 indicando a ausência de dominância de espécies, como esperado para áreas de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração.

Tabela 2-25 - Índices de Diversidade das parcelas amostrais das áreas de FESD-M.

PARCELA	NI	NSP	LN(S)	H'	C	J
1	34	17	2,83	2,52	0,91	0,89
2	44	23	3,14	2,87	0,94	0,92
3	24	10	2,30	1,9	0,83	0,83
4	47	20	3,00	2,49	0,87	0,83
5	45	14	2,64	2,33	0,9	0,88
6	27	20	3,00	2,89	0,97	0,96
7	18	13	2,57	2,45	0,95	0,96
8	19	8	2,08	1,68	0,77	0,81
9	29	10	2,30	2,03	0,86	0,88
10	33	14	2,64	2,3	0,89	0,87
11	33	15	2,71	2,35	0,88	0,87
12	39	22	3,09	2,74	0,92	0,89
13	42	24	3,18	3,03	0,97	0,95
14	47	23	3,14	2,93	0,96	0,93
15	21	18	2,89	2,85	0,99	0,99
Geral	**502**	**91**	**4,51**	**3,98**	**0,97**	**0,88**

Legenda: Ni = número de indivíduos; Nsp = número de espécies; H' = índice de Shannon-Weaver; C = Índice de Simpson; J = equabilidade de Pielou.

O gráfico da curva do coletor é apresentado considerando as 91 espécies registradas nas 15 parcelas amostrais alocadas nas áreas de FESD-M (**Figura 2-46**). Nele pode ser observado que a curva ainda não apresenta tendencia à estabilização, o que indica que com a ampliação da amostragem novas espécies devem ser registradas neste ambiente.

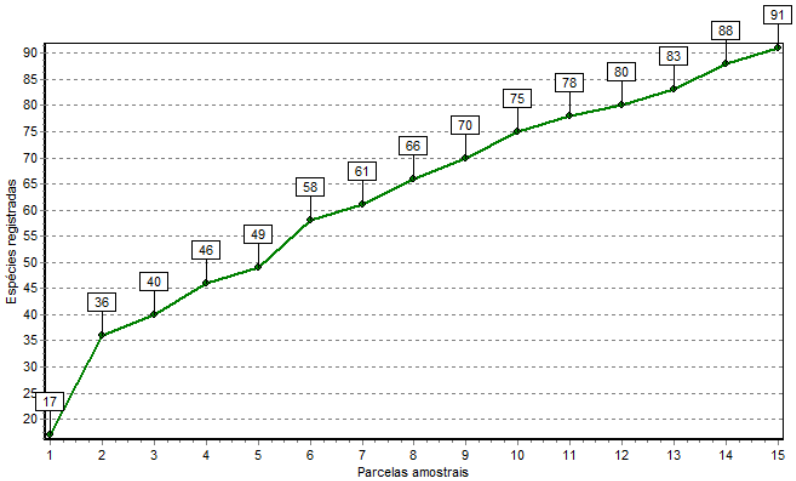


Figura 2-46 - Curva do coletor encontrada no inventário florestal das áreas de FESD-M.

c) Estrutura Horizontal

Nas 15 parcelas amostradas foram mensurados 549 indivíduos, que apresentaram uma área basal total de 12,30 m². A estrutura horizontal da amostragem das áreas de FESD-M é apresentada na **Tabela 2-26**.

As dez espécies que apresentaram maior Índice de Valor de Importância (VI) foram: *Copaifera langsdorffii* (Copaíba), *Machaerium villosum* (Jacarandá-do-cerradão), *Myrcia tomentosa* (Goiabeira-selvagem), *Acrocomia aculeata* (Macaúba), *Persea americana* (Abacate), *Myrcia splendens* (Guamirim-de-rabo), *Myrcia pulchella*, *Hyptidendron asperrimum* (Catinga-de-bode), *Ocotea spixiana* (Canelão) e *Cariniana estrellensis* (Jequitibá-branco)

Também merece destaque o agrupamento dos indivíduos mortos, este apresenta elevada representatividade na comunidade estudada, ocupando a segunda posição em relação ao VI, representando 5,8 % do VI. Estes foram registrados em 12 das 15 as parcelas amostrais. Isso indica o certo grau de antropização presente na área, já que a causa mais provável para o elevado número de indivíduos mortos é a ocorrência queimadas sobre a vegetação.

Tabela 2-26 - Estrutura horizontal encontrada nas parcelas de FESD-M. Espécies apresentadas em ordem decrescente de VI.

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	NI	UI	AB	DA	DR	FA	FR	DOA	DOR	VI	VI (%)
Copaifera langsdorffii	Copaíba	39	7	1,23	86,67	7,10	46,67	2,66	2,74	10,03	19,80	6,6
Morto	-	47	12	0,54	104,44	8,56	80,00	4,56	1,19	4,35	17,47	5,8
Machaerium villosum	Jacarandá-do-cerradão	25	9	0,55	55,56	4,55	60,00	3,42	1,22	4,46	12,43	4,1
Myrcia tomentosa	Goiabeira-selvagem	30	10	0,31	66,67	5,46	66,67	3,80	0,69	2,51	11,78	3,9
Acrocomia aculeata	Macaúba	10	4	0,80	22,22	1,82	26,67	1,52	1,77	6,48	9,82	3,3
Persea americana	Abacate	2	1	1,02	4,44	0,36	6,67	0,38	2,27	8,31	9,05	3,0
Myrcia splendens	Guamirim-de-rabo	21	10	0,17	46,67	3,83	66,67	3,80	0,39	1,41	9,04	3,0
Myrcia pulchella	-	20	6	0,38	44,44	3,64	40,00	2,28	0,85	3,11	9,04	3,0
Hyptidendron asperrimum	Catinga-de-bode	22	4	0,40	48,89	4,01	26,67	1,52	0,88	3,22	8,75	2,9
Ocotea spixiana	Canelão	13	8	0,35	28,89	2,37	53,33	3,04	0,78	2,84	8,25	2,8
Cariniana estrellensis	Jequitibá-branco	1	1	0,92	2,22	0,18	6,67	0,38	2,03	7,44	8,00	2,7
Guarea guidonia	Carrapeta	12	7	0,25	26,67	2,19	46,67	2,66	0,57	2,07	6,91	2,3
Siphoneugena densiflora	Jambinho-de-juriti	15	7	0,16	33,33	2,73	46,67	2,66	0,36	1,33	6,72	2,2
Dalbergia nigra	Jacarandá-da-bahia	14	5	0,23	31,11	2,55	33,33	1,90	0,52	1,90	6,35	2,1
Psidium rufum	Araçá-roxo	11	5	0,29	24,44	2,00	33,33	1,90	0,65	2,39	6,30	2,1

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	NI	UI	AB	DA	DR	FA	FR	DOA	DOR	VI	VI (%)
Luehea grandiflora	Açoita-cavalo	13	4	0,28	28,89	2,37	26,67	1,52	0,63	2,29	6,18	2,1
Moquiniastrum polymorphum	Cambará	15	4	0,19	33,33	2,73	26,67	1,52	0,43	1,57	5,82	1,9
Terminalia glabrescens	Merindiba	8	5	0,28	17,78	1,46	33,33	1,90	0,61	2,24	5,60	1,9
Ocotea corymbosa	canela-de-corvo	11	4	0,23	24,44	2,00	26,67	1,52	0,50	1,84	5,36	1,8
Vitex polygama	Azeitona do mato	9	6	0,17	20,00	1,64	40,00	2,28	0,37	1,36	5,28	1,8
Bowdichia virgilioides	Sucupira-preta	4	4	0,34	8,89	0,73	26,67	1,52	0,75	2,76	5,01	1,7
Cedrela fissilis	Cedro	8	6	0,12	17,78	1,46	40,00	2,28	0,28	1,01	4,75	1,6
Handroanthus serratifolius	Ipê-amarelo	5	4	0,26	11,11	0,91	26,67	1,52	0,58	2,13	4,56	1,5
Guazuma ulmifolia	Mutamba	10	6	0,05	22,22	1,82	40,00	2,28	0,11	0,41	4,51	1,5
Lithraea molleoides	Aroeirinha	7	3	0,18	15,56	1,28	20,00	1,14	0,40	1,45	3,87	1,3
Aspidosperma polyneuron	Peroba-rosa	6	3	0,20	13,33	1,09	20,00	1,14	0,44	1,60	3,84	1,3
Aspidosperma parvifolium	Pau-pereira	6	4	0,14	13,33	1,09	26,67	1,52	0,30	1,11	3,72	1,2
Dictyoloma vandellianum	Ardente	9	4	0,06	20,00	1,64	26,67	1,52	0,12	0,45	3,61	1,2
Platypodium elegans	Amendoim-do-campo	6	5	0,04	13,33	1,09	33,33	1,90	0,09	0,33	3,33	1,1
Trichilia pallida	Baga-de-morcego	8	4	0,04	17,78	1,46	26,67	1,52	0,08	0,28	3,26	1,1
Cupania vernalis	Camboatá	8	4	0,03	17,78	1,46	26,67	1,52	0,07	0,25	3,23	1,1
Vochysia tucanorum	Pau-de-tucano	5	3	0,09	11,11	0,91	20,00	1,14	0,19	0,70	2,75	0,9
Casearia arborea	Puleiro-de-pombo	5	4	0,02	11,11	0,91	26,67	1,52	0,05	0,19	2,62	0,9
Zeyheria tuberculosa	Culhões-de-bode	5	3	0,06	11,11	0,91	20,00	1,14	0,14	0,50	2,55	0,9

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	NI	UI	AB	DA	DR	FA	FR	DOA	DOR	VI	VI (%)
Eugenia florida	Cafezinho-da-mata	5	3	0,06	11,11	0,91	20,00	1,14	0,13	0,47	2,52	0,8
Myrcia amazonica	Araçá	5	3	0,04	11,11	0,91	20,00	1,14	0,10	0,36	2,41	0,8
Plinia peruviana	Jabuticaba	2	1	0,20	4,44	0,36	6,67	0,38	0,45	1,66	2,40	0,8
Cordia trichotoma	Louro-pardo	4	3	0,06	8,89	0,73	20,00	1,14	0,14	0,51	2,38	0,8
Eremanthus erythropappus	Candeia	3	3	0,07	6,67	0,55	20,00	1,14	0,15	0,55	2,24	0,8
Peltophorum dubium	Canafístula	2	2	0,11	4,44	0,36	13,33	0,76	0,24	0,88	2,01	0,7
Ouratea castaneifolia	Mango-do-mato	3	3	0,02	6,67	0,55	20,00	1,14	0,04	0,15	1,84	0,6
Vismia brasiliensis	Ruão	3	3	0,02	6,67	0,55	20,00	1,14	0,04	0,13	1,82	0,6
Alchornea triplinervia	Tanheiro	4	2	0,03	8,89	0,73	13,33	0,76	0,07	0,26	1,75	0,6
Metrodorea stipularis	Limoeiro-do-mato	4	1	0,08	8,89	0,73	6,67	0,38	0,17	0,63	1,74	0,6
Callisthene major	Pau-terra-do-mato	1	1	0,14	2,22	0,18	6,67	0,38	0,32	1,16	1,72	0,6
Nectandra oppositifolia	Canela-ferrugem	5	1	0,04	11,11	0,91	6,67	0,38	0,10	0,35	1,64	0,6
Licania kunthiana	Milho-torrado	4	1	0,06	8,89	0,73	6,67	0,38	0,13	0,47	1,58	0,5
Dalbergia villosa	Jacarandá-caviúna	1	1	0,12	2,22	0,18	6,67	0,38	0,26	0,94	1,50	0,5
Cabralea canjerana	Canjerana	1	1	0,12	2,22	0,18	6,67	0,38	0,26	0,93	1,49	0,5
Alibertia edulis	Apuruí	3	2	0,02	6,67	0,55	13,33	0,76	0,04	0,13	1,44	0,5
Tapirira obtusa	Peito-de-pomba	3	2	0,01	6,67	0,55	13,33	0,76	0,03	0,11	1,42	0,5
Psidium guajava	Goiaba	4	1	0,04	8,89	0,73	6,67	0,38	0,08	0,30	1,40	0,5

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	NI	UI	AB	DA	DR	FA	FR	DOA	DOR	VI	VI (%)
Myrsine coriacea	Capororoquinha	3	2	0,01	6,67	0,55	13,33	0,76	0,02	0,06	1,37	0,5
Aralia excelsa	-	2	2	0,03	4,44	0,36	13,33	0,76	0,06	0,22	1,34	0,5
Zanthoxylum riedelianum	Mama-de-porca	2	2	0,02	4,44	0,36	13,33	0,76	0,05	0,19	1,31	0,4
Monteverdia gonoclada	Coração-de-bugre	2	2	0,02	4,44	0,36	13,33	0,76	0,05	0,18	1,31	0,4
Heteropterys byrsonimifolia	Murici-bravo	2	2	0,02	4,44	0,36	13,33	0,76	0,04	0,13	1,26	0,4
Annona dolabripetala	Pinha-do-mato	3	1	0,04	6,67	0,55	6,67	0,38	0,09	0,31	1,24	0,4
Matayba guianensis	Canela-de-negro	2	2	0,01	4,44	0,36	13,33	0,76	0,03	0,09	1,22	0,4
Cecropia pachystachya	Embaúba	2	2	0,01	4,44	0,36	13,33	0,76	0,02	0,08	1,20	0,4
Cybianthus sp.1	-	2	2	0,01	4,44	0,36	13,33	0,76	0,02	0,07	1,20	0,4
Eugenia sp.1	-	2	2	0,01	4,44	0,36	13,33	0,76	0,02	0,07	1,19	0,4
Ilex affinis	-	2	2	0,01	4,44	0,36	13,33	0,76	0,02	0,06	1,19	0,4
Cybistax antisyphilitica	Ipê-pardo	2	2	0,01	4,44	0,36	13,33	0,76	0,02	0,05	1,18	0,4

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	NI	UI	AB	DA	DR	FA	FR	DOA	DOR	VI	VI (%)
Senna macranthera	Manduirana	2	2	0,01	4,44	0,36	13,33	0,76	0,01	0,05	1,17	0,4
Hymenaea courbaril	Jatobá	2	2	0,01	4,44	0,36	13,33	0,76	0,01	0,04	1,17	0,4
Xylopia sericea	Pindaíba-preta	2	1	0,05	4,44	0,36	6,67	0,38	0,12	0,42	1,17	0,4
Aparisthmium cordatum	Licurana	2	1	0,05	4,44	0,36	6,67	0,38	0,11	0,41	1,15	0,4
Tapirira guianensis	Pau-pombo	2	1	0,05	4,44	0,36	6,67	0,38	0,11	0,40	1,14	0,4
Handroanthus ochraceus	Ipê-amarelo-do-cerrado	1	1	0,07	2,22	0,18	6,67	0,38	0,15	0,53	1,10	0,4
Maclura tinctoria	Tatajuba	1	1	0,05	2,22	0,18	6,67	0,38	0,12	0,42	0,99	0,3
Senna multijuga	Pau-ciagarra	1	1	0,05	2,22	0,18	6,67	0,38	0,11	0,40	0,96	0,3
Lamanonia ternata	Salgueiro	2	1	0,02	4,44	0,36	6,67	0,38	0,05	0,17	0,92	0,3
Eugenia sp.2	-	2	1	0,02	4,44	0,36	6,67	0,38	0,04	0,13	0,88	0,3
Andira fraxinifolia	Pau-angelim	1	1	0,04	2,22	0,18	6,67	0,38	0,08	0,29	0,85	0,3
Machaerium hirtum	Jacarandá-bico-de-pato	2	1	0,01	4,44	0,36	6,67	0,38	0,01	0,05	0,79	0,3
Syagrus romanzoffiana	Jerivá	1	1	0,03	2,22	0,18	6,67	0,38	0,06	0,22	0,78	0,3
Qualea dichotoma	Pau-terra-da-areia	1	1	0,01	2,22	0,18	6,67	0,38	0,02	0,08	0,64	0,2

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	NI	UI	AB	DA	DR	FA	FR	DOA	DOR	VI	VI (%)
Guettarda viburnoides	Veludo-branco	1	1	0,01	2,22	0,18	6,67	0,38	0,02	0,06	0,63	0,2
Machaerium nyctitans	Jacarandá-de-espinho	1	1	0,01	2,22	0,18	6,67	0,38	0,02	0,06	0,63	0,2
Machaerium stipitatum	Sapuvussu	1	1	0,01	2,22	0,18	6,67	0,38	0,01	0,05	0,62	0,2
Citrus limon	Limao-capeta	1	1	0,01	2,22	0,18	6,67	0,38	0,01	0,05	0,61	0,2
Swartzia pilulifera	-	1	1	0,01	2,22	0,18	6,67	0,38	0,01	0,05	0,61	0,2
Pleroma granulosum	Quaresmeira-roxa	1	1	0,01	2,22	0,18	6,67	0,38	0,01	0,04	0,61	0,2
Annona sylvatica	Pinha	1	1	0,01	2,22	0,18	6,67	0,38	0,01	0,04	0,60	0,2
Aegiphila verticillata	Tamanqueira-do-cerrado	1	1	0,004	2,22	0,18	6,67	0,38	0,01	0,03	0,60	0,2
Amaioua guianensis	Cedro-bravo	1	1	0,004	2,22	0,18	6,67	0,38	0,01	0,03	0,59	0,2
Zanthoxylum rhoifolium	Tamanqueira	1	1	0,003	2,22	0,18	6,67	0,38	0,01	0,03	0,59	0,2
Miconia brunnea	-	1	1	0,003	2,22	0,18	6,67	0,38	0,01	0,02	0,58	0,2
Piptocarpha macropoda	Vassourão-pardo	1	1	0,003	2,22	0,18	6,67	0,38	0,01	0,02	0,58	0,2
Rhamnidium elaeocarpum	Saraguaji	1	1	0,003	2,22	0,18	6,67	0,38	0,01	0,02	0,58	0,2
Randia armata	Espinho-de-judeu	1	1	0,002	2,22	0,18	6,67	0,38	0,01	0,02	0,58	0,2
Total		**549**	**15**	**12,30**	**1.220,00**	**100**	**1.753,33**	**100**	**27,33**	**100**	**300**	**100**

Legenda: Ni = Número de indivíduos; Ui = Unidades amostrais (Parcelas); AB = Área basal (m²); FA = Frequência absoluta; FR = Frequência relativa; DA = Densidade absoluta; DR = Densidade relativa; DoA = Dominância absoluta; DoA = Dominância relativa; VI = Valor de Importância

d) Estrutura Vertical

Os resultados das distribuições do número de troncos (Nt) por estratos de altura da FESD-M encontram-se na **Figura 2-47**. Neste caso foi utilizado o número de fustes ou de troncos mensurados ao invés do número de indivíduos, com o objetivo de representar de forma mais precisa a distribuição das alturas dessa tipologia vegetal.

Nas áreas de FESD-M amostradas, conforme apresentado aproximadamente 78,3 % dos troncos mensurados encontram-se no estrato de altura entre 5,1 m e 13,4 m. O dossel da FESD-M tem em média 9,2 metros e a maioria dos indivíduos mensurados faz parte deste estrato de altura.

Entre as espécies que sobressaem ao dossel destacam-se as espécies *Bowdichia virgilioides* (Sucupira-preta), *Copaifera langsdorffii* (Copaíba), *Luehea grandiflora* (Açoita-cavalo) e *Machaerium villosum* (Jacarandá-do-cerradão).

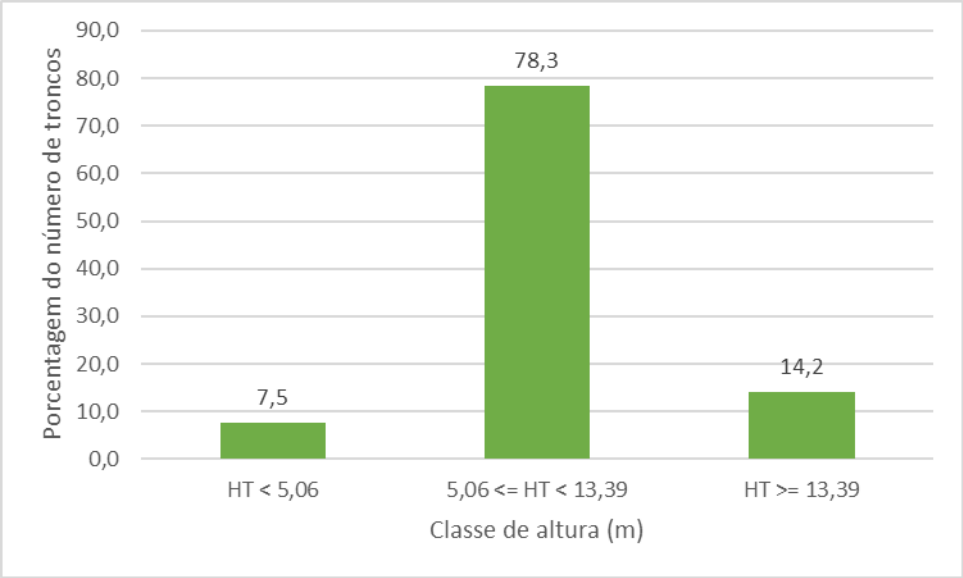


Figura 2-47 - Distribuição dos troncos dos indivíduos arbóreos (%) por estrato de altura na FESD-M.

e) Estrutura Diamétrica

Os resultados das distribuições do número de troncos (Nt), área basal (AB) e volume total (Vt), por classes de diâmetro da FESD-M encontram-se na **Tabela 2-27**. Nestes casos, foi utilizado o número de fustes ou de troncos mensurados ao invés do número de indivíduos, com o objetivo de representar de forma mais precisa a distribuição dos diâmetros dessa tipologia vegetal.

Nas 15 parcelas amostradas foram mensurados 678 troncos, que apresentaram uma área basal total de 12,30 m² e volume total de madeira de 102,99 m³. Para as áreas de FESD-M estima-se neste inventário florestal uma densidade absoluta de troncos de 1.506,67 troncos/ha (**Tabela 2-27** e **Figura 2-48**), uma dominância de 27,33 m²/ha

(**Tabela 2-27** e **Figura 2-49**) e um estoque de volume total de madeira de 228,86 m³/ha (**Tabela 2-27** e **Figura 2-49**).

É apresentado na **Figura 2-48** a distribuição dos troncos nas diferentes classes de diâmetro, onde pode ser observado que a grande maioria dos troncos, aproximadamente 53 %, se encontra na menor classe de diâmetro (DAP entre 5-10 cm). Os indivíduos de pequeno porte, aqueles que apresentam DAP < 15 cm, totalizam 75 % dos indivíduos da comunidade vegetal estudada. Os indivíduos de grande porte (DAP > 30 cm) são presentes, mas representam apenas 4,4 % dos troncos mensurados.

Os maiores estoques de área basal (m²) se concentram nas três menores classes de diâmetro, entre os indivíduos de pequeno e médio porte, e na última classe de diâmetro (**Figura 2-49**). Já o maior estoque de volume se concentra na maior classe diamétricas (**Figura 2-50**).

Tabela 2-27 - Estrutura diamétrica por classe de diâmetro encontrada na amostragem da FESD-M.

CLASSE	NT	AB	VT	NT/HA	AB/HA	VT/HA
7,5	359	1,46	7,74	797,78	3,25	17,21
12,5	148	1,77	10,73	328,89	3,93	23,85
17,5	79	1,84	13,73	175,56	4,09	30,51
22,5	37	1,43	12,91	82,22	3,17	28,70
27,5	25	1,48	12,32	55,56	3,28	27,39
32,5	11	0,90	6,67	24,44	2,00	14,83
37,5	8	0,89	9,20	17,78	1,98	20,44
42,5	4	0,57	6,34	8,89	1,26	14,09
47,5	0	0	0	0	0	0
52,5	2	0,44	4,48	4,44	0,98	9,95
57,5	0	0	0	0	0	0
62,5	5	1,52	18,86	11,11	3,39	41,91
Total	**678**	**12,30**	**102,99**	**1.506,67**	**27,33**	**228,86**

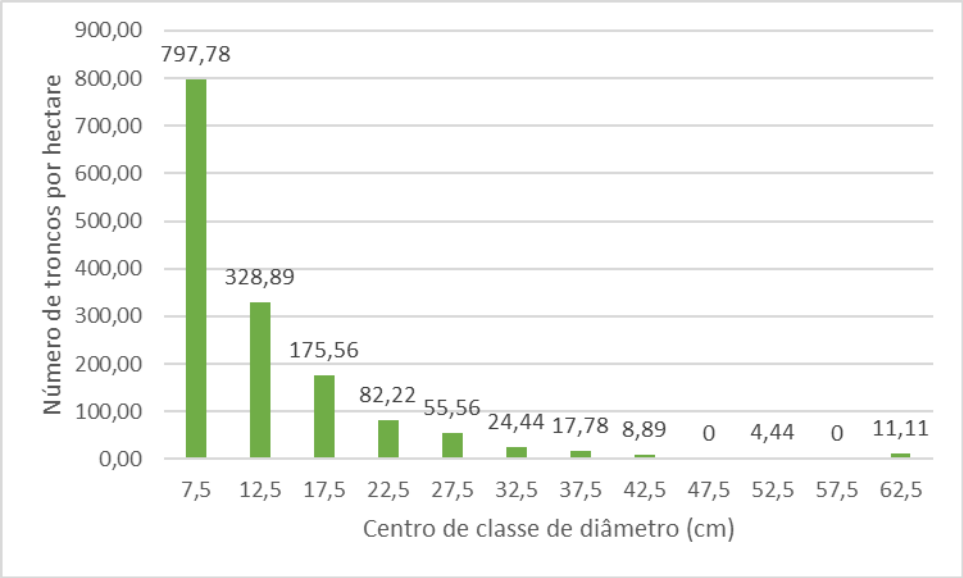


Figura 2-48 - Distribuição do número total de troncos por hectare e por classe de diâmetro da FESD-M.

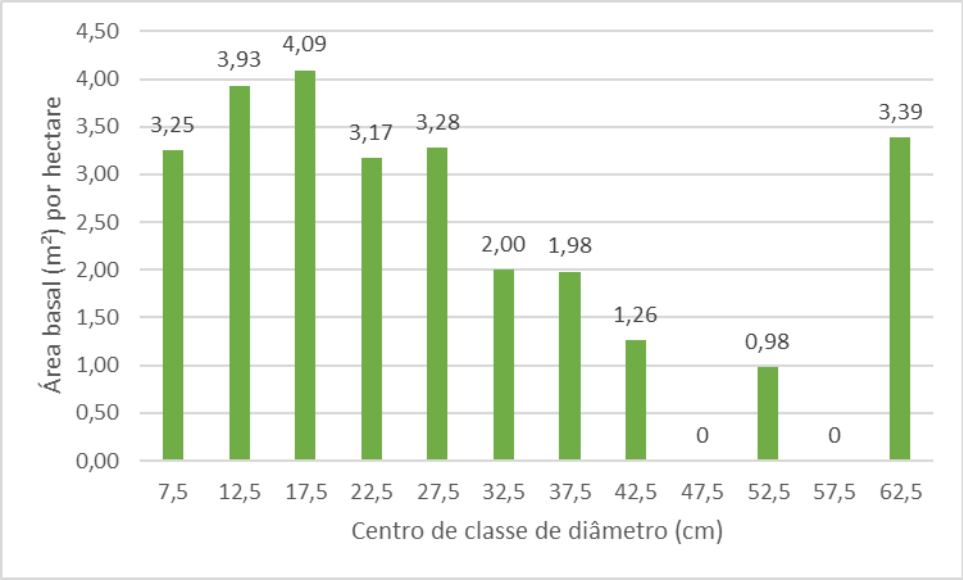


Figura 2-49 - Distribuição dos valores de área basal (m²) por hectare e por classe de diâmetro da FESD-M.

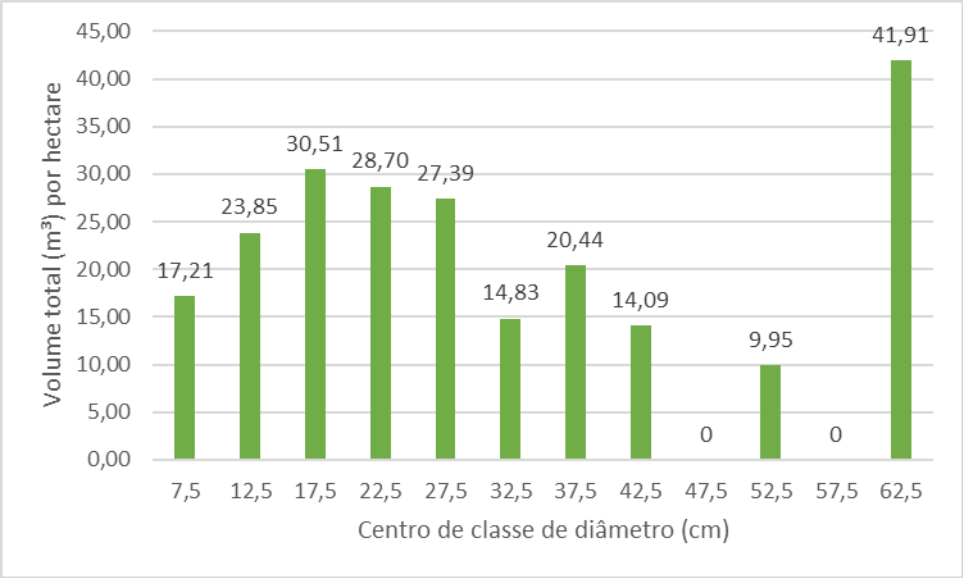


Figura 2-50 - Distribuição dos valores de volume total (m³) por hectare e por classe de diâmetro da FESD-M.

2.5.3.3.2 CERRADO SENTIDO RESTRITO

As áreas de Cerrado Sentido Restrito (Cerrado) localizadas na ADA do projeto totalizam 18,23 ha, os quais correspondem a 8,5 % da ADA total do projeto. Estas áreas foram amostradas por meio da alocação aleatória de 15 parcelas amostrais de 300 m², totalizando uma área amostral de 0,39 ha.

As planilhas de campo das parcelas amostrais alocadas em áreas de Cerrado se encontram em anexo e na **Tabela 2-28** são apresentadas as coordenadas geográficas de localização destas parcelas.

Tabela 2-28 - Coordenadas UTM (Datum: SIRGAS 2000; Zona: 23K) das parcelas amostradas em áreas de Cerrado.

AMBIENTE	PARCELA	X	Y	ALTITUDE (M)
Cerrado	1	575.616	7.777.003	1.094
Cerrado	2	575.692	7.776.988	1.069
Cerrado	3	575.795	7.776.973	1.017
Cerrado	4	575.480	7.777.021	1.079
Cerrado	5	575.428	7.776.991	1.075
Cerrado	6	573.763	7.776.085	1.150
Cerrado	7	573.816	7.776.100	1.139
Cerrado	8	573.930	7.776.136	1.135
Cerrado	9	573.922	7.776.194	1.098
Cerrado	10	573.845	7.776.240	1.093

Cerrado	11	573.713	7.776.298	1.108
Cerrado	12	573.593	7.776.155	1.120
Cerrado	13	573.469	7.776.148	1.130

a) Composição Florística

Nas 13 parcelas amostradas em áreas de Cerrado foram registradas 53 espécies botânicas distintas, além do grupo dos indivíduos mortos. Todos os táxons registrados foram identificados até o nível de espécie. A **Tabela 2-29** apresenta a lista florística com as espécies registradas nas áreas de Cerrado.

Em relação às espécies ameaçadas de extinção foi registrada *Machaerium villosum* (Jacarandá-do-cerradão), classifica com ameaçada na categoria "VULNERÁVEL", de acordo com a lista vermelha do Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora) (IUCN, 2014).

Nas áreas de Cerrado foram registradas ainda espécies protegidas por lei, de corte de acordo com a Lei Estadual nº 20.308, de 27 de julho de 2012, que declara de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no Estado de Minas Gerais, o pequizeiro (*Caryocar brasiliense*) e o ipê-amarelo (*Handroanthus* spp.). Sendo estas *Handroanthus ochraceus* (Ipê-amarelo-do-cerrado), *Handroanthus serratifolius* (Ipê-amarelo) e *Caryocar brasiliense* (Pequí).

Desta forma, das espécies registradas uma é classificada em algum grau de ameaça e três são protegidas por lei. A lista com as espécies ameaçadas é apresentada na **Tabela 2-30**. Nenhuma das espécies registradas nas parcelas amostrais das áreas de Cerrado é considerada como espécie rara ou endêmica do quadrilátero ferrífero.

As espécies registradas foram agrupadas em 27 famílias botânicas distintas, além do agrupamento dos indivíduos mortos. A **Tabela 2-31** apresenta as famílias registradas com seu respectivo número de indivíduos.

As dez famílias que apresentaram os maiores números de indivíduos amostrados foram: Vochysiaceae (66), Fabaceae (38), Lamiaceae (19), Myrtaceae (18), Calophyllaceae (7), Celastraceae (6), Malpighiaceae (6), Apocynaceae (5), Asteraceae (5) e Sapotaceae (5).

As famílias Araliaceae, Boraginaceae, Caryocaraceae, Lythraceae, Primulaceae e Solanaceae foram representadas por apenas um indivíduo amostrado.

As famílias que apresentaram maior abundância de espécies foram: Fabaceae (9), Vochysiaceae (6), Myrtaceae (5) e Malpighiaceae (3). Todas as demais famílias foram representadas por duas ou menos espécies.

Com relação ao grupo ecológico das espécies registradas nas parcelas amostrais das áreas de Cerrado, o grupo mais expressivo foi o das pioneiras as quais constituem 73 % dos indivíduos amostrados e cerca de 62 % das espécies registradas. O grupo das espécies secundárias iniciais é o segundo mais expressivo correspondendo a 24 % dos indivíduos amostrados e 34 % das espécies registradas (**Figura 2-51**).

Tabela 2-29 - Lista florística das espécies amostradas nas parcelas amostrais das áreas de Cerrado, com a indicação grupos ecológicos de cada espécie e das parcelas nas quais cada espécie foi registrada. Espécies apresentadas em ordem alfabética de família e nome científico.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	G.E.
Apocynaceae	*Aspidosperma tomentosum* Mart. & Zucc.	Pereiro-do-campo	PI
Araliaceae	*Didymopanax morototoni* (Aubl.) Decne. & Planch.	Morototó	SI
Arecaceae	*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.	Macaúba	PI
Arecaceae	*Syagrus flexuosa* (Mart.) Becc.	Acumã	PI
Asteraceae	*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish	Candeia	PI
Asteraceae	*Eremanthus incanus* (Less.) Less.	Candeia	PI
Bignoniaceae	*Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos	Ipê-amarelo-do-cerrado	PI
Bignoniaceae	*Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose	Ipê-amarelo	PI
Boraginaceae	*Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud.	Louro-pardo	SI
Calophyllaceae	*Kielmeyera coriacea* Mart. & Zucc.	Pau-santo	SI
Caryocaraceae	*Caryocar brasiliense* Cambess.	Pequí	PI
Celastraceae	*Plenckia populnea* Reissek	Marmeleiro	ST
Combretaceae	*Terminalia argentea* Mart. & Zucc.	Pau-de-bicho	PI
Combretaceae	*Terminalia glabrescens* Mart.	Merindiba	SI
Erythroxylaceae	*Erythroxylum daphnites* Mart.	Chapadinho	SI
Fabaceae	*Bowdichia virgilioides* Kunth	Sucupira-preta	PI
Fabaceae	*Copaifera langsdorffii* Desf.	Copaíba	SI
Fabaceae	*Dalbergia miscolobium* Benth.	Jacarandá-do-campo	PI
Fabaceae	*Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne	Jatobá-do-cerrado	PI
Fabaceae	*Leptolobium dasycarpum* Vogel	Perobinha	PI
Fabaceae	*Machaerium opacum* Vogel	Jacarandá-cascudo	PI
Fabaceae	*Machaerium villosum* Vogel	Jacarandá-do-cerradão	PI
Fabaceae	*Platypodium elegans* Vogel	Amendoim-do-campo	PI
Fabaceae	*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville	Casca-da-virgindade	PI
Lamiaceae	*Hyptidendron canum* (Pohl ex Benth.) Harley	Catinga-de-bode-do-cerrado	PI
Lythraceae	*Lafoensia pacari* A.St.-Hil.	Pacari-do-sertão	SI
Malpighiaceae	*Byrsonima coccolobifolia* Kunth	Murici-do-campo	PI
Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth	Murici	PI
Malpighiaceae	Byrsonima verbascifolia (L.) DC.	Murici-peludo-do-cerrado	PI

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	G.E.
Malvaceae	*Pseudobombax tomentosum* (Mart.) A.Robyns	Imbiruçu	PI
Melastomataceae	*Miconia albicans* (Sw.) Steud.	Mexexirica-do-cerrado	PI
Melastomataceae	*Pleroma granulosum* (Desr.) D. Don	Quaresmeira-roxa	PI
Mortos	Morto	-	-
Myrtaceae	*Campomanesia velutina* (Cambess.) O.Berg	Guabiroba-de-pelo	SI
Myrtaceae	*Eugenia florida* DC.	Cafezinho-da-mata	SI
Myrtaceae	*Myrcia pulchella* (DC.) A.R.Loureço & E.Lucas	-	SI
Myrtaceae	*Myrcia tomentosa* (Aubl.) DC.	Goiabeira-selvagem	PI
Myrtaceae	*Myrcia variabilis* DC.	-	SI
Nyctaginaceae	*Guapira graciliflora* (Mart. ex Schmidt) Lundell	Pau-piranha	SI
Nyctaginaceae	*Guapira noxia* (Netto) Lundell	Pau-judeo	PI
Primulaceae	*Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	Capororoquinha	NC
Proteaceae	*Roupala montana* Aubl.	Carne-de-vaca	SI
Rubiaceae	*Coutarea hexandra* (Jacq.) K.Schum.	Capança-vermelha	SI
Rubiaceae	*Rudgea viburnoides* (Cham.) Benth.	Congonha-de-bugre	SI
Rutaceae	*Zanthoxylum rhoifolium* Lam.	Tamanqueira	PI
Sapotaceae	*Pouteria torta* (Mart.) Radlk.	Abiu-de-pelo	PI
Solanaceae	*Solanum lycocarpum* A.St.-Hil.	Lobeira	PI
Styracaceae	*Styrax ferrugineus* Nees & Mart.	Benjoeiro-ferrugem	PI
Vochysiaceae	*Callisthene major* Mart.	Pau-terra-do-mato	SI
Vochysiaceae	*Qualea dichotoma* (Mart.) Warm.	Pau-terra-da-areia	SI
Vochysiaceae	*Qualea grandiflora* Mart.	Pau-terra	SI
Vochysiaceae	*Qualea parviflora* Mart.	Pau-terrinha	PI
Vochysiaceae	*Vochysia thyrsoidea* Pohl	Cinzeiro	PI
Vochysiaceae	*Vochysia tucanorum* Mart.	Pau-de-tucano	PI

Legenda: Grupo Ecológico - PI = Pioneira; SI = Secundária inicial; ST = Secundária tardia; CL = Climax; Nc = Não conhecido.

Tabela 2-30 - Lista florística das espécies ameaçadas de extinção e protegidas por lei registradas nas parcelas amostrais das áreas de Cerrado.

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	DA	MMA, 148	MMA, 443	IUCN (2014)	BIODIVERSITAS (2008)	LEI ESTADUAL Nº 20.308/2012
Caryocar brasiliense	Pequí	2,56					X
Handroanthus ochraceus	Ipê-amarelo-do-cerrado	5,13					X
Handroanthus serratifolius	Ipê-amarelo	5,13					X
Machaerium villosum	Jacarandá-do-cerradão	5,13			VU		

Legenda: DA = Densidade Absoluta.

Tabela 2-31 - Número de indivíduos e de espécies por família amostrada nas áreas de Cerrado. Famílias apresentadas em ordem decrescente de número de indivíduos.

FAMÍLIA	ABUNDÂNCIA		RIQUEZA	
	NI	NI (%)	NSP	NSP (%)
Vochysiaceae	66	25,3	6	11,3
Mortos	46	17,6	0	0
Fabaceae	38	14,6	9	17,0
Lamiaceae	19	7,3	1	1,9
Myrtaceae	18	6,9	5	9,4
Calophyllaceae	7	2,7	1	1,9
Celastraceae	6	2,3	1	1,9
Malpighiaceae	6	2,3	3	5,7
Apocynaceae	5	1,9	1	1,9
Asteraceae	5	1,9	2	3,8
Sapotaceae	5	1,9	1	1,9
Bignoniaceae	4	1,5	2	3,8
Nyctaginaceae	4	1,5	2	3,8
Rutaceae	4	1,5	1	1,9
Arecaceae	3	1,1	2	3,8
Combretaceae	3	1,1	2	3,8
Erythroxylaceae	3	1,1	1	1,9
Melastomataceae	3	1,1	2	3,8
Rubiaceae	3	1,1	2	3,8
Styracaceae	3	1,1	1	1,9
Malvaceae	2	0,8	1	1,9

FAMÍLIA	ABUNDÂNCIA		RIQUEZA	
	NI	NI (%)	NSP	NSP (%)
Proteaceae	2	0,8	1	1,9
Araliaceae	1	0,4	1	1,9
Boraginaceae	1	0,4	1	1,9
Caryocaraceae	1	0,4	1	1,9
Lythraceae	1	0,4	1	1,9
Primulaceae	1	0,4	1	1,9
Solanaceae	1	0,4	1	1,9
Total	**261**	**100**	**53**	**100**

Legenda: Ni = Número de indivíduos; Nsp = número de espécies.

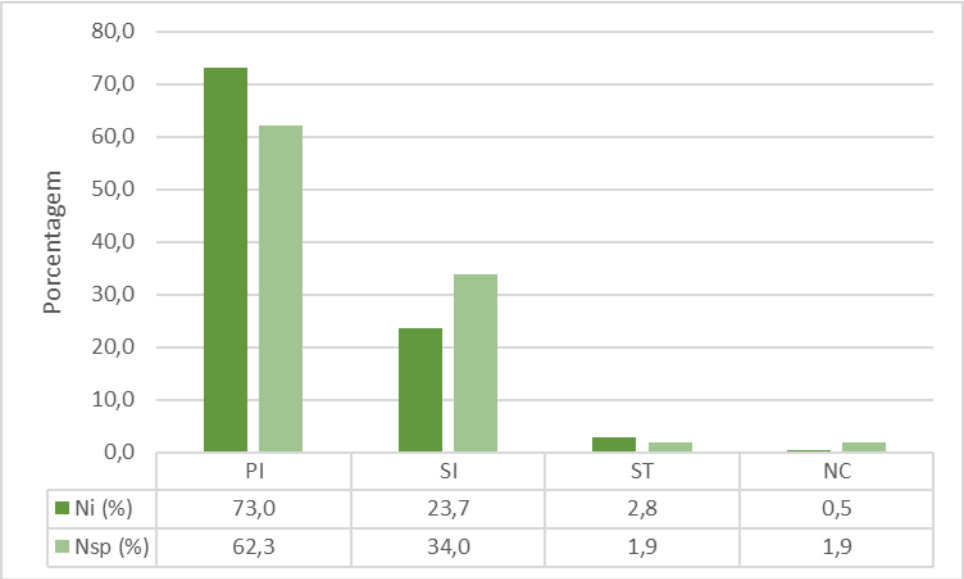


Figura 2-51 - Distribuição das espécies registradas nas parcelas amostrais das áreas de Cerrado em relação ao grupo ecológico. **Legenda:** Grupo Ecológico - PI = Pioneira; SI = Secundária inicial; ST = Secundária tardia; Nc = Não conhecido.

b) Diversidade e Suficiência Amostral

Conforme pode ser observado na **Tabela 2-32**, a diversidade da flora das áreas de Cerrado, avaliada por meio do Índice Shannon-Weaver (H´), foi de 3,46 e pode ser considerada moderada para a região de estudo. Foram registrados um total de 215 indivíduos, excluídos os indivíduos mortos, que contemplaram 53 espécies botânicas distintas. A parcela 4 foi a que obteve o maior índice de diversidade (H' = 2,44) com 16 espécies e a que obteve o menor índice foi a parcela 7 (H' = 1,04) com 3 espécies.

A equabilidade de Pielou (J') varia de 0 a 1, onde valores próximos a zero indicam a ocorrência de dominância ecológica de algumas espécies no ambiente. A equabilidade

de Pielou encontrada nas áreas de Cerrado estudadas foi de 0,87 indicando a ausência de dominância de espécies.

Tabela 2-32 - Índices de Diversidade das parcelas amostrais das áreas de Cerrado.

PARCELA	NI	NSP	LN(S)	H'	C	J
1	41	10	2,30	1,71	0,75	0,74
2	36	14	2,64	2,37	0,9	0,9
3	15	9	2,20	1,9	0,85	0,86
4	25	16	2,77	2,44	0,9	0,88
5	13	7	1,95	1,84	0,9	0,95
6	6	4	1,39	1,24	0,8	0,89
7	4	3	1,10	1,04	0,83	0,95
8	4	3	1,10	1,04	0,83	0,95
9	25	13	2,57	2,43	0,94	0,95
10	3	3	1,10	1,10	1,00	1,00
11	19	12	2,49	2,36	0,94	0,95
12	11	5	1,61	1,41	0,78	0,88
13	13	8	2,08	1,95	0,91	0,94
Geral	**215**	**53**	**3,97**	**3,46**	**0,95**	**0,87**

Legenda: Ni = número de indivíduos; Nsp = número de espécies; H' = índice de Shannon-Weaver; C = Índice de Simpson; J = equabilidade de Pielou.

O gráfico da curva do coletor é apresentado considerando as 53 espécies registradas nas 13 parcelas amostrais alocadas nas áreas de Cerrado (**Figura 2-52**). Nele pode ser observado que a curva ainda não apresenta tendencia à estabilização, o que indica que com a ampliação da amostragem novas espécies devem ser registradas neste ambiente.

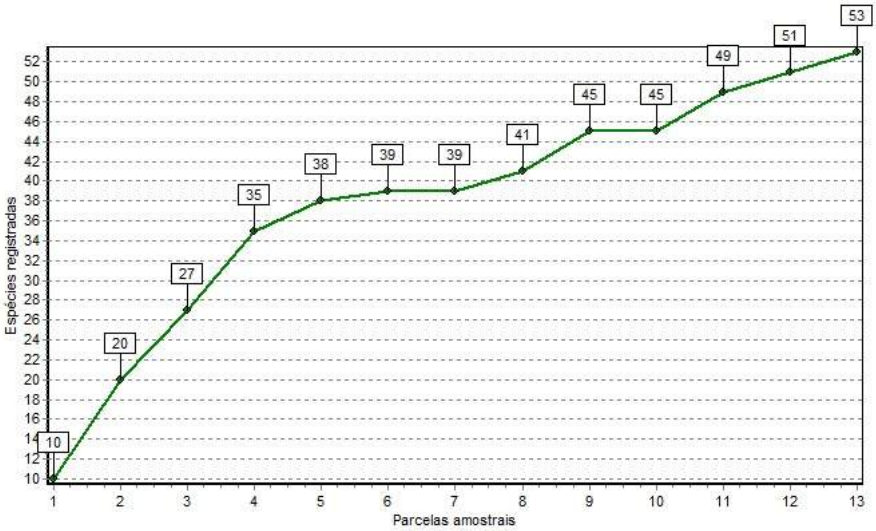


Figura 2-52 - Curva do coletor encontrada no inventário florestal das áreas de Cerrado.

c) Estrutura Horizontal

Nas 13 parcelas amostradas foram mensurados 261 indivíduos, que apresentaram uma área basal total de 3,87 m². A estrutura horizontal da amostragem das áreas de Cerrado é apresentada na **Tabela 2-33**.

As dez espécies que apresentaram maior Índice de Valor de Importância (VI) foram: *Vochysia thyrsoidea* (Cinzeiro), *Qualea dichotoma* (Pau-terra-da-areia), *Hyptidendron canum* (Catinga-de-bode-do-cerrado), *Dalbergia miscolobium* (Jacarandá-do-campo), *Qualea parviflora* (Pau-terrinha), *Myrcia tomentosa* (Goiabeira-selvagem), *Kielmeyera coriácea* (Pau-santo), *Vochysia tucanorum* (Pau-de-tucano) e *Bowdichia virgilioides* (Sucupira-preta).

Também merece destaque o agrupamento dos indivíduos mortos, este apresenta elevada representatividade na comunidade estudada, ocupando a segunda posição em relação ao VI, representando 11,8 % do VI. Estes foram registrados em 9 das 13 parcelas amostrais. Isso indica o certo grau de antropização presente na área, já que a causa mais provável para o elevado número de indivíduos mortos é a ocorrência queimadas sobre a vegetação.

Tabela 2-33 - Estrutura horizontal encontrada nas parcelas de Cerrado. Espécies apresentadas em ordem decrescente de VI.

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	NI	UI	AB	DA	DR	FA	FR	DOA	DOR	VI	VI (%)
Vochysia thyrsoidea	Cinzeiro	33	3	0,92	84,62	12,64	23,08	2,59	2,35	23,64	38,87	13,0
Morto	-	46	9	0,39	117,95	17,62	69,23	7,76	0,99	9,96	35,34	11,8
Qualea dichotoma	Pau-terra-da-areia	6	3	0,42	15,39	2,30	23,08	2,59	1,06	10,72	15,60	5,2
Hyptidendron canum	Catinga-de-bode-do-cerrado	19	6	0,08	48,72	7,28	46,15	5,17	0,19	1,95	14,40	4,8
Dalbergia miscolobium	Jacarandá-do-campo	14	5	0,17	35,90	5,36	38,46	4,31	0,42	4,27	13,94	4,7
Qualea parviflora	Pau-terrinha	12	6	0,11	30,77	4,60	46,15	5,17	0,28	2,84	12,61	4,2
Myrcia tomentosa	Goiabeira-selvagem	9	5	0,04	23,08	3,45	38,46	4,31	0,11	1,11	8,87	3,0
Kielmeyera coriacea	Pau-santo	7	5	0,05	17,95	2,68	38,46	4,31	0,13	1,29	8,28	2,8
Vochysia tucanorum	Pau-de-tucano	5	3	0,13	12,82	1,92	23,08	2,59	0,33	3,36	7,87	2,6
Bowdichia virgilioides	Sucupira-preta	6	4	0,08	15,39	2,30	30,77	3,45	0,21	2,10	7,85	2,6
Plenckia populnea	Marmeleiro	6	4	0,08	15,39	2,30	30,77	3,45	0,20	1,98	7,73	2,6
Myrcia variabilis	-	5	4	0,05	12,82	1,92	30,77	3,45	0,12	1,16	6,53	2,2
Qualea grandiflora	Pau-terra	8	1	0,10	20,51	3,07	7,69	0,86	0,26	2,56	6,49	2,2
Copaifera langsdorffii	Copaíba	4	3	0,09	10,26	1,53	23,08	2,59	0,22	2,19	6,31	2,1
Pouteria torta	Abiu-de-pelo	5	2	0,10	12,82	1,92	15,38	1,72	0,25	2,52	6,16	2,1
Machaerium villosum	Jacarandá-do-cerradão	2	2	0,14	5,13	0,77	15,38	1,72	0,35	3,51	6,00	2,0
Callisthene major	Pau-terra-do-mato	2	2	0,12	5,13	0,77	15,38	1,72	0,30	3,02	5,51	1,8
Aspidosperma tomentosum	Pereiro-do-campo	5	3	0,02	12,82	1,92	23,08	2,59	0,05	0,52	5,02	1,7
Byrsonima verbascifolia	Murici-peludo-do-cerrado	4	2	0,05	10,26	1,53	15,38	1,72	0,13	1,31	4,57	1,5
Erythroxylum daphnites	Chapadinho	3	3	0,03	7,69	1,15	23,08	2,59	0,08	0,81	4,55	1,5
Pseudobombax tomentosum	Imbiruçu	2	2	0,08	5,13	0,77	15,38	1,72	0,20	2,01	4,50	1,5

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	NI	UI	AB	DA	DR	FA	FR	DOA	DOR	VI	VI (%)
Eremanthus incanus	Candeia	3	2	0,05	7,69	1,15	15,38	1,72	0,13	1,32	4,19	1,4
Acrocomia aculeata	Macaúba	2	1	0,09	5,13	0,77	7,69	0,86	0,22	2,19	3,82	1,3
Platypodium elegans	Amendoim-do-campo	5	1	0,04	12,82	1,92	7,69	0,86	0,09	0,94	3,71	1,2
Zanthoxylum rhoifolium	Tamanqueira	4	2	0,01	10,26	1,53	15,38	1,72	0,03	0,29	3,54	1,2
Handroanthus ochraceus	Ipê-amarelo-do-cerrado	2	2	0,03	5,13	0,77	15,38	1,72	0,07	0,73	3,22	1,1
Campomanesia velutina	Guabiroba-de-pelo	2	1	0,06	5,13	0,77	7,69	0,86	0,15	1,51	3,14	1,1
Styrax ferrugineus	Benjoeiro-ferrugem	3	2	0,01	7,69	1,15	15,38	1,72	0,02	0,19	3,06	1,0
Hymenaea stigonocarpa	Jatobá-do-cerrado	2	2	0,02	5,13	0,77	15,38	1,72	0,05	0,52	3,01	1,0
Caryocar brasiliense	Pequí	1	1	0,06	2,56	0,38	7,69	0,86	0,16	1,63	2,87	1,0
Handroanthus serratifolius	Ipê-amarelo	2	2	0,01	5,13	0,77	15,38	1,72	0,03	0,34	2,83	0,9
Terminalia glabrescens	Merindiba	1	1	0,06	2,56	0,38	7,69	0,86	0,15	1,52	2,76	0,9
Terminalia argentea	Pau-de-bicho	2	1	0,03	5,13	0,77	7,69	0,86	0,08	0,82	2,45	0,8
Roupala montana	Carne-de-vaca	2	1	0,03	5,13	0,77	7,69	0,86	0,07	0,65	2,28	0,8
Guapira graciliflora	Pau-piranha	3	1	0,01	7,69	1,15	7,69	0,86	0,03	0,26	2,28	0,8
Coutarea hexandra	Capança-vermelha	2	1	0,02	5,13	0,77	7,69	0,86	0,06	0,60	2,22	0,7
Eremanthus erythropappus	Candeia	2	1	0,02	5,13	0,77	7,69	0,86	0,05	0,52	2,15	0,7
Pleroma granulosum	Quaresmeira-roxa	2	1	0,01	5,13	0,77	7,69	0,86	0,03	0,30	1,93	0,6
Stryphnodendron adstringens	Casca-da-virgindade	2	1	0,01	5,13	0,77	7,69	0,86	0,02	0,22	1,85	0,6
Leptolobium dasycarpum	Perobinha	2	1	0,01	5,13	0,77	7,69	0,86	0,02	0,16	1,79	0,6
Machaerium opacum	Jacarandá-cascudo	1	1	0,02	2,56	0,38	7,69	0,86	0,04	0,41	1,65	0,6
Byrsonima coccolobifolia	Murici-do-campo	1	1	0,02	2,56	0,38	7,69	0,86	0,04	0,39	1,63	0,5

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	NI	UI	AB	DA	DR	FA	FR	DOA	DOR	VI	VI (%)
Lafoensia pacari	Pacari-do-sertão	1	1	0,01	2,56	0,38	7,69	0,86	0,03	0,35	1,59	0,5
Guapira noxia	Pau-judeo	1	1	0,01	2,56	0,38	7,69	0,86	0,03	0,27	1,51	0,5
Eugenia florida	Cafezinho-da-mata	1	1	0,01	2,56	0,38	7,69	0,86	0,03	0,27	1,51	0,5
Miconia albicans	Mexexirica-do-cerrado	1	1	0,01	2,56	0,38	7,69	0,86	0,02	0,20	1,44	0,5
Myrcia pulchella	-	1	1	0,01	2,56	0,38	7,69	0,86	0,01	0,13	1,37	0,5
Myrsine coriacea	Capororoquinha	1	1	0,003	2,56	0,38	7,69	0,86	0,01	0,08	1,33	0,4
Rudgea viburnoides	Congonha-de-bugre	1	1	0,003	2,56	0,38	7,69	0,86	0,01	0,08	1,33	0,4
Byrsonima crassifolia	Murici	1	1	0,003	2,56	0,38	7,69	0,86	0,01	0,07	1,32	0,4
Solanum lycocarpum	Lobeira	1	1	0,003	2,56	0,38	7,69	0,86	0,01	0,07	1,31	0,4
Syagrus flexuosa	Acumã	1	1	0,002	2,56	0,38	7,69	0,86	0,01	0,06	1,30	0,4
Didymopanax morototoni	Morototó	1	1	0,002	2,56	0,38	7,69	0,86	0,01	0,06	1,30	0,4
Cordia trichotoma	Louro-pardo	1	1	0,002	2,56	0,38	7,69	0,86	0,01	0,06	1,30	0,4
Total		**261**	**13**	**3,87**	**669,23**	**100**	**892,31**	**100**	**9,92**	**100**	**300**	**100**

Legenda: Ni = Número de indivíduos; Ui = Unidades amostrais (Parcelas); AB = Área basal (m²); FA = Frequência absoluta; FR = Frequência relativa; DA = Densidade absoluta; DR = Densidade relativa; DoA = Dominância absoluta; DoA = Dominância relativa; VI = Valor de Importância.

d) Estrutura Vertical

Os resultados das distribuições do número de troncos (Nt) por estratos de altura da Cerrado encontram-se na **Figura 2-53**. Neste caso foi utilizado o número de fustes ou de troncos mensurados ao invés do número de indivíduos, com o objetivo de representar de forma mais precisa a distribuição das alturas dessa tipologia vegetal.

Nas áreas de Cerrado amostradas, conforme apresentado aproximadamente 69,6 % dos troncos mensurados encontram-se no estrato de altura entre 3,0 m e 7,9 m. O dossel da Cerrado tem em média 5,5 metros e a maioria dos indivíduos mensurados faz parte deste estrato de altura.

Entre as espécies que sobressaem ao dossel destacam-se as espécies *Bowdichia virgilioides* (Sucupira-preta), *Vochysia tucanorum* (Pau-de-tucano) e *Vochysia thyrsoidea* (Cinzeiro).

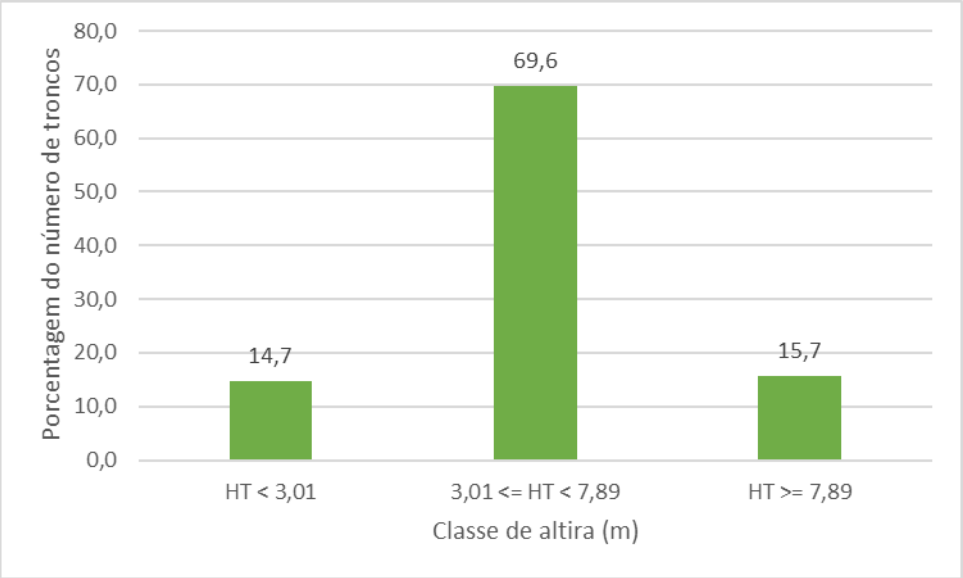


Figura 2-53 - Distribuição dos troncos dos indivíduos arbóreos (%) por estrato de altura na Cerrado.

e) Estrutura Diamétrica

Os resultados das distribuições do número de troncos (Nt), área basal (AB) e volume total (Vt), por classes de diâmetro da Cerrado encontram-se na **Tabela 2-34**. Nestes casos, foi utilizado o número de fustes ou de troncos mensurados ao invés do número de indivíduos, com o objetivo de representar de forma mais precisa a distribuição dos diâmetros dessa tipologia vegetal.

Nas 13 parcelas amostradas foram mensurados 306 troncos, que apresentaram uma área basal total de 3,87 m² e volume total de madeira de 22,02 m³. Para as áreas de Cerrado estima-se neste inventário florestal uma densidade absoluta de troncos de 784,62 troncos/ha (**Tabela 2-34** e **Figura 2-54**), uma dominância de 9,92 m²/ha

(**Tabela 2-34** e **Figura 2-55**) e um estoque de volume total de madeira de 56,46 m³/ha (**Tabela 2-34** e **Figura 2-56**).

É apresentado na **Figura 2-54** a distribuição dos troncos nas diferentes classes de diâmetro, onde pode ser observado que a grande maioria dos troncos, aproximadamente 59 %, se encontra na menor classe de diâmetro (DAP entre 5-10 cm). Os indivíduos de pequeno porte, aqueles que apresentam DAP < 15 cm, totalizam mais 80 % dos indivíduos da comunidade vegetal estudada. Os indivíduos de grande porte (DAP > 30 cm) são presentes, mas representam apenas 2,9 % dos troncos mensurados.

Os maiores estoques de área basal (m²) se concentram nas três menores classes de diâmetro, entre os indivíduos de pequeno e médio porte, como pode ser observado na **Figura 2-55**. Já o volume de madeira se encontra disperso entre diferentes as classes de diâmetro (**Figura 2-56**).

Tabela 2-34 - Estrutura diamétrica por classe de diâmetro encontrada na amostragem da Cerrado.

CLASSE	NT	AB	VT	NT/HA	AB/HA	VT/HA
7,5	181	0,71	2,37	464,10	1,82	6,08
12,5	64	0,77	3,70	164,10	1,96	9,50
17,5	35	0,82	4,81	89,74	2,10	12,33
22,5	13	0,50	3,17	33,33	1,27	8,14
27,5	4	0,23	1,75	10,26	0,60	4,49
32,5	6	0,48	3,73	15,39	1,23	9,58
37,5	2	0,24	1,67	5,13	0,62	4,27
42,5	1	0,13	0,81	2,56	0,33	2,08
Total	**306**	**3,87**	**22,02**	**784,62**	**9,92**	**56,46**

Legenda: Nt: número de troncos; AB: área basal (m²); VT = Volume Total (m³).

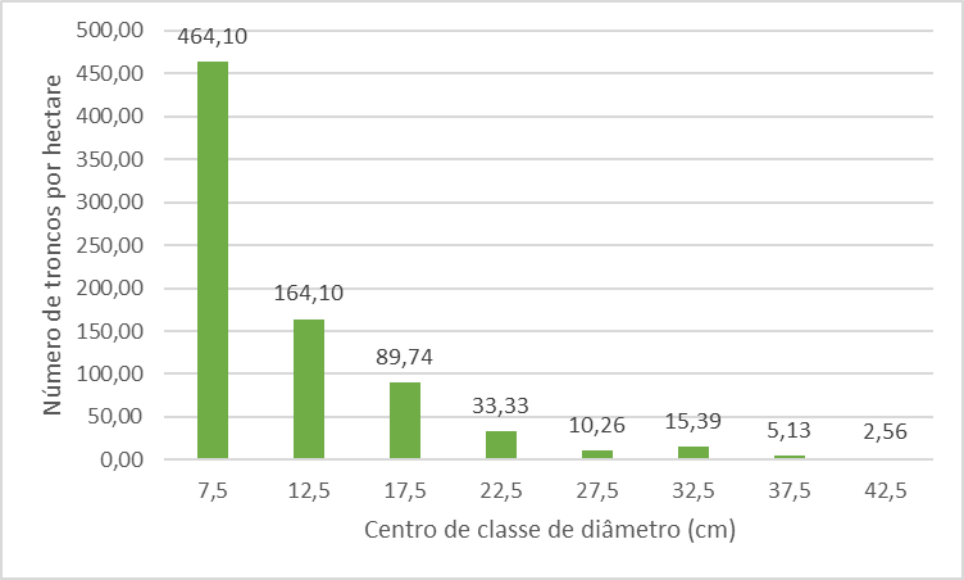


Figura 2-54 - Distribuição do número total de troncos por hectare e por classe de diâmetro da Cerrado.

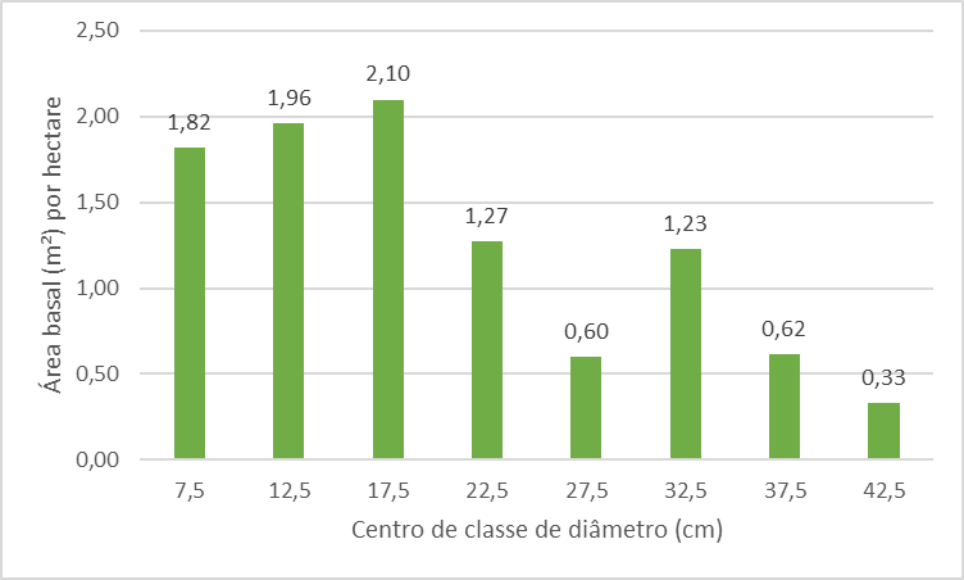


Figura 2-55 - Distribuição dos valores de área basal (m²) por hectare e por classe de diâmetro da Cerrado.

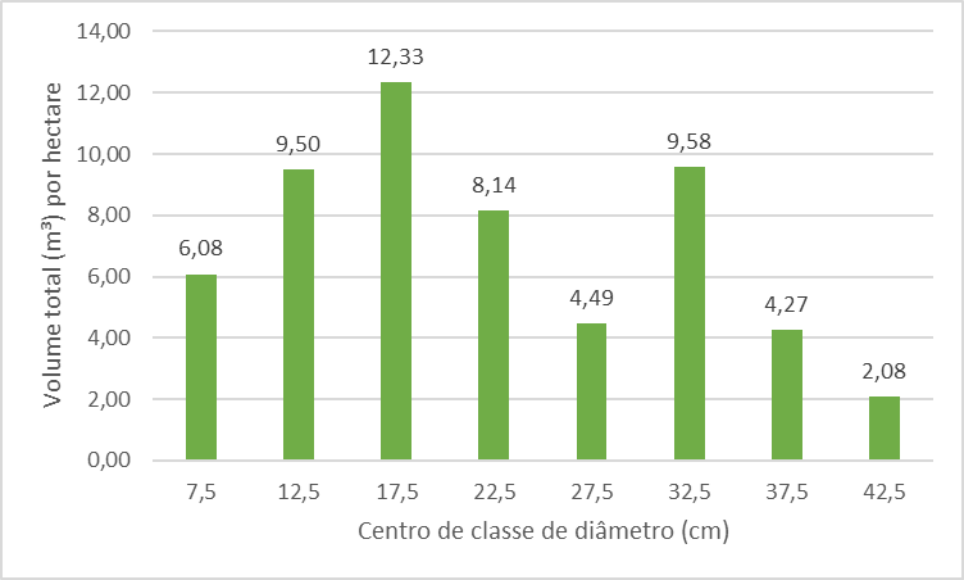


Figura 2-56 - Distribuição dos valores de volume total (m³) por hectare e por classe de diâmetro da Cerrado.

2.5.4 CONCLUSÃO FLORA

O estudo de diagnóstico ambiental da flora da Área de Estudo Local (AEL) do empreendimento da Mineração Morro do Ipê foi realizado por meio de consulta a dados primários e secundários. Para o levantamento e estudo de dados secundários procedeu-se com a análise de mapas da região para conhecimento da localização geográfica do empreendimento e posterior consulta à bibliografia especializada para contextualização regional da vegetação da área.

Para a avaliação da Área de Estudo Local (AEL) e a Área Diretamente Afetada (ADA) foram realizados levantamento de dados primários, sendo os estudos da flora desenvolvidos em três campanhas de campo realizadas nos meses de novembro e dezembro de 2022 (Campanha 1), no mês de junho de 2023 (Campanha 2) e no mês de agosto de 2024. Estas campanhas foram direcionadas para o levantamento qualitativo (observações descritivas e identificação de material botânico) nas classes de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal identificadas para a AEL e para a ADA e quantitativo (levantamento florístico e fitossociológico) nas formações de vegetações florestais e campestres presentes na ADA do projeto.

O Projeto da Pilhas se encontra localizado na região centro-sul do estado de Minas Gerais, no entorno das instalações da empresa Mineração Morro do Ipê.

A AEL do projeto encontra-se integralmente inserida no Bioma Mata Atlântica. Estando também próximo ao limite com outro grande domínio fitogeográfico brasileiro, o Cerrado. Desta foram, o projeto se encontra situado em uma zona denominada de “Área de Tensão Ecológica”, que se trata de uma zona de transição entre estes dois Biomas, que, na região estudada, envolve uma grande extensão de Floresta Semidecídua, com mosaicos de vegetação de cerrado.

A área do projeto se encontra inserida ainda na porção oeste do Quadrilátero Ferrífero, ao extremo sul da Serra do Espinhaço.

A Área de Estudo Local do projeto (AEL) tem 7.143,56 ha e se encontra inserida em territórios dos municípios de Brumadinho, Igarapé, Rio Manso e São Joaquim de Bicas. Enquanto a Área Diretamente Afetada pelo projeto (ADA) tem 215,60 ha e se encontra inserida em territórios dos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas.

O mapeamento de uso do solo da AEL de estudo indicou a presença de 13 classes de uso do solo, senda as áreas de vegetação nativa representadas pelas tipologias de Floresta Estacional Semidecidual Montana, Cerrado Senso Restrito e Cerrado Rupestre. As demais classes de uso são associadas a atividades antrópicas com áreas urbanas, áreas de agricultura, áreas de pastagem, áreas de mineração e áreas antropizadas.

No contexto regional a AEL definida para o projeto tem características distintas em relação à presença de vegetação nativa, a porção norte da AEL é composta por um mosaico de áreas urbanas das cidades de Igarapé e São Joaquim de Bicas, bem como de áreas com ocupação antrópica rural, formada por pequenas e médias propriedades rurais que têm em seu entorno áreas de pastagem e agricultura de subsistência. Nesta região a vegetação nativa é composta prioritariamente por pequenos fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual.

Na porção central da AEL, onde se encontra localizada também a ADA, tem-se áreas antrópicas de atividade de mineração e áreas com pequenas propriedades rurais. A vegetação nativa é formada por fragmentos maiores de Floresta Estacional Semidecidual, com presença de manchas de áreas de Cerrado em meio a vegetação florestal. Sendo que as áreas de Cerrado normalmente estão localizadas nas encostas e nos topos de morros.

Já a porção sul da AEL é formada principalmente por um grande fragmento de Floresta Estacional Semidecidual que se estende desde a área de mineração da porção central da AEL, até as margens norte do lago da Represa Rio Manso. A extremidade sul da AEL coincide justamente com a margem sul do lago da Represa Rio Manso. Nesta região são observadas manchas de fragmentos de cerrado e cerrado rupestre ocupando algumas áreas de topo de morro.

O levantamento de dados secundários realizado para a AEL indicou a ocorrência de 999 espécies vegetais, distribuídas em 114 famílias. Do total de espécies levantadas, 87 são consideradas de especial interesse para conservação da flora por serem raras, endêmicas, ameaçadas de extinção e/ou protegidas por lei, de acordo com as referências consultadas. Desse total, 64 possuem algum grau de ameaça de extinção, 4 são consideradas raras, 31 são endêmicas do Quadrilátero Ferrífero e 4 consistem em espécies de Ipê-amarelo protegidas por lei.

Durante os levantamentos de dados em campo foi realizada a caracterização qualitativa da vegetação pelo método de avaliação ecológica rápida, por meio do

caminhamento florístico em todas as formações de vegetação nativa inseridas na AEL e ADA do projeto.

A partir destes caminhamentos florísticos foram, portanto, registradas 250 espécies vegetais, pertencentes a 77 famílias botânicas distintas. A família que apresentou a maior riqueza de espécies foi Fabaceae (31 espécies) que, sozinha, representa 12,4% de toda a diversidade inventariada. Outras famílias que apresentaram grande riqueza de espécies foram Myrtaceae (17), Poaceae (12), Asteraceae (11), Bignoniaceae (11), Melastomataceae (9) e Rubiaceae (9).

Em relação à forma de vida das espécies registradas, a maior parte das espécies é formada por árvores (171 espécies; 68,4%) seguidas por ervas (44 espécies; 17,6%), arbustos (22 espécies; 8,8%), lianas (9 espécies; 3,6%) e Erva – Epífita (3 espécies; 1,2%) e subarbustos (uma espécie; 0,4% cada).

Em relação aos ambientes onde cada espécie foi registrada, o ambiente com maior número de espécies exclusivas foi a FESD, com 117 espécies (46,6%), seguido do Cerrado e do Cerrado Rupestre, com 36 espécies exclusivas cada (14,4%).

Do total de espécies registradas no levantamento de dados primários na ADA e AEL (250), 14 são consideradas de especial interesse para conservação da flora por serem ameaçadas de extinção e/ou protegidas por lei, de acordo com as referências consultadas. Desse total, 14 (todas) possuem algum grau de ameaça de extinção e três são protegidas por lei. Nenhuma das espécies registradas é considerada rara ou endêmica do quadrilátero ferrífero.

As áreas de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração (FESD-M) localizadas na ADA do projeto totalizam 118,54 ha, os quais correspondem a 55,0 % da ADA total do projeto. Estas áreas foram amostradas por meio da alocação aleatória de 15 parcelas amostrais de 300 m², totalizando uma área amostral de 0,45 ha.

Nas 15 parcelas amostradas em áreas de FESD-M foram registradas 91 espécies botânicas distintas, além do grupo dos indivíduos mortos. Das espécies registradas oito são classificadas em algum grau de ameaça e duas são protegidas por lei.

As espécies registradas foram agrupadas em 34 famílias botânicas distintas, além do agrupamento dos indivíduos mortos.

A diversidade da flora das áreas de FESD-M, avaliada por meio do Índice Shannon-Weaver (H´), foi de 3,98 e pode ser considerada alta para a região de estudo.

Para as áreas de FESD-M estima-se neste inventário florestal uma densidade absoluta de indivíduos de 1.220,00 indivíduos/ha, uma densidade absoluta de troncos de 1.506,67 troncos/ha, uma dominância de 27,33 m²/ha e um estoque de volume total de madeira de 228,86 m³/ha.

Considerando a análise a partir dos parâmetros quali-quantitativos propostos pela Resolução CONAMA 392/2007, tais fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual Montana presente na ADA do projeto foram classificados como em estágio médio de regeneração.

As áreas de Cerrado Sentido Restrito (Cerrado) localizadas na ADA do projeto totalizam 18,23 ha, os quais correspondem a 8,5 % da ADA total do projeto. Estas áreas foram amostradas por meio da alocação aleatória de 13 parcelas amostrais de 300 m², totalizando uma área amostral de 0,57 ha.

Nas 13 parcelas amostradas em áreas de Cerrado foram registradas 53 espécies botânicas distintas, além do grupo dos indivíduos mortos. Desta forma, das espécies registradas uma é classificada em algum grau de ameaça e três são protegidas por lei. Nenhuma das espécies registradas nas parcelas amostrais das áreas de Cerrado é considerada como espécie rara ou endêmica do quadrilátero ferrífero.

As espécies registradas foram agrupadas em 27 famílias botânicas distintas, além do agrupamento dos indivíduos mortos.

A diversidade da flora das áreas de Cerrado, avaliada por meio do Índice Shannon-Weaver (H´), foi de 3,46 e pode ser considerada alta para a região de estudo.

Para as áreas de Cerrado estima-se neste inventário florestal uma densidade absoluta de indivíduos de 669,23 indivíduos/ha, uma densidade absoluta de troncos de 784,62 troncos/ha, uma dominância de 9,92 m²/ha e um estoque de volume total de madeira de 56,46 m³/ha.

Considerando a análise a partir dos parâmetros quali-quantitativos propostos por Scolforo *et al.*, 2008, tais fragmentos de Cerrado Sentido Restrito presente na ADA do projeto foram classificados como em estágio médio de regeneração.

2.6 FAUNA

2.6.1 MASTOFAUNA

2.6.1.1 INTRODUÇÃO

O Brasil abriga a maior diversidade de mamíferos do planeta, com 770 espécies descritas distribuídas em 11 Ordens (ABREU *et al.,* 2021). Essa notável diversidade de mamíferos no Brasil é devido ao seu território de tamanho continental, junto com as diversas mudanças climáticas em sua recente história evolutiva e ecológica, que moldaram os diferentes biomas presentes no Brasil e a distribuição dessas espécies no tempo e espaço, resultando, assim, em um complexo mosaico altamente favorável para elevada diversidade biológica. Porém, o número de espécies provavelmente é ainda maior, já que muitos táxons estão para ser descobertas e catalogados, principalmente roedores e marsupiais (COSTA *et al.*, 2005; REIS *et al.*, 2011). Essas lacunas de conhecimento dificultam iniciativas de conservação e manejo, incluindo análises regionais.

O estado de Minas Gerais está entre os estados com maior diversidade faunística do Brasil, abrigando aproximadamente 243 mamíferos, ou seja, 34% das espécies deste grupo registradas para todo o território brasileiro (PAGLIA *et al.*, 2012). Deste total, 45 espécies fazem parte da Lista da Fauna Ameaçada de Extinção de Minas Gerais

(COPAM, 2010). Neste contexto, Minas Gerais está inserido em uma região de mosaico ambiental, o estado ocupa quase 11% do território nacional e sua vasta extensão territorial abriga três biomas, dois deles considerados hotspots mundiais, a Mata Atlântica e o Cerrado (MYERS et al., 2000), o que de fato proporciona condições para a ocorrência de uma grande biodiversidade, já que regiões de transição entre biomas geralmente englobam paisagens com variadas vegetações típicas (DRUMMOND et al., 2005). A grande diversidade de espécies encontrada nessas áreas de transição é reflexo da interação entre os diferentes biomas, refletindo em áreas de ocorrência mútua das espécies em diferentes abundancias, além da ocorrência de espécies endêmicas (PAGLIA et al., 2012).

Sabe-se que o empreendimento se encontra inserido em uma área indicada como ecótono, ou seja, uma zona de contato entre dois biomas, no caso Mata Atlântica e Cerrado. O Cerrado apresenta alta taxa de endemismo e, a cada ano, sofre com as crescentes pressões exercidas pelo homem, resultando na perda de habitats natural (MYERS *et al.*, 2000). Já a Mata Atlântica é o segundo bioma brasileiro com maior diversidade de mamíferos, com aproximadamente 298 espécies registradas, das quais 90 delas são endêmicas (PAGLIA *et al.*, 2012). A partir desses fatos, o Cerrado e a Mata Atlântica foram classificados como um dos trinta e cinco *hotspots* mundiais, sendo considerados biomas prioritários para implantação de ações para conservação no Brasil (MYERS *et al.*, 2000; MITTERMEIER *et al.*, 2004; PAGLIA *et al.*, 2012).

A elevada diversidade de mamíferos demostra os papeis fundamentais deste grupo em diversos processos nos ecossistemas florestais, principalmente para sua manutenção e equilíbrio. Em destaque, os mamíferos herbívoros, que apresentam importância funcional no controle populacional de plantas em diversos ambientes, através da predação de sementes e plantas. Além disso, as espécies frugívoras participam dos processos de reprodução das plantas por meio da dispersão de sementes (BONVICINO *et al.*, 2008; REIS *et al.*, 2011), atuando diretamente no processo de restauração de áreas degradadas, assim como na manutenção da diversidade genética das plantas. Enquanto os predadores participam da regulação populacional de invertebrados e vertebrados herbívoros (TERBORGH *et al.*, 2001). Com isso, os mamíferos constituem excelente grupo bioindicador da qualidade do ambiente devido às características de sua biologia, em razão da sua grande diversidade de papéis ecológicos que exercem na dinâmica de um ecossistema (EMMONS & FEER, 1997; EISENBERGH & REDFORD, 1999). Sendo assim, o desequilíbrio de parte dessa complexa cadeia trófica pode causar sérios dados à biodiversidade.

Assim, os mamíferos são particularmente susceptíveis à alteração no ambiente e a fragmentação do habitat, sendo afetados por inúmeros fatores, incluindo a dificuldade no deslocamento de indivíduos, mudanças no próprio comportamento dos animais (REIS *et al.*, 2011; TROMBULAK & FRISSELL, 2000) e ausência ou perda de recursos básicos e essenciais à sua sobrevivência (RYLANDS & KEROUGHLIAN, 1988; LAURANCE *et al.*, 1997). A mortalidade de indivíduos, associada aos efeitos da

fragmentação e limitação da conectividade entre habitats possuem sérias e irreversíveis consequências, como a redução e o isolamento de populações animais, levando ao risco de extinção local de espécies (LAURANCE *et al.*, 1997).

Neste contexto, foi proposto levantamento de mastofauna terrestre não voadora nas áreas de influência do Projeto EIA/RIMA da Mineração Morro do Ipê, para subsidiar o processo de licenciamento. A proposta deste estudo é motivada pelo potencial bioindicador dos mamíferos e seu potencial em auxiliar a detecção e percepção de futuros impactos gerados pela mineração.

2.6.1.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.6.1.2.1 DADOS SECUNDÁRIOS

Para a elaboração da lista de dados da mastofauna regional (dados secundários), foram conduzidas revisões bibliográficas de estudos científicos e trabalhos técnicos disponíveis que se encontravam geograficamente próximos a área de instalação do empreendimento (**Tabela 2-35**). A compilação desses dados proporcionou a confecção de uma lista compilada que foi empregada no atual diagnóstico, sendo destacada as espécies de interesse conservacionista e científico, tais como táxons ameaçados e endêmicos.

Tabela 2-35 - Estudos consultados para composição do diagnóstico de dados secundários da Mastofauna.

REFERÊNCIA	ESTUDO (TÍTULO DO ESTUDO)	ANO	MUNICÍPIO
A - Amplo Engenharia e Gestão de Projetos	EIA Projeto Morro do Ipê 6Mtpa	2017	Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas
B - Brandt Meio Ambiente	Estudo de Impacto Ambiental (EIA) de Expansão do Projeto Serra Azul	2011	Igarapé
C - Bioma Meio Ambiente	EIA Expansão das Cavas Ipê e Tico-Tico	2012	Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas
D - Brandt Meio Ambiente	Estudo de Impacto Ambiental (EIA) de Expansão do Projeto Serra Azul Relatório de Fauna	2012	Igarapé

REFERÊNCIA	ESTUDO (TÍTULO DO ESTUDO)	ANO	MUNICÍPIO
E - Limiar Ambiental	Monitoramento de Expansão do Projeto Serra Azul	2012	Igarapé
F - Ecology Brasil	Estudo de Impacto Ambiental Projeto Expansão Serra Azul.	2012	Igarapé

2.6.1.2.2 DADOS PRIMÁRIOS

a) Período de Amostragem

Para os levantamentos da mastofauna na Área de Influência Direta, que corresponde a Área de Estudo Local (AEL), do empreendimento foram escolhidos locais com potencial ocorrência de mamíferos da região. A área de amostragem (com sua composição original modificada) apresenta fragmentos de Cerrado e Floresta Estacional, além de existirem áreas influenciadas por mineração, pastagens, e outras alterações antrópicas.

Ocorreram duas campanhas, uma no período seco e outra no período chuvoso, isto porque se deseja conhecer a dinâmica sazonal da fauna de mamíferos local (**Tabela 2-36**). Os trabalhos foram realizados em pontos distribuídos nas áreas de influência (ADA e AEL) do empreendimento e em locais que abrangeram as formações vegetais presentes.

Tabela 2-36 - Período de amostragem de dados primários na área de estudo local.

CAMPANHA AMOSTRAL	SAZONALIDADE	PERÍDO DE AMOSTRAGEM
1	Seca	25/07/2022 a 06/08/2022
2	Chuvosa	07/11/2022 a 17/11/2022

e) Equipe Executora

O estudo foi realizado por uma equipe foi composta por um biólogo mastozoólogo, com mestrado em zoologia de vertebrados e ampla experiência em estudos de mamíferos, e um auxiliar de campo para o auxílio nas amostragens (**Tabela 2-37**).

Tabela 2-37 - Equipe executora das campanhas de campo da Mastofauna.

NOME DO PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	RESPONSABILIDADE
Bruno Pardinho Ribeiro	Biólogo	Biólogo mastozoologo
Diego Marçal	Biólogo	Auxiliar de campo
Camila Montalvão	Bióloga	Auxiliar de campo
Jullian Pierre	-	Auxiliar de campo

c) Métodos Aplicados

Armadilhas Fotográficas

A amostragem utilizando de armadilha fotográfica, também conhecida como *Camera Trap*, é atualmente a metodologia mais utilizada em estudos de mamíferos silvestres de médio e grande porte (TOMAS & MIRANDA, 2003). O sistema fotográfico dos equipamentos é automático e acionado por sensores de calor e/ou movimento quando um animal passa em frente do equipamento.

Na atual amostragem utilizaram-se equipamentos da marca Bushnell® com dispositivos infravermelhos de LED, que permite tanto registros noturnos (imagens monocromáticas) quanto diurnos (imagens coloridas). As armadilhas fotográficas foram instaladas em locais específicos determinados em campo, principalmente em trilheiros pré-existentes, próximos de córregos perenes (**Figura 2-57** a **Figura 2-64**). As câmeras foram configuradas para fotografar os animais com três fotografias consecutivas e com intervalos entre cada acionamento de cinco segundos. De modo a atrair os animais para o campo de amplitude da câmera, o local foi iscado com bacon, abacaxi, manga, abacate e sardinha. Após a retirada do equipamento, cada imagem foi analisada cuidadosamente a fim de identificar as espécies registradas.

Figura 2-57 – Armadilha Fotográfica instalada no ponto Campo 1.

Figura 2-58 - Armadilha Fotográfica instalada no ponto Campo 2.

Figura 2-59 - Armadilha Fotográfica instalada em campo.

Figura 2-60 - Armadilha Fotográfica instalada no ponto FESD4.

Figura 2-61 - Armadilha Fotográfica instalada no ponto FESD1.

Figura 2-62 - Armadilha Fotográfica instalada no ponto FESD2.

Figura 2-63 - Armadilha Fotográfica instalada no ponto FESD3.

Figura 2-64 – Instalação de armadilha fotográfica na área de estudo.

Busca Ativa

A amostragem Busca de Vestígios (Busca ativa) foi realizada através de caminhadas pelas sete áreas de estudo a procura de rastros e vestígios (tocas, fezes, pegadas, entre outros) que possibilite a identificação das espécies presentes. Esses

caminhamentos ocorreram pelos transectos, mas privilegiaram regiões que propiciam maior facilidade na marcação de rastros, como entornos de cursos d'água, brejos e estradas de chão, fornecendo informações seguras sobre a presença dos animais e uso de habitat (PARDINI *et al.*, 2004), **Figura 2-65** a **Figura 2-70**. Todos os registros obtidos foram georreferenciados e fotografados utilizando uma escala padronizada, necessária para dimensionar o tamanho de cada registro.

Figura 2-65 – Metodologia de busca ativa na área de estudo.

Figura 2-66 - Metodologia de busca ativa na área de estudo.

Figura 2-67 – Registro de evidência de mamíferos por meio de busca ativa.

Figura 2-68 - Registro de evidência de mamíferos por meio de busca ativa.

Figura 2-69 - Metodologia de busca ativa na área de estudo.

Figura 2-70 - Metodologia de busca ativa na área de estudo.

Armadilhas de Interceptação e Queda (*Pitfall traps*)

A metodologia de *pitfall trap* consiste em matrizes com baldes de 60 litros enterrados ao nível do solo, interligados entre si por cercas-guia de tela mosquiteiro ou lona medindo um metro de altura, sustentadas por estacas de madeira. Essas matrizes, geralmente são dispostas de acordo com as condições ambientais. Para o atual estudo as matrizes foram instaladas em formato de "linha" (**Figura 2-71** a **Figura 2-80**).

As cercas-guia (*drift fences*) têm o objetivo de interceptar e conduzir os espécimes até os baldes que são instalados equidistantes, aproximadamente, cinco metros entre si e enterrados até a borda superior. Campbell & Christman (1982) e Fitch (1987), tratam essa metodologia como eficaz para a captura da herpetofauna terrestre. Esse método também apresenta bons resultados na captura de pequenos mamíferos (VOSS & EMMONS,1996), inclusive em alguns estudos sua suficiência amostral é superior ao das armadilhas *live trap* (BOVENDORP & GALETTI, 2017).

Para o atual estudo, foram instalados sete transectos de *pitfall traps*, um em cada uma das sete estações (áreas) amostrais, com cinco baldes cada. As armadilhas ficaram ativas por oito noites consecutivas, durante as 24 horas de cada dia. Os baldes foram vistoriadas diariamente no início da manhã. Como forma preventiva, os baldes foram previamente furados para permitir a infiltração da água para o solo em condições de chuva. Ainda, no interior dos baldes foi incluída uma plataforma de isopor para evitar o afogamento dos espécimes capturados, e inserido substrato de folhiço para manter a temperatura e evitar a desidratação dos indivíduos capturados.

Figura 2-71 – Metodologia de *pitfall trap* na área de estudo.

Figura 2-72 - Metodologia de *pitfall trap* na área de estudo.

Figura 2-73 – Metodologia de *pitfall trap* na área de estudo.

Figura 2-74 - Metodologia de *pitfall trap* na área de estudo.

Figura 2-75 - Metodologia de *pitfall trap* na área de estudo.

Figura 2-76 - Metodologia de *pitfall trap* na área de estudo.

Figura 2-77 – Conferência de armadilhas de interceptação e queda.

Figura 2-78 - Conferência de armadilhas de interceptação e queda.

Figura 2-79 - Conferência de armadilhas de interceptação e queda.

Figura 2-80 - Conferência de armadilhas de interceptação e queda.

Armadilhas *Live Traps*

As armadilhas *live traps* (*Tomahawk* e *Sherman*) foram dispostas em transectos, sendo uma em cada estação amostral e ficaram ativas durante oito noites por cada campanha de levantamento (estações seca e chuvosa). Cada transecto foi formado por seis armadilhas (três Tomahawks e três Shermans). As *live traps* foram dispostas equidistantes cinco metros, dispostas no solo e no sub-bosque de cada área amostral (**Figura 2-81** a **Figura 2-88**).

Dessa forma, as armadilhas foram instaladas em pontos específicos propícios a captura de pequenos mamíferos (e.g. sobre troncos caídos, próximos a orifícios naturais, no sub-bosque das árvores). Cada armadilha ainda foi iscada com uma mistura de paçoca, sardinha e fatias de banana (ASTÚA *et al.*, 2006; CÁCERES *et al.*, 2011), com o intuito de atrair a fauna de pequenos mamíferos, sendo as mesmas trocadas diariamente.

Figura 2-81 – Metodologia de *live trap* na área de estudo.

Figura 2-82 - Metodologia de *live trap* na área de estudo.

Figura 2-83 – Metodologia de *live trap* na área de estudo.

Figura 2-84 - Metodologia de *live trap* na área de estudo.

Figura 2-85 - Conferência de armadilhas *live trap*.

Figura 2-86 - Conferência de armadilhas *live trap*.

Figura 2-87 – Conferência de armadilhas *live trap*.

Figura 2-88 - Conferência de armadilhas *live trap*.

d) Esforço Amostral

Armadilhas Fotográficas e Busca Ativa

Para amostragem da mastofauna de médio e grande porte foram empregados dois métodos, a saber: busca ativa por evidências e armadilhamento fotográfico. Ainda, de maneira complementar, foram considerados os registros ocasionais, os quais incluem todas as formas de registro que não pelos métodos mencionados, incluindo registros obtidos por outras equipes e durante deslocamentos entre áreas. Ressalta-se que essa metodologia apresenta cunho qualitativo, com o objetivo de incrementar a riqueza das espécies presentes na região.

Para o armadilhamento fotográfico foram utilizadas uma armadilha fotográfica por área, que ficaram ativas durante dez dias, sendo instaladas pela equipe de médios e grandes mamíferos, sendo os registros analisados em escritório. Assim, o esforço amostral aplicado foi de 1.680 horas (1 armadilha x 07 áreas x 10 dias x 24 horas) por campanha (**Tabela 2-38**).

Para a busca ativa, foram conduzidos caminhamentos em diferentes locais, dentro de cada área amostral em busca por evidências indiretas (pegadas, fezes, tocas, pelos, arranhados, etc.) e diretas (visualização, vocalização, carcaças) da presença de mamíferos. O método foi realizado em locais aleatórios favoráveis ao registro de vestígios, tais como trilhas e acessos pré-existentes. As buscas foram executadas no período diurno, entre 06:00 e 18:00. O esforço empregado com a busca ativa foi de quatro horas por área, resultando em um esforço total de 28 horas de amostragem (4 horas x 07 áreas) por campanha (**Tabela 2-38**).

Tabela 2-38 - Esforço amostral empregado para inventário de mamíferos.

MÉTODO	ESFORÇO AMOSTRAL POR ÁREA	ESFORÇO DETALHADO	NÚMERO DE CAMPANHAS	ESFORÇO TOTAL
Busca Ativa	4 horas de busca por área amostral	28 horas (04 horas x 07 áreas)	2	56 horas
Armadilha Fotográfica	01 armadilha x 10 dias x 24 horas (240 horas)	1.680 horas (01 armadilhas x 07 áreas x 10 dias x 24 horas)	2	3.360 horas

Armadilhas de Interceptação e Queda e Armadilhas *Live Trap*

Foram empregados dois métodos de captura para o levantamento de pequenos mamíferos na área do empreendimento, a saber: armadilhas de interceptação e queda (*Pitfall traps*) e armadilhas *live trap* (*Tomahawk* e *Sherman*).

Para o atual estudo, foram instalados sete transectos de *pitfall traps* nas sete estações (áreas) amostrais, com cinco baldes cada. As armadilhas ficaram ativas por oito noites consecutivas, durante as 24 horas de cada dia. O esforço amostral é evidenciado na **Tabela 2-39**.

Em relação às armadilhas *live traps* (*Tomahawk* e *Sherman*), as mesmas foram dispostas em transectos, em cada estação amostral e ficaram ativas durante oito noites em cada campanha de levantamento. Cada transecto foi formado por seis armadilhas (três *Tomahawks* e três *Shermans*), **Tabela 2-40**.

Tabela 2-39 - Esforço amostral empregado para o inventário de mamíferos de pequeno porte (*pitfalls trap*).

MÉTODO	ESFORÇO AMOSTRAL POR ÁREA	ESFORÇO DETALHADO	NÚMERO DE CAMPANHAS	ESFORÇO TOTAL
Pitfall trap	40 armadilhas/noite (5 armadilhas x 1 transecto x 8 noites)	280 armadilhas/noite (5 armadilhas x 7 transectos x 8 noites)	2	560 armadilhas/noite

Tabela 2-40 - Esforço amostral empregado para o inventário de mamíferos de pequeno porte (*live traps*).

MÉTODO	ESFORÇO AMOSTRAL POR ÁREA	ESFORÇO DETALHADO	NÚMERO DE CAMPANHAS	ESFORÇO TOTAL
Live trap	48 armadilhas/noite (6 armadilhas x 1 transecto x 8 noites)	336 armadilhas/noite (6 armadilhas x 7 transectos x 8 noites)	2	672 armadilhas/noite

e) Pontos Amostrais

A área de estudo se insere entre os municípios de Igarapé, Brumadinho, São Joaquim das Bicas e Rio Manso, e encontra-se inserida no domínio dos biomas de Cerrado e Mata Atlântica. Foram selecionados sete pontos amostrais para a caracterização e diagnóstico da mastofauna (pequenos, médios e grandes mamíferos), sendo três áreas de cerrado e quatro de floresta estacional, fitofisionomias essas predominantes nas áreas de estudo (**Tabela 2-41** e **Figura 2-89** a **Figura 2-95**). Os pontos FESD4, Campo 1 e Campo 2 foram alterados em relação aos indicados no Plano de Fauna devido às dificuldades de acessos, mas ressalta-se que a relocação dos pontos seguiu atendendo as fitofisionomias presentes.

Tabela 2-41 - Pontos amostrados durante as campanhas de inventariamento da Mastofauna.

MÉTODO APLICADO	PONTO	COORDENADAS – UTM		CLASSE DE USO	DESCRIÇÃO DO PONTO	CAMPANHA
		X	Y			
Câmera trap	Campo 1	569458	7768211	Cerrado Stricto sensu antropizado	Vegetação predominantemente arbustiva densa, em estágio de regeneração intermediária. Com presença de espécies arbóreas isoladas, sub-bosque ralo, serrapilheira rala. Extrato herbáceo predominantemente composto por gramíneas.	Seca/chuvosa
Câmera trap	Campo 2	573130	7775482	Cerrado Stricto sensu/mineração	Vegetação predominantemente arbustiva rala, em estágio de regeneração inicial. Com presença de espécies arbóreas isoladas, sub-bosque ralo, serrapilheira rala. Presença marcante palmeiras.	Seca/chuvosa
Câmera trap	Campo 3	572316	7774300	Campo Sujo	Vegetação herbáceo-arbustiva, em estágio de regeneração intermediária, com espécies arbustivas isoladas.	Seca/chuvosa
Câmera trap	FESD 4	569278	7769694	Floresta Estacional	Vegetação predominantemente arbórea densa, em estágio de regeneração intermediária, sub-bosque presente, com presença marcante de cipós lenhosos, serapilheira cobre completamente o chão. Riacho próximo.	Seca/chuvosa
Câmera trap	FESD 1	574915	7776489	Floresta Estacional/mineração	Vegetação predominantemente arbórea rala, em estágio de regeneração intermediária, sub-bosque recipiente, com presença marcante de cipós lenhosos, palmeiras e serapilheira cobre parcialmente o chão.	Seca/chuvosa
Câmera trap	FESD 2	573005	7776977	Floresta Estacional/pastagem	Vegetação predominantemente arbórea, em estágio de regeneração intermediária, sub-bosque raso, com	Seca/chuvosa

MÉTODO APLICADO	PONTO	COORDENADAS – UTM		CLASSE DE USO	DESCRIÇÃO DO PONTO	CAMPANHA
		X	Y			
					presença marcante de cipós lenhosos. Serapilheira cobre o chão.	
Câmera trap	FESD 3	573881	7774955	Floresta Estacional/ambiente anrtropizado	Vegetação predominantemente arbórea rala, em estágio de regeneração intermediária, sub-bosque ralo, com presença marcante de cipós lenhosos. Serapilheira cobre parcialmente o chão.	Seca/chuvosa
Pitfall	Campo 1	569395	7768021	Cerrado Stricto sensu antropizado	Vegetação arbustiva, em estágio intermediária, com serrapilheira rala.	Seca/chuvosa
Pitfall	Campo 2	573167	7775476	Cerrado Stricto sensu/mineração	Vegetação arbustiva degradada, com serrapilheira rala. Presença marcante de palmeiras	Seca/chuvosa
Pitfall	Campo 3	572285	7774327	Campo Sujo	Vegetação herbáceo-arbustiva,em estágio de regeneração intermediária, com espécies arbustivas isoladas.	Seca/chuvosa
Pitfall	FESD 1	574890	7776514	Floresta Estacional/mineração	Vegetação predominantemente arbórea rasa, em estágio de regeneração intermediária, sub-bosque raso, com presença marcante de palmeiras. Serapilheira rala.	Seca/chuvosa
Pitfall	FESD 2	573002	7776999	Floresta Estacional/pastagem	Vegetação predominantemente arbórea, em estágio de regeneração intermediária, sub-bosque raso, com presença marcante de cipós lenhosos. Serapilheira cobre o chão.	Seca/chuvosa
Pitfall	FESD 3	573856	7774926	Floresta Estacional/ambiente anrtropizado	Vegetação predominantemente arbórea rasa, em estágio de regeneração intermediária, sub-bosque raso, serapilheira rala.	Seca/chuvosa

MÉTODO APLICADO	PONTO	COORDENADAS – UTM		CLASSE DE USO	DESCRIÇÃO DO PONTO	CAMPANHA
		X	Y			
Pitfall	FESD 4	569070	7769772	Floresta Estacional	Vegetação predominantemente arbórea, em estágio de regeneração intermediária, sub-bosque raso, com presença marcante de cipós lenhosos. Serapilheira cobre o chão.	Seca/chuvosa
Live trap	Campo 1	569411	7768044	Cerrado Stricto sensu antropizado	Vegetação arbustiva, em estágio intermediária, com serrapilheira rala.	Seca/chuvosa
Live trap	Campo 2	573147	7775467	Cerrado Stricto sensu/mineração	Vegetação arbustiva degradada, com serrapilheira rala. Presença marcante de palmeiras	Seca/chuvosa
Live trap	Campo 3	572286	7774365	Campo Sujo	Vegetação herbáceo-arbustiva,em estágio de regeneração intermediária, com espécies arbustivas isoladas.	Seca/chuvosa
Live trap	FESD 1	574875	7776509	Floresta Estacional/mineração	Vegetação predominantemente arbórea rasa, em estágio de regeneração intermediária, sub-bosque raso, com presença marcante de palmeiras. Serapilheira rala.	Seca/chuvosa
Live trap	FESD 2	572980	7776980	Floresta Estacional/pastagem	Vegetação predominantemente arbórea, em estágio de regeneração intermediária, sub-bosque raso, com presença marcante de cipós lenhosos. Serapilheira cobre o chão.	Seca/chuvosa
Live trap	FESD 3	573910	7774951	Floresta Estacional/ambiente anrtropizado	Vegetação predominantemente arbórea rasa, em estágio de regeneração intermediária, sub-bosque raso, serapilheira rala.	Seca/chuvosa
Live trap	Controle	569050	7769758	Floresta Estacional	Vegetação predominantemente arbórea, em estágio de regeneração intermediária, sub-bosque raso, com	Seca/chuvosa

MÉTODO APLICADO	PONTO	COORDENADAS – UTM		CLASSE DE USO	DESCRIÇÃO DO PONTO	CAMPANHA
		X	Y			
					presença marcante de cipós lenhosos. Serapilheira cobre o chão.	

Figura 2-89 - Área amostrada em ambiente de característico de Cerrado.

Figura 2-90 - Área amostrada em ambiente de característico de Cerrado.

Figura 2-91 - Área amostrada em ambiente de característico de Cerrado (área de campo).

Figura 2-92 - Área amostrada em ambiente de característico de Cerrado (área de campo).

Figura 2-93 - Área amostrada em ambiente de característico de FESD.

Figura 2-94 - Área amostrada em ambiente de característico de FESD.

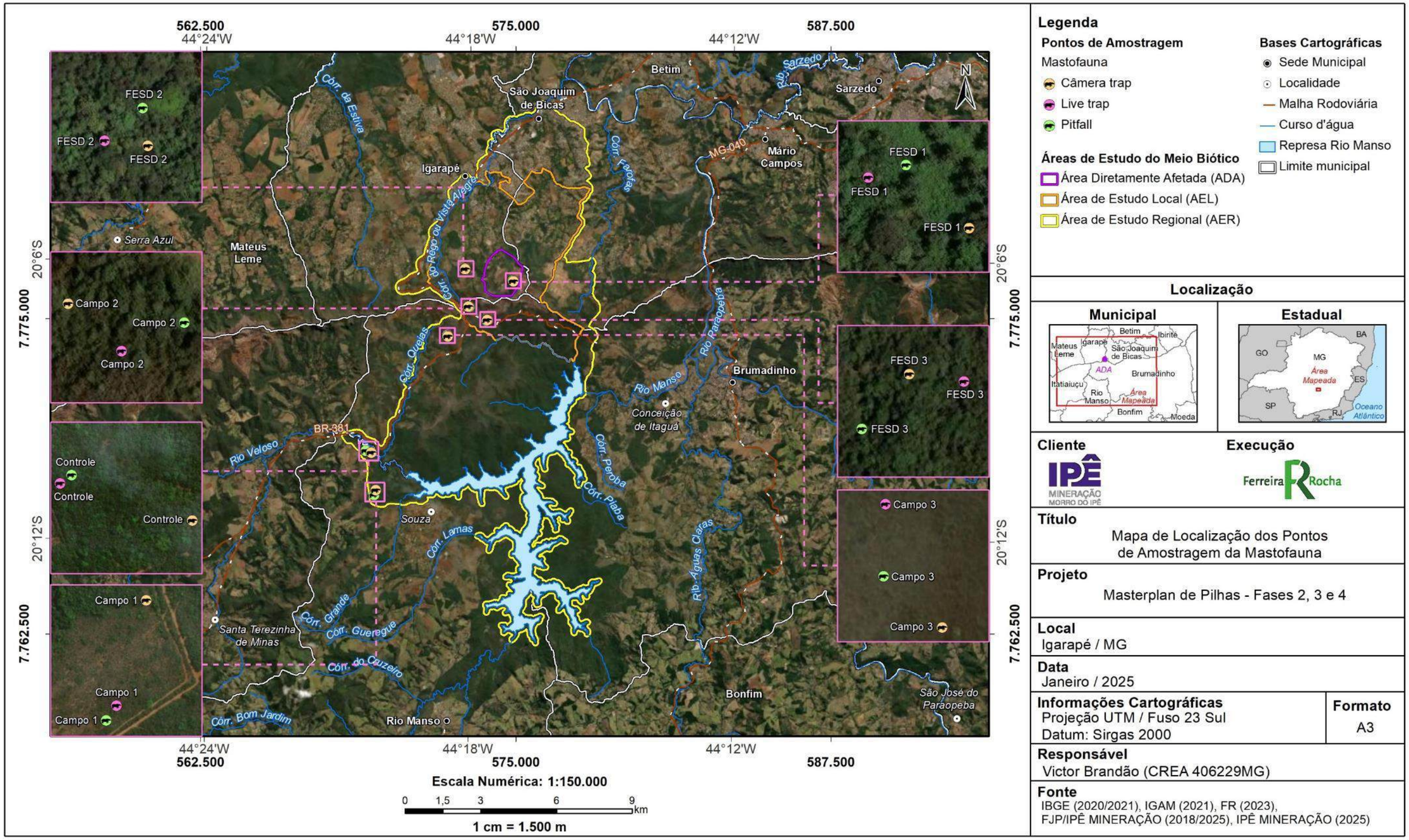


Figura 2-95 - Espacialização dos pontos amostrados durante as campanhas de levantamento da Mastofauna.

f) Triagem e Marcação

Os pequenos mamíferos foram amostrados por meio de captura-marcação-recaptura (CMR), amplamente utilizado em estudos deste grupo devido a necessidade de capturar os animais e fornecer dados ecológicos (PREVEDELLO *et al.,* 2008). Assim, foram anotadas as medidas biométricas, sexo, idade, local de captura (ponto amostral e área de amostragem). Cada indivíduo foi marcado com anilhas numeradas e soltos no mesmo local de captura. O método de captura-marcação-recaptura foi aplicado pois é amplamente utilizado em estudos de caracterização populacional de pequenos mamíferos (TALAMONI & DIAS, 1999).

g) Identificação das Espécies e Status de Ameaça

A identificação taxonômica da mastofauna seguiu a nomenclatura utilizada através da Lista de Mamíferos do Brasil da Sociedade Brasileira de Mastozoologia - SBMz (ABREU *et al.*, 2021). Para identificação dos vestígios, quando necessário, foram utilizados auxílio de bibliografias especializadas (BECKER & DALPONTE, 1999; BORGES & TOMÁS, 2004; SIGRIST, 2013 e REIS et al. 2014). Para os pequenos mamíferos capturados também foram identificados em campo com auxílio da literatura (WESKLER *et al.*, 2017; BONVICINO *et al.*, 2008; REIS *et al.*, 2011; PAGLIA *et al.*, 2012). Para verificação do status de conservação das espécies foi consultado a lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção a nível regional no estado de Minas Gerais (COPAM, 2010), a nível nacional (MMA 2022), e a nível global foi consultada a lista internacional de espécies ameaçadas da IUCN (2022).

h) Análise de Dados

Os dados dos táxons obtidos nas coletadas realizadas em campo foram avaliados quali-quantitativamente e, quando cabível, com tratamento estatístico. Quando pertinente, discussões sobre riqueza e abundância foram realizadas. Para as espécies registradas foram apresentadas informações acerca de aspectos biológicos, distribuição geográfica, além da eventual ocorrência de espécies ameaçadas, raras, endêmicas, bioindicadoras e de interesse científico, econômico ou médico.

A suficiência das amostragens foi determinada pela construção de curvas de acúmulo de espécies (curvas do coletor), considerando os dados obtidos em duas campanhas de levantamento. O número estimado de espécies foi estimado através do estimador de riqueza Jacknife de primeira ordem (Jacknife 1).

A riqueza de espécie foi usada como medida de diversidade do grupo (MAGURRAN, 1988). É a forma mais simples de se medir a diversidade, pois baseia-se simplesmente no número de espécies presentes, independente da abundância de cada uma na comunidade. Quando cabível, também foi utilizado, como medida de diversidade, o Índice de Diversidade de Shannon (H'), o qual é baseado na abundância proporcional das espécies, considerando tanto a riqueza das espécies quanto sua equitabilidade.

2.6.1.3 RESULTADOS

2.6.1.3.1 DADOS SECUNDÁRIOS

A compilação dos dados referente a possível riqueza regional indica a presença de 47 espécies de mamíferos para a região, sendo oito ordens e 19 famílias: Didelphimorphia (n = 9); Cingulata (n = 4); Pilosa (n = 2); Primates (n = 3); Rodentia (n = 13); Lagomorpha (n = 1); Carnivora (n = 12); Cetartiodactyla (n = 1). É importante destacar que foram registrados 21 táxons de pequenos mamíferos e 26 de médios e grandes (**Figura 2-96** e **Tabela 2-42**).

Em relação às espécies ameaçadas de extinção registradas pelos dados secundários, observa-se a presença de sete táxons (*Myrmecophaga. tridactyla, Leopardus pardalis, Leopardus guttulus, Puma concolor, Herpailurus yagouaroundi, Chrysocyon brachyurus, Lontra longicaudis*).

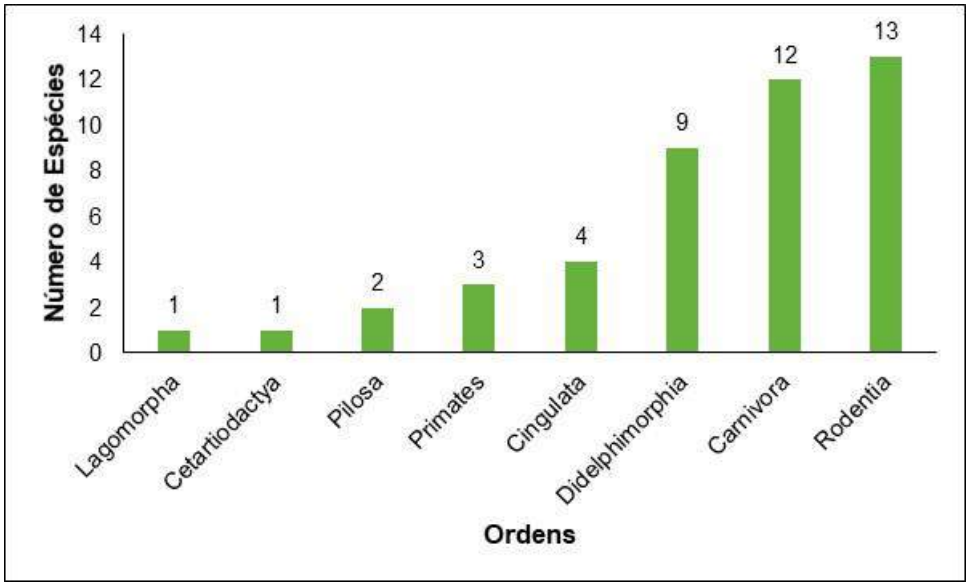


Figura 2-96 - Representatividade de espécies por Ordens registradas.

Tabela 2-42 - Espécies da Mastofauna de potencial ocorrência na região do projeto.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	STATUS DE AMEAÇA			ESTUDO REFERÊNCIA)
				COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis albiventris*	Gambá, saruê	-	-	-	A, C, D, E, F
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis aurita*	Gambá, mucura	-	-	-	D
Didelphimorphia	Didelphidae	*Gracilinanus agilis*	Cuíca	-	-	-	A, C
Didelphimorphia	Didelphidae	*Gracilinanus* sp.	-	-	-	-	F
Didelphimorphia	Didelphidae	*Marmosa paraguayanus*	Cuíca, catia	-	-	-	A, D, F
Didelphimorphia	Didelphidae	*Marmosops incanus*	Cuíca	-	-	-	A, F
Didelphimorphia	Didelphidae	*Monodelphis americana*	Cuíca-de-três-listras	-	-	-	D
Didelphimorphia	Didelphidae	*Thylamys* sp.	Cuíca	-	-	-	E
Didelphimorphia	Didelphidae	*Caluromys philander*	Cuíca-lanosa	-	-	-	A
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Tatu, tatu-galinha	-	-	-	A, C
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus septemcinctus*	Tatoui	-	-	-	C
Cingulata	Clamyphoridae	*Euphractus sexcinctus*	tatu-peludo, tatu-peba	-	-	-	A, C, F
Cingulata	Clamyphoridae	*Cabassous unicinctus*	tatu-de-rabo-mole	-	-	-	A
Pilosa	Myrmecophagidae	*Myrmecophaga tridactyla*	Tamanduá-bandeira	VU	VU	VU	C
Pilosa	Myrmecophagidae	*Tamandua tetradactyla*	tamanduáde-colete,	-	-	-	A, C
Primates	Callitrichidae	*Callithrix penicillata*	sagui, mico-estrela	-	-	-	A, C, D, F
Primates	Pitheciidae	*Callicebus nigrifrons*	Guigó, sauá	-	-	NT	A, B, F
Primates	Cebidae	*Sapajus nigritus*	Macaco-prego	-	-	NT	F

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	STATUS DE AMEAÇA			ESTUDO REFERÊNCIA)
				COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	
Rodentia	Sciuridae	*Guerlinguetus brasiliensis*	Caxinguelê, esquilo	-	-	-	A, E, F
Rodentia	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Paca	-	-	-	A, C, D, E
Rodentia	Cricetidae	*Calomys tener*	Rato-do-chão	-	-	-	A
Rodentia	Cricetidae	*Cerradomys subflavus*	Rato-do-mato	-	-	-	A, C, D
Rodentia	Cricetidae	*Necromys lasiurus*	Rato-do-mato	-	-	-	A, D, E, F
Rodentia	Cricetidae	*Nectomys squamipes*	Rato-d'água	-	-	-	C, E, F
Rodentia	Cricetidae	*Oecomys catherinae*	Rato-da-árvore	-	-	-	F
Rodentia	Cricetidae	*Akodon sp1*	Rato	-	-	-	D, F
Rodentia	Cricetidae	*Oligoryzomys nigripes*	Rato-do-mato	-	-	-	A
Rodentia	Cricetidae	*Oligoryzomys* aff *flavescens*	Rato-do-mato	-	-	-	A
Rodentia	Cricetidae	*Akodon sp2*	Rato	-	-	-	F
Rodentia	Cricetidae	*Oligorizomys sp.*	Rato-do-chão	-	-	-	D, F
Rodentia	Cricetidae	*Rhiphidomys mastacalis*	Rato-da-árvore	-	-	-	D
Rodentia	Erethizontidae	*Coendou prehensilis*	Ouriço, porco-espinho	-	-	-	C
Rodentia	Caviidae	*Hydrochoerus hydrochaeris*	Capivara	-	-	-	A, C, D, E, F
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus minensis*	Coelho, tapeti	-	-	-	A, C, D, E, F
Carnivora	Felidae	*Leopardus pardalis*	Jaguatirica	VU	-	-	C

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	STATUS DE AMEAÇA			ESTUDO REFERÊNCIA)
				COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	
Carnivora	Felidae	*Leopardus guttulus*	Gato-do-mato-pequeno	VU	EN	VU	C
Carnivora	Felidae	*Puma concolor*	onça-parda, suçuarana, leão-baio	VU	-	-	A, C
Carnivora	Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*	Jaguarundi, gato-mourisco	-	VU	-	C
Carnivora	Canidae	*Cerdocyon thous*	Cachorro-do-mato, graxaim, raposa	-	-	-	A, C, E, F
Carnivora	Canidae	*Chrysocyon brachyurus*	lobo-guará, guará	VU	VU	NT	A, C, D
Carnivora	Mephitidae	*Conepatus semistriatus*	Jaritataca	-	-	-	C
Carnivora	Mustelidae	*Lontra longicaudis*	Lontra	VU	-	NT	CI
Carnivora	Mustelidae	*Eira barbara*	Irara, papa-mel	-	-	-	A, C, E
Carnivora	Mustelidae	*Galictis cuja*	Furão	-	-	-	C
Carnivora	Procyonidae	*Nasua nasua*	Quati	-	-	-	A, C, D
Carnivora	Procyonidae	*Procyon cancrivorus*	Guaxinim, mão-pelada	-	-	-	A, D, E, F
Cetartiodactyla	Cervidae	*Mazama gouazoubira*	Veado-catingueiro	-	-	-	C

Legenda: Status de Ameaça - VU = Vulnerável; EN = Em perigo; NT = Quase ameaçada. Estudo referência – A = Amplo Engenharia e Gestão de Projetos (2017); B = Brandt Meio Ambiente (2011); C = Bioma Meio Ambiente (2012); D = Brandt Meio Ambiente (2012); E = Limiar Ambiental (2012); F = Ecology Brasil (2012).

2.6.1.3.2 DADOS PRIMÁRIOS

a) Riqueza e Diversidade

Durante o levantamento de mamíferos na Área de Estudo, foram registradas 25 espécies, pertencentes a sete ordens e 17 famílias taxonômicas: Didelphimorphia (n = 1); Cingulata (n = 3); Primates (n = 1); Lagomorpha (n = 1); Rodentia (n = 6); Carnivora (n = 11); Cetartiodactyla (n= 2), **Figura 2-97** e **Tabela 2-43** . Quando comparado os resultados da riqueza obtida por dados primários e dos estudos regionais, esses representam 53,2% da riqueza presente na região do empreendimento, evidenciando que a Área de Estudo pode abrigar outras espécies de mamíferos, uma vez que os grupo de médios e grandes mamíferos demandam de grandes áreas de vida para sua manutenção. Quando analisado apenas o grupo de médios e grandes mamíferos foram registradas 20 espécies, enquanto os pequenos mamíferos são representados cinco táxons.

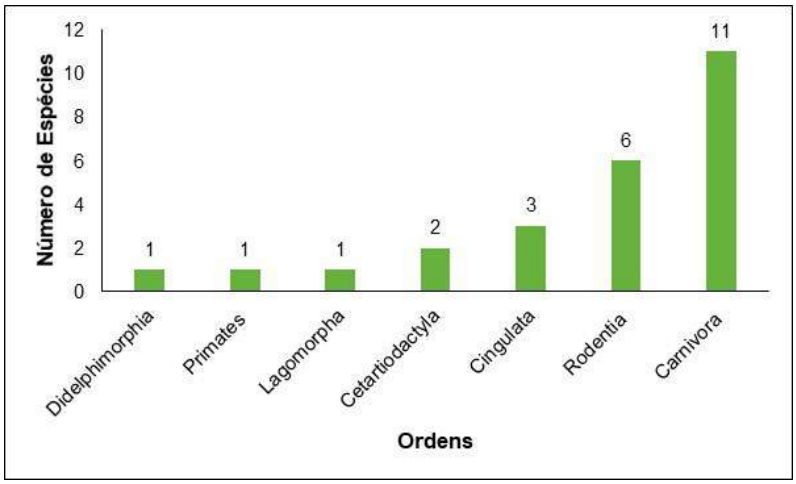


Figura 2-97 - Representatividade de espécies por Ordens registradas.

Todas as ordens registradas apresentaram, em geral, baixa riqueza de espécies, com destaque a ordem Carnivora (n = 11) e Rodentia (n = 6). Entre as ordens observadas, Carnivora foi a que apresentou maior riqueza em relação aos dados primários. Os carnívoros se diversificaram para ocupar diferentes nichos alimentares. Assim, o grupo é composto por táxons que, normalmente, apresentam grande distribuição geográfica e ocorrem em diferentes domínios morfoclimáticos e tipos de habitat (EISENBERG & REDFORD, 1999; PARDINI *et al.*, 2003). Tais, características auxiliam na detecção desse grupo taxonômico em estudos mastofaunísticos (BECA *et al.*, 2017).

Também foi possível notar baixa relevância que a ordem Primates deteve em número de espécies (n = 1), apesar de ser considerada a ordem mais diversa e com maior taxa de endemismo de mamíferos de médio e grande porte para a Mata Atlântica (Paglia *et al.,* 2012). Possivelmente, a fragmentação de habitats observada da região, principalmente em ambientes florestais, tenha influenciado a ausência de espécies

de primatas sensíveis, como frugívoros endêmicos a região fitogeográfica da Mata Atlântica (JHONS & SKORUPA, 1996).

Agora, em relação aos roedores e marsupiais que são representados, principalmente, por espécies de pequeno porte (i.e. táxons que pesam menos de 1kg), também foi observada uma relativa baixa riqueza de espécies (n = 5). É importante destacar que esses animais se especializaram aos mais diversos tipos de micro-habitats (i.e. ambientes específicos associado aos tipos vegetacionais). A especificidade de tais espécies possibilitou a evolução de variada comunidade (EISENBERG & REDFORD, 1999; PATTON *et al.*, 2015), que, por isso, compõe a maior parcela da diversidade de mamíferos da região Neotropical (SOLARI *et al.*, 2012). De forma similar esse grupo faunístico são notavelmente rico em espécies nos domínios do Cerrado e Mata Atlântica, abrigando também a maioria dos mamíferos endêmicos destes biomas (GUTIERREZ & MARINHO-FILHO, 2017).

De maneira geral, os resultados obtidos (dados primários) evidenciam uma assembleia de mamíferos composta, principalmente, por espécies de ampla distribuição *(D. albiventris, D. novemcinctus, C. thous, C. penicillata, S. minensis*, por exemplo), além da presença de táxons endêmicos do Cerrado (*C. penicillata* e *L. vetulus*) (PAGLIA *et al.*, 2012; MONTEIRO-FILHO & CONTE, 2018). Também foram registradas seis espécies ameaçadas de extinção (*C. brachyurus, L. vetulus, H. yagouaroundi, L. guttulus, P. concolor, D. tajacu*). Portanto, observou-se uma assembleia estruturada por espécies plásticas que se adaptam a diferentes tipos de habitats, mas com a presença ainda de táxons especialistas, representados pelas espécies ameaçadas e endêmicas (**Figura 2-98** a **Figura 2-126**).

Figura 2-98 – Registro de *D. albiventris* (gambá-de-orelha-branca) pela metodologia de armadilha fotográfica.

Figura 2-99 – Captura de *D. albiventris* (gambá-de-orelha-branca) em armadilha *Live trap.*

Figura 2-100 – Registro de toca de *C. squamicaudis* (tatu-do-rabo-mole-pequeno).

Figura 2-101 - Registro de toca de *E. sexcinctus* (tatu-peba).

Figura 2-102 - Registro de toca de *D. novemcinctus* (tatu-galinha).

Figura 2-103 - Registro de S. *minensis* (tapiti) pela metodologia de armadilha fotográfica.

Figura 2-104 - Registro de toca de *C. squamicaudis* (tatu-de-rabo-mole-pequeno).

Figura 2-105 - Registro de pegada de *C. semistriatus* (jaritataca).

Figura 2-106 - Registro de *C. paca* (paca) pela metodologia de armadilha fotográfica.

Figura 2-107 - Captura de *C. subflavus* (rato-do-mato) em armadilha *Live trap.*

Figura 2-108 - Captura de *C. subflavus* (rato-do-mato) em armadilha *Live trap.*

Figura 2-109 - Captura de *N. lasiurus* (rato-do-mato) em armadilha *Live trap.*

Figura 2-110 - Captura de *Oligoryzomys* sp. (rato-do-mato) em armadilha *Live trap.*

Figura 2-111 - Registro de *C. thous* (cachorro-do-mato) pela metodologia de armadilha fotográfica.

Figura 2-112 - Registro de pegada de *C. brachyurus* (lobo-guará).

Figura 2-113 - Registro de pegada de *L. vetulus* (raposinha).

Figura 2-114 - Registro de pegada de *E. barbara* (irara).

Figura 2-115 - Registro de *E. barbara* (irara) pela metodologia de armadilha fotográfica.

Figura 2-116 - Registro de pegada de *P. cancrivorus* (mão-pelada).

Figura 2-117 - Registro de pegada de *P. concolor* (onça-parda).

Figura 2-118 - Registro de pegada de *M. gouazoubira* (veado-cantingueiro).

Figura 2-119 - Registro de pegada de *D. tajacu* (cateto).

Figura 2-120 - Registro de pegada de *G. cuja* (furão).

Figura 2-121 - Registro de pegada de *H. yagouaroundi* (gato-mourisco).

Figura 2-122 - Registro de fezes de *H. hydrochaeris* (capivara).

Figura 2-123 - Registro de pegada de *H. hydrochaeris* (capivara).

Figura 2-124 - Registro de pegada de *L. guttulus* (gato-do-mato-do sul).

Figura 2-125 - Registro de *N. nasua* (quati) pela metodologia de armadilha fotográfica.

Figura 2-126 - Captura de *S. minensis* (tapeti) em armadilha *Live trap.*

Tabela 2-43 - Espécies da Mastofauna registradas durante as campanhas de inventariamento da fauna.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	PONTO AMOSTRAL	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	CINEGÉTICA	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis albiventris*	gambá-de-orelhar-branca	FESD1; FESD2; FESD4; Campo2	Armadilha Fotográfica; Busca ativa; Live Trap	PE; AF; CP	-	X	-	-	-
Cingulata	Chlamyphoridae	*Cabassous squamicaudis*	tatu-do-rabo-mole-pequeno	FESD1; FESD3; Campo1	Busca ativa	TO	-	X	-	-	-
Cingulata	Chlamyphoridae	*Euphractus sexcinctus*	tatu-peba	FESD1; FESD3; FESD4; Campo1	Busca ativa	TO; CA	-	X	-	-	-
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	tatu-galinha	FESD1; FESD3; FESD4; Campo1	Busca ativa	TO	-	X	-	-	-
Primates	Cebidae	*Callithrix penicillata*	saguí-de-tufo-preto	FESD4; Campo3	Busca Ativa	VI; VO	CE	X	-	-	-
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus minensis*	tapiti	FESD1; FESD2; FESD3; FESD4; Campo1	Armadilha Fotográfica; Busca ativa; Live Trap	AF; VI; PE; CP	-	X	-	-	-
Rodentia	Caviidae	*Hydrochoerus hydrochaeris*	capivara	FESD4; Campo1	Busca Ativa	PE; FE	-	X	-	-	-
Rodentia	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	paca	FESD2; FESD4	Armadilha Fotográfica; Busca ativa	AF; PE	-	X	-	-	-
Rodentia	Sciuridae	*Guerlinguetus brasiliensis*	caxinguelê	FESD2	Busca ativa	VI	-	-	-	-	-
Rodentia	Cricetidae	*Cerradomys subflavus*	mato-do-mato	Campo1	Live Trap	CP		-	-	-	-
Rodentia	Cricetidae	*Necromys lasiurus*	rato-do-mato	Campo3	Pitfall Trap; Live Trap	CP	-	-	-	-	-
Rodentia	Cricetidae	*Oligoryzomys* sp.	rato-do-mato	FESD4; Campo3	Pitfall Trap; Live Trap	CP	-	-	-	-	-
Carnivora	Canidae	*Cerdocyon thous*	cachorro-do-mato	FESD1; FESD3; FESD4; Campo1; Campo2; Campo3	Armadilha Fotográfica; Busca ativa	AF; PE	-	X	-	-	-
Carnivora	Canidae	*Chrysocyon brachyurus*	lobo-guará	FESD2; FESD3; FESD4; Campo1	Busca ativa	PE	-	X	VU	VU	NT
Carnivora	Canidae	*Lycalopex vetulus*	raposinha	FESD4; Campo1	Busca ativa	PE	CE/CA	X	-	VU	NT
Carnivora	Mephitidae	*Conepatus semistriatus*	jaritataca	FESD2	Busca ativa	PE	-	-	-	-	-
Carnivora	Mustelidae	*Eira barbara*	irara	FESD4; Campo1	Armadilha Fotográfica; Busca ativa	AF; PE	-	-	-	-	-
Carnivora	Mustelidae	*Galictis cuja*	furão	FESD4	Busca ativa	PE	-	-	-	-	-
Carnivora	Procyonidae	*Nasua nasua*	quati	FESD2; FESD4; Campo1	Armadilha Fotográfica; Busca ativa	AF; PE	-	-	-	-	-
Carnivora	Procyonidae	*Procyon cancrivorus*	mão-pelada	FESD2; FESD3; FESD4; Campo1	Busca ativa	PE	-	X	-	-	-
Carnivora	Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*	Gato-mourisco	FESD1	Busca ativa	PE	-	X	-	VU	-
Carnivora	Felidae	*Leopardus guttulus*	gato-do-mato-do-sul	Campo1	Busca ativa	PE	-	X	VU	VU	VU
Carnivora	Felidae	*Puma concolor*	onça-parda	Campo1	Busca ativa	PE	-	X	VU	-	-
Cetartiodactyla	Cervidae	*Mazama gouazoubira*	veado-catingueiro	FESD4; Campo1	Busca ativa	PE	-	X	-	-	-
Cetartiodactyla	Tayassuidae	*Dicotyles tajacu*	cateto	FESD4	Busca ativa	PE	-	X	VU	-	-

Legenda: Status de Ameaça - VU = Vulnerável; NT = Quase ameaçada. Tipo de Registro – PE = Pegada; AF = Fotografia (armadilha fotográfica); CP = Captura (Pitfall Trap, Live Trap); VI = Visualização; VO = Vocalização; TO = Toca; CA = Carcaça. Endemismo - CE = Cerrado; CA = Caatinga.

b) Abundância

Durante o levantamento da mastofauna na área do empreendimento foram obtidos 115 registros de mamíferos (pequenos, médios e grandes) pertencentes a 25 espécies (**Figura 2-127**). As espécies mais abundantes, ou seja, com maiores números de registros, foram: *D. albiventris* (n = 13); *C. thous* (n = 11); *S. minensis* (n = 10); *C. penicillata* (n = 9); *C. brachyurus* (n = 9); *N. nasua* (n = 9). Uma parcela da mastofauna apresentou baixa abundância de registros, com apenas uma observação: *G. brasiliensis, C. subfalvus, C. semistriatus, G. cuja, H. yagouaroundi, L. guttulus, P. concolor.*

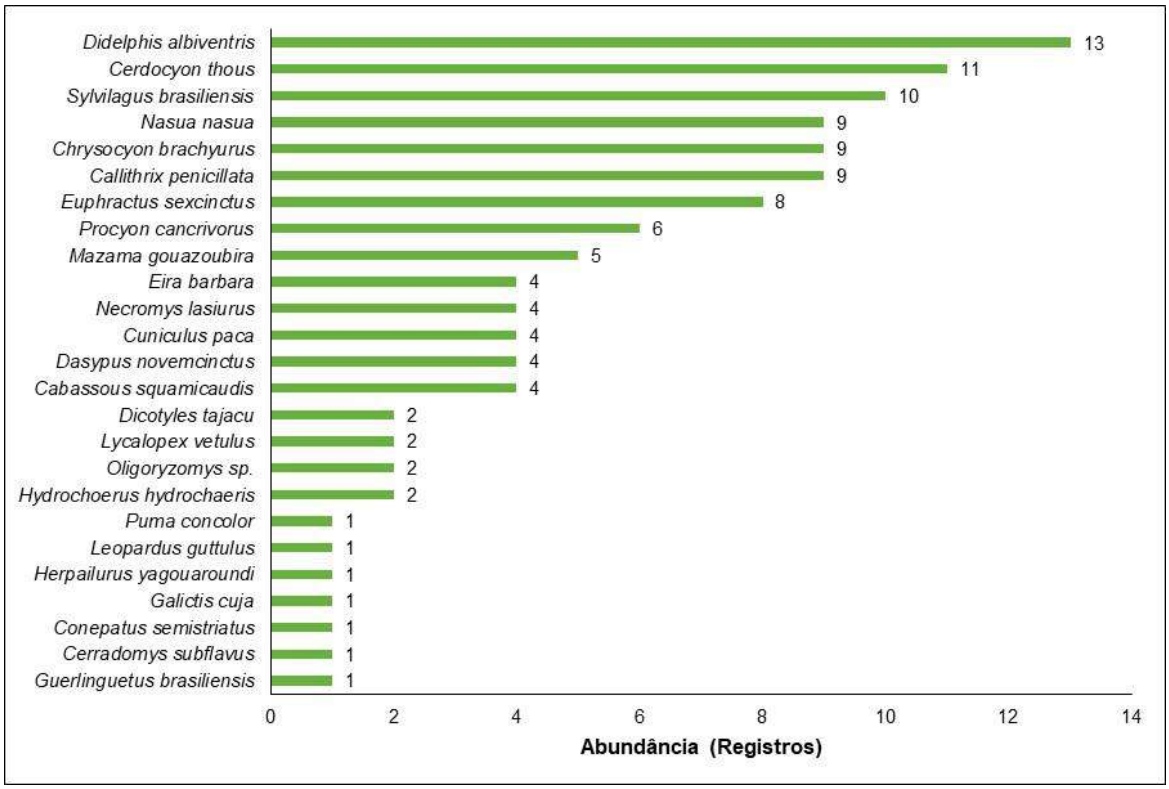


Figura 2-127 - Abundância (número de registros) de mamíferos durante o levantamento da mastofauna.

Também foi analisada o número de registros de espécies obtidos em cada uma das fitofisionomias amostradas (Cerrado antropizado, Campo sujo, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Semidecidual antropizada).

As áreas de FESD somaram a riqueza de 31 espécies, sendo que na FESD foram registradas 17 espécies, e em FESD antropizada 14 táxons. Em relação ao ambiente de Cerrado antropizado foram observados o registro de 16 espécies de mamíferos. O Campo sujo foi a fisionomia com o menor registro de espécies (n = 4), **Figura 2-128**.

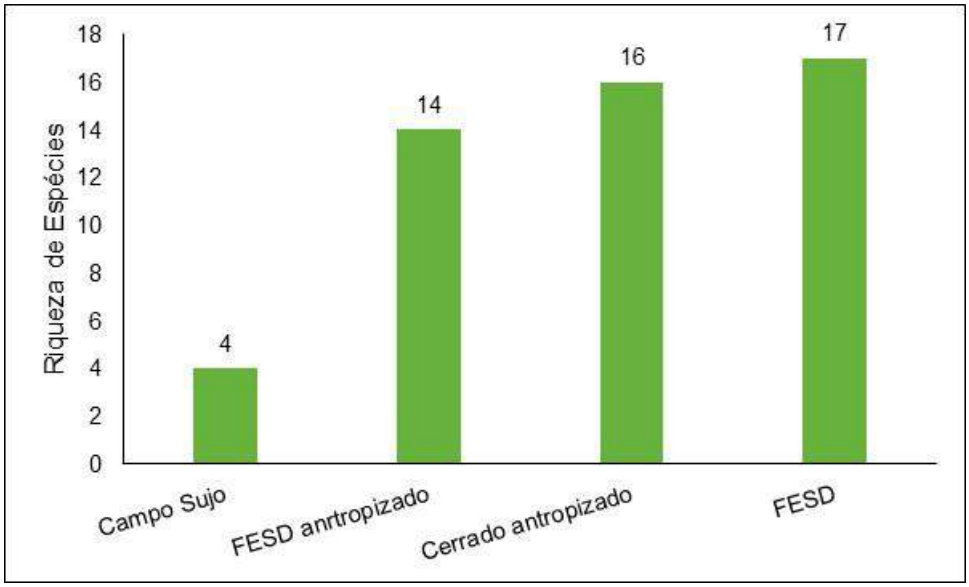


Figura 2-128 - Abundância (número de espécies) de mamíferos obtida para cada fisionomia amostrada durante o levantamento da mastofauna.

c) Índices de Diversidade

O cálculo da Equitabilidade (índice de Pielou) permite verificar como os indivíduos estão distribuídos entre as diferentes espécies encontradas (Martins & Santos 1999). Este valor varia entre 0 (equitabilidade mínima) e 1 (equitabilidade máxima). Os valores obtidos na área de estudo evidenciam uma equitabilidade alta (**Tabela 2-44**), quando observado a assembleia de mamíferos, demonstrando a distribuição semelhante do número de indivíduos entre as espécies na área de estudo.

Agora, quando analisado os grupos em separado (pequenos, médios e grandes mamíferos), os mamíferos de grande porte mantêm uma equitabilidade alta, em contrapartida os animais de baixo peso corporal apresentam uma equitabilidade menor, mas ainda assim com valores próximos de 1. Contudo, deve ser salientado que a ausência de metodologias de captura (para os mamíferos de médio e grande porte), ou que individualize os espécimes, proporciona elevado viés para esta análise, que consequentemente, deve ser tratada de forma conservadora (MELO, 2008).

O índice de diversidade de Shannon-Wiener assume valores que podem variar de 0 a 5, sendo que os valores elevados indicam maior diversidade. Para a área de estudo, observando a mastofauna geral, o índice obtido foi de H' = 3,016 indicando média diversidade para a área de estudo (**Tabela 2-44**). Seguindo a mesma tendência, os mamíferos de médio e grande porte, também, apresentaram diversidade mediana (H' = 2,831). No entanto, o grupo de pequenos mamíferos apresentou uma diversidade baixa (H' = 1,222).

Tabela 2-44 - Diversidade e equitabilidade calculadas por grupo da mastofauna.

	PEQUENOS MAMÍFEROS	MÉDIOS E GRANDES MAMÍFEROS	ASSEMBLÉIA MASTOFAUNÍSTICA
Diversidade (H')	1,222	2,831	3,016
Equitabilidade	0,7592	0,9449	0,9371

Os valores obtidos na área de estudo evidenciam uma equitabilidade alta (**Tabela 2-45**), para todos os ambientes amostrados, demonstrando a distribuição semelhante do número de indivíduos entre as espécies em cada uma dessas fisionomias. O índice de diversidade de Shannon-Wiener apresentou valores medianos abaixo nas fisionomias estudas. Para a área de Campo sujo o índice obtido foi de H' = 1,299 indicando a menor diversidade entre as áreas (**Tabela 2-45**). Os demais ambientes seguiram a tendência de uma diversidade mediana, sendo FESD Antropizada H' = 2,539, FESD H' = 2,936 e Cerrado Antropizado H' = 2,987 (**Tabela 2-45**).

Tabela 2-45 - Diversidade e equitabilidade calculadas por classe de ambiente amostrado.

	CAMPO SUJO	FESD ANTROPIZADA	CERRADO ANTROPIZADO	FESD
Diversidade (H')	1,299	2,539	2,987	2,936
Equitabilidade	0,9367	0,9897	1,033	1,016

d) Suficiência Amostral

A curva de riqueza observada e estimada para os mamíferos sugere que os esforços de coleta ainda não foram suficientes para a estabilização da curva do coletor, já que os gráficos apresentam formato de não estabilização, indicando que a continuação do esforço amostral tende a adicionar novas espécies (**Figura 2-129**).

A não estabilização da curva do coletor para a assembleia de mamíferos é um evento comum, e pode estar ligada à distribuição agregada das espécies, bem como à raridade de vários táxons (CÁRCERES *et al.*, 2010). Em ecossistemas tropicais as curvas de acumulação de espécies raramente se estabilizam (SANTOS, 2003; MAGURRAN *et al.*, 2010). As 25 espécies confirmadas através do estudo, de acordo com a curva estimada, representam 74,6% dos táxons estimados para a área de estudo (n = 33,53; desvio padrão = ± 3,19), o que nos indica para uma amostragem satisfatória em termos de conhecimento da taxocenose mastofaunística da área de interesse.

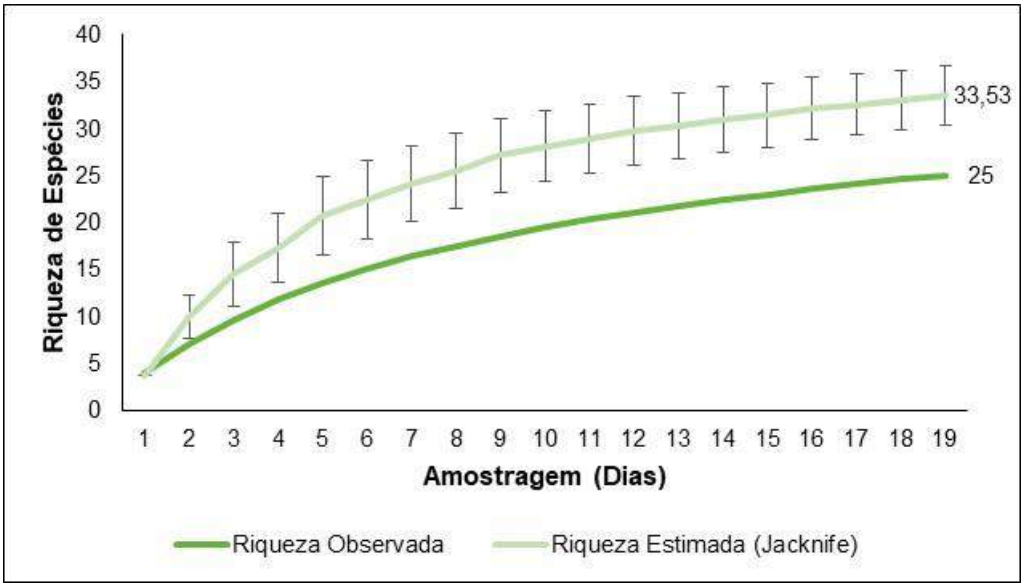


Figura 2-129 - Riqueza acumulada de espécies obtida por meio do inventário da Mastofauna com base no estimador Jacknife.

e) Importância Biológica da Área de Estudo

A área de estudo localiza-se na região conhecida com Quadrilátero Ferrífero, localidade que abriga os domínios morfoclimáticos do Cerrado e a Mata Atlântica. A região Quadrilátero Ferrífero é considerada como uma Área Prioritária para Conservação da mastofauna no Estado de Minas Gerais na categorial "alta" (DRUMMOND *et al.*, 2005), **Figura 2-130**. Observa-se que a área de estudo, tanto a Regional, Local e ADA, não estão em sua totalidade inseridas nesta área, mas é importante indicá-la, visto que porções desses territórios são afetados pelo empreendimento, assim, a mastofauna pode ser influenciada por aspectos regionais e pressões de ameaças.

Vale ressaltar também que o limite geográfico estabelecido como ADA do projeto, bem como suas áreas de estudo (AEL e AER) estão inseridos na zona de amortecimento da Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço (RBSE) e da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (UNESCO, 2020, ANDRADE et al., 2015). A RBSE engloba um mosaico de sistemas ecológicos representativos das principais regiões biogeográficas, o que justifica sua importância ecológica, bem como a REBIO da Mata Atlântica.

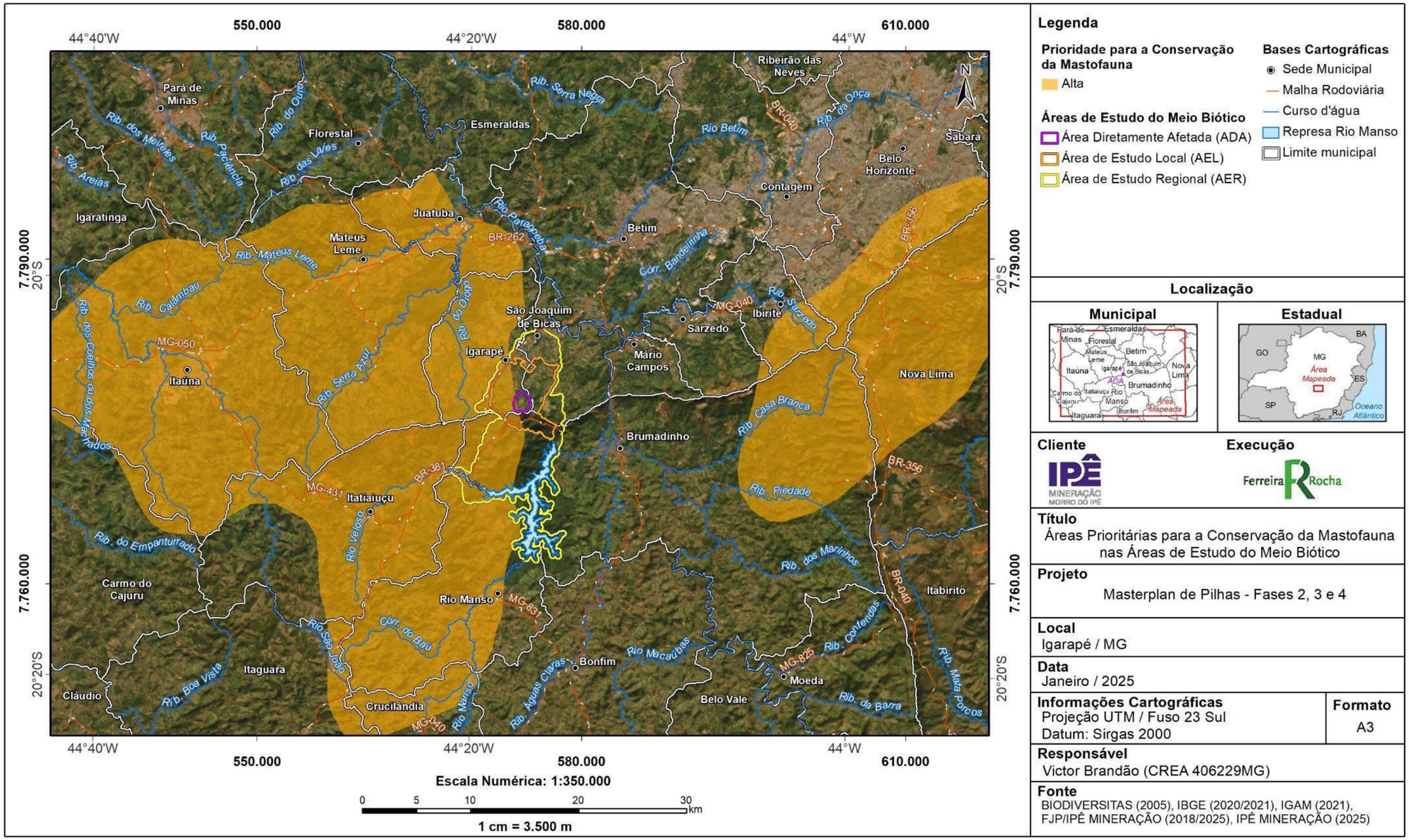


Figura 2-130 – Áreas Prioritárias para a Conservação da Mastofauna na região do empreendimento (Biodiversitas).

f) Formas de Uso dos habitats e Processos Ecossistêmicos

O desenho amostral empregado para o estudo da mastofauna propiciou a separação da área de estudo em quatro áreas amostrais abarcando diferentes características ambientais (FESD, FESD Antropizada, Cerrado Antropizado e Campo Sujo). Assim, foram registradas 4 espécies no Campo Sujo, 14 em áreas de FESD Antropizada, 16 táxons no Cerrado Antropizado e 17 mamíferos em áreas de FESD.

Considerando apenas as espécies exclusivas por fitofisionomia, o Campo Sujo apresentou uma espécie: *Necromys lasiurus*. Das espécies com registros em FESD Antropizado, o gato-mourisco (*H. yagouaroundi*) foi exclusivo. As áreas amostrais em Cerrado Antropizado, conta com três táxons exclusivos (*L. guttulus, P. concolor, C. subflavus*). A ocorrência das espécies *G. cuja* e *D. tajacu* foram exclusivas da fitofisionomia de FESD.

No contexto do compartilhamento de espécies, apenas *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato) foi comum aos tipos de fitofisionomias.

g) Espécies Ameaçadas de Extinção

O levantamento de dados indicou a presença de seis espécies ameaçadas para a área de estudo (**Tabela 2-46**), de acordo com as listas disponíveis (COPAM, 2010; MMA, 2022; IUCN, 2022). Assim, de acordo com a Lista Estadual o lobo-guará (*C. brachyurus*), o gato-do-mato-do-sul (*L. guttulus*), a onça-parda (*P. concolor*) e o cateto (*D. tajacu*) são categorizados como vulneráveis. Já de acordo com a Lista do Ministério do Meio Ambiente as espécies: lobo-guará (*C. brachyurus*), raposinha (*L. vetulus*) e gato-mourisco (*H. yagouaroundi*) também são categorizadas como vulneráveis. Por sua vez, a Lista Internacional de espécies ameaçadas aponta o gato-do-mato-do-sul (*L. guttulus*) como vulnerável. Também foram observadas duas espécies consideradas como quase ameaçadas pela IUCN (*C. brachyurus* e *L. vetulus*).

Tabela 2-46 – Espécies ameaçadas de extinção da mastofauna registrada durante o levantamento.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	MMA (2014)	COPAM (2010)	IUCN (2022)
Canidae	*Chrysocyon brachyurus*	lobo-guará	VU	VU	NT
Canidae	*Lycalopex vetulus*	raposinha	VU	-	NT
Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*	gato-mourisco	VU	-	-
Felidae	*Leopardus guttulus*	gato-do-mato-do-sul	VU	VU	VU
Felidae	*Puma concolor*	onça-parda	-	VU	-
Tayassuidae	*Dicatyles tajacu*	cateto	-	VU	-

Legenda: VU = vulnerável; NT = quase ameaçada.

h) Espécies Raras e de Interesse Científico

Os mamíferos de médio e grande porte, principalmente os predadores de topo de cadeia, apresentam populações reduzidas e grandes áreas de vida. Seguindo essa tendência, e já esperado, os felinos foram os táxons com menor número de registros, podendo, portanto, serem considerados como raras na área do empreendimento. Assim, merecem destaque as espécies: *Puma concolor* (onça-parda), *Herpailurus yagouaroundi* (gato-mourisco) e *Leopardus guttulus* (gato-do-mato-do-sul).

Ainda, é importante considerar como espécies raras aquelas listadas em alguma categoria de ameaça de extinção, uma vez que tais espécies, devido às pressões sofridas sobre as suas populações, consequentemente, possuem números reduzidos de indivíduos em suas áreas de ocorrência. Assim, podemos apontar as espécies: *C. brachyurus, L. vetulus, H. yagouaroundi, L. guttulus, P. concolor* e *D. tajacu.*

i) Espécies Cinegéticas e de Interesse Econômico

É sabido que a caça de animais silvestres é considerada crime ambiental proibida em todo o território brasileiro, de acordo com a Lei de proteção à Fauna nº 5.197 de 1967, entretanto, devido à sua grande extensão e consequente dificuldade para fiscalização, a prática de caça ainda é uma das principais ameaças à fauna silvestre brasileira (MACHADO *et al.,* 2008; REZENDE & SCHIAVETTI, 2010; MELO *et al.*, 2014).

No presente estudo, 18 espécies registradas por dados primários são consideradas cinegéticas (**Tabela 2-47**). Algumas espécies são comumente caçadas como fonte de alimentação. As outras espécies cinegéticas registradas, todas representantes da ordem Carnivora, sofrem intensivamente com a caça por retaliação por serem predadores de vertebrados, inclusive domésticos, estando frequentemente envolvidos em relações conflituosas com as populações humanas (ALVES *et al.*, 2009, SANTOS-FITA *et al.,* 2010).

Tabela 2-47 – Espécies cinegéticas da mastofauna registrada durante o levantamento.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CLASSIFICAÇÃO
Didelphidae	*Didelphis albiventris*	gambá-de-orelha-branca	Caça para alimentação
Chlamyphoridae	*Cabassous squamicaudis*	tatu-do-rabo-mole-pequeno	Caça para alimentação
Chlamyphoridae	*Euphractus sexcinctus*	tatu-peba	Caça para alimentação
Dasypodidade	*Dasypus novemcinctus*	tatu-galinha	Caça para alimentação
Cebidae	*Callithrix penicillata*	sagui-de-tufo-preto	Apanha/Xerimbabo

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CLASSIFICAÇÃO
Leporidae	*Sylvilagus minensis*	tapiti	Caça para alimentação
Caviide	*Hydrochoerus hydrocaheris*	capivara	Caça para alimentação
Cuniculidae	*Cuniculus paca*	paca	Caça para alimentação
Canidae	*Cerdocyon thous*	Cachorro-do-mato	Caça por retaliação
Canidae	*Chrysocyon brachyurus*	lobo-guará	Caça por retaliação
Canidae	*Lycalopex vetulus*	raposinha	Caça por retaliação
Procyonidae	*Procyon cancrivorus*	mão-pelada	Caça por retaliação
Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*	gato-mourisco	Caça por retaliação
Felidae	*Leopardus guttulis*	gato-do-mato-do-sul	Caça por retaliação
Felidae	*Puma concolor*	onça-parda	Caça por retaliação
Cervidae	*Mazama gouazoubira*	veado-catingueiro	Caça para alimentação
Tayassuidae	*Dicotyles tajacu*	cateto	Caça para alimentação

j) Espécies Exóticas ou Potencialmente Danosas

Em relação aos registros de espécies exóticas e/ou invasoras durante o período de levantamento pode-se indicar a presença de animais como o cão doméstico, o gato doméstico, além de gado e cavalos. Assim, deve ser destacado a presença desses animais domésticos na região, pois estes podem transmitir doenças para as espécies nativas, assim como para a população humana local (PARDINI *et al.*, 2006).

Alguns táxons silvestres registrados também podem apresentar importância médica, como o *C. penicillata* associado a transmissão de herpes vírus, os canídeos (*C. thous, L. vetulus, C. brachyurus*) transmissores de toxoplasmose e leishmaniose, os tatus (*C. squamicaudis, E. sexcincitus, D. novemcinctus*) como portadores de leishmaniose, hanseníase e toxoplasmose.

A capivara também é importante transmissor de febre maculosa, uma vez que o animal é hospedeiro do carrapato-estrela (*Amblyoma cajannense*), o qual é transmissor da referida doença. Ainda, pode-se apontar os roedores (*C. subflavus, Oligoryzomys* sp., *N. lasiurus*) com responsáveis pela transmissão de diferentes doenças como por exemplo leptospirose, hantavirose e peste bubônica.

k) Espécies Anuais ou Migratórias e Sítios Reprodutivos

No presente estudo não foram identificadas espécies que se enquadrem nas referidas categorias.

l) Espécies Indicadoras de Qualidade Ambiental

As espécies podem se comportar de diferentes maneiras frente as alterações humanas, sendo que algumas podem se adaptar melhor as mudanças no ambiente. Essas são conhecidas como espécies plásticas (tolerantes as alterações antrópicas) e, por isso, apresentam sensibilidade baixa a influência humana (*D. albiventris, E. sexcincuts, D. novemcictus, C. penicillata, S. minensis, H. hydrochaeris, C. subflavus, N. lasiurus, C. thous, C. semistriatus, E. barbara, G. cuja, N. nasua, P. cancrivirus*).

Os dados primários indicam que grande parte das espécies indicadas apresentam baixa sensibilidade às alterações antrópicas, sendo que uma parcela de espécies, representadas pela endêmicas e ameaçadas (*D. tajacu, P. concolor, L. guttulus, H. yagouaroundi, L. vetulus, C. brachyurus*) podem apresentar alta sensibilidade às alterações causadas pelos homens.

2.6.1.4 CONCLUSÃO MASTOFAUNA

A área de estudo indicada para o empreendimento está localizada nos limites de Igarapé, Brumadinho, São Joaquim de Bicas e Rio Manso, sendo uma região de transição entre os biomas da Mata Atlântica e Cerrado, domínios categorizados como *hotspots* mundiais, sendo considerados biomas prioritários para implantação de ações para conservação no país. Também é importante destacar que o empreendimento se insere em uma localidade indicada como alta prioridade para a conservação de mamíferos, com porções da área de estudo inseridas nesses limites. Além disso, também se salienta a presença das Reservas da biosfera da Mata Atlântica e Espinhaço, áreas que englobam um mosaico de sistemas ecológicos representativos das principais regiões biogeográficas do Brasil, o que justifica sua importância ecológica.

Em relação a compilação de dados secundários (regionais), foram empregados seis estudos para auxiliar na caracterização regional, que indicaram uma riqueza potencial de 47 espécies para a região do empreendimento. Sendo assim, 21 espécies indicadas são representadas pelos pequenos mamíferos, grupo esse que apresenta grande importância ecológica e conservacionista. Ainda em relação aos dados secundários, foram apontadas a presença de sete espécies ameaçadas de extinção (*M. tridactyla, L. pardalis, L. guttulus, P. concolor, H. yagouaroundi, C. brachyurus, L. longicaudis*).

Em relação aos dados primários, as coletas executadas em duas campanhas de amostragem (seca e chuvosa), indicaram uma riqueza de 25 espécies de mamíferos para a área do empreendimento. Quando comparado aos resultados da riqueza obtida por dados primários e regionais, esses representam 53,2% da riqueza na região do empreendimento. Para os dados primários foram registradas seis espécies ameaçadas

de extinção, nos cenários estadual, nacional e internacional (*C. brachyurus, L. vetulus, H. yagouaroundi, L. guttulus, P. concolor* e *D. tajacu*).

A curva acumulada de espécies ainda não apresentou tendência a estabilização, indicando que novas amostragem podem adicionar um número maior de espécies para a área. A não estabilização da curva do coletor para a assembleia de mamíferos é um evento comum, e pode estar ligada à distribuição agregada das espécies, bem como à raridade de vários táxons. As 25 espécies confirmadas através do estudo, de acordo com a curva estimada, representam 74,6% dos táxons estimados para a ocorrência na área do empreendimento, caracterizando o esforço aplicado como satisfatório.

Os dados primários demonstraram um predomínio de espécies que suportam algum tipo de alteração antrópica em seus ambientes, ou seja, apresentam baixa e média sensibilidade às mudanças antrópicas. Esses táxons conseguem suportar algumas alterações na paisagem, mas necessitam de regiões que ainda apresentem percentuais mínimos de fragmentos naturais para suprir suas necessidades ecológicas. De toda forma, a região ainda abriga espécies que apresentam alta sensibilidade as alterações humanas, representadas principalmente pelos predadores de topo de cadeia e táxons ameaçados de extinção. Assim, de acordo o diagnóstico realizado da mastofauna, é importante apontar a relevância conservacionista que a área de estudo apresenta em um contexto da paisagem.

2.6.2 AVIFAUNA

2.6.2.1 INTRODUÇÃO

As aves são vertebrados facilmente detectados em campo, algumas espécies são sensíveis a impactos antrópicos, boas indicadoras de qualidade ambiental, além de existir um bom conhecimento acerca da biologia da maioria dos táxons (STOTZ *et al.*, 1996; BRANDES, 2008). Vale destacar que as aves constituem bons bioindicadores ambientais e frequentemente são utilizados para monitoramento de ambientes impactados. O grupo é diversificado, com taxonomia bem resolvida e comportamento relativamente conspícuo (VIELLIARD *et al.,* 2010), além do fato de apresentarem um grande número de endemismos, especialização de hábitat e sensibilidade em resposta às alterações ambientais (STOTZ *et al.*, 1996).

No grupo das aves, a perda da cobertura vegetal e a fragmentação de habitats são apontadas como as principais causas da extinção de espécies (FAHRIG, 1997), favorecendo os táxons mais generalistas e causando o desaparecimento ou diminuição daqueles especialistas ou sensíveis a fragmentação (MARINI & GARCIA, 2005). Além disso, a resposta das comunidades de aves frente à fragmentação de seu hábitat é uma boa ferramenta para avaliar as condições do ambiente e sua capacidade em manter a biodiversidade local (GIMENES & ANJOS, 2003). Os levantamentos faunísticos se fazem necessários, principalmente, para compreender os padrões de distribuição espacial das espécies e fornecer informações que baseiem a elaboração de medidas de minimização dos impactos ambientais.

2.6.2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.6.2.2.1 DADOS SECUNDÁRIOS

A caracterização da avifauna regional e com potencial ocorrência para a Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento foi feita com base em dados secundários, disponíveis em bibliografia técnica e científica. Buscaram-se estudos técnicos e científicos existentes no âmbito da região da Serra Azul (LOPES *et al.*, 2012; MAZZONI, 2013; MAZZONI & PERILLO, 2014). Através destes dados foi compilada e elaborada uma lista de espécies com provável ocorrência na AII do empreendimento, sendo discutidas as espécies mais relevantes do ponto de vista conservacionista e científico. Além disso, foram incluídos três pontos de amostragem na AII (AV09, AV10 e AV11) (**Tabela 2-48**).

Tabela 2-48 - Estudos consultados para composição do diagnóstico de dados secundários da avifauna.

REFERÊNCIA	TÍTULO DO ESTUDO	ANO	AUTORES
1	Aves da Serra Azul, sul da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil	2012	Lopes *et al.*
2	Efeito de curtos gradientes altitudinais e longitudinais sobre a comunidade de aves florestais do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais	2013	Mazzoni, 2013
3	The wintering distribution of the Blue-tufted Starthroat *Heliomaster furcifer* (Apodiformes: Trochilidae) in Minas Gerais, and its association with *Pyrostegia venusta* (Bignoniaceae)	2014	Mazzoni & Perillo, 2014

2.6.2.2.2 DADOS PRIMÁRIOS

a) Período de Amostragem

A primeira campanha de campo para levantamento da avifauna na área de inserção do empreendimento Mineração Morro do Ipê ocorreu entre os dias 26 de julho a 03 de agosto de 2022, contemplando a estação seca. A segunda campanha foi realizada entre os dias 28 de outubro a 05 de novembro de 2022, durante a estação chuvosa (**Tabela 2-49**).

Tabela 2-49 - Período de amostragem para coleta de dados primários na área de estudo local.

CAMPANHA AMOSTRAL	SAZONALIDADE	PERÍDO DE AMOSTRAGEM
1	Seca	26 de julho a 03 de agosto de 2022
2	Chuvosa	28 de outubro a 05 de novembro de 2022

b) Equipe Executora

A equipe de campo, responsável pela coleta dos dados, foi composta por um ornitólogo e uma bióloga que o auxiliou. Posteriormente os dados foram tratados e analisados por um biólogo com ampla experiência na área, o qual também foi o responsável pela elaboração do presente diagnóstico (**Tabela 2-50**).

Tabela 2-50 - Equipe executora das campanhas de campo da avifauna

NOME DO PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	RESPONSABILIDADE
Luiz Gabriel Mazzoni	Biólogo – Mestre em Zoologia de Vertebrados – Especialista em avifauna	Análise dos dados e Elaboração do diagnóstico
Warley Bruce	Biólogo – Especialista em avifauna	Coleta de dados em campo
Camila Gomes Siqueira Montalvão	Bióloga	Coleta de dados em campo – Auxiliar de campo

c) Métodos Amostrais Aplicados

A coleta de dados primários nas estações de amostragem foi realizada utilizando-se três (3) métodos distintos e complementares, a saber: Censos por Pontos de Escuta, Amostragem por Listas de Mackinnon e Captura com Redes de Neblina. Salienta-se que, conforme Mazzoni (2013), a adoção de diferentes métodos permite acessar informações mais acuradas a respeito da riqueza e da abundância de espécies, sendo uma ferramenta de grande importância para inventários e monitoramentos de avifauna.

Censos por Pontos de Escuta

Conforme relatado por Bibby *et al.* (1998), Cavarzere *et al.* (2012) e Vielliard *et al.* (2010), o censo por pontos de escuta é um dos métodos mais amplamente aplicados em estudos com aves na região Neotropical. Este método consiste na contagem das aves dentro de limite de tempo estabelecido pelo pesquisador, a partir de estações fixas, separadas por distância pré-determinada. Segundo Bibby *et al.* (1998), Gregory *et al.* (2004), O'dea *et al.* (2004) e Vielliard *et al.* (2010), além de ser útil para o levantamento das aves, o censo por pontos de escuta é muito eficaz para a geração de estimativas de abundância das espécies, sobretudo de *taxa* gregários ou espécies que ocorrem em bandos.

Dessa forma, foram demarcados 32 pontos de escuta ao longo da ADA, AID e AII espaçados em, no mínimo, 200 m, o que, segundo Bibby *et al.* (1998), Gregory *et al.* (2004) e Vielliard *et al.* (2010), diminui a chance de recontagem de indivíduos. O tempo de permanência nos pontos foi de 10 minutos, período considerado por muitos autores

como adequado para registrar um número relevante de espécies (adaptado de BIBBY *et al.*, 1998; GREGORY *et al.*, 2004; O'DEA *et al.*, 2004; VIELLIARD *et al.*, 2010), incluindo táxons endêmicos e ameaçados de extinção (CAVARZERE *et al.*, 2012). Durante os 10 minutos foram registradas todas as espécies de aves observadas e/ou ouvidas, e o número estimado de indivíduos de cada espécie.

Lista de Mackinnon

O método de Listas de Mackinnon consiste no registro contínuo das aves em listas com determinado número de espécies durante as amostragens nas quais apenas a presença da espécie é registrada, não sendo anotado o número de indivíduos, tomando-se o cuidado de não repetir espécies em uma mesma lista (RIBON, 2010). Embora o método original, descrito por Mackinnon e Phillips (1993), preveja a utilização de listas de 20 espécies, no presente estudo foram adotadas listas de 10 espécies, conforme proposto por Herzog *et al.* (2002). Segundo Ribon (2010), as listas de 10 espécies permitem o aumento da unidade amostral, além de reduzir as chances de se registrar a mesma espécie em uma lista mais de uma vez.

Neste contexto, as Listas de Mackinnon foram compiladas antes, durante e após a realização dos censos por pontos de escuta, conforme O'Dea *et al.* (2004), que sugerem uma conjunção entre estes métodos.

Captura com Redes de Neblina

De forma complementar aos demais métodos, também foi realizada a captura com redes de neblina. Este método permite a obtenção de informações como dados biológicos (*e.g.*, presença de ectoparasitas, muda, placa de incubação) e morfométricos (como o peso e o comprimento total), além de possibilitar o registro de espécies pouco conspícuas e de difícil observação (ROOS, 2010). Foram selecionados três (3) pontos em ambiente florestal, onde foram instaladas baterias com 10 redes de neblina ("mist-net") de 12 m de comprimento x 3 m de altura (36 m² de área) e malha de 20 mm, totalizando 120 m sequenciais em cada ponto. As baterias foram instaladas em trilhas ou estradas pré-existentes, quando possível, ou em picadas abertas pelos auxiliares de campo, com comprimento suficiente para abrigá-las.

As redes foram abertas por um período de cinco (5) horas, a partir das primeiras horas da manhã, e vistoriadas a cada 30 minutos, visando diminuir o estresse gerado pela permanência dos indivíduos capturados, além de reduzir sua exposição direta ao sol. As redes foram sempre instaladas no dia anterior, ficando fechadas até o momento da execução do método, quando eram abertas.

O esforço de captura, medido pela fórmula **E = área x h x n**, onde **E** é o esforço de captura, **área** é a área de cada rede, **h** é o tempo de exposição e **n** é o número de redes (ROOS, 2010), foi de 1.800 h.m² por ponto/área amostral (36 m² x 5 horas x 10 redes), de 5.400 h.m² (3 pontos de instalação de redes) por campanha e 10.800 h.m² total.

Em caso de eventuais identificações duvidosas, recorreu-se ao auxílio de bibliografia especializada, dentre elas: Erize *et al.* (2006), Grantsau (2010a, 2010b), Peña e Rumboll (1998), Ridgely e Tudor (1994) e van Perlo (2009).

As atividades de captura por rede de neblina foram respaldadas pela autorização para manejo de fauna número SPP, 14/2022, vinculado ao processo SEI 2100.01.0024368/2022-24, emitida pela SEMAD.

Figura 2-131 – Observação de espécimes com auxílio de binóculos.

Figura 2-132 – Observação de espécimes com auxílio de binóculos.

Figura 2-133 – Realização de playback para confirmação visual da identificação.

Figura 2-134 – Gravação de vocalizações para posterior identificação e arquivamento.

Figura 2-135 – Documentação fotográfica dos espécimes.

Figura 2-136 – Documentação fotográfica dos espécimes.

Figura 2-137 – Montagem das redes de neblina para captura dos espécimes.

Figura 2-138 – Montagem das redes de neblina para captura dos espécimes.

Figura 2-139 – Montagem das redes de neblina para captura dos espécimes.

Figura 2-140 – Retirada de ave capturada em rede de neblina.

Complementarmente, foi utilizada a técnica do *Playback*, que consiste na reprodução da vocalização de uma espécie com o intuito de confirmar a sua identificação visual. As espécies que possuem comportamento territorialista respondem bem ao seu canto, aproximando-se do emissor do som, especialmente durante a estação reprodutiva.

Em caso de eventuais identificações duvidosas, recorreu-se ao auxílio de bibliografia especializada, dentre elas: Erize *et al.* (2006), Grantsau (2010a, 2010b), Peña e Rumboll (1998), Ridgely e Tudor (1994) e van Perlo (2009).

Os espécimes foram identificados por visualização, com auxílio de binóculos (Nikon Monarch 8 x 32 mm), e pelo reconhecimento de suas vocalizações características. Sempre que possível foram feitos registros fotográficos (câmera Lumix FZ1000) e gravações (gravador digital profissional Tascam DR-40 acoplado a um microfone direcional Sennheiser ME66) dos indivíduos.

d) Esforço Amostral

O esforço amostral despendido para o levantamento da avifauna foi de oito horas de trabalho diárias, totalizando aproximadamente 72 horas de amostragem por campanha

e 144 horas no total. As amostragens foram realizadas ao amanhecer – período de maior atividade das aves (VIELLIARD *et al.*, 2010). Os pontos de escuta foram realizados somente no período da manhã e as listas de Mackinnon tiveram início antes do amanhecer, no período crepuscular, buscando-se assim o registro de espécies de aves noturnas como corujas, urutaus e bacuraus.

Os profissionais permaneceram 10 minutos em cada ponto de escuta, registrando em planilhas digitais todas as espécies de aves observadas e/ou ouvidas e o número estimado de indivíduos de cada espécie. As Listas de Mackinnon foram compiladas antes, durante e após a realização dos pontos de escuta, conforme recomendação de O'dea *et al.* (2004) (**Tabela 2-51**).

Tabela 2-51 - Esforço amostral realizado no diagnóstico ambiental da Avifauna.

MÉTODO	PERÍODO SAZONAL	ESFORÇO POR ÁREA AMOSTRAL	ÁREA AMOSTRAL	ESFORÇO TOTAL
Rede de Neblina	Seco	1.800 h.m²	03 áreas	5.400 h.m²
	Chuvoso	1.800 h.m²	03 áreas	5.400 h.m²
	Total	**1.800 h.m²**	**06 áreas**	**10.800 h.m²**
Ponto de Escuta	Seco	10 minutos	32 áreas	5 horas e 30 minutos
	Chuvoso	10 minutos	32 áreas	5 horas e 30 minutos
	Total	**10 minutos**	**64 áreas**	**11 horas**
Lista de Mackinnon	Seco	NA	32 áreas	NA
	Chuvoso	NA	32 áreas	NA
	Total	**NA**	**64 áreas**	**NA**

e) Pontos Amostrais

Para a amostragem da avifauna, foram utilizados 32 pontos de amostragem por meio de ponto de escuta e Lista de Mackinnon, distribuídos de forma a cobrir a área designada para o empreendimento e seu entorno, além de representar as diferentes fitofisionomias que ocorrem na região. Adicionalmente foram marcados três (3) pontos para instalação das redes de neblina. Os pontos foram demarcados com auxílio de GPS (modelo Garmin GPSMap 64S) equipado com uma imagem de satélite de alta resolução BirdsEyeTM, auxiliado por um smartphone com uso do aplicativo Alpine Quest Off-Road Explorer ProTM. A descrição e as coordenadas de cada ponto amostral são apresentadas na

Tabela 2-52 e **Figura 2-141** a **Figura 2-147**

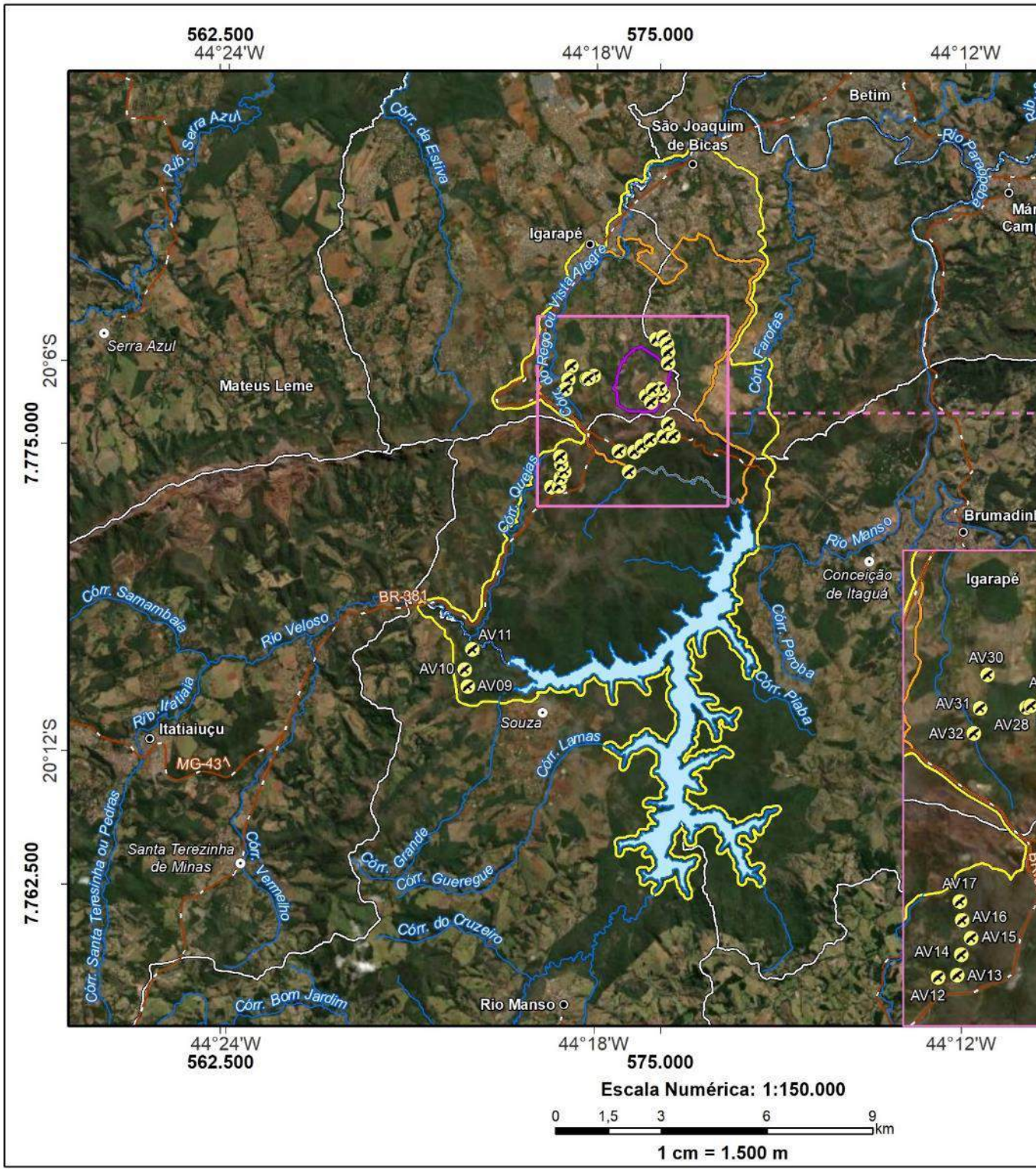


Figura 2-147.

Tabela 2-52 - Pontos amostrados durante as campanhas de inventariamento da avifauna.

MÉTODO APLICADO	PONTO	COORDENADAS – UTM		DESCRIÇÃO DO PONTO	CAMPANHA
		X	Y		
PE / LM	AV01	573869	7774791	Floresta estacional semidecidual	Seca e chuvosa
PE / LM	AV02	574127	7774187	Floresta estacional semidecidual	Seca e chuvosa
PE / LM	AV03	574271	7774757	Floresta estacional semidecidual	Seca e chuvosa
PE / LM	AV04	574478	7774927	Floresta estacional semidecidual	Seca e chuvosa
PE / LM	AV05	574722	7775098	Floresta estacional semidecidual	Seca e chuvosa
PE / LM	AV06	575094	7775210	Floresta estacional semidecidual	Seca e chuvosa
PE / LM	AV07	575381	7775208	Floresta estacional semidecidual	Seca e chuvosa
PE / LM	AV08	575224	7775555	Antiga área de cava com vegetação em regeneração	Seca e chuvosa
PE / LM	AV09	569539	7768090	Cerrado	Seca e chuvosa
PE / LM	AV10	569448	7768571	Cerrado	Seca e chuvosa
PE / LM	AV11	569661	7769150	Cerrado	Seca e chuvosa
PE / LM	AV12	571911	7773760	Cerrado / Área antropizada	Seca e chuvosa
PE / LM	AV13	572128	7773783	Floresta estacional semidecidual / Área antropizada	Seca e chuvosa
PE / LM	AV14	572174	7774020	Floresta estacional semidecidual / Área antropizada	Seca e chuvosa
PE / LM	AV15	572285	7774204	Cerrado / Área antropizada	Seca e chuvosa
PE / LM	AV16	572185	7774410	Cerrado / Área antropizada	Seca e chuvosa
PE / LM	AV17	572161	7774625	Cerrado / Área antropizada	Seca e chuvosa

MÉTODO APLICADO	PONTO	COORDENADAS – UTM		DESCRIÇÃO DO PONTO	CAMPANHA
		X	Y		
PE / LM	AV18	575097	7776366	Floresta estacional semidecidual / Área antropizada	Seca e chuvosa
PE / LM	AV19	574996	7776550	Floresta estacional semidecidual / Área antropizada	Seca e chuvosa
PE / LM	AV20	574785	7776527	Floresta estacional semidecidual / Área antropizada	Seca e chuvosa
PE / LM	AV21	574607	7776347	Floresta estacional semidecidual / Área antropizada	Seca e chuvosa
PE / LM	AV22	574745	7776170	Floresta estacional semidecidual / Área antropizada	Seca e chuvosa
PE / LM	AV23	574900	7777965	Cerrado / Área antropizada	Seca e chuvosa
PE / LM	AV24	575094	7778021	Área antropizada	Seca e chuvosa
PE / LM	AV25	575191	7777820	Cerrado / Área antropizada	Seca e chuvosa
PE / LM	AV26	575222	7777588	Cerrado / Área antropizada	Seca e chuvosa
PE / LM	AV27	575224	7777279	Cerrado / Área antropizada	Seca e chuvosa
PE / LM	AV28	572917	7776830	Floresta estacional semidecidual	Seca e chuvosa
PE / LM	AV29	573122	7776918	Floresta estacional semidecidual	Seca e chuvosa
PE / LM	AV30	572477	7777198	Floresta estacional semidecidual / Pastagem	Seca e chuvosa
PE / LM	AV31	572390	7776815	Floresta estacional semidecidual / Pastagem	Seca e chuvosa
PE / LM	AV32	572318	7776535	Floresta estacional semidecidual / Pastagem	Seca e chuvosa
RN	RN01	573833	7774771	Floresta estacional semidecidual	Seca e chuvosa

MÉTODO APLICADO	PONTO	COORDENADAS – UTM		DESCRIÇÃO DO PONTO	CAMPANHA
		X	Y		
RN	RN02	572966	7776847	Floresta estacional semidecidual	Seca e chuvosa
RN	RN03	574795	7776530	Floresta estacional semidecidual	Seca e chuvosa

Figura 2-141 – Pasto sujo presente na área amostral.

Figura 2-142 – Ambiente antropizado presente na área amostral.

Figura 2-143 – Cerrado presente na área amostral.

Figura 2-144 – Cerrado presente na área amostral.

Figura 2-145 – Floresta estacional semidecidual presente na área amostral.

Figura 2-146 – Floresta estacional semidecidual presente na área amostral.

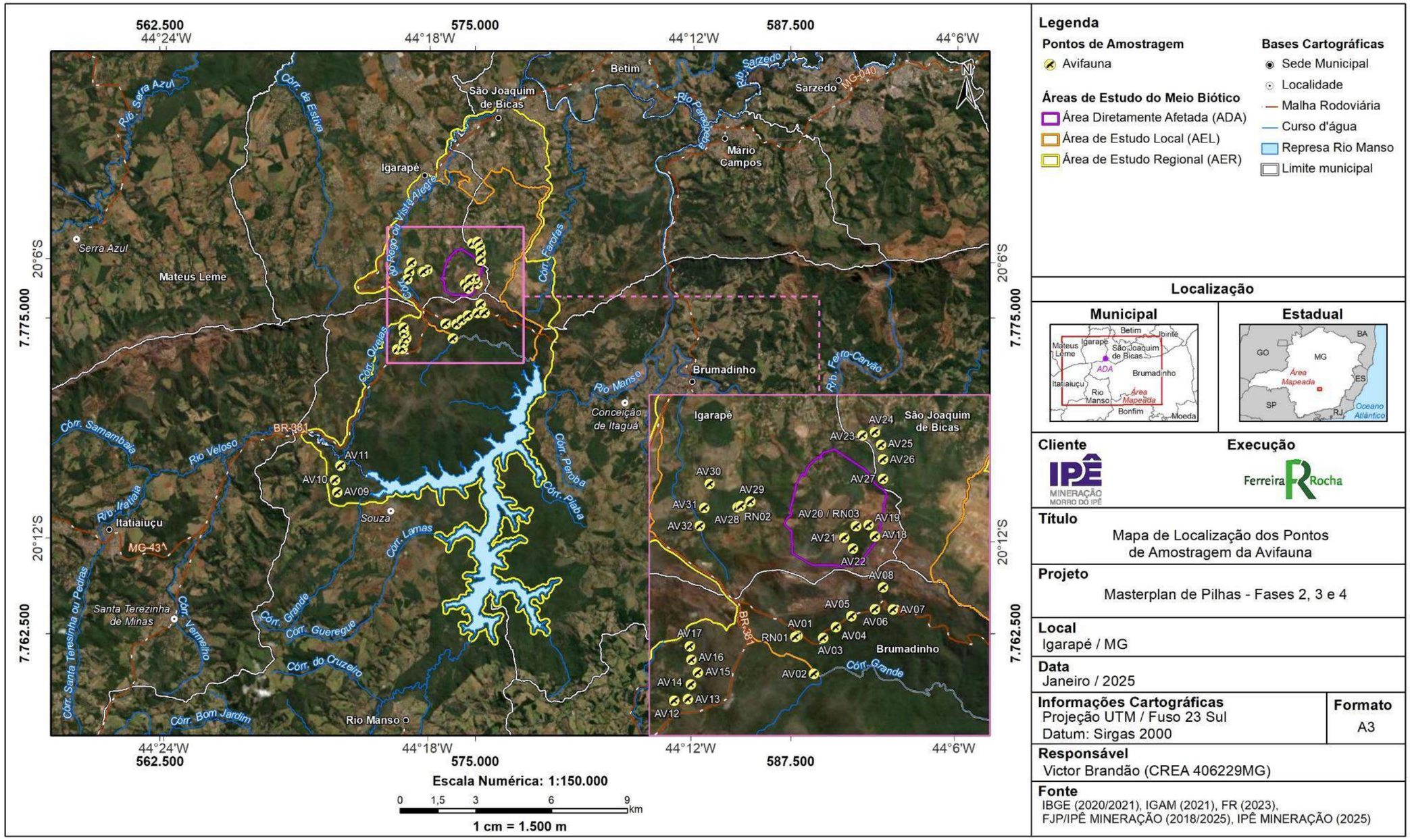


Figura 2-147 - Espacialização dos pontos amostrados durante as campanhas de levantamento da avifauna.

f) Triagem e Marcação

Os indivíduos capturados pelo método de redes de neblina foram cuidadosamente retirados das redes, identificados e fotografados, como forma de respaldar o registro. Em seguida foram tomados seus dados biológicos (sexo, idade, presença de gordura, placa de incubação e presença de parasitas) e morfométricos (comprimento total e peso). Após a aferição dos dados biométricos, os espécimes foram soltos no próprio ambiente de captura. Ressalta-se que os indivíduos não foram marcados.

g) Classificação, identificação das espécies e status de ameaça

As espécies foram classificadas de acordo com a dependência de ambientes florestais (adaptado de SILVA, 1995), sendo divididas nas três categorias a seguir:

- Independente: Espécies que ocorrem predominantemente em vegetação aberta (e.g. campo hidromórfico, campo limpo, campo sujo, campo cerrado, cerrado *stricto sensu*, campos rupestres e pastagens).
- Semidependente: Espécies que ocorrem em vegetação aberta, florestas e ambientes aquáticos.
- Dependente: Espécies encontradas principalmente em habitats florestais (e.g. floresta estacional semidecidual, matas ciliares, matas de galeria e capoeiras).

Quanto ao hábito alimentar (MOTTA-JÚNIOR, 1990; SICK, 1997; LOPES *et al.*, 2005; TELINO-JÚNIOR *et al.*, 2005; DEL HOYO *et al.*, 2020), as espécies foram classificadas nas seguintes guildas tróficas:

- Insetívoros: Predomínio de insetos e outros artrópodes na dieta.
- Inseto-carnívoros: Insetos, outros artrópodes e pequenos vertebrados, em proporções similares.
- Onívoros: Insetos/artrópodes, pequenos vertebrados, frutos e/ou sementes.
- Frugívoros: Predomínio de frutos na dieta.
- Granívoros: Predomínio de grãos na dieta.
- Nectarívoros: Predomínio de néctar, complementado por pequenos insetos/artrópodes.
- Carnívoros: Predomínio de vertebrados vivos e/ou mortos na dieta, incluindo a classe Piscívora (predomínio de peixes).

Para fins de padronização, durante a coleta de dados, os ambientes de registro das espécies foram definidos da seguinte forma:

- Fitofisionomias florestais: ambientes florestais, incluindo matas ciliares e floresta estacional semidecidual.

- Fitofisionomias campestres e cerrado: inclui as formações savânicas presentes na área de estudo, como campo sujo, campo cerrado, campo limpo e cerrado sentido restrito.

As espécies também foram categorizadas quanto ao grau de sensibilidade a perturbações antrópicas (segundo STOTZ *et al.*, 1996), sendo classificadas como de baixa, média ou alta sensibilidade.

A nomenclatura científica e popular adotada está de acordo com a mais recente lista de Aves do Brasil, publicada pelo CBRO - Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (PACHECO *et al.*, 2021). Para a consulta do status de conservação das espécies foi utilizada, em nível nacional, a Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção, publicada pela Portaria MMA nº. 148, de 7 de junho de 2022 (MMA, 2022). Ademais, para análise do status de conservação em nível internacional, foram verificados os dados providos por IUCN (2022), em sua versão 2022-1.

O status de endemismo das espécies foi definido com base em bibliografia especializada, a saber:

- Endêmicas do domínio fitogeográfico da Mata Atlântica (RIDGELY & TUDOR, 1994; BROOKS *et al.*, 1999);
- Endêmicas do domínio fitogeográfico do Cerrado (SILVA & BATES, 2002; SILVA & SANTOS, 2005);
- Endêmicas dos topos de montanhas do leste do Brasil (VASCONCELOS & RODRIGUES, 2010);
- Restritas ao território político brasileiro (PACHECO *et al.*, 2021).

Para definir os táxons de interesse comercial, foram consideradas aves cinegéticas aquelas que possuem valor de caça e alimentação para subsistência, e como xerimbabos, aquelas que possuem valor de criação ou comercialização. Devido à escassez de literatura específica sobre este tema, esta classificação foi feita com base no conhecimento prévio do técnico, amparado por estudos disponíveis (GOGLIATH *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2014).

As espécies foram definidas como migratórias internacionais ou residentes de acordo com PACHECO *et al.* (2021). Contudo, para táxons que realizam deslocamentos regionais sazonalmente dentro do território brasileiro, que são parcialmente migratórios, ou que possuem outros movimentos e rotas ainda pouco conhecidos, foram consultadas bibliografias diversas (CHESSER, 1994; SICK, 1997; SILVA, 1999; VASCONCELOS *et al.*, 2003; MAZZONI & PERILLO, 2014; JANH *et al.*, 2016; SOMENZARI *et al.*, 2018; DEL HOYO *et al.*, 2020; DEGROOTE *et al.*, 2020). Neste sentido, foram adotadas as proposições de Somenzari *et al.* (2018), que definem 4 grupos: espécies migratórias (MGT), cujas populações se deslocam dos seus locais de reprodução de maneira regular e sazonal, retornando posteriormente para a próxima temporada reprodutiva; parcialmente migratórias (MPR), cujas populações são parte migratórias e parte residentes; residentes (RES), ou seja, espécies sedentárias que ocupam a mesma área ao longo do ano; vagantes (VAG), táxon com ocorrência localizada ou ocasional no território brasileiro, em sua maior parte com registros de indivíduos isolados.

h) Análise de Dados

Os dados coletados nos pontos de escuta foram tabulados em planilhas digitais e analisados por meio do programa PAST versão 4.05 (HAMMER *et al.*, 2001). Para o cálculo da diversidade α (*alpha*) foi utilizado o índice de diversidade de Shannon (H'), que fornece uma relação entre a riqueza de espécies e suas abundâncias relativas (MAGURRAN, 1988; 2013). Este índice mede o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido aleatoriamente em uma amostra, sendo que a diversidade tende a ser mais alta quanto maior o valor do mesmo (URAMOTO *et al.*, 2005).

Também foram calculados os índices de equitabilidade (índice de Pielou – J), que permite verificar a distribuição do número de indivíduos pelas espécies registradas, e o índice de dominância de Simpson (D), que reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie (URAMOTO *et al.*, 2005).

Através do programa EstimateS 9.0 (COLWELL, 2013) foi traçada a curva do coletor e calculado o estimador não-paramétrico de riqueza *Jackknife* de 1ª ordem. O *Jackknife* de 1ª ordem é uma função do número de espécies que ocorre em somente uma amostra, ou seja, espécies únicas, e sua fórmula pode ser definida como (HELTSHE & FORRESTER, 1983):

$$y^0 + \left(\frac{n-1}{n}\right)k.$$

Onde y^0 representa o número de espécies encontrado em todas as amostras; n representa o número de amostras; e k representa o número de espécies únicas, ou seja, presentes em apenas uma amostra. Para confecção da curva foram consideradas amostras as listas de Mackinnon, randomizadas 100 vezes.

A abundância relativa das espécies foi obtida através do cálculo do Índice Pontual de Abundância (IPA). O IPA corresponde ao número total de contatos obtidos para determinada espécie dividido pelo número total de amostras. Cada contato de uma amostra corresponde à ocupação de um território ou presença de um indivíduo ou grupo no raio de detecção da espécie no ponto (VIELLIARD & SILVA, 1990; VIELLIARD *et al.,* 2010), e cada amostra correspondeu à realização de um ponto de escuta de 10 minutos de duração. O IPA indica a abundância da espécie em função do seu coeficiente de detecção, sendo um valor relativo que permite comparações entre medidas da mesma espécie (em locais ou períodos diferentes) ou de conjuntos equivalentes de espécies (entre comunidades semelhantes) (VIELLIARD & SILVA, 1990; VIELLIARD *et al.,* 2010).

Para se obter a frequência de ocorrência de cada espécie na área de estudo foi calculado o Índice de Frequência nas Listas (IFL), dividindo-se o número de listas de 10 espécies em que cada espécie ocorreu pelo número total de listas obtido. O IFL foi expresso em porcentagem (%). Assume-se que quanto mais comum for uma espécie

mais vezes ela será registrada, em mais listas ela aparecerá e maior será seu IFL (RIBON, 2010).

2.6.2.3 RESULTADOS

2.6.2.3.1 DADOS SECUNDÁRIOS

Após a compilação dos dados secundários foram obtidos registros de 266 espécies de aves para a região, distribuídas em 54 famílias. As famílias mais bem representadas foram Tyrannidae com 41 espécies, seguida por Thraupidae com 32 e Furnariidae com 15 espécies (**Tabela 2-54**).

Do total de espécies registradas, 41 são consideradas endêmicas da Mata Atlântica, a exemplo do murucututu-de-barriga-amarela (*Pulsatrix koeniswaldiana*), da juruva-verde (*Baryphthengus ruficapillus*), do cuitelão (*Jacamaralcyon tridactyla*), do barbudo-rajado (*Malacoptila striata*) e do pica-pau-rei (*Campephilus robustus*). Seis espécies são endêmicas do Cerrado (SILVA, 1997), como o soldadinho (*Antilophia galeata*), a gralha-do-campo (*Cyanocorax cristatellus*) e o bico-de-pimenta (*Saltatricula atricollis*) e apenas um táxon, o rabo-mole-da-serra (*Embernagra longicauda*), é endêmico dos topos de montanhas do leste do Brasil (VASCONCELOS & RODRIGUES, 2010).

Dentre as espécies registradas por meio da compilação de dados secundários, sete táxons encontram-se listados em alguma categoria de ameaça ou quase ameaça (**Tabela 2-53**).

Tabela 2-53 - Espécies de avifauna registradas nos dados secundários e que se encontram ameaçadas de extinção.

ESPÉCIE	NOME EM PORTUGUÊS	ESTUDO REFERÊNCIA	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Penelope superciliaris	jacupemba	3			NT
Spizaetus ornatus	gavião-de-penacho	1	EN		NT
Jacamaralcyon tridactyla	cuitelão	1			NT
Drymophila ochropyga	choquinha-de-dorso-vermelho	3			NT
Phylloscartes eximius	barbudinho	1			NT
Porphyrospiza caerulescens	campainha-azul	1			NT
Sporophila frontalis	pixoxó	3	EN	VU	VU

Legenda: Estudo Referência: 1 - Lopes et al., 2012, 2 – Mazzoni & Perillo, 2014; 3 – Mazzoni, 2013. EN – em perigo, VU – vulnerável, QA – quase ameaçado, DD – deficiente em dados, Listas consultadas: IUCN (2022 – versão 2022-1); MMA (2022), COPAM (2010).

Tabela 2-54 - Espécies da avifauna com potencial ocorrência na região do projeto.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME EM PORTUGUÊS	ESTUDO REFERÊNCIA	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus obsoletus*	inhambuguaçu	1, 3				
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus parvirostris*	inhambu-chororó	1				
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus tataupa*	inhambu-chintã	1				
Anseriformes	Anatidae	*Sarkidiornis sylvicola*	pato-de-crista	1				
Galliformes	Cracidae	*Penelope superciliaris*	jacupemba	3				NT
Galliformes	Cracidae	*Penelope obscura*	jacuguaçu	1				
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	pombo-doméstico	1				
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas picazuro*	pomba-asa-branca	1				
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas cayennensis*	pomba-galega	1, 3				
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas plumbea*	pomba-amargosa	1, 3				
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	juriti-pupu	1, 3				
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila rufaxilla*	juriti-de-testa-branca	3				
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida auriculata*	avoante	1				
Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	rolinha-roxa	1				
Columbiformes	Columbidae	*Columbina squammata*	rolinha-fogo-apagou	1				
Cuculiformes	Cuculidae	*Guira guira*	anu-branco	1				
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga ani*	anu-preto	1				
Cuculiformes	Cuculidae	*Tapera naevia*	saci	1				
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	alma-de-gato	1, 3				

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME EM PORTUGUÊS	ESTUDO REFERÊNCIA	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Nyctibiiformes	Nyctibiidae	*Nyctibius griseus*	urutau	1				
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctiphrynus ocellatus*	bacurau-ocelado	1, 3				
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	bacurau	1, 3				
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Hydropsalis longirostris*	bacurau-da-telha	1				
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Hydropsalis torquata*	bacurau-tesoura	1				
Apodiformes	Apodidae	*Streptoprocne zonaris*	taperuçu-de-coleira-branca	1				
Apodiformes	Apodidae	*Streptoprocne biscutata*	taperuçu-de-coleira-falha	1				
Apodiformes	Apodidae	*Chaetura meridionalis*	andorinhão-do-temporal	1				
Apodiformes	Trochilidae	*Florisuga fusca*	beija-flor-preto	3				
Apodiformes	Trochilidae	*Phaethornis ruber*	rabo-branco-rubro	3				
Apodiformes	Trochilidae	*Phaethornis pretrei*	rabo-branco-acanelado	1, 3				
Apodiformes	Trochilidae	*Colibri serrirostris*	beija-flor-de-orelha-violeta	1				
Apodiformes	Trochilidae	*Heliomaster squamosus*	bico-reto-de-banda-branca	1	BR			

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME EM PORTUGUÊS	ESTUDO REFERÊNCIA	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Apodiformes	Trochilidae	*Heliomaster furcifer*	bico-reto-azul	2				
Apodiformes	Trochilidae	*Calliphlox amethystina*	estrelinha-ametista	1, 3				
Apodiformes	Trochilidae	*Chlorostilbon lucidus*	besourinho-de-bico-vermelho	1, 3				
Apodiformes	Trochilidae	*Thalurania furcata*	beija-flor-tesoura-verde	1, 3				
Apodiformes	Trochilidae	*Eupetomena macroura*	beija-flor-tesoura	1				
Apodiformes	Trochilidae	*Aphantochroa cirrochloris*	beija-flor-cinza	1, 3				
Apodiformes	Trochilidae	*Chrysuronia versicolor*	beija-flor-de-banda-branca	3				
Apodiformes	Trochilidae	*Chionomesa lactea*	beija-flor-de-peito-azul	1, 3				
Gruiformes	Rallidae	*Pardirallus nigricans*	saracura-sanã	1				
Gruiformes	Rallidae	*Aramides cajaneus*	saracura-três-potes	1				
Gruiformes	Rallidae	*Aramides saracura*	saracura-do-mato	1, 3	ATL			
Charadriiformes	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	quero-quero	1				
Charadriiformes	Jacanidae	*Jacana jacana*	jaçanã	1				
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianum*	biguá	1				

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME EM PORTUGUÊS	ESTUDO REFERÊNCIA	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	garça-vaqueira	1				
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	garça-branca-grande	1				
Pelecaniformes	Ardeidae	*Syrigma sibilatrix*	maria-faceira	1				
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta thula*	garça-branca-pequena	1				
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	urubu-preto	1				
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	urubu-de-cabeça-vermelha	1				
Accipitriformes	Accipitridae	*Elanus leucurus*	gavião-peneira	1				
Accipitriformes	Accipitridae	*Leptodon cayanensis*	gavião-gato	1, 3				
Accipitriformes	Accipitridae	*Spizaetus ornatus*	gavião-de-penacho	1		EN		NT
Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter striatus*	tauató-miúdo	1				
Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter bicolor*	gavião-bombachinha-grande	1, 3				
Accipitriformes	Accipitridae	*Heterospizias meridionalis*	gavião-caboclo	1				
Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	gavião-carijó	1, 3				
Accipitriformes	Accipitridae	*Geranoaetus albicaudatus*	gavião-de-rabo-branco	1				
Accipitriformes	Accipitridae	*Geranoaetus melanoleucus*	águia-serrana	1				

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME EM PORTUGUÊS	ESTUDO REFERÊNCIA	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	gavião-de-cauda-curta	1				
Strigiformes	Tytonidae	*Tyto furcata*	suindara	1				
Strigiformes	Strigidae	*Megascops choliba*	corujinha-do-mato	1				
Strigiformes	Strigidae	*Pulsatrix koeniswaldiana*	murucututu-de-barriga-amarela	1	ATL			
Strigiformes	Strigidae	*Bubo virginianus*	jacurutu	1				
Strigiformes	Strigidae	*Strix virgata*	coruja-do-mato	1				
Strigiformes	Strigidae	*Athene cunicularia*	coruja-buraqueira	1				
Coraciiformes	Momotidae	*Baryphthengus ruficapillus*	juruva	1, 3	ATL			
Coraciiformes	Alcedinidae	*Megaceryle torquata*	martim-pescador-grande	1				
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle amazona*	martim-pescador-verde	1				
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	martim-pescador-pequeno	1				
Galbuliformes	Galbulidae	*Jacamaralcyon tridactyla*	cuitelão	1	ATL, BR			NT
Galbuliformes	Galbulidae	*Galbula ruficauda*	ariramba-de-cauda-ruiva	1				
Galbuliformes	Bucconidae	*Nonnula rubecula*	macuru	1				
Galbuliformes	Bucconidae	*Malacoptila striata*	barbudo-rajado	1	ATL, BR			

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME EM PORTUGUÊS	ESTUDO REFERÊNCIA	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Galbuliformes	Bucconidae	*Nystalus chacuru*	joão-bobo	1				
Piciformes	Ramphastidae	*Ramphastos toco*	tucanuçu	1, 3				
Piciformes	Picidae	*Picumnus cirratus*	picapauzinho-barrado	1, 3				
Piciformes	Picidae	*Melanerpes candidus*	pica-pau-branco	1				
Piciformes	Picidae	*Veniliornis passerinus*	pica-pau-pequeno	1, 3				
Piciformes	Picidae	*Campephilus robustus*	pica-pau-rei	1	ATL			
Piciformes	Picidae	*Dryocopus lineatus*	pica-pau-de-banda-branca	1				
Piciformes	Picidae	*Celeus flavescens*	pica-pau-de-cabeça-amarela	1				
Piciformes	Picidae	*Colaptes melanochloros*	pica-pau-verde-barrado	1				
Piciformes	Picidae	*Colaptes campestris*	pica-pau-do-campo	1				
Cariamiformes	Cariamidae	*Cariama cristata*	seriema	1				
Falconiformes	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	acauã	1, 3				
Falconiformes	Falconidae	*Micrastur semitorquatus*	falcão-relógio	3				
Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	carcará	1				
Falconiformes	Falconidae	*Milvago chimachima*	carrapateiro	1				
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	quiriquiri	1				
Falconiformes	Falconidae	*Falco femoralis*	falcão-de-coleira	1				

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME EM PORTUGUÊS	ESTUDO REFERÊNCIA	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Psittaciformes	Psittacidae	*Brotogeris chiriri*	periquito-de-encontro-amarelo	1				
Psittaciformes	Psittacidae	*Pionus maximiliani*	maitaca-verde	1				
Psittaciformes	Psittacidae	*Forpus xanthopterygius*	tuim	1				
Psittaciformes	Psittacidae	*Eupsittula aurea*	periquito-rei	1				
Psittaciformes	Psittacidae	*Psittacara leucophthalmus*	periquitão	1, 3				
Passeriformes	Thamnophilidae	*Formicivora serrana*	formigueiro-da-serra	1, 3	ATL, BR			
Passeriformes	Thamnophilidae	*Formicivora rufa*	papa-formiga-vermelho	1				
Passeriformes	Thamnophilidae	*Dysithamnus mentalis*	choquinha-lisa	1, 3				
Passeriformes	Thamnophilidae	*Herpsilochmus atricapillus*	chorozinho-de-chapéu-preto	1, 3				
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus torquatus*	choca-de-asa-vermelha	1				
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus caerulescens*	choca-da-mata	1, 3				
Passeriformes	Thamnophilidae	*Taraba major*	choró-boi	1				
Passeriformes	Thamnophilidae	*Mackenziaena leachii*	borralhara-assobiadora	1, 3	ATL			
Passeriformes	Thamnophilidae	*Mackenziaena severa*	borralhara	1, 3	ATL			
Passeriformes	Thamnophilidae	*Pyriglena leucoptera*	papa-taoca-do-sul	1, 3	ATL			

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME EM PORTUGUÊS	ESTUDO REFERÊNCIA	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Passeriformes	Thamnophilidae	*Drymophila ochropyga*	choquinha-de-dorso-vermelho	3	ATL, BR			NT
Passeriformes	Thamnophilidae	*Drymophila malura*	choquinha-carijó	1, 3	ATL			
Passeriformes	Melanopareiidae	*Melanopareia torquata*	meia-lua-do-cerrado	1	CE			
Passeriformes	Conopophagidae	*Conopophaga lineata*	chupa-dente	1, 3	ATL			
Passeriformes	Rhinocryptidae	*Eleoscytalopus indigoticus*	macuquinho	3	ATL, BR			
Passeriformes	Scleruridae	*Sclerurus scansor*	vira-folha	3	ATL			
Passeriformes	Dendrocolaptidae	*Sittasomus griseicapillus*	arapaçu-verde	1, 3				
Passeriformes	Dendrocolaptidae	*Xiphorhynchus fuscus*	arapaçu-rajado	1, 3	ATL			
Passeriformes	Dendrocolaptidae	*Lepidocolaptes angustirostris*	arapaçu-de-cerrado	1				
Passeriformes	Dendrocolaptidae	*Lepidocolaptes squamatus*	arapaçu-escamoso	1	ATL, BR			
Passeriformes	Xenopidae	*Xenops rutilans*	bico-virado-carijó	1, 3				
Passeriformes	Furnariidae	*Furnarius figulus*	casaca-de-couro-da-lama	1	BR			
Passeriformes	Furnariidae	*Furnarius rufus*	joão-de-barro	1				
Passeriformes	Furnariidae	*Lochmias nematura*	joão-porca	1, 3				

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME EM PORTUGUÊS	ESTUDO REFERÊNCIA	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Passeriformes	Furnariidae	*Syndactyla rufosuperciliata*	trepador-quiete	1, 3				
Passeriformes	Furnariidae	*Dendroma rufa*	limpa-folha-de-testa-baia	1, 3				
Passeriformes	Furnariidae	*Automolus leucophthalmus*	barranqueiro-de-olho-branco	1, 3	ATL			
Passeriformes	Furnariidae	*Phacellodomus rufifrons*	joão-de-pau	1				
Passeriformes	Furnariidae	*Phacellodomus ferrugineigula*	joão-botina-do-brejo	1	ATL			
Passeriformes	Furnariidae	*Anumbius annumbi*	cochicho	1				
Passeriformes	Furnariidae	*Certhiaxis cinnamomeus*	curutié	1				
Passeriformes	Furnariidae	*Synallaxis cinerascens*	pi-puí	1, 3	ATL			
Passeriformes	Furnariidae	*Synallaxis ruficapilla*	pichororé	1, 3	ATL			
Passeriformes	Furnariidae	*Synallaxis spixi*	joão-teneném	1, 3	ATL			
Passeriformes	Furnariidae	*Synallaxis albescens*	uí-pi	1				
Passeriformes	Furnariidae	*Synallaxis frontalis*	petrim	1				
Passeriformes	Pipridae	*Neopelma pallescens*	fruxu-do-cerradão	1, 3				
Passeriformes	Pipridae	*Ilicura militaris*	tangarazinho	1, 3	ATL, BR			
Passeriformes	Pipridae	*Chiroxiphia caudata*	tangará	1, 3	ATL			
Passeriformes	Pipridae	*Antilophia galeata*	soldadinho	1, 3	CE			
Passeriformes	Pipridae	*Manacus manacus*	rendeira	1				

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME EM PORTUGUÊS	ESTUDO REFERÊNCIA	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Passeriformes	Tityridae	*Schiffornis virescens*	flautim	1, 3	ATL			
Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus viridis*	caneleiro-verde	1, 3				
Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus castaneus*	caneleiro	1				
Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus polychopterus*	caneleiro-preto	1, 3				
Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus validus*	caneleiro-de-chapéu-preto	1				
Passeriformes	Platyrinchidae	*Platyrinchus mystaceus*	patinho	1, 3				
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Mionectes rufiventris*	abre-asa-de-cabeça-cinza	1	ATL			
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Leptopogon amaurocephalus*	cabeçudo	1, 3				
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Corythopis delalandi*	estalador	1, 3				
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Phylloscartes eximius*	barbudinho	1	ATL			NT
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Phylloscartes ventralis*	borboletinha-do-mato	3				
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Tolmomyias sulphurescens*	bico-chato-de-orelha-preta	1, 3				
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Todirostrum poliocephalum*	teque-teque	1, 3	ATL, BR			

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME EM PORTUGUÊS	ESTUDO REFERÊNCIA	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Poecilotriccus plumbeiceps*	tororó	1, 3				
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Myiornis auricularis*	miudinho	1, 3	ATL			
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Hemitriccus diops*	olho-falso	1	ATL			
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Hemitriccus nidipendulus*	tachuri-campainha	1, 3	ATL, BR			
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Hemitriccus margaritaceiventer*	sebinho-de-olho-de-ouro	1				
Passeriformes	Tyrannidae	*Hirundinea ferruginea*	gibão-de-couro	1				
Passeriformes	Tyrannidae	*Euscarthmus meloryphus*	barulhento	1				
Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma obsoletum*	risadinha	1, 3				
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia flavogaster*	guaracava-de-barriga-amarela	1, 3				
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia spectabilis*	guaracava-grande	1				
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia mesoleuca*	tuque	1, 3				
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia cristata*	guaracava-de-topete-uniforme	1				
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia chiriquensis*	chibum	1				
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia obscura*	tucão	1, 3				
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiopagis caniceps*	guaracava-cinzenta	1, 3				

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME EM PORTUGUÊS	ESTUDO REFERÊNCIA	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiopagis viridicata*	guaracava-de-crista-alaranjada	1, 3				
Passeriformes	Tyrannidae	*Capsiempis flaveola*	marianinha-amarela	1, 3				
Passeriformes	Tyrannidae	*Phaeomyias murina*	bagageiro	1, 3				
Passeriformes	Tyrannidae	*Phyllomyias fasciatus*	piolhinho	1, 3				
Passeriformes	Tyrannidae	*Serpophaga nigricans*	joão-pobre	3				
Passeriformes	Tyrannidae	*Serpophaga subcristata*	alegrinho	1				
Passeriformes	Tyrannidae	*Legatus leucophaius*	bem-te-vi-pirata	1				
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus swainsoni*	irré	1, 3				
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus ferox*	maria-cavaleira	1, 3				
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado	1				
Passeriformes	Tyrannidae	*Casiornis rufus*	maria-ferrugem	1, 3				
Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	bem-te-vi	1				
Passeriformes	Tyrannidae	*Machetornis rixosa*	suiriri-cavaleiro	1				
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiodynastes maculatus*	bem-te-vi-rajado	1				
Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	neinei	1, 3				
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	bentevizinho-de-penacho-vermelho	1, 3				
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus albogularis*	suiriri-de-garganta-branca	1				

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME EM PORTUGUÊS	ESTUDO REFERÊNCIA	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	suiriri	1, 3				
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus savana*	tesourinha	1				
Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonomus varius*	peitica	1, 3				
Passeriformes	Tyrannidae	*Colonia colonus*	viuvinha	1, 3				
Passeriformes	Tyrannidae	*Fluvicola nengeta*	lavadeira-mascarada	1				
Passeriformes	Tyrannidae	*Muscipipra vetula*	tesoura-cinzenta	3	ATL			
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiophobus fasciatus*	filipe	1, 3				
Passeriformes	Tyrannidae	*Cnemotriccus fuscatus*	guaracavuçu	1, 3				
Passeriformes	Tyrannidae	*Lathrotriccus euleri*	enferrujado	1, 3				
Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus cinereus*	papa-moscas-cinzento	1				
Passeriformes	Tyrannidae	*Satrapa icterophrys*	suiriri-pequeno	1				
Passeriformes	Tyrannidae	*Knipolegus lophotes*	maria-preta-de-penacho	1				
Passeriformes	Tyrannidae	*Xolmis velatus*	noivinha-branca	1				
Passeriformes	Tyrannidae	*Nengetus cinereus*	primavera	1				
Passeriformes	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	pitiguari	1, 3				
Passeriformes	Vireonidae	*Hylophilus amaurocephalus*	vite-vite-de-olho-cinza	1, 3	BR			
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo chivi*	juruviara	1, 3				
Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax cristatellus*	gralha-do-campo	1	CE			

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME EM PORTUGUÊS	ESTUDO REFERÊNCIA	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Passeriformes	Hirundinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	andorinha-pequena-de-casa	1				
Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx ruficollis*	andorinha-serradora	1				
Passeriformes	Hirundinidae	*Progne tapera*	andorinha-do-campo	1				
Passeriformes	Hirundinidae	*Tachycineta leucorrhoa*	andorinha-de-sobre-branco	1				
Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes musculus*	corruíra	1				
Passeriformes	Troglodytidae	*Cistothorus platensis*	corruíra-do-campo	1				
Passeriformes	Turdidae	*Turdus leucomelas*	sabiá-barranco	1, 3				
Passeriformes	Turdidae	*Turdus rufiventris*	sabiá-laranjeira	1, 3				
Passeriformes	Turdidae	*Turdus amaurochalinus*	sabiá-poca	1, 3				
Passeriformes	Turdidae	*Turdus subalaris*	sabiá-ferreiro	1, 3	ATL			
Passeriformes	Turdidae	*Turdus albicollis*	sabiá-coleira	1, 3				
Passeriformes	Mimidae	*Mimus saturninus*	sabiá-do-campo	1				
Passeriformes	Estrildidae	*Estrilda astrild*	bico-de-lacre	1				
Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	pardal	1				
Passeriformes	Fringillidae	*Spinus magellanicus*	pintassilgo	1				
Passeriformes	Fringillidae	*Euphonia chlorotica*	fim-fim	1, 3				
Passeriformes	Passerellidae	*Ammodramus humeralis*	tico-tico-do-campo	1				
Passeriformes	Passerellidae	*Arremon flavirostris*	tico-tico-de-bico-amarelo	1, 3	BR			

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME EM PORTUGUÊS	ESTUDO REFERÊNCIA	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Passeriformes	Passerellidae	*Zonotrichia capensis*	tico-tico	1, 3				
Passeriformes	Icteridae	*Psarocolius decumanus*	japu	1				
Passeriformes	Icteridae	*Icterus pyrrhopterus*	encontro	1				
Passeriformes	Icteridae	*Molothrus bonariensis*	chupim	1				
Passeriformes	Icteridae	*Gnorimopsar chopi*	pássaro-preto	1				
Passeriformes	Icteridae	*Chrysomus ruficapillus*	garibaldi	1				
Passeriformes	Icteridae	*Pseudoleistes guirahuro*	chupim-do-brejo	1				
Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis aequinoctialis*	pia-cobra	1				
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga pitiayumi*	mariquita	1				
Passeriformes	Parulidae	*Myiothlypis flaveola*	canário-do-mato	1, 3				
Passeriformes	Parulidae	*Myiothlypis leucoblephara*	pula-pula-assobiador	1, 3	ATL			
Passeriformes	Parulidae	*Basileuterus culicivorus*	pula-pula	1, 3				
Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga flava*	sanhaço-de-fogo	1				
Passeriformes	Cardinalidae	*Cyanoloxia brissonii*	azulão	3				
Passeriformes	Thraupidae	*Nemosia pileata*	saíra-de-chapéu-preto	1				
Passeriformes	Thraupidae	*Embernagra longicauda*	rabo-mole-da-serra	1	TM, BR			
Passeriformes	Thraupidae	*Emberizoides herbicola*	canário-do-campo	1				
Passeriformes	Thraupidae	*Porphyrospiza caerulescens*	campainha-azul	1	CE			NT

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME EM PORTUGUÊS	ESTUDO REFERÊNCIA	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Passeriformes	Thraupidae	*Hemithraupis ruficapilla*	saíra-ferrugem	1, 3	ATL, BR			
Passeriformes	Thraupidae	*Tersina viridis*	saí-andorinha	1, 3				
Passeriformes	Thraupidae	*Dacnis cayana*	saí-azul	1, 3				
Passeriformes	Thraupidae	*Saltatricula atricollis*	batuqueiro	1	CE			
Passeriformes	Thraupidae	*Saltator similis*	trinca-ferro	1, 3				
Passeriformes	Thraupidae	*Coereba flaveola*	cambacica	1, 3				
Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	tiziu	1				
Passeriformes	Thraupidae	*Trichothraupis melanops*	tiê-de-topete	1, 3				
Passeriformes	Thraupidae	*Coryphospingus pileatus*	tico-tico-rei-cinza	1				
Passeriformes	Thraupidae	*Tachyphonus coronatus*	tiê-preto	1, 3	ATL			
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila lineola*	bigodinho	1				
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila frontalis*	pixoxó	3	ATL	EN	VU	VU
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila nigricollis*	baiano	1, 3				
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila ardesiaca*	papa-capim-de-costas-cinza	1	ATL, BR			
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila caerulescens*	coleirinho	1				
Passeriformes	Thraupidae	*Thlypopsis sordida*	saí-canário	1, 3				
Passeriformes	Thraupidae	*Microspingus cinereus*	capacetinho-do-oco-do-pau	1	CE, BR			
Passeriformes	Thraupidae	*Conirostrum speciosum*	figuinha-de-rabo-castanho	1, 3				

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME EM PORTUGUÊS	ESTUDO REFERÊNCIA	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Passeriformes	Thraupidae	*Sicalis citrina*	canário-rasteiro	1				
Passeriformes	Thraupidae	*Sicalis flaveola*	canário-da-terra	1				
Passeriformes	Thraupidae	*Sicalis luteola*	tipio	1				
Passeriformes	Thraupidae	*Haplospiza unicolor*	cigarra-bambu	1	ATL			
Passeriformes	Thraupidae	*Schistochlamys ruficapillus*	bico-de-veludo	1, 3				
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis sayaca*	sanhaço-cinzento	1, 3				
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis palmarum*	sanhaço-do-coqueiro	1				
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis ornata*	sanhaço-de-encontro-amarelo	3	ATL, BR			
Passeriformes	Thraupidae	*Stilpnia cayana*	saíra-amarela	1, 3				
Passeriformes	Thraupidae	*Tangara cyanoventris*	saíra-douradinha	1, 3	ATL, BR			

Legenda: Estudo Referência: 1 - Lopes et al., 2012, 2 – Mazzoni & Perillo, 2014; 3 – Mazzoni, 2013. Endemismo: R = residente no Brasil; E = endêmico do território brasileiro; ATL = endêmico da Mata Atlântica; CE = endêmico do Cerrado. 3 Status de Ameaça: EN = em perigo; VU – vulnerável; NT = quase ameaçada; DD = deficiente em dados. Listas consultadas: Espécies Ameaçadas: IUCN (2022 – versão 2022-1); MMA (2022), COPAM (2010).

2.6.2.3.2 DADOS PRIMÁRIOS

a) Riqueza e Diversidade

Os dados coletados em campo resultaram no registro de 158 espécies de aves, distribuídas em 14 ordens e 38 famílias (

Tabela 2-56). As famílias mais bem representadas foram Tyrannidae, com 29 espécies, Thraupidae, com 20 e Trochilidae, com 11 táxons (**Figura 2-148**). Dentre os representantes da família Tyrannidae pode-se citar a maria-cavaleira (*Myiarchus ferox*), o irré (*Myiarchus swainsoni*), a maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado (*Myiarchus tyrannulus*), o bem-te-vi-rajado (*Myiodynastes maculatus*) e a guaracava-de-crista-alaranjada (*Myiopagis viridicata*).

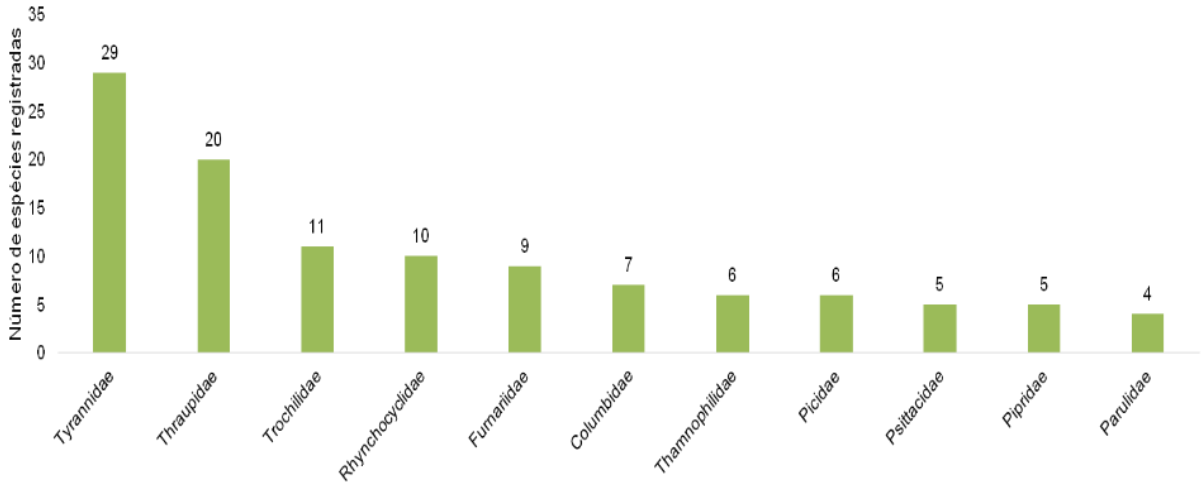


Figura 2-148 - Representatividade de espécies por famílias registradas

Em termos sazonais, a primeira campanha registrou um total de 137 espécies, das quais 42 foram exclusivas, ou seja, não registradas na campanha subsequente. Entre os registros exclusivos da primeira campanha pode-se citar o barranqueiro-de-olho-branco (*Automolus leucophthalmus*), a estrelinha-ametista (*Calliphlox amethystina*), a maria-ferrugem (*Casiornis rufus*), o pica-pau-de-cabeça-amarela (*Celeus flavescens*), o guaracavuçu (*Cnemotriccus fuscatus*), o pica-pau-verde-barrado (*Colaptes melanochloros*), o beija-flor-de-orelha-violeta (*Colibri serrirostris*) e a figuinha-de-rabo-castanho (*Conirostrum speciosum*).

A segunda campanha registrou um total de 116 espécies, sendo 21 exclusivas, como é o caso da cigarra-preta (*Asemospiza fuliginosa*), do andorinhão-do-temporal (*Chaetura meridionalis*), do beija-flor-de-garganta-verde (*Chionomesa fimbriata*), da pararu-azul (*Claravis pretiosa*), do azulão (*Cyanoloxia brissonii*), da choquinha-lisa (*Dysithamnus mentalis*), do bem-te-vi-pirata (*Legatus leucophaius*) e do gavião-gato (*Leptodon cayanensis*).

Através do uso das redes de neblina foram capturados 12 indivíduos, pertencentes a 10 espécies de aves. As espécies com o maior número de capturas foram o canário-do-

mato (*Myiothlypis flaveola*) e o tiê-preto (*Tachyphonus coronatus*), ambos com duas capturas cada. As três áreas amostrais (RN01, RN02 e RN03) obtiveram o mesmo número de capturas (n = 4 indivíduos). Somente uma espécie foi registrada exclusivamente pelo método de redes de neblina, o beija-flor-tesoura-verde (*Thalurania furcata*) (**Tabela 2-55**).

Tabela 2-55 - Lista das espécies de aves capturadas através das redes de neblina em cada área amostral durante as campanhas de amostragem.

ESPÉCIES	NOME POPULAR	RN01	RN02	RN03	TOTAL
Myiothlypis flaveola	canário-do-mato	1	1		2
Tachyphonus coronatus	tiê-preto		2		2
Lathrotriccus euleri	enferrujado	1			1
Leptopogon amaurocephalus	cabeçudo			1	1
Leptotila rufaxilla	juriti-de-testa-branca			1	1
Mionectes rufiventris	abre-asa-de-cabeça-cinza	1			1
Phaethornis pretrei	rabo-branco-acanelado			1	1
Thalurania furcata	beija-flor-tesoura-verde		1		1
Thalurania glaucopis	beija-flor-de-fronte-violeta			1	1
Trichothraupis melanops	tiê-de-topete	1			1
TOTAL DE CAPTURAS		4	4	4	12

Tabela 2-56 - Espécies da avifauna registradas durante as campanhas de inventariamento de Aves na área de estudo.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	MÉTODO	HABITAT	CAMPANHA	ENDEMISMO	CINEGÉTICA / XERIMBABO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus obsoletus*	inhambuguaçu	LM, PE	CA, FL	1, 2		Cinegética			
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus parvirostris*	inhambu-chororó	LM	CA	1		Cinegética			
Tinamiformes	Tinamidae	*Rhynchotus rufescens*	perdiz	LM	CA	1		Cinegética			
Galliformes	Cracidae	*Penelope superciliaris*	jacupemba	LM, PE	CA	2		Cinegética			NT
Galliformes	Cracidae	*Penelope obscura*	jacuguaçu	LM, PE	CA, FL	1		Cinegética			
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas picazuro*	pomba-asa-branca	LM, PE	CA, FL	1, 2		Cinegética			
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas cayennensis*	pomba-galega	LM	CA	1		Cinegética			
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas plumbea*	pomba-amargosa	LM, PE	CA, FL	1		Cinegética			
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	juriti-pupu	LM	FL	1		Cinegética			
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila rufaxilla*	juriti-de-testa-branca	LM, PE, RN	CA, FL	1, 2		Cinegética			
Columbiformes	Columbidae	*Claravis pretiosa*	pararu-azul	LM, PE	FL	2		Cinegética			
Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	rolinha-roxa	LM, PE	CA, FL	1, 2		Cinegética			
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	alma-de-gato	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Apodiformes	Apodidae	*Chaetura meridionalis*	andorinhão-do-temporal	LM, PE	CA	2					
Apodiformes	Trochilidae	*Florisuga fusca*	beija-flor-preto	LM, PE	CA	1					
Apodiformes	Trochilidae	*Phaethornis pretrei*	rabo-branco-acanelado	LM, PE, RN	CA, FL	1, 2					
Apodiformes	Trochilidae	*Colibri serrirostris*	beija-flor-de-orelha-violeta	LM, PE	CA, FL	1					
Apodiformes	Trochilidae	*Heliomaster squamosus*	bico-reto-de-banda-branca	LM, PE	CA, FL	1, 2	BR				
Apodiformes	Trochilidae	*Calliphlox amethystina*	estrelinha-ametista	LM, PE	CA	1					

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	MÉTODO	HABITAT	CAMPANHA	ENDEMISMO	CINEGÉTICA / XERIMBABO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Apodiformes	Trochilidae	*Chlorostilbon lucidus*	besourinho-de-bico-vermelho	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Apodiformes	Trochilidae	*Thalurania furcata*	beija-flor-tesoura-verde	RN	FL	1					
Apodiformes	Trochilidae	*Thalurania glaucopis*	beija-flor-de-fronte-violeta	LM, RN	FL	1	ATL				
Apodiformes	Trochilidae	*Eupetomena macroura*	beija-flor-tesoura	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Apodiformes	Trochilidae	*Chionomesa fimbriata*	beija-flor-de-garganta-verde	LM, PE	CA, FL	2					
Apodiformes	Trochilidae	*Chionomesa lactea*	beija-flor-de-peito-azul	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Theristicus caudatus*	curicaca	LM, PE	CA, FL	2					
Cathartiformes	Cathartidae	*Sarcoramphus papa*	urubu-rei	LM, PE	CA	1					
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	urubu-preto	LM, PE	FL	1, 2					
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	urubu-de-cabeça-vermelha	LM, PE	CA	1, 2					
Accipitriformes	Accipitridae	*Leptodon cayanensis*	gavião-gato	LM, PE	CA	2					
Accipitriformes	Accipitridae	*Heterospizias meridionalis*	gavião-caboclo	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	gavião-carijó	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Galbuliformes	Galbulidae	*Galbula ruficauda*	ariramba-de-cauda-ruiva	LM, PE	CA, FL	1					
Galbuliformes	Bucconidae	*Malacoptila striata*	barbudo-rajado	LM, PE	FL	2	ATL, BR				
Piciformes	Ramphastidae	*Ramphastos toco*	tucanuçu	LM, PE	CA, FL	1, 2		Xerimbabo			
Piciformes	Picidae	*Picumnus cirratus*	picapauzinho-barrado	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Piciformes	Picidae	*Veniliornis passerinus*	pica-pau-pequeno	LM, PE	CA, FL	1, 2					

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	MÉTODO	HABITAT	CAMPANHA	ENDEMISMO	CINEGÉTICA / XERIMBABO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Piciformes	Picidae	*Dryocopus lineatus*	pica-pau-de-banda-branca	LM	FL	1, 2					
Piciformes	Picidae	*Celeus flavescens*	pica-pau-de-cabeça-amarela	LM, PE	FL	1					
Piciformes	Picidae	*Colaptes melanochloros*	pica-pau-verde-barrado	LM, PE	CA, FL	1					
Piciformes	Picidae	*Colaptes campestris*	pica-pau-do-campo	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Cariamiformes	Cariamidae	*Cariama cristata*	seriema	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Falconiformes	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	acauã	LM	CA	1					
Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	carcará	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Falconiformes	Falconidae	*Milvago chimachima*	carrapateiro	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Psittaciformes	Psittacidae	*Brotogeris chiriri*	periquito-de-encontro-amarelo	LM, PE	CA, FL	1, 2		Xerimbabo			
Psittaciformes	Psittacidae	*Pionus maximiliani*	maitaca-verde	LM, PE	CA, FL	1, 2		Xerimbabo			
Psittaciformes	Psittacidae	*Forpus xanthopterygius*	tuim	LM, PE	CA, FL	1, 2		Xerimbabo			
Psittaciformes	Psittacidae	*Eupsittula aurea*	periquito-rei	LM, PE	CA, FL	1		Xerimbabo			
Psittaciformes	Psittacidae	*Psittacara leucophthalmus*	periquitão	LM, PE	CA, FL	1, 2		Xerimbabo			
Passeriformes	Thamnophilidae	*Formicivora serrana*	formigueiro-da-serra	LM, PE	CA, FL	1, 2	ATL, BR				
Passeriformes	Thamnophilidae	*Dysithamnus mentalis*	choquinha-lisa	LM	FL	2					
Passeriformes	Thamnophilidae	*Herpsilochmus atricapillus*	chorozinho-de-chapéu-preto	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus torquatus*	choca-de-asa-vermelha	LM, PE	CA	2					

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	MÉTODO	HABITAT	CAMPANHA	ENDEMISMO	CINEGÉTICA / XERIMBABO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus caerulescens*	choca-da-mata	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Thamnophilidae	*Pyriglena leucoptera*	papa-taoca-do-sul	LM, PE	CA, FL	1, 2	ATL				
Passeriformes	Conopophagidae	*Conopophaga lineata*	chupa-dente	LM, PE	FL	1	ATL				
Passeriformes	Rhinocryptidae	*Eleoscytalopus indigoticus*	macuquinho	LM, PE	FL	1	ATL, BR				
Passeriformes	Dendrocolaptidae	*Sittasomus griseicapillus*	arapaçu-verde	LM	FL	1					
Passeriformes	Dendrocolaptidae	*Lepidocolaptes angustirostris*	arapaçu-de-cerrado	LM, PE	FL	1, 2					
Passeriformes	Xenopidae	*Xenops rutilans*	bico-virado-carijó	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Furnariidae	*Furnarius figulus*	casaca-de-couro-da-lama	LM, PE	FL	1	BR				
Passeriformes	Furnariidae	*Furnarius rufus*	joão-de-barro	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Furnariidae	*Lochmias nematura*	joão-porca	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Furnariidae	*Automolus leucophthalmus*	barranqueiro-de-olho-branco	LM, PE	CA, FL	1	ATL				
Passeriformes	Furnariidae	*Phacellodomus rufifrons*	joão-de-pau	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Furnariidae	*Cranioleuca pallida*	arredio-pálido	LM, PE	CA	1	ATL, BR				
Passeriformes	Furnariidae	*Synallaxis ruficapilla*	pichororé	LM, PE	FL	1, 2	ATL				
Passeriformes	Furnariidae	*Synallaxis spixi*	joão-teneném	LM, PE	FL	1, 2	ATL				
Passeriformes	Furnariidae	*Synallaxis frontalis*	petrim	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Pipridae	*Neopelma pallescens*	fruxu-do-cerradão	LM	FL	2					
Passeriformes	Pipridae	*Ilicura militaris*	tangarazinho	LM, PE	CA, FL	1, 2	ATL, BR				

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	MÉTODO	HABITAT	CAMPANHA	ENDEMISMO	CINEGÉTICA / XERIMBABO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Passeriformes	Pipridae	*Chiroxiphia caudata*	tangará	LM, PE	CA, FL	1, 2	ATL				
Passeriformes	Pipridae	*Antilophia galeata*	soldadinho	LM, PE	CA, FL	1, 2	CE				
Passeriformes	Pipridae	*Manacus manacus*	rendeira	LM	FL	1					
Passeriformes	Platyrinchidae	*Platyrinchus mystaceus*	patinho	LM	FL	1					
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Mionectes rufiventris*	abre-asa-de-cabeça-cinza	LM, PE, RN	FL	1, 2	ATL				
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Leptopogon amaurocephalus*	cabeçudo	LM, PE, RN	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Corythopis delalandi*	estalador	LM, PE	FL	1, 2					
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Tolmomyias sulphurescens*	bico-chato-de-orelha-preta	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Todirostrum poliocephalum*	teque-teque	LM, PE	CA, FL	1, 2	ATL, BR				
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Todirostrum cinereum*	ferreirinho-relógio	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Poecilotriccus plumbeiceps*	tororó	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Myiornis auricularis*	miudinho	LM, PE	CA	1	ATL				
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Hemitriccus nidipendulus*	tachuri-campainha	LM, PE	CA, FL	1	ATL, BR				
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Hemitriccus margaritaceiventer*	sebinho-de-olho-de-ouro	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Tyrannidae	*Hirundinea ferruginea*	gibão-de-couro	LM, PE	CA, FL	1					
Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma obsoletum*	risadinha	LM, PE	CA, FL	1, 2					

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	MÉTODO	HABITAT	CAMPANHA	ENDEMISMO	CINEGÉTICA / XERIMBABO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia flavogaster*	guaracava-de-barriga-amarela	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia parvirostris*	tuque-pium	LM, PE	CA	1					
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia obscura*	tucão	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiopagis viridicata*	guaracava-de-crista-alaranjada	LM, PE	CA, FL	1					
Passeriformes	Tyrannidae	*Capsiempis flaveola*	marianinha-amarela	LM, PE	CA	1, 2					
Passeriformes	Tyrannidae	*Phaeomyias murina*	bagageiro	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Tyrannidae	*Phyllomyias fasciatus*	piolhinho	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Tyrannidae	*Serpophaga subcristata*	alegrinho	LM, PE	CA	1					
Passeriformes	Tyrannidae	*Legatus leucophaius*	bem-te-vi-pirata	LM, PE	CA	2					
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus swainsoni*	irré	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus ferox*	maria-cavaleira	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado	LM	FL	1					
Passeriformes	Tyrannidae	*Casiornis rufus*	maria-ferrugem	LM, PE	CA	1					
Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	bem-te-vi	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Tyrannidae	*Machetornis rixosa*	suiriri-cavaleiro	LM, PE	FL	1, 2					
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiodynastes maculatus*	bem-te-vi-rajado	LM, PE	CA, FL	2					
Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	neinei	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes cayanensis*	bentevizinho-de-asa-ferrugínea	LM, PE	CA, FL	1					
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	bentevizinho-de-penacho-vermelho	LM, PE	CA, FL	1, 2					

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	MÉTODO	HABITAT	CAMPANHA	ENDEMISMO	CINEGÉTICA / XERIMBABO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	suiriri	LM, PE	CA, FL	2					
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus savana*	tesourinha	LM, PE	FL	2					
Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonomus varius*	peitica	LM, PE	CA	1, 2					
Passeriformes	Tyrannidae	*Colonia colonus*	viuvinha	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Tyrannidae	*Fluvicola nengeta*	lavadeira-mascarada	LM, PE	FL	1, 2					
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiophobus fasciatus*	filipe	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Tyrannidae	*Cnemotriccus fuscatus*	guaracavuçu	LM, PE	CA	1					
Passeriformes	Tyrannidae	*Lathrotriccus euleri*	enferrujado	LM, PE, RN	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	pitiguari	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Vireonidae	*Hylophilus amaurocephalus*	vite-vite-de-olho-cinza	LM, PE	CA, FL	1, 2	BR				
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo chivi*	juruviara	LM, PE	FL	2					
Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax cristatellus*	gralha-do-campo	LM, PE	CA, FL	1, 2	CE				
Passeriformes	Hirundinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	andorinha-pequena-de-casa	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Hirundinidae	*Progne tapera*	andorinha-do-campo	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Hirundinidae	*Progne chalybea*	andorinha-grande	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes musculus*	corruíra	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Turdidae	*Turdus leucomelas*	sabiá-barranco	LM, PE	CA, FL	1, 2		Xerimbabo			
Passeriformes	Turdidae	*Turdus rufiventris*	sabiá-laranjeira	LM, PE	CA, FL	1, 2		Xerimbabo			
Passeriformes	Turdidae	*Turdus amaurochalinus*	sabiá-poca	LM, PE	CA, FL	1, 2		Xerimbabo			
Passeriformes	Mimidae	*Mimus saturninus*	sabiá-do-campo	LM, PE	CA	1		Xerimbabo			
Passeriformes	Fringillidae	*Spinus magellanicus*	pintassilgo	LM, PE	FL	2		Xerimbabo			

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	MÉTODO	HABITAT	CAMPANHA	ENDEMISMO	CINEGÉTICA / XERIMBABO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Passeriformes	Fringillidae	*Euphonia chlorotica*	fim-fim	LM, PE	CA, FL	1, 2		Xerimbabo			
Passeriformes	Passerellidae	*Arremon flavirostris*	tico-tico-de-bico-amarelo	LM, PE	CA, FL	2	BR				
Passeriformes	Passerellidae	*Zonotrichia capensis*	tico-tico	LM, PE	CA, FL	1, 2		Xerimbabo			
Passeriformes	Icteridae	*Psarocolius decumanus*	japu	LM, PE	CA, FL	2		Xerimbabo			
Passeriformes	Icteridae	*Molothrus bonariensis*	chupim	LM	FL	2		Xerimbabo			
Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis aequinoctialis*	pia-cobra	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Parulidae	*Myiothlypis flaveola*	canário-do-mato	LM, PE, RN	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Parulidae	*Myiothlypis leucoblephara*	pula-pula-assobiador	LM, PE	FL	1, 2	ATL				
Passeriformes	Parulidae	*Basileuterus culicivorus*	pula-pula	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Cardinalidae	*Cyanoloxia brissonii*	azulão	LM, PE	FL	2		Xerimbabo			
Passeriformes	Thraupidae	*Hemithraupis ruficapilla*	saíra-ferrugem	LM, PE	CA, FL	1	ATL, BR				
Passeriformes	Thraupidae	*Tersina viridis*	saí-andorinha	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Thraupidae	*Dacnis cayana*	saí-azul	LM, PE	CA, FL	1, 2		Xerimbabo			
Passeriformes	Thraupidae	*Saltator similis*	trinca-ferro	LM, PE	CA, FL	1, 2		Xerimbabo			
Passeriformes	Thraupidae	*Coereba flaveola*	cambacica	LM, PE	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Thraupidae	*Asemospiza fuliginosa*	cigarra-preta	LM, PE	FL	2					
Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	tiziu	LM, PE	CA, FL	1, 2		Xerimbabo			
Passeriformes	Thraupidae	*Trichothraupis melanops*	tiê-de-topete	LM, PE, RN	CA, FL	1, 2					
Passeriformes	Thraupidae	*Coryphospingus pileatus*	tico-tico-rei-cinza	LM, PE	CA, FL	1, 2		Xerimbabo			
Passeriformes	Thraupidae	*Tachyphonus coronatus*	tiê-preto	LM, PE, RN	CA, FL	1, 2	ATL				

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	MÉTODO	HABITAT	CAMPANHA	ENDEMISMO	CINEGÉTICA / XERIMBABO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila nigricollis*	baiano	LM, PE	CA	1, 2		Xerimbabo			
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila caerulescens*	coleirinho	LM, PE	FL	1		Xerimbabo			
Passeriformes	Thraupidae	*Conirostrum speciosum*	figuinha-de-rabo-castanho	LM	FL	1					
Passeriformes	Thraupidae	*Sicalis flaveola*	canário-da-terra	LM, PE	CA, FL	1, 2		Xerimbabo			
Passeriformes	Thraupidae	*Pipraeidea melanonota*	saíra-viúva	LM, PE	FL	1					
Passeriformes	Thraupidae	*Schistochlamys ruficapillus*	bico-de-veludo	LM, PE	CA	1, 2		Xerimbabo			
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis sayaca*	sanhaço-cinzento	LM, PE	CA, FL	1, 2		Xerimbabo			
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis palmarum*	sanhaço-do-coqueiro	LM, PE	CA, FL	1		Xerimbabo			
Passeriformes	Thraupidae	*Stilpnia cayana*	saíra-amarela	LM, PE	CA, FL	1, 2		Xerimbabo			
Passeriformes	Thraupidae	*Tangara cyanoventris*	saíra-douradinha	LM	FL	1	ATL, BR	Xerimbabo			

Legenda: Método: LM – Listas de Mackinnon; PE – Censo por Pontos de Escuta, RN – Rede de neblina. Habitat de registros: CA – ambientes campestres e cerrado, FL – ambiente florestal. Campanha: 1 – primeira campanha, 2 – segunda campanha. Espécie endêmica: ATL = Endêmica da Mata Atlântica; BR – espécie endêmica do território brasileiro. Espécie cinegética ou Xerimbabo: Indica a importância econômica e/ou alimentar do táxon. Espécies Ameaçadas: IUCN (2022 – versão 2022-1); MMA (2022), COPAM (2010); Criticamente Ameaçada; EN = Em Perigo; NT = Quase ameaçada.

Figura 2-149 - Viuvinha (*Colonia colonus*).

Figura 2-150 - Choca-da-mata (*Thamnophilus caerulescens*).

Figura 2-151 - Canário-do-mato (*Myiothlypis flaveola*).

Figura 2-152 - Tachuri-campainha (*Hemitriccus nidipendulus*).

Figura 2-153 - Tiê-preto (*Tachyphonus coronatus*).

Figura 2-154 - Juriti-de-testa-branca (*Leptotila rufaxilla*).

Figura 2-155 - Cabeçudo (*Leptopogon amaurocephalus*).

Figura 2-156 – Pula-pula (*Basileuterus culicivorus*).

Figura 2-157 - Abre-asa-de-cabeça-cinza (*Mionectes rufiventris*).

Figura 2-158 – Beija-flor-de-peito-azul (*Chionomesa lactea*).

d) Abundância e Frequência Relativa

A análise quantitativa da avifauna foi obtida através do cálculo do Índice Pontual de Abundância (IPA) e do Índice de Frequência nas Listas (IFL). O IPA foi calculado dividindo-se o número total de contatos obtidos pelo número total de amostras (cada ponto de escuta correspondeu a uma amostra), ao passo que o IFL foi obtido dividindo-se o total de listas em que determinada espécie apareceu pelo número total de listas de Mackinnon realizadas.

Ao todo foram executados 64 pontos de escuta (amostras) na área de estudo, sendo 32 pontos por campanha amostral. Foram obtidos 1.394 contatos (indivíduos), numa média de 21,7 contatos por amostra. O IPA variou de 1,14 (73 contatos) a 0,02 (1 contato). Os táxons mais abundantes no geral foram saíra-amarela (*Stilpnia cayana* – IPA 1,14), periquitão (*Psittacara leucophthalmus* – 1,08) e canário-da-terra (*Sicalis flaveola* – 0,92) (**Tabela 2-57**). É notável que os táxons mais abundantes na área de estudo são todos espécies gregárias, generalistas e ruderais, que apresentam uma ampla distribuição no território brasileiro, ocorrendo também em áreas degradadas.

Em termos sazonais, na primeira campanha foram amostrados 32 pontos de escuta e obtidos 819 contatos, em média 25,5 contatos por amostras. As aves mais abundantes na primeira campanha foram o canário-da-terra (*Sicalis flaveola*), a saíra-amarela (*Stilpnia cayana*) e o periquito-de-encontro-amarelo (*Brotogeris chiriri*).

Na segunda campanha foram amostrados os mesmos 32 pontos, sendo obtidos 575 contatos, numa média de 17,9 contatos por amostra. Os táxons mais abundantes na segunda campanha foram o periquitão (*Psittacara leucophthalmus*), o sanhaço-cinzento (*Thraupis sayaca*) e o tico-tico-rei-cinza (*Coryphospingus pileatus*).

Tabela 2-57 - Abundância relativa da avifauna, representada pelos Índices Pontuais de Abundância (IPA) obtidos no estudo.

1ª CAMPANHA		2ª CAMPANHA		TOTAL	
ESPÉCIES	IPA	ESPÉCIE	IPA	ESPÉCIE	IPA
Sicalis flaveola	1,69	*Psittacara leucophthalmus*	1,41	*Stilpnia cayana*	1,14
Stilpnia cayana	1,59	*Thraupis sayaca*	0,91	*Psittacara leucophthalmus*	1,08
Brotogeris chiriri	1,38	*Coryphospingus pileatus*	0,88	*Sicalis flaveola*	0,92
Forpus xanthopterygius	1,28	*Zonotrichia capensis*	0,75	*Coryphospingus pileatus*	0,91
Coryphospingus pileatus	0,94	*Pygochelidon cyanoleuca*	0,75	*Thraupis sayaca*	0,81
Volatinia jacarina	0,81	*Stilpnia cayana*	0,69	*Brotogeris chiriri*	0,80
Patagioenas picazuro	0,78	*Coragyps atratus*	0,66	*Forpus xanthopterygius*	0,70
Psittacara leucophthalmus	0,75	*Patagioenas picazuro*	0,56	*Patagioenas picazuro*	0,67
Thraupis sayaca	0,72	*Volatinia jacarina*	0,53	*Volatinia jacarina*	0,67
Dacnis cayana	0,72	*Basileuterus culicivorus*	0,34	*Zonotrichia capensis*	0,56
Basileuterus culicivorus	0,50	*Dacnis cayana*	0,31	*Dacnis cayana*	0,52
Pionus maximiliani	0,50	*Elaenia flavogaster*	0,31	*Basileuterus culicivorus*	0,42

Foram coligidas 103 listas de Mackinnon ao longo das duas campanhas amostrais. Com relação à frequência de ocorrência os táxons mais frequentes foram a saíra-amarela (*Stilpnia cayana*), presente em 33% das listas anotadas, seguido pela risadinha (*Camptostoma obsoletum*), sanhaço-cinzento (*Thraupis sayaca*) e corruíra (*Troglodytes musculus*) todos com uma frequência de 27,2% (**Tabela 2-58**). Assim como observado para a abundância relativa, verifica-se que os táxons mais frequentes na área de estudo são aves generalistas e ruderais, que se adaptam bem em ambientes impactados.

Tabela 2-58 - Frequência de ocorrência da avifauna, representada pelos Índices de Frequência nas Listas (IFL) obtidos no estudo.

ESPÉCIES	NOME POPULAR	IFL
Stilpnia cayana	saíra-amarela	33,0%
Camptostoma obsoletum	risadinha	27,2%
Thraupis sayaca	sanhaço-cinzento	27,2%
Troglodytes musculus	corruíra	27,2%
Zonotrichia capensis	tico-tico	26,2%
Patagioenas picazuro	pomba-asa-branca	23,3%
Basileuterus culicivorus	pula-pula	22,3%
Coereba flaveola	cambacica	21,4%
Elaenia flavogaster	guaracava-de-barriga-amarela	21,4%
Herpsilochmus atricapillus	chorozinho-de-chapéu-preto	21,4%
Saltator similis	trinca-ferro	21,4%

e) Índice de Diversidade

O índice de diversidade de Shannon foi calculado a partir dos dados coletados através do método de pontos de escuta. O valor total obtido foi de H' = 4,28. Em termos sazonais, o valor não variou significativamente entre as campanhas realizadas, sendo obtidos os valores de H' = 4,15 na primeira campanha e H' = 4,12 na segunda (**Tabela 2-59**). Estes valores podem ser considerados altos quando comparados com o intervalo esperado para estudos na região Neotropical, uma vez que Vielliard *et al.* (2010) encontraram valores de diversidade que variaram de 3,31 a 4,43 em diferentes regiões do Brasil.

O cálculo da Equitabilidade permite verificar como os indivíduos estão distribuídos entre as diferentes espécies encontradas, demonstrando se a comunidade de aves do local está ou não equilibrada (MARTINS & SANTOS, 1999). Este valor varia entre 0 (equitabilidade mínima) e 1 (equitabilidade máxima). O valor geral obtido na área de estudo é alto (J = 0,87), e demonstra uma distribuição uniforme do número de indivíduos entre as espécies registradas, sem nenhuma relação aparente de dominância de algum táxon. Da mesma forma, tais valores foram corroborados pela análise do índice de dominância de Simpson (D), cujo valor total obtido para o projeto foi de 0,02. O índice de Simpson (D) varia de 0 a 1 e quanto mais alto for, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade (URAMOTO *et al.*, 2005).

Tabela 2-59 - Índices ecológicos obtidos na área de inserção do projeto.

PARÂMETROS / ÍNDICES ECOLÓGICOS	1ª CAMPANHA	2ª CAMPANHA	TOTAL
Riqueza (total)	137	116	158
Riqueza (método pontos de escuta)	116	106	141
Amostras (pontos de escuta)	32	32	64
Contatos (indivíduos)	819	575	1394
Índice de Dominância (D)	0,02	0,03	0,02
Índice de Diversidade Shannon (H')	4,15	4,12	4,28
Equitabilidade (J)	0,87	0,88	0,87

f) Suficiência Amostral

A curva do coletor obtida a partir do método de listas de Mackinnon para as campanhas de amostragem apresentou tendência de estabilização, especialmente a curva estimada pelo *Jackknife* de 1ª ordem. Foram registradas 158 espécies na área, sendo que o *Jackknife* de 1ª ordem estimou a presença de, pelo menos, 193 táxons na área de estudo, ou seja, 82% da riqueza estimada foi efetivamente registrada, um desempenho satisfatório (**Figura 2-159** e **Tabela 2-60**). Ao se comparar os valores de riqueza obtidos neste estudo com a avifauna listada para a região por intermédio dos dados secundários consultados, verificou-se que somente 59% da avifauna com potencial ocorrência para a região foi efetivamente registrada.

É possível inferir que a região tem capacidade de abrigar um número maior de espécies de aves do que o registrado no estudo, pois mesmo as estimativas de riqueza geradas ainda ficaram aquém do potencial da mesma. Contudo, a riqueza bruta de espécies, *per se*, pode ser considerada de pouca valia para avaliar as condições ambientais de uma região, uma vez que essa variável muda de acordo com a localização e tamanho da área geográfica abordada, a época estudada, a variação de paisagens e o esforço de pesquisa (STRAUBE *et al.*, 2010). Assim, embora a curva do coletor não tenha apresentado estabilização plena, os dados obtidos podem ser considerados satisfatórios para as análises apresentadas no presente documento, pois incluem dados quantitativos e qualitativos acerca da avifauna regional, além de informações detalhadas sobre a composição de espécies.

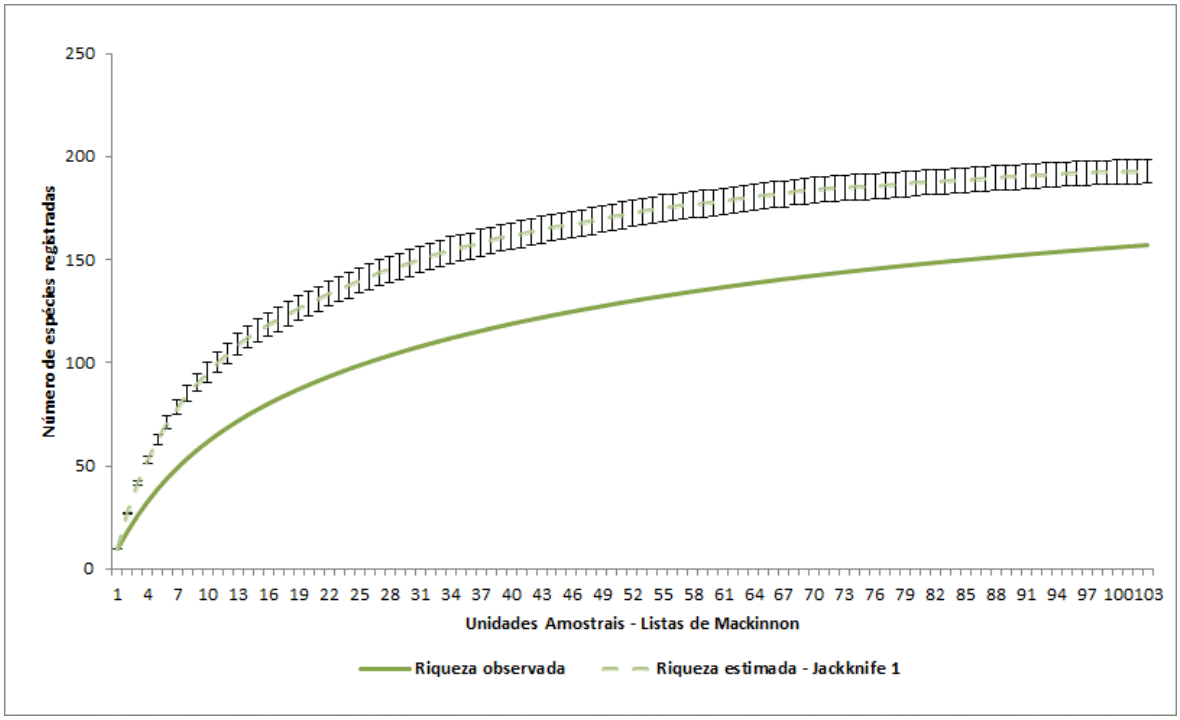


Figura 2-159 - Riqueza acumulada de espécies obtida por meio do inventário da avifauna com base no estimador *Jackknife* 1.

Tabela 2-60 - Número de espécies registradas e estimadas durante as campanhas de amostragem de avifauna. Os valores entre parênteses correspondem ao desvio-padrão.

PARÂMETROS	VALORES
Listas de Mackinnon (amostras)	103 listas
Riqueza observada	158 espécies
Riqueza estimada (Jackknife 1a ordem)	193 (± 5,8)
Riqueza estimada (Chao 2)	182 (± 10,9)
Riqueza estimada (Bootstrap)	175 (± 0,7)

g) Importância biológica da área de estudo

O complexo minerário Morro do Ipê está inserido nos municípios de Brumadinho, São Joaquim de Bicas e Igarapé, localizados na porção Sul da Cadeia do Espinhaço, área localmente conhecida como Quadrilátero Ferrífero (**Figura 2-160**). Essa região é de notável relevância não apenas por ser uma importante fonte mineral do estado de Minas Gerais, mas por abrigar um ecossistema rico em endemismos de fauna e flora. A região está sob o domínio fitogeográfico do bioma Mata Atlântica, em área de transição com o Cerrado (IBGE, 2008), o que é importante do ponto de vista da avifauna, pois os ecótonos abrigam elementos típicos da fauna dos dois ambientes. A paisagem é dominada pelas fisionomias da Mata Atlântica, principalmente florestas estacionais semideciduais, mas apresenta enclaves típicos do Cerrado (IBGE, 2008). Tanto a Mata

Atlântica quanto o Cerrado são considerados *hotspots* para a conservação, devido ao alto grau de endemismo de vertebrados e plantas e a crescente perda de sua cobertura original (MYERS *et al.,* 2000).

A área de estudo não está inserida em nenhuma área prioritária para a conservação das Aves em Minas Gerais, embora se localize próxima dos limites da área 64, Espinhaço Sul, considerada de importância biológica extrema, devido ao elevado grau de endemismos e pressões que vem sofrendo, de mineradoras, incêndios florestais e expansão imobiliária (DRUMMOND *et al.,* 2005).

Cabe destacar também que os municípios abarcam uma porção da Serra Azul, cadeia de montanhas integrante da Serra do Espinhaço. A avifauna da Serra Azul foi inventariada recentemente, sendo registrado um total de 250 espécies na região, incluindo diversos endemismos do Cerrado e da Mata Atlântica, além de táxons ameaçados de extinção (LOPES *et al.,* 2012). Além disso, os municípios estão inseridos na sub-bacia do rio Paraopeba, integrante da bacia do Rio São Francisco, para a qual já foram registradas 614 espécies de aves no estado de Minas Gerais (DINIZ *et al.*, 2012).

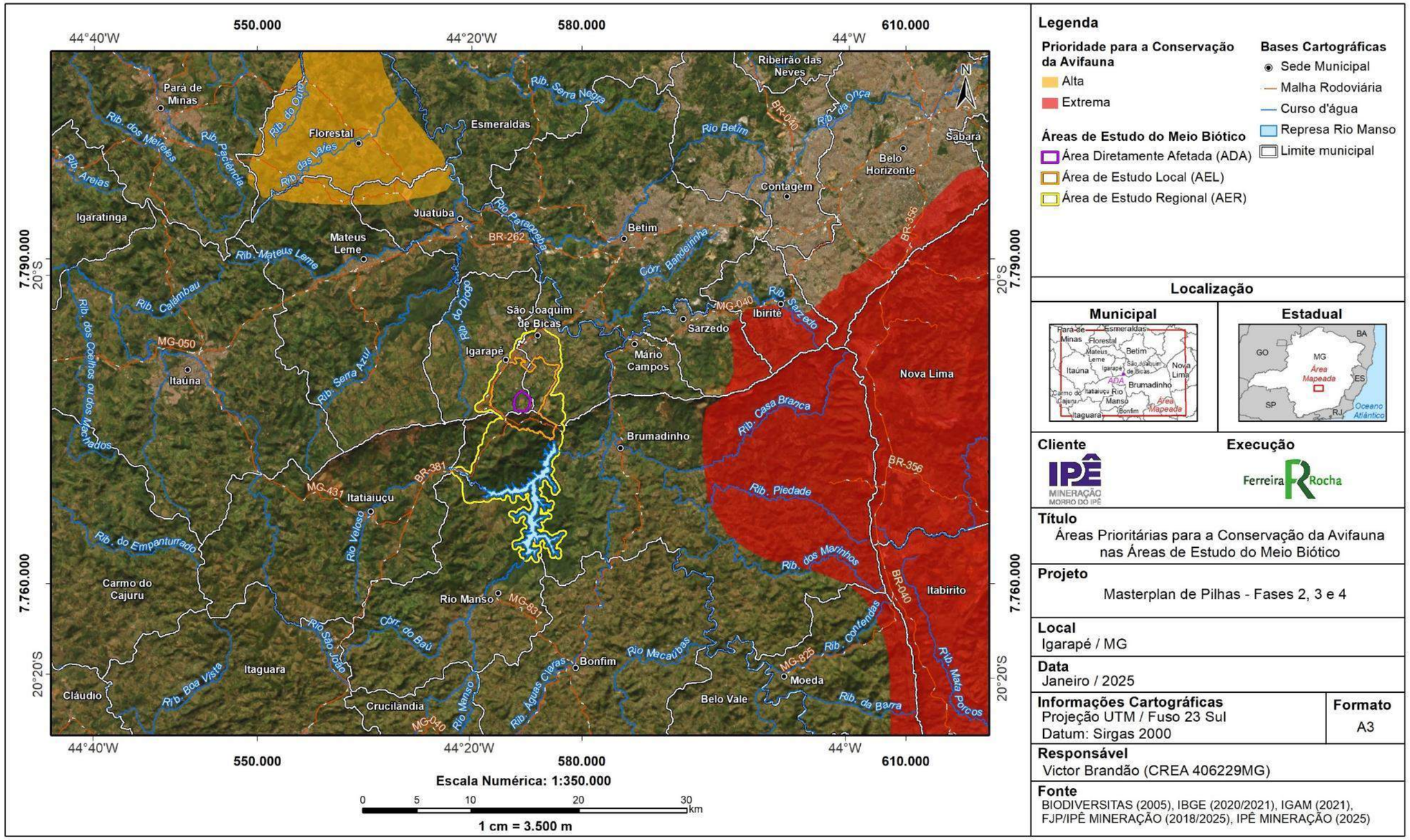


Figura 2-160 - Áreas Prioritárias para Conservação da Avifauna.

h) Formas de uso dos habitats e processos ecossistêmicos

Como forma de verificar o uso do hábitat pela taxocenose de aves local, os ambientes de registro dos espécimes foram sempre anotados. Esta análise revelou que as fitofisionomias florestais foram as que apresentaram maior riqueza, com 134 espécies registradas, sendo 35 exclusivas das mesmas (**Figura 2-161**). Em seguida aparecem as fisionomias campestres e de cerrado, com 123 táxons, sendo 24 exclusivos.

Como exemplos de espécies exclusivamente registradas em ambientes florestais pode-se citar o pula-pula-assobiador (*Myiothlypis leucoblephara*), o fruxu-do-cerradão (*Neopelma pallescens*), a saíra-viúva (*Pipraeidea melanonota*), o patinho (*Platyrinchus mystaceus*), o arapaçu-verde (*Sittasomus griseicapillus*), a choquinha-lisa (*Dysithamnus mentalis*) e o macuquinho (*Eleoscytalopus indigoticus*).

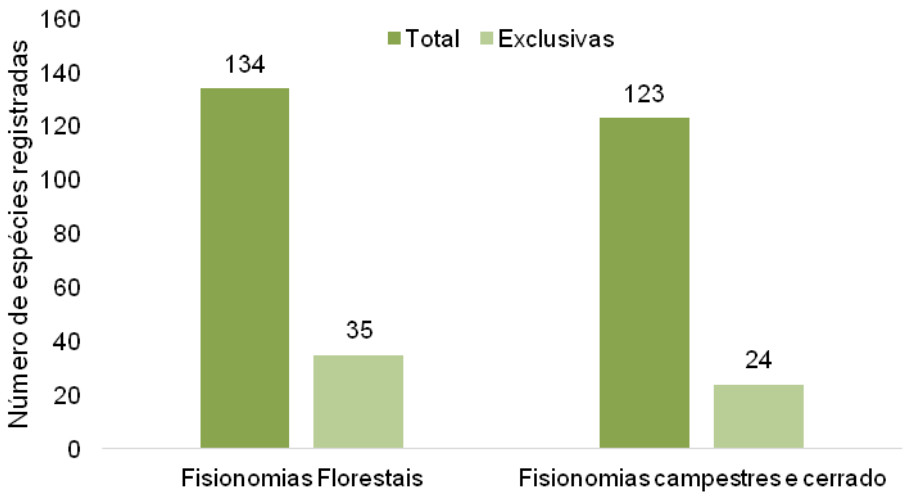


Figura 2-161 – Ambientes de registro das espécies de aves durante as coletas de dados.

Com relação à dependência florestal das aves, observou-se que 40,5% das espécies são dependentes de ambientes florestais para sua sobrevivência, 31% das espécies são independentes e 28,5% são semidependentes (**Figura 2-162**). Esta distribuição reflete o uso e ocupação do solo na área de estudo, onde ocorre um mosaico de fisionomias. As formações savânicas, representadas pelas formações abertas de campo cerrado, campo sujo e cerrado sentido restrito se alternam com ambientes florestais presentes principalmente ao longo de drenagens e vales profundos. Os maiores remanescentes florestais se encontram na área de entorno, principalmente na vertente sul da Serra Azul, em área pertencente à APE Rio Manso, de responsabilidade da COPASA.

Como exemplos de espécies dependentes de ambientes florestais figuram o barbudo-rajado (*Malacoptila striata*), o pica-pau-de-cabeça-amarela (*Celeus flavescens*), a choquinha-lisa (*Dysithamnus mentalis*), o chorozinho-de-chapéu-preto (*Herpsilochmus atricapillus*), a choca-da-mata (*Thamnophilus caerulescens*), a papa-taoca-do-sul (*Pyriglena leucoptera*), o chupa-dente (*Conopophaga lineata*), o macuquinho

(*Eleoscytalopus indigoticus*), o arapaçu-verde (*Sittasomus griseicapillus*), o bico-virado-carijó (*Xenops rutilans*) e o joão-porca (*Lochmias nematura*).

Dentre as espécies independentes pode-se citar o inhambu-chororó (*Crypturellus parvirostris*), a perdiz (*Rhynchotus rufescens*), a rolinha-roxa (*Columbina talpacoti*), o beija-flor-tesoura (*Eupetomena macroura*), a curicaca (*Theristicus caudatus*), o urubu-preto (*Coragyps atratus*) e o urubu-de-cabeça-vermelha (*Cathartes aura*).

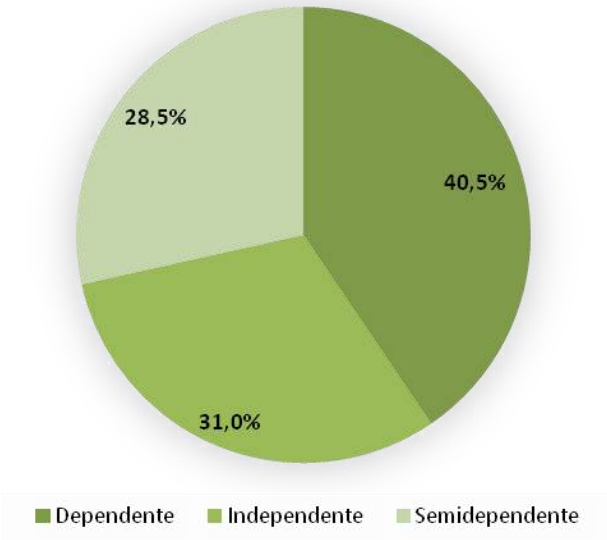


Figura 2-162 – Dependência florestal das espécies de aves registradas durante as coletas de dados.

Ainda com relação às interações fauna-fauna e fauna-flora, o estudo da dieta das aves pode fornecer importantes informações sobre a estrutura trófica de comunidades, bem como das condições físicas do ambiente (PIRATELLI & PEREIRA, 2002), além de auxiliarem na compreensão de diversos aspectos relacionados à vida desses animais, sendo fundamentais para um melhor entendimento dos processos ecológicos nos quais eles participam (MALLET-RODRIGUES, 2010). No presente estudo as aves insetívoras foram as mais bem representadas (n = 70 espécies; 44,3% do total), seguidas pelas onívoras (n = 37; 23,4%), frugívoras (n = 17; 10,8%), nectarívoras (n = 12; 7,6%), granívoras (n = 11; 7%), carnívoras (n = 7; 4,4%) e inseto-carnívoras (n = 4; 2,5%) (**Figura 2-163**).

Como exemplos de insetívoros pode-se citar o arapaçu-verde (*Sittasomus griseicapillus*), o arapaçu-de-cerrado (*Lepidocolaptes angustirostris*), o bico-virado-carijó (*Xenops rutilans*), o picapauzinho-barrado (*Picumnus cirratus*), o pica-pau-pequeno (*Veniliornis passerinus*), o pica-pau-de-banda-branca (*Dryocopus lineatus*), o pica-pau-de-cabeça-amarela (*Celeus flavescens*), o pica-pau-verde-barrado (*Colaptes melanochloros*) e o pica-pau-do-campo (*Colaptes campestris*).

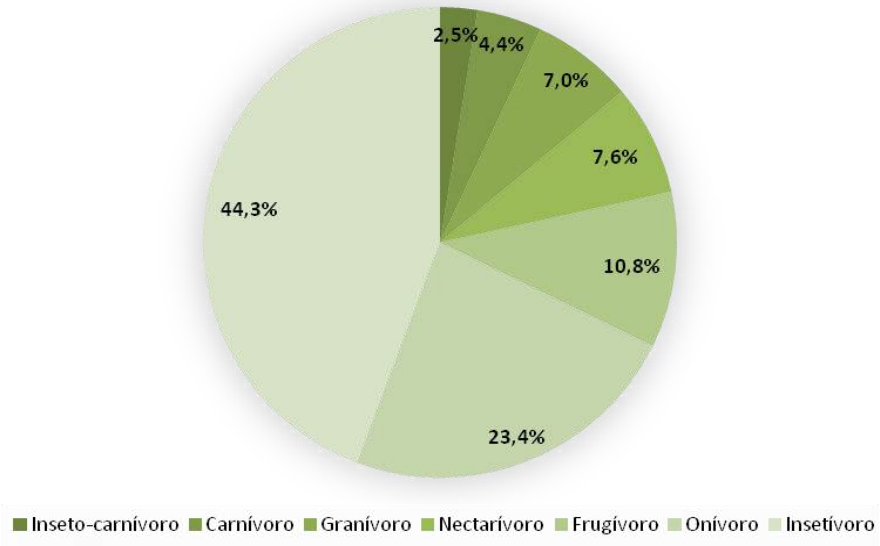


Figura 2-163 – Guildas tróficas das espécies de aves registradas durante as coletas de dados.

i) Espécies Ameaçadas de Extinção

Não foram registradas espécies ameaçadas de extinção na área de estudo. Apenas um táxon é considerado quase ameaçado (NT) em nível global (IUCN, 2022), a jacupemba (*Penelope superciliaris*).

j) Espécies Raras e de Interesse Científico

Não foram registradas espécies de particular interesse científico na área de estudo. Registros deste tipo consistem em espécies novas para a ciência, expansões de distribuição geográfica, ou táxons com poucos registros no estado.

k) Espécies Cinegéticas e de Interesse Econômico

Espécies cinegéticas são aquelas procuradas para caça e/ou alimentação, e xerimbabos aquelas procuradas como animais de estimação. Neste sentido, durante o presente diagnóstico, foram registradas 12 espécies cinegéticas e 28 xerimbabos (**Tabela 2-61**). O comércio ilegal de animais silvestres é um negócio que movimenta bilhões de dólares anualmente sendo considerada a terceira maior atividade ilegal do mundo (RENCTAS, 2002). O Brasil é um dos principais fornecedores deste mercado contribuindo com cerca de 4 milhões de animais silvestres anualmente (RENCTAS, 2002). As aves são o grupo mais procurado, sendo os Passeriformes canoros e os Psittacídeos os mais comercializados atualmente.

Dentre as espécies registradas no presente estudo, merecem destaque membros da família Psittacidae muito visados pelo comércio ilegal de animais silvestres em Minas Gerais, como o periquito-de-encontro-amarelo (*Brotogeris chiriri*), a maitaca-verde (*Pionus maximiliani*), o tuim (*Forpus xanthopterygius*), o periquito-rei (*Eupsittula aurea*)

e o periquitão (*Psittacara leucophthalmus*). Além dos psitacídeos destacam-se também alguns Passeriformes, a exemplo do trinca-ferro (*Saltator similis*), o tiziu (*Volatinia jacarina*), o tico-tico-rei-cinza (*Coryphospingus pileatus*), o baiano (*Sporophila nigricollis*), o coleirinho (*Sporophila caerulescens*) e o canário-da-terra (*Sicalis flaveola*).

Devido às precárias condições de captura, comercialização e ao grande estresse que os espécimes são submetidos, cerca de 80% dos animais morrem durante o processo (RENCTAS, 2002). Para muitas espécies de aves, a captura ilegal é uma ameaça séria para suas populações, podendo causar extinções locais de espécies anteriormente comuns em determinada região (RENCTAS, 2002).

Tabela 2-61 - Espécies de aves de importância econômica (cinegéticas e xerimbabos) registradas na área de estudo.

ESPÉCIE	NOME POPULAR	CAMPANHA	CINEGÉTICA / XERIMBABO
Crypturellus obsoletus	inhambuguaçu	1, 2	Cinegética
Crypturellus parvirostris	inhambu-chororó	1	Cinegética
Rhynchotus rufescens	perdiz	1	Cinegética
Penelope superciliaris	jacupemba	2	Cinegética
Penelope obscura	jacuguaçu	1	Cinegética
Patagioenas picazuro	pomba-asa-branca	1, 2	Cinegética
Patagioenas cayennensis	pomba-galega	1	Cinegética
Patagioenas plumbea	pomba-amargosa	1	Cinegética
Leptotila verreauxi	juriti-pupu	1	Cinegética
Leptotila rufaxilla	juriti-de-testa-branca	1, 2	Cinegética
Claravis pretiosa	pararu-azul	2	Cinegética
Columbina talpacoti	rolinha-roxa	1, 2	Cinegética
Ramphastos toco	tucanuçu	1, 2	Xerimbabo
Brotogeris chiriri	periquito-de-encontro-amarelo	1, 2	Xerimbabo
Pionus maximiliani	maitaca-verde	1, 2	Xerimbabo
Forpus xanthopterygius	tuim	1, 2	Xerimbabo
Eupsittula aurea	periquito-rei	1	Xerimbabo
Psittacara leucophthalmus	periquitão	1, 2	Xerimbabo
Turdus leucomelas	sabiá-barranco	1, 2	Xerimbabo
Turdus rufiventris	sabiá-laranjeira	1, 2	Xerimbabo

ESPÉCIE	NOME POPULAR	CAMPANHA	CINEGÉTICA / XERIMBABO
Turdus amaurochalinus	sabiá-poca	1, 2	Xerimbabo
Mimus saturninus	sabiá-do-campo	1	Xerimbabo
Spinus magellanicus	pintassilgo	2	Xerimbabo
Euphonia chlorotica	fim-fim	1, 2	Xerimbabo
Zonotrichia capensis	tico-tico	1, 2	Xerimbabo
Psarocolius decumanus	japu	2	Xerimbabo
Molothrus bonariensis	chupim	2	Xerimbabo
Cyanoloxia brissonii	azulão	2	Xerimbabo
Dacnis cayana	saí-azul	1, 2	Xerimbabo
Saltator similis	trinca-ferro	1, 2	Xerimbabo
Volatinia jacarina	tiziu	1, 2	Xerimbabo
Coryphospingus pileatus	tico-tico-rei-cinza	1, 2	Xerimbabo
Sporophila nigricollis	baiano	1, 2	Xerimbabo
Sporophila caerulescens	coleirinho	1	Xerimbabo
Sicalis flaveola	canário-da-terra	1, 2	Xerimbabo
Schistochlamys ruficapillus	bico-de-veludo	1, 2	Xerimbabo
Thraupis sayaca	sanhaço-cinzento	1, 2	Xerimbabo
Thraupis palmarum	sanhaço-do-coqueiro	1	Xerimbabo
Stilpnia cayana	saíra-amarela	1, 2	Xerimbabo
Tangara cyanoventris	saíra-douradinha	1	Xerimbabo

l) Espécies Exóticas ou Potencialmente Danosas

Não foram registradas espécies de aves exóticas ou potencialmente danosas na área de estudo.

m) Espécies Anuais ou Migratórias e Sítios Reprodutivos

De acordo com a lista oficial do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (PACHECO *et al.*, 2021) não foram registradas espécies que realizam migração internacional na área estudada.

Foi registrada uma espécie migrante regional cujas populações se deslocam dos seus locais de reprodução de maneira regular e sazonal, retornando posteriormente para a próxima temporada reprodutiva, o andorinhão-do-temporal (*Chaetura meridionalis*).

Esta espécie migra para o sudeste onde se reproduz durante o período chuvoso (aproximadamente, entre outubro e março) (SOMENZARI *et al.*, 2018);

Ademais, 16 táxons são considerados parcialmente migratórios (MPR) (**Tabela 2-62**) (CHESSER, 1994; SICK, 1997; SILVA, 1999; VASCONCELOS *et al.*, 2003; MAZZONI & PERILLO, 2014; JANH *et al.*, 2016; SOMENZARI *et al.*, 2018; DEL HOYO *et al.*, 2020). Dentro deste *pool* de espécies figuram o beija-flor-preto (*Florisuga fusca*), o tuque-pium (*Elaenia parvirostris*), a guaracava-de-crista-alaranjada (*Myiopagis viridicata*), o bem-te-vi-pirata (*Legatus leucophaius*), o irré (*Myiarchus swainsoni*), o bem-te-vi-rajado (*Myiodynastes maculatus*) e o suiriri (*Tyrannus melancholicus*).

Tabela 2-62 - Espécies de aves migratórias e/ou parcialmente migratórias registradas na área de estudo.

ESPÉCIE	NOME COMUM	CAMPANHA	MIGRATÓRIAS
Chaetura meridionalis	andorinhão-do-temporal	2	MGT
Florisuga fusca	beija-flor-preto	1	MPR
Elaenia parvirostris	tuque-pium	1	MPR
Myiopagis viridicata	guaracava-de-crista-alaranjada	1	MPR
Legatus leucophaius	bem-te-vi-pirata	2	MPR
Myiarchus swainsoni	irré	1, 2	MPR
Myiodynastes maculatus	bem-te-vi-rajado	2	MPR
Tyrannus melancholicus	suiriri	2	MPR
Tyrannus savana	tesourinha	2	MPR
Empidonomus varius	peitica	1, 2	MPR
Vireo chivi	juruviara	2	MPR
Pygochelidon cyanoleuca	andorinha-pequena-de-casa	1, 2	MPR
Progne tapera	andorinha-do-campo	1, 2	MPR
Progne chalybea	andorinha-grande	1, 2	MPR
Turdus amaurochalinus	sabiá-poca	1, 2	MPR
Tersina viridis	saí-andorinha	1, 2	MPR
Sporophila caerulescens	coleirinho	1	MPR

Legenda: MPR – espécie parcialmente migratória. MGT – espécie migratória.

n) Espécies Indicadoras de Qualidade Ambiental

Uma forma de analisar alterações ambientais em ecossistemas complexos consiste no uso de táxons bioindicadores, os quais são constituídos por espécies que apresentam

parâmetros como densidade, presença ou ausência, especificidade de habitat, sobrevivência de filhotes, dentre outros, que podem ser usados como indicadores das condições do ecossistema (HILTY & MERENLENDER, 2000).

O estudo de Stotz *et al.* (1996) classificou boa parte das aves da região Neotropical de acordo com sua sensibilidade a perturbações de origem antrópica, dividindo-as em três categorias: alta, média e baixa sensibilidade. As espécies de alta sensibilidade podem ser consideradas como bioindicadores ambientais enquanto aquelas de baixa sensibilidade são, em geral, espécies generalistas e com maior plasticidade.

Com relação ao grau de sensibilidade às perturbações antrópicas (baseado em STOTZ *et al.*, 1996), observou-se que 62% das espécies de aves registradas apresentam baixa sensibilidade a alterações (**Figura 2-164**), enquanto 37,3% apresentam média sensibilidade. Somente um (1) táxon registrado no estudo é considerado altamente sensível a alterações ambientais, a pomba-amargosa (*Patagioenas plumbea*). Como a área já se encontra impactada pelas atividades antrópicas, a maior parte das espécies sensíveis a alterações ambientais provavelmente foram extintas localmente, ou suas abundâncias se tornaram tão baixas que dificultam a sua detecção em campo, sendo substituídas por táxons com maior plasticidade e tolerância a perturbações ambientais.

Como exemplos de espécies com baixa sensibilidade a alterações ambientais pode-se citar o chupim (*Molothrus bonariensis*), o pia-cobra (*Geothlypis aequinoctialis*), a saíra-ferrugem (*Hemithraupis ruficapilla*), a saí-andorinha (*Tersina viridis*), o saí-azul (*Dacnis cayana*), o trinca-ferro (*Saltator similis*) e a cambacica (*Coereba flaveola*).

Dentre as espécies de média sensibilidade a perturbações antrópicas figuram a choca-de-asa-vermelha (*Thamnophilus torquatus*), a papa-taoca-do-sul (*Pyriglena leucoptera*), o chupa-dente (*Conopophaga lineata*), o macuquinho (*Eleoscytalopus indigoticus*), o arapaçu-verde (*Sittasomus griseicapillus*), o arapaçu-de-cerrado (*Lepidocolaptes angustirostris*), o bico-virado-carijó (*Xenops rutilans*) e o joão-porca (*Lochmias nematura*).

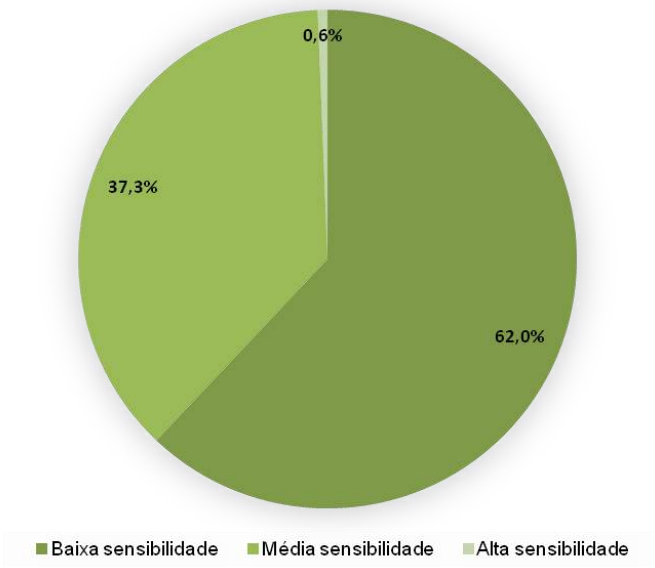


Figura 2-164 – Sensibilidade a perturbações antrópicas das espécies de aves registradas durante as coletas de dados.

2.6.2.4 CONCLUSÃO AVIFAUNA

O diagnóstico da avifauna na área de inserção do empreendimento registrou um total de 158 espécies de aves, das quais 40,5% são dependentes de florestas e 31% são consideradas dependentes. Esta distribuição reflete o uso e ocupação do solo na área de estudo, onde ocorre um mosaico de fisionomias. As formações savânicas, representadas pelas formações abertas de campo cerrado, campo sujo e cerrado sentido restrito se alternam com ambientes florestais presentes, principalmente, ao longo de drenagens e vales profundos. Os maiores remanescentes florestais se encontram na área de entorno, principalmente na vertente sul da Serra Azul, em área pertencente à APE Rio Manso, de responsabilidade da COPASA.

A maior parte dos táxons registrados (62% do total) é considerada de baixa sensibilidade às perturbações antrópicas, o que reflete o grau de antropização observado ao longo da área de estudo e seu entorno, onde predominam atividades minerárias e agropecuárias. É também notável que os táxons mais abundantes na área de estudo são todos espécies gregárias, generalistas e ruderais, que apresentam uma ampla distribuição no território brasileiro, ocorrendo também em áreas degradadas. Pode-se inferir que as espécies mais sensíveis a perturbações ambientais tenham sido extintas localmente, ou suas densidades populacionais se tornaram tão baixas que dificultam a sua detectabilidade em estudos de curto prazo.

Não foram registradas espécies ameaçadas de extinção na área de estudo. Apenas um táxon é considerado quase ameaçado (NT) em nível global (IUCN, 2022), a jacupemba (*Penelope superciliaris*).

A curva do coletor obtida a partir do método de listas de Mackinnon para a campanha de amostragem apresentou tendência de estabilização, especialmente a curva estimada pelo *Jackknife* de 1ª ordem. Foram registradas 158 espécies na área, sendo que o *Jackknife* de 1ª ordem estimou a presença de, pelo menos, 193 táxons na área de estudo, ou seja, 82% da riqueza estimada foi efetivamente registrada, um desempenho satisfatório.

Assim, embora a curva do coletor não tenha apresentado estabilização plena, os dados obtidos podem ser considerados satisfatórios para as análises apresentadas no presente documento, pois incluem dados quantitativos e qualitativos acerca da avifauna regional, além de informações detalhadas sobre a composição de espécies.

2.6.3 HERPETOFAUNA

2.6.3.1 INTRODUÇÃO

A área de estudo localiza-se na porção oeste do Quadrilátero Ferrífero, região que delimita duas grandes ecorregiões, o domínio do Cerrado em sua faceta ocidental, e o

domínio da Mata Atlântica em sua borda leste. Estes biomas são considerados de grande relevância mundial para conservação da biodiversidade, classificados como *hotspots*, os quais são áreas críticas para conservação devido à diversidade biológica e à forte pressão antrópica que estão submetidos (MYERS, 2000).

Diversos estudos sobre anfíbios já foram conduzidos nesta região que demonstraram a ocorrência de alta riqueza, com 105 espécies para o sul do Espinhaço (LEITE, 2012) e 96 espécies para o Quadrilátero Ferrífero (LEITE et al., 2019, SILVEIRA et al., 2019). Para os répteis não se dispõe de um estudo sistematizado abrangente, sendo difícil inferir em sua totalidade a riqueza desse grupo. Previamente são conhecidas pouco mais de 100 espécies de répteis para o Quadrilátero Ferrífero (SILVEIRA, com. pess., 2021) e 53 espécies de lagartos para o Espinhaço mineiro (CRUZ, 2019). A região de estudo ainda abriga endemismos, dos quais se destacam espécies endêmicas do Quadrilátero Ferrífero e do conjunto montanhoso formado por esta formação e a adjacente Cadeia do Espinhaço (CRUZ, 2019; SILVEIRA et al., 2019). Além disso, ressalta-se a ocorrência de espécies reconhecidas como ameaçadas de extinção em Minas Gerais, raras e potencialmente novas.

Apesar dos avanços científicos no que tange ao conhecimento da diversidade biológica de anfíbios e répteis na região, é crescente o número de espécies recém-descobertas e ainda não formalmente descritas (LEITE et al., 2019, SILVEIRA et al., 2019, LOURENÇO, 2020). Por um lado, isto evidencia uma significativa redução de lacuna de conhecimento básico, por outro, demonstra que muito ainda resta para se descobrir sobre sua fauna. Trabalhos filogenéticos e filogeográficos têm exposto uma diversidade maior do que se supunha existir, espécies antes julgadas comuns e de ampla distribuição têm se revelado complexos de espécies crípticas, indicando uma herpetofauna compartimentada em meio às fitofisionomias existentes (MAGALHÃES et al., 2020).

Devido à relevância ambiental, e em função da riqueza, ocorrência de espécies raras, ameaçadas, potencialmente novas e endêmicas, a região do estudo evidencia-se como uma localidade potencialmente relevante para a conservação de répteis e anfíbios. Dada a vulnerabilidade e os efeitos negativos ao funcionamento de ecossistemas decorrente de reduções em suas populações, anfíbios e répteis são frequentemente empregados como bioindicadores nos diagnósticos ambientais. São, portanto, elementos eficazes no subsídio de avalições de impactos ambientais (FREIRE, 2000).

2.6.3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.6.3.2.1 DADOS SECUNDÁRIOS

Para o reconhecimento da herpetofauna regional, foram compilados trabalhos realizados na região do estudo que representam a potencialidade de ocorrência da herpetofauna local. Assim, a lista secundária corresponde à compilação de espécies, elaborada a partir de cinco estudos de impacto ambiental e dois monitoramentos, conforme apresentados na tabela a seguir. A reunião desses dados possibilitou a

elaboração de uma lista que foi utilizada no diagnóstico a ser desenvolvido, destacando-se espécies de interesse do ponto de vista conservacionista e científico (**Tabela 2-63**).

Tabela 2-63 - Estudos consultados para composição do diagnóstico de dados secundários da Herpetofauna.

REFERÊNCIA	ESTUDO	EMPRESA RESPONSÁVEL	ANO	MUNICÍPIO	COORDENADAS UTM
1	EIA Pilha de Estéril Grota das Cobras, Cava Tico-Tico, Mineração Morro do Ipê	Brandt	2010	Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas	23k – 572784 / 7775539
2	EIA Expansão das Cavas Ipê e Tico-Tico	Amplo	2012	Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas	23k – 572802 / 7775327
3	Relatório Complexo Serra Azul	Brandt	2012	Itatiaiuçu	23k – 562783 / 7773716
4	Monitoramento de Expansão do Projeto Serra Azul	Brandt	2011	Itatiaiuçu	23k – 562783 / 7773716
5	EIA Mineração Morro do Ipê	Amplo	2017	Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas	23k – 572802 / 7775327
6	Programa de Monitoramento de Fauna - Mineração Morro do Ipê	Arcadis	2020	Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas	23k – 572802 / 7775327
7	LD Morro do Ipê - São Joaquim de Bicas, 138 kv	Brandt	2021	São Joaquim de Bicas	23k – 577678 / 7774613

2.6.3.2.2 DADOS PRIMÁRIOS

a) Período de Amostragem

Foram conduzidas duas campanhas sazonais de amostragem de anfíbios e répteis na área de estudo. Na primeira campanha, realizada no período seco, o método de procura ativa limitada por tempo ocorreu entre os dias 30 de julho e 05 de agosto de 2022 e o armadilhamento por interceptação e queda ocorreu entre os dias 30 de julho a 06 de agosto de 2022. Na segunda campanha, realizada no período chuvoso, o método de procura ativa limitada por tempo ocorreu em 28 de outubro a 04 de novembro de 2022 e o armadilhamento por interceptação e queda ocorreu em 28 de outubro a 05 de novembro de 2022 (**Tabela 2-64**).

Tabela 2-64 - Período de amostragem de dados primários na área de estudo local.

CAMPANHA AMOSTRAL	SAZONALIDADE	PERÍODO DE AMOSTRAGEM
1ª	Seca	30 de julho a 06 de agosto de 2022
2ª	Chuvosa	28 de outubro a 05 de novembro de 2022

b) Equipe Executora

A amostragem de campo foi conduzida por profissional pleno, especialista em herpetofauna e um auxiliar de campo. O diagnóstico ambiental, incluindo análises qualitativas e quantitativas com tratamento estatístico foi realizado por profissional sênior, especialista em herpetofauna (**Tabela 2-65**).

Tabela 2-65 - Equipe executora do diagnóstico ambiental da Herpetofauna.

NOME DO PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	RESPONSABILIDADE
Nathália Gonçalves da Silva Lima	Bióloga, pós-graduada em engenharia ambiental, mestra em zoologia e doutora em ecologia	Responsável técnica pela elaboração do relatório do diagnóstico ambiental
Henrique Kiefer Vihena Ramos	Biólogo e mestre em zoologia	Responsável técnico pela execução das atividades de campo
Camila Montalvão	Bióloga	Auxiliar de campo

c) Métodos Amostrais Aplicados

Para amostragem de anfíbios e répteis foram utilizados os métodos de Procura Limitada por Tempo (PLT) e armadilhas de interceptação e queda (*pitfalls trap*). Além desses, foi aplicado, de modo qualitativo, os métodos de encontro ocasional e amostragem em estradas.

Procura Limitada por Tempo - PLT

A Procura Limitada por Tempo consiste na realização da busca direta de indivíduos com o esforço medido em tempo (horas x coletor) e direcionado à herpetofauna em geral (CRUMP & SCOTT JR., 1994). A busca ativa foi conduzida em trilhas aleatórias nas áreas de amostragem, com deslocamento lento realizado a pé, abrangendo ao máximo a heterogeneidade ambiental da área e contemplando distintos microambientes. Foram vistoriados microhabitats propícios à ocorrência de anfíbios e répteis, tais como corpos d'água e suas margens, folhiço, troncos caídos, termiteiros e afloramentos rochosos, diferentes fisionomias, vegetação herbácea e arbustiva, e sub-bosque florestal.

No período diurno, as buscas foram direcionadas às espécies heliotérmicas e àquelas escondidas em abrigos, tais como lagartos e serpentes. No período noturno, as buscas foram direcionadas a ambientes aquáticos que pudessem ser utilizados como locais de agregação reprodutiva, sobretudo para anfíbios, tais como córregos, lagos, vegetação ripária, solo hidromórfico e bromélias (**Figura 2-165** e **Figura 2-166**).

Em cada dia de amostragem foram realizadas quatro horas de PLT por área amostral, sendo duas horas em período diurno e duas horas em período noturno, de modo com que as buscas pudessem contemplar a herpetofauna em geral. O método foi aplicado no período diurno, preferencialmente no intervalo de 7:00 e 12:00, e em período noturno, preferencialmente de 18:00 e 23:00. Em cada dia o esforço foi de quatro horas-homem de buscas por área amostral. Nas sete áreas, com a vistoria de uma área por dia, o esforço total do método foi de 56 horas-homem de buscas conduzidas pelo herpetólogo nas duas campanhas (07 áreas x 04 horas x 02 campanhas).

Figura 2-165 - Procura ativa limitada por tempo diurna

Figura 2-166 - Procura ativa limitada por tempo noturna

Armadilha de Interceptação e Queda (*pitfall traps*)

As Armadilhas de Interceptação e Queda – AIQ (*pitfall traps*) consistem em recipientes (baldes) enterrados ao nível do solo e interligados por cercas-guias de tela de mosquiteiro medindo um metro de altura, equidistantes 10 metros entre si e sustentadas por estacas de madeira (CORN, 1994) (**Figura 2-167**).

Em cada área amostral foi instalada uma matriz de *pitfall trap* composta por cinco baldes de 60 litros cada. As armadilhas ficaram ativas por oito noites consecutivas, durante 24 horas de cada dia. Essas foram vistoriadas diariamente no início da manhã (**Figura 2-168**). O esforço por campanha foi de 40 baldes-dia por área amostral (5 baldes x 8 noites), totalizando 280 baldes-dia (5 baldes x 8 noites x 7 áreas) por campanha e 560 baldes-dia (5 baldes x 8 noites x 7 áreas x 2 campanhas) para o estudo.

Os baldes foram perfurados para prevenir o acúmulo de água e permitir o seu escoamento para o solo em dias de chuvas. Uma plataforma de isopor foi incluída em cada balde para evitar o afogamento de espécimes e servir de abrigo. Ainda, foi adicionado no interior dos recipientes substrato de folhas para manutenção das temperaturas amenas. Além disso, foi inserido um pequeno pote com água dentro de cada balde para hidratação dos animais.

Ao final das campanhas, todos os baldes foram cuidadosamente tampados, sinalizados e adicionado substrato (terra e pedra) em suas tampas para garantir que os mesmos ficassem vedados. Ao término das campanhas amostrais, todos os baldes foram recolhidos e os buracos no solo foram tampados, retornando ao estágio original das áreas.

Figura 2-167 – Armadilhas de interceptação e queda na área PTF3

Figura 2-168 - Conferência das armadilhas de interceptação e queda na área PTF2

Amostragem de Estradas (*Road Sampling*)

O método de Amostragem de Estrada (AE) ou *road sampling* (FITCH, 1987) consiste na busca visual por espécimes ao longo de estradas e acessos existentes na área de estudo, por meio de deslocamento lento em veículo. A busca é destinada ao encontro de espécimes atravessando as vias ou espécimes mortos por atropelamento. Não foi

empreendido esforço sistematizado e padronizado com AE e os dados obtidos pelo método foram utilizados nas análises qualitativas.

Encontros Ocasionais

O método de encontro ocasional (EO) baseia-se no aproveitamento de registros casuais de espécimes realizados de outra forma na área de estudo, que não sejam pelos métodos já descritos, por exemplo, registros realizados por outros profissionais da equipe de estudo da fauna, registros em deslocamentos entre áreas de estudo ou conferência de armadilhas *pitfall trap*. Estes registros foram utilizados nas análises qualitativas, para compor a lista de espécies.

d) Esforço Amostral

O esforço amostral empreendido em cada método encontra-se sumarizado na tabela a seguir.

Tabela 2-66 - Esforço amostral realizado no diagnóstico ambiental da Herpetofauna.

MÉTODO	PERÍODO SAZONAL	ESFORÇO POR ÁREA AMOSTRAL	ÁREA AMOSTRAL	ESFORÇO TOTAL
Procura visual limitada por tempo	Seco	04 horas-homem	07 áreas	28 horas-homem
	Chuvoso	04 horas-homem	07 áreas	28 horas-homem
	Total	**08 horas-homem**	**07 áreas**	**56 horas-homem**
Armadilha de interceptação e queda	Seco	40 baldes-dia	07 áreas	280 baldes-dia
	Chuvoso	40 baldes-dia	07 áreas	280 baldes-dia
	Total	**80 baldes-dia**	**07 áreas**	**560 baldes-dia**

e) Pontos Amostrais

O levantamento da herpetofauna ocorreu em sete áreas amostrais. As descrições destas áreas amostrais com a referência geográfica (UTM) por área, classificação fitofisionômica, acompanhada de seu registro fotográfico encontram-se apresentada na **Tabela 2-67** e **Figura 2-169** a **Figura 2-176**.

Importante ressaltar que a coordenada geográfica apresentada no Plano de Fauna refere-se a uma referência geográfica do fragmento vegetal amostrado. Em campo, buscou-se amostrar os locais mais apropriados e representativos para o registro da herpetofauna tendo em vista a experiência da equipe. Em relação às áreas amostrais nomeadas FT04, FT05 e área controle do Plano de Fauna foram realizadas alterações locacionais, visto que se encontravam com acessos situados em propriedades de

terceiros, para os quais não se obteve autorização para amostragem. Nesta situação, buscou-se selecionar novas áreas amostrais com equivalência fitofisionômica.

Tabela 2-67 - Áreas amostradas durante as campanhas de inventariamento da Herpetofauna.

MÉTODO APLICADO	ÁREA AMOSTRAL	COORDENADAS TRANSECTO INÍCIO – UTM		COORDENADAS TRANSECTO FIM – UTM		TIPOLOGIA VEGETAL PREDOMINANTE	DESCRIÇÃO DO TRECHO AMOSTRAL	CAMPANHA
		X	Y	X	Y			
Procura ativa limitada por tempo e Armadilha de interceptação e queda	FT01	574951	7776491	574734	7776362	Floresta Estacional Semidecidual	Fragmento de FESD, o dossel é composto por árvores de aproximadamente 5-6m de altura.	Seca e Chuvosa
	FT02	573088	7776939	572911	7777077	Floresta Estacional Semidecidual	Fragmento de fragmento de FESD antropizado. Presença de drenagem, desprovida de vegetação ciliar em quase todo o seu leito, utilizada para dessedentação de gado. Há formação de trechos brejosos.	
	FT03	573851	7774826	573993	7773880	Borda de Floresta Estacional Semidecidual	Borda de fragmento de FESD, solo recoberto por camadas contínuas de serrapilheira. O dossel é formado por árvores de aproximadamente 5-6 metros de altura. Há presença de	

MÉTODO APLICADO	ÁREA AMOSTRAL	COORDENADAS TRANSECTO INÍCIO – UTM		COORDENADAS TRANSECTO FIM – UTM		TIPOLOGIA VEGETAL PREDOMINANTE	DESCRIÇÃO DO TRECHO AMOSTRAL	CAMPANHA
		X	Y	X	Y			
							tipo de capim exótico.	
	FT04	569341	7767954	569458	7768700	Cerrado	Fragmento de Cerrado denso. A paisagem no entorno predomina Cerrado denso e pasto.	
	FT05	569023	7769787	569622	7769510	Floresta Estacional Semidecidual	Fragmento de FESD. O solo é recoberto por densa camada de serrapilheira e dossel formado por árvores de aproximadamente 7-8 metros. No local há presença de ribeirão com largura média de 2 e 3 metros e o substrato é terroso. Em alguns percursos do ribeirão há formação de ambiente brejo.	
	FT06	572255	7774289	572273	7774454	Cerrado	Fragmento de Cerrado sujo e presença de indivíduos arbóreos isolados.	
	FT07	573131	7775459	573281	7775546	Cerrado	Fragmento de Cerrado sujo.	

MÉTODO APLICADO	ÁREA AMOSTRAL	COORDENADAS TRANSECTO INÍCIO – UTM		COORDENADAS TRANSECTO FIM – UTM		TIPOLOGIA VEGETAL PREDOMINANTE	DESCRIÇÃO DO TRECHO AMOSTRAL	CAMPANHA
		X	Y	X	Y			
							Presença de indivíduos arbóreos isolados de aproximadamente 5 metros de altura.	

Figura 2-169 - Ponto FT01

Figura 2-170 - Ponto FT2

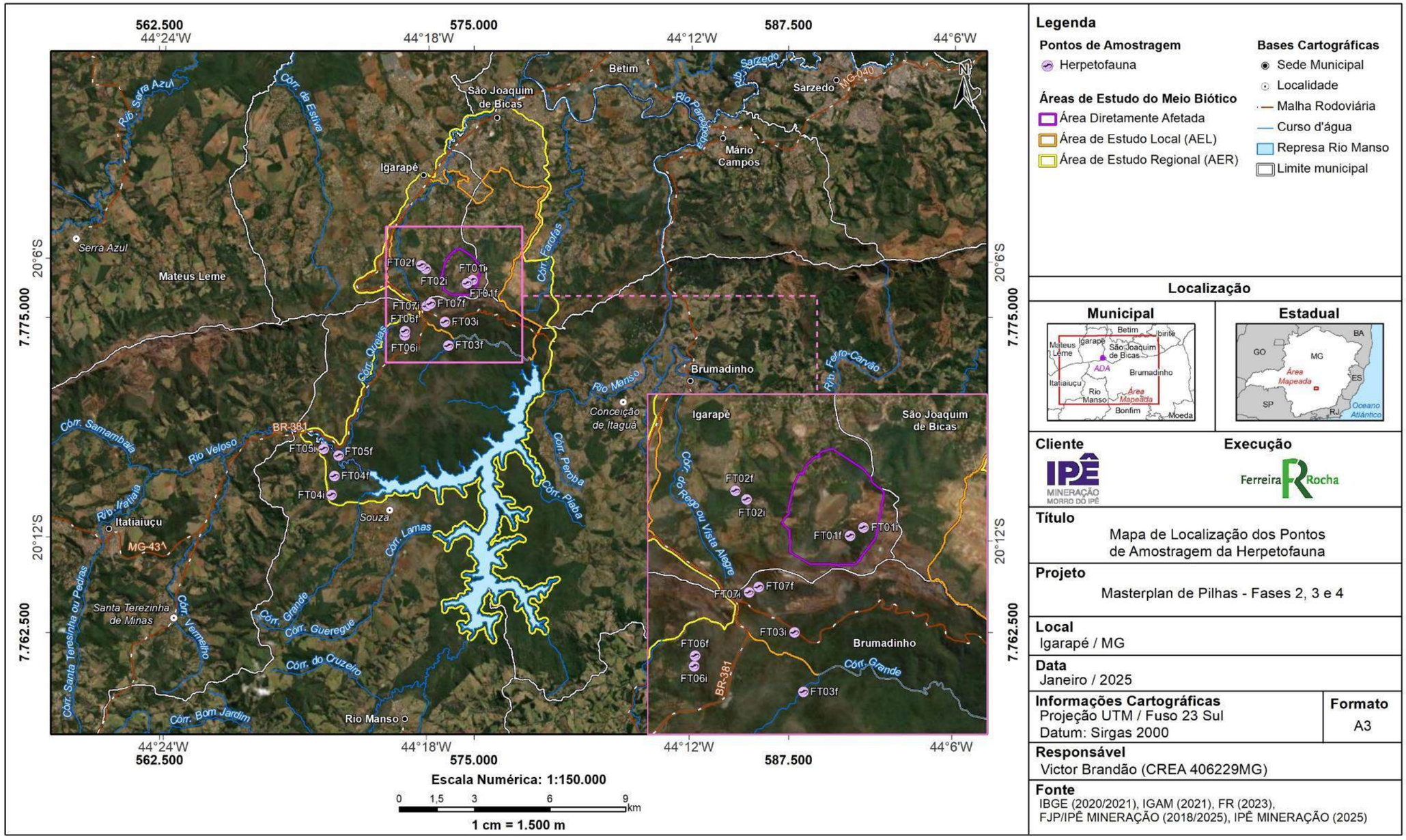
Figura 2-171 - Ponto FT03

Figura 2-172 - Ponto FT04

Figura 2-173 - Ponto FT05

Figura 2-174 - Ponto FT06

Figura 2-175 - Ponto FT07



Legenda

Pontos de Amostragem
- Herpetofauna

Áreas de Estudo do Meio Biótico
- Área Diretamente Afetada
- Área de Estudo Local (AEL)
- Área de Estudo Regional (AER)

Bases Cartográficas
- Sede Municipal
- Localidade
- Malha Rodoviária
- Curso d'água
- Represa Rio Manso
- Limite municipal

Localização

Municipal

Estadual

Cliente
IPÊ MINERAÇÃO MORRO DO IPÊ

Execução
Ferreira Rocha

Título
Mapa de Localização dos Pontos de Amostragem da Herpetofauna

Projeto
Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4

Local
Igarapé / MG

Data
Janeiro / 2025

Informações Cartográficas
Projeção UTM / Fuso 23 Sul
Datum: Sirgas 2000

Formato
A3

Responsável
Victor Brandão (CREA 406229MG)

Fonte
IBGE (2020/2021), IGAM (2021), FR (2023), FJP/IPÊ MINERAÇÃO (2018/2025), IPÊ MINERAÇÃO (2025)

Figura 2-176 - Espacialização dos pontos amostrados durante as campanhas de levantamento da Herpetofauna.

f) Triagem e Marcação

Não foram executadas ações de triagem e marcação de indivíduos no presente trabalho, visto que não houve previsão no Plano de Fauna métodos de marcação, uma vez que se tratou de um estudo com duas campanhas sazonais, bem como a baixa taxa de recaptura de indivíduos durante e entre campanhas.

g) Identificação das Espécies e Status de Ameaça

A nomenclatura científica adotada para anfíbios segue Segalla et al. (2021) e para os répteis adota-se os arranjos sistemáticos de Costa & Bérnils (2018), exceto subordens para Squamata. Foi aplicado os bancos de dados de Uetz et al. (2022) e Frost (2022) para espécies descritas posteriormente e para atualizações taxonômicas.

Também foi revisado o enquadramento das espécies nas categorias de ameaça com base nas listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção. Para a avaliação dos táxons frente às listas estadual, nacional e mundial de espécies ameaçadas foram consultadas, respectivamente, a Deliberação Normativa n° 147/2010 (COPAM, 2010), a lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2022), a lista do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2022) publicada pela Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022. Para espécies classificadas como Deficientes de Dados e Quase Ameaçados foi utilizada a classificação do Instituto Chico Mendes (ICMBIO, 2022).

A categorização de endemismo esteve associada à ocorrência do táxon em determinado complexo serrano ou domínio morfoclimático, tendo em vista que as espécies aqui listadas como endêmicas podem ocorrer em enclaves e zonas de transição com outros domínios (VALDUJO, 2011; 2012). Assim, as espécies endêmicas foram estabelecidas com base nas seguintes fontes bibliográficas:

- Restritas ao domínio fitogeográfico do Cerrado (COLLI *et al.*, 2002; NOGUEIRA *et al.*, 2011; VALDUJO, 2011; 2012)
- Restritas ao domínio fitogeográfico da Mata Atlântica (MONTEIRO-FILHO & CONTE, 2017);
- Restritas a Cadeia do Espinhaço, Serra da Mantiqueira, Serra da Canastra e Quadrilátero Ferrífero (LEITE *et al.*, 2019; SILVEIRA *et al.*, 2019).

De acordo com Alves *et al.* (2012), Costa-Neto (2000; 2005) e Magalhães (2002), a herpetofauna foi categorizada quanto a sua relação com a caça e apanha ilegal, indicadas como cinegéticas, xerimbabos ou de relevância para bioprospecção. O referencial teórico para as categorizações quanto a dependência de hábitats foi obtida por meio de revisões bibliográficas específicas para cada espécie (NOGUEIRA *et al.* 2019; SILVEIRA *et al.*, 2019) e experiência de campo.

h) Análise de Dados

O padrão obtido a partir de índices de diversidade ao se comparar amostras pode ser influenciado devido à falta de critérios ao se selecionar tal índice. Portanto, o uso do perfil de diversidade pode ser considerado como uma solução. Neste estudo para

avaliar parâmetros de diversidade e estrutura das comunidades da herpetofauna, foi escolhido os perfis de diversidade calculados pela série de Rényi (MELO, 2008), expressa graficamente. Foram gerados perfis e índices de diversidade para a amostra total obtida em cada classe de ambiente amostrado e para a área de estudo como um todo. Salienta-se que apenas a amostra obtida com PLT para anfíbios apresentou heterogeneidade dos dados suficiente para a análise, ao passo que para os répteis tais análises não foram geradas.

Para avaliar a suficiência das amostragens, foram construídas curvas de acumulação de riqueza em função do esforço amostral (dias de amostragem). Optou-se por curvas de acumulação da riqueza média de espécies baseadas na função Mao Tau (COWELL, 2013). Foi também calculada a riqueza estimada para a mesma amostra, com base no estimador Jackknife (J1).

2.6.3.3 RESULTADOS

2.6.3.3.1 DADOS SECUNDÁRIOS

Com base nos dados secundários consultados, para a Área de Estudo do projeto foram levantadas 92 espécies da herpetofauna, sendo 48 representadas por anfíbios anuros e 44 pelos répteis (**Tabela 2-68** e **Tabela 2-69**).

Em relação aos anfíbios, as espécies estão distribuídas em nove famílias da ordem Anura (sapos, rãs e pererecas). Dentre os anfíbios, a família Hylidae apresentou maior riqueza (n=21 espécies), uma riqueza intermediária foi obtida para Leptodactylidae (n=14), e as demais famílias foram menos representativas (n=01 e 02).

Em relação aos répteis, dentre as espécies levantadas, um pertence a ordem Crocodylia e família Alligatoridae e 43 pertencem a ordem Squamata, distribuídas em 15 famílias. A riqueza de Squamata incluiu 17 espécies de Lacertilia (lagartos) e 26 serpentes.

A herpetofauna registrada é composta por espécies típicas do Cerrado e algumas da Mata Atlântica. Também foram registradas espécies com maior relevância para conservação, visto o enquadramento na categoria quase ameaçado (*Aplastodiscus cavicola* e *Bokermannohyla martinsi*) ou deficiente de dados (*Ischnocnema izecksohni*, *Crossodactylus trachystomus*, *Hylodes uai*) a nível mundial (IUCN, 2022).

A. cavicola é classificada como Quase Ameaçada pela IUCN (2022), ao passo que *B. martinsi* também se enquadra nesta categoria nacionalmente (MMA, 2022). *A. cavicola* é endêmica da Mata Atlântica e conhecida para algumas regiões serranas dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Sua reprodução é associada a corpos d'água no interior ou borda de ambientes florestais (SILVEIRA *et al.*, 2019). *B. martinsi* é endêmica do Quadrilátero Ferrífero e do Planalto Meridional da Serra do Espinhaço, onde ocorre em ambientes bem preservados associados a córregos e riachos pedregosos em altitudes elevadas (SILVEIRA *et al.*, 2019).

Tabela 2-68 - Espécies de anfíbios de potencial ocorrência na região do projeto.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	ESPÉCIE CONTEMPLADA EM PAN	STATUS DE CONSERVAÇÃO			ESTUDO DE REFERÊNCIA
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	
ANURA	Brachycephalidae	*Ischnocnema izecksohni*	rãzinha-do-folhiço				DD	2, 3
ANURA	Brachycephalidae	*Ischnocnema juipoca*	rãzinha-do-folhiço					1, 2, 3, 4, 5
ANURA	Bufonidae	*Rhinella crucifer*	sapo-cururu					1, 2, 3, 4, 5,7
ANURA	Bufonidae	*Rhinella diptycha*	sapo-cururu					5, 6,7
ANURA	Bufonidae	*Rhinella granulosa*	sapo-granuloso					3
ANURA	Craugastoridae	*Haddadus binotatus*	rãzinha-do-folhiço					1, 2, 3, 4, 5, 6,7
ANURA	Craugastoridae	*Thoropa megatympanum*	rã-das-pedras					1, 2
ANURA	Hylidae	*Aplastodiscus cavicola*	perereca-verde				NT	1, 2
ANURA	Hylidae	*Boana albopunctata*	perereca-cabrinha					1, 2, 3, 4, 5,7
ANURA	Hylidae	*Boana crepitans*	perereca-gladiadora					1, 2, 4
ANURA	Hylidae	*Boana faber*	sapo-ferreiro					1, 2, 3, 4, 5,7
ANURA	Hylidae	*Boana lundii*	perereca-usina					1, 2, 3, 4, 5, 6,7
ANURA	Hylidae	*Boana polytaenia*	perereca-de-pijama					1, 2, 3, 5
ANURA	Hylidae	*Bokermannohyla circumdata*	perereca					1, 2, 3, 4, 5
ANURA	Hylidae	*Bokermannohyla martinsi*	perereca	Esp.		NT		1, 2
ANURA	Hylidae	*Dendropsophus decipiens*	pererequinha-do-brejo					3
ANURA	Hylidae	*Dendropsophus elegans*	perereca-de-moldura					1, 2, 3, 4, 5

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	ESPÉCIE CONTEMPLADA EM PAN	STATUS DE CONSERVAÇÃO			ESTUDO DE REFERÊNCIA
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	
ANURA	Hylidae	*Dendropsophus minutus*	perereca-de-ampulheta					1, 2, 3, 4, 5, 6
ANURA	Hylidae	*Dendropsophus rubicundulus*	perereca					1, 2, 3, 4, 5
ANURA	Hylidae	*Scinax eurydice*	raspa-cuia					1, 2, 3
ANURA	Hylidae	*Scinax fuscomarginatus*	pererequinha-do-brejo					2, 3
ANURA	Hylidae	*Scinax fuscovarius*	perereca-de-banheiro					1, 2, 5, 6,7
ANURA	Hylidae	*Scinax longilineus*	perereca					1, 2, 5
ANURA	Hylidae	*Scinax luizotavioi*	perereca					1, 2, 3, 4, 5
ANURA	Hylidae	*Scinax aff. perereca*	perereca					2, 3
ANURA	Hylidae	*Scinax squalirostris*	pererec					1, 2
ANURA	Hylidae	*Scinax tripui*	perereca					3
ANURA	Hylidae	*Scinax x-signatus*	raspa-cuia					3, 5
ANURA	Hylodidae	*Crossodactylus trachystomus*	rãzinha-do-riacho				DD	1, 2
ANURA	Hylodidae	*Hylodes uai*	rãzinha-do-riacho				DD	1, 2
ANURA	Leptodactylidae	*Adenomera gr. marmorata*	rã					3
ANURA	Leptodactylidae	*Leptodactylus cunicularius*	rã					1, 2, 3
ANURA	Leptodactylidae	*Leptodactylus furnarius*	rãzinha-assobiadora					1, 2, 3, 5
ANURA	Leptodactylidae	*Leptodactylus fuscus*	rã-assobiadora					1, 2, 3, 5
ANURA	Leptodactylidae	*Leptodactylus labyrinthicus*	rã-pimenta					1, 2, 3, 4, 5,7

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	ESPÉCIE CONTEMPLADA EM PAN	STATUS DE CONSERVAÇÃO			ESTUDO DE REFERÊNCIA
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	
ANURA	Leptodactylidae	*Leptodactylus latrans*	rã-manteiga					1, 2, 3, 5
ANURA	Leptodactylidae	*Leptodactylus mystaceus*	rã					5
ANURA	Leptodactylidae	*Leptodctylus mystacinus*	rã-assobiadora					1, 2, 3, 4, 5,7
ANURA	Leptodactylidae	*Leptodactylus sertanejo*	rã-de-bigode					1, 2, 3
ANURA	Leptodactylidae	*Leptodactylus syphax*	rã-das-pedras					3
ANURA	Leptodactylidae	*Physalaemus centralis*	rã					3
ANURA	Leptodactylidae	*Physalaemus cuvieri*	rã-cachorro					1, 2, 3, 4, 5,7
ANURA	Leptodactylidae	*Physalaemus marmoratus*	rã-chorona					3
ANURA	Leptodactylidae	*Pseudopaludicola murundu*	rãzinha					1, 2, 3
ANURA	Microhylidae	*Elachistocleis cesarii*	sapo-guarda					1, 2, 3
ANURA	Odontophrynidae	*Odontophrynus cultripes*	sapo					1, 2, 3, 4, 5,7
ANURA	Odontophrynidae	*Proceratophrys boiei*	sapo-de-chifre					1, 2, 3, 4
ANURA	Phyllomedusidae	*Phyllomedusa burmeisteri*	perereca-das-folhagens					1, 2, 3, 4, 5, 6,7

Legenda: 1 = EIA Pilha de Estéril Grota das Cobras, 2010; 2 = EIA Expansão das Cavas Ipê e Tico-Tico, 2012; 3 = Relatório Complexo Serra Azul, 2012; 4 = Monitoramento de Expansão do Projeto Serra Azul, 2012; EIA Mineração Morro do Ipê, 2015; 6= Programa de Monitoramento de Fauna, 2020; 7 = LD Morro do Ipê - São Joaquim de Bicas, 138 kv, 2021; PAN = Esp = Plano de Ação Nacional da Serra do Espinhaço; Categoria nas listas de Ameaça: MG = DN COPAM 147/2010; Nacional – Portaria MMA/2022; Global-IUCN, 2022. Status de Conservação nas listas de ameaça: NT = Quase Ameaçada; DD = Deficientes de Dados.

Tabela 2-69 - Espécies de répteis de potencial ocorrência na região do projeto.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	ESPÉCIE CONTEMPLADA EM PAN	STATUS DE CONSERVAÇÃO NAS LISTAS DE AMEAÇA			ESTUDO
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	
Crocodylia	Alligatoridae	*Caiman latirostris*	jacaré-do-papo-amarelo					5
Squamata	Amphisbaenidae	*Amphisbaena alba*	cobra-de-duas-cabeças					1, 2,7
Squamata	Amphisbaenidae	*Amphisbaena dubia*	cobra-de-duas-cabeças					1, 2
Squamata	Anguidae	*Ophiodes sp.*	cobra-de-vidro					1, 2. 5
Squamata	Gekkonidaae	*Hemidactylus mabouia*	lagartixa					1, 2, 5
Squamata	Gymnophthalmidae	*Ecpleopus gaudichaudii*	lagartinho-da-serra-do-mar					5
Squamata	Gymnophthalmidae	*Gymnophthalmidae sp.*	-					3
Squamata	Leiosauridae	*Enyalius bilineatus*	papa-vento					1, 2, 3, 5, 6,7
Squamata	Leiosauridae	*Urostrophus vautieri*	papa-vento-de-barriga-lisa					1, 2, 4
Squamata	Mabuyidae	*Aspronema dorsivittatum*	calango-liso					2
Squamata	Mabuyidae	*Notomabuya frenata*	calango-liso					1, 2, 3, 5, 6
Squamata	Polychrotidae	*Polychrus acutirostris*	camaleãozinho					1, 2
Squamata	Teiidae	*Ameiva ameiva*	bico-doce					1, 2, 5, 6,7

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	ESPÉCIE CONTEMPLADA EM PAN	STATUS DE CONSERVAÇÃO NAS LISTAS DE AMEAÇA			ESTUDO
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	
Squamata	Teiidae	*Ameivula cipoensis*	bico-doce					5
Squamata	Teiidae	*Salvator merianae*	teiú					1, 2, 4, 5, 6
Squamata	Tropiduridae	*Tropidurus hispidus*	calango					5, 6
Squamata	Tropiduridae	*Tropidurus itambere*	calango					6
Squamata	Tropiduridae	*Tropidurus gr. torquatus*	calango					1, 2, 3,7
Squamata	Anomalepididae	*Liotyphlops beui*	cobra-cega					6
Squamata	Boidae	*Epicrates crassus*	jiboia-arco-iris					1, 2
Squamata	Colubridae	*Chironius exoletus*	cobra-cipó					1, 2
Squamata	Colubridae	*Chironius flavolinetus*	cobra-cipó					2
Squamata	Colubridae	*Spilotes pullatus*	caninana					1, 2
Squamata	Colubridae	*Tantilla sp.*	coral-falsa					1, 2
Squamata	Dipsadidae	*Apostolepis assimilis*	coral-falsa					1, 2
Squamata	Dipsadidae	*Erythrolamprus aesculapii*	coral-falsa					1, 2
Squamata	Dipsadidae	*Erythrolamprus almadensis*	jararaquinha-do-campo					1, 2
Squamata	Dipsadidae	*Erythrolamprus miliaris*	cobra-d'água					1, 2
Squamata	Dipsadidae	*Erythrolamprus poecilogyrus*	cobra-de-capim					1, 2
Squamata	Dipsadidae	*Dipsas mikanii*	dormideira					1, 2, 5,7
Squamata	Dipsadidae	*Imantodes cenchoa*	dorme-dorme					1, 2
Squamata	Dipsadidae	*Oxyrhopus guibei*	coral-falsa					1, 2,7
Squamata	Dipsadidae	*Oxyrhopus trigeminus*	coral-falsa					1, 2, 5

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	ESPÉCIE CONTEMPLADA EM PAN	STATUS DE CONSERVAÇÃO NAS LISTAS DE AMEAÇA			ESTUDO
					COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	
Squamata	Dipsadidae	*Phimophis guerini*	nariguda					1, 2, 4
Squamata	Dipsadidae	*Philodryas olfersii*	cobra-cipó					2
Squamata	Dipsadidae	*Pseudablabes patagoniensis*	corre-campo					1, 2
Squamata	Dipsadidae	*Pseudoboa nigra*	muçurana					2
Squamata	Dipsadidae	*Taeniophallus affinis*	cobra-cabeça-preta					1, 2
Squamata	Dipsadidae	*Thamnodynastes sp.*	cobra					1
Squamata	Dipsadidae	*Xenodon merremii*	boipeva					5,7
Squamata	Elapidae	*Micrurus lemniscatus*	coral					1, 2
Squamata	Viperidae	*Bothrops jararaca*	jararaca					2, 5,7
Squamata	Viperidae	*Bothrops neuwiedi*	jararaca-pintada					2, 5
Squamata	Viperidae	*Crotalus durissus*	cascavel					2, 5

Legenda: 1 = EIA Pilha de Estéril Grota das Cobras, 2010; 2 = EIA Expansão das Cavas Ipê e Tico-Tico, 2012; 3 = Relatório Complexo Serra Azul, 2012; 4 = Monitoramento de Expansão do Projeto Serra Azul, 2012; EIA Mineração Morro do Ipê, 2015; 6= Programa de Monitoramento de Fauna, 2020; 7 = LD Morro do Ipê - São Joaquim de Bicas, 138 kv, 2021; PAN = Plano de Ação Nacional da Serra do Espinhaço; Categoria nas listas de Ameaça: MG = DN COPAM 147/2010; Nacional – Portaria MMA/2022; Global-IUCN, 2022. Status de Conservação nas listas de ameaça: NT = Quase Ameaçada; DD = Deficientes de Dados.

2.6.3.3.2 DADOS PRIMÁRIOS

a) Riqueza

As campanhas de levantamento de campo resultaram no registro de 27 espécies, destes 18 spp. são anfíbios e nove são répteis, sendo que uma delas é classificada como espécie exótica (**Tabela 2-70**).

Dentre as espécies de anfíbios registradas, estas estão distribuídas em sete famílias da ordem Anura. Na primeira campanha foram levantadas 10 espécies de anfíbios e, na segunda campanha, 18 espécies. A família Hylidae apresentou maior riqueza (n =7 espécies), seguida por Leptodacylidae (n=6). As demais famílias foram menos representativas: Brachycephalidae (n=1), Bufonidae (n = 2), Centrolenidae (n=1), Odontophrynidae(n=1) e Phyllomedusidae (n = 1) (**Figura 2-177**).

A notória representatividade da família Hylidae é explicada por possuir representantes adaptados aos mais variados ambientes, sendo capazes de utilizar todos os estratos de vegetação, herbácea, arbustiva e florestal, e também as diversas coleções d'água, lóticas, lênticas, perenes e intermitentes para reprodução. Quanto à família Leptodactylidae, a riqueza mais elevada se deve ao fato de constituir uma das famílias mais ricas do Brasil, o que também é um fator decisivo para maior detectabilidade. Esta família inclui as rãs terrícolas, cujos representantes em sua maioria se reproduzem em coleções de águas lênticas.

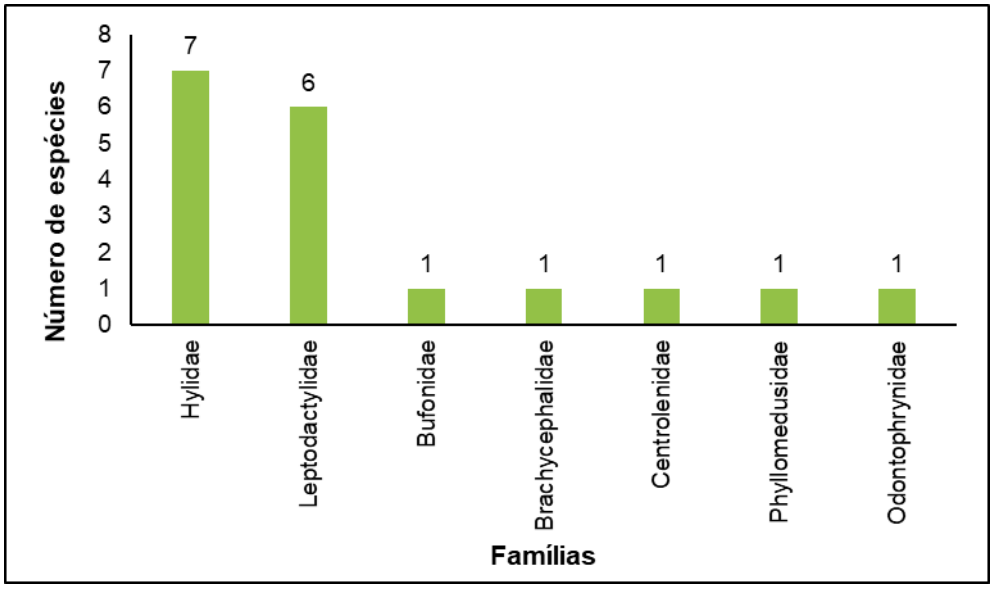


Figura 2-177 - Representatividade de espécies de anfíbios por Famílias registradas

Em relação aos répteis, as espécies levantadas pertencem à ordem Squamata, distribuídas em oito famílias. Essa riqueza inclui sete espécies da subordem Lacertilia (lagartos), pertencentes às famílias Gekkonidae (n=1), Gymnophthalmidae (n = 1), Leiosauridae (n=1), Teiidae (n =2), Tropiduridae (n = 1) e Amphisbaenidae (n=1) e duas espécies da subordem Serpentes, com duas famílias representadas: Leptotyphlopidae

(n=1) e Viperidae (n = 1) (**Figura 2-178**). Na primeira campanha foram levantadas 04 espécies de répteis e, na segunda, 09 espécies.

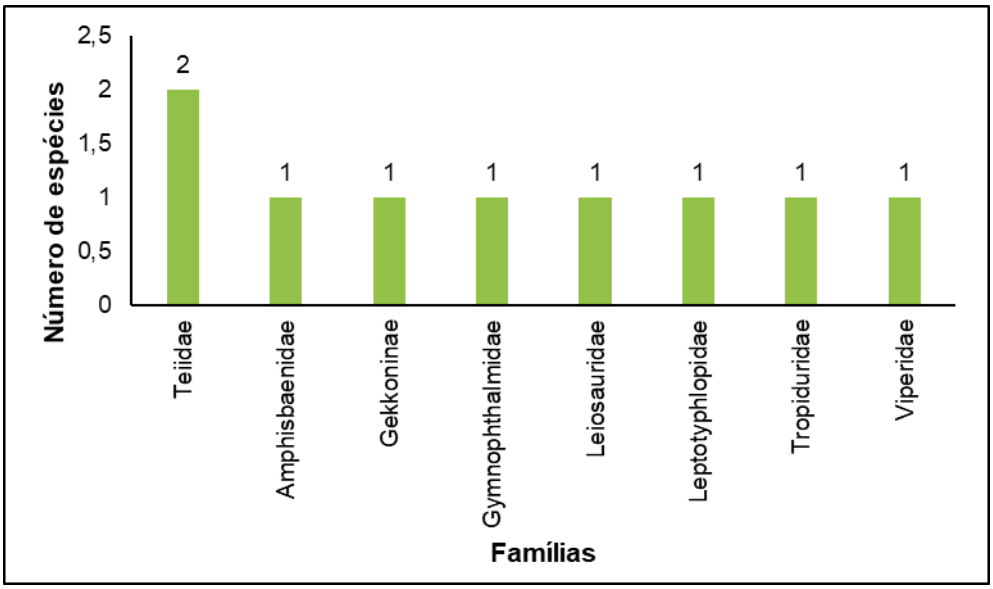


Figura 2-178 - Representatividade de espécies de répteis por Famílias registradas

Tabela 2-70 - Espécies da herpetofauna registradas durante as campanhas de inventariamento da fauna

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	ÁREA AMOSTRAL	CAMPANHA SAZONAL	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	CINEGÉTICA	EXÓTICA	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Anura	Brachycephalidae	*Ischnocnema juipoca*	rãzinha-do-campo	FT01;FT03;FT04;FT07	chuva	EO	VOC						
Anura	Bufonidae	*Rhinella crucifer*	sapo-amarelo	FT02;PT07	seca, chuva	EO;PLT;AIQ	V;VOC	MA					
Anura	Bufonidae	*Rhinella diptycha*	sapo-cururu	FT01;FT02;FT03	chuva	PLT	V;VOC						
Anura	Centrolenidae	*Vitreorana uranoscopa*	perereca-de-vidro	FT03;FT05	chuva	PLT	V	MA					
Anura	Hylidae	*Boana crepitans*	perereca-manchada	FT02	seca,chuva	PLT	V						
Anura	Hylidae	*Boana faber*	sapo-ferreiro	FT02;FT05	seca,chuva	PLT	V;VOC	MA					
Anura	Hylidae	*Boana lundii*	perereca-cru-cru	FT02	seca,chuva	PLT	VOC	CE					
Anura	Hylidae	*Boana polytaenia*	perereca-listrada	FT04;FT05	seca,chuva	PLT	VOC	MA					
Anura	Hylidae	*Dendropsophus minutus*	perereca-de-ampulheta	FT05	seca,chuva	PLT	V						
Anura	Hylidae	*Scinax longilineus*	perereca-de-verruga	FT05	seca,chuva	PLT	V;VOC	MA					
Anura	Hylidae	*Scinax fuscovarius*	perereca-de-banheiro	FT01;FT02	chuva	PLT	V						
Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus fuscus*	rã-assoviadeira	FT02;FT04;FT05;FT06	seca,chuva	PLT;AIQ	V;VOC						
Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus luctator*	rã-manteiga	FT02	chuva	PLT	V;VOC		X				
Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus mystaceus*	rã	FT02	chuva	PLT;AIQ	V						
Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus mystacinus*	rã-assobiadora	FT03;FT04	chuva	EO;PLT	V;VOC						
Anura	Leptodactylidae	*Physalemus cuvieri*	perereca-de-banheiro	FT02;FT04;FT5;FT06	seca,chuva	EO;AIQ;PLT	V;VOC						
Anura	Odontophrynidae	*Odontophrynus cultripes*	sapo-bola	FT02;FT03	seca,chuva	EO;AIQ;PLT	V;VOC						
Anura	Phyllomedusidae	*Phyllomedusa burmeisteri*	perereca-verde-grande	FTO2;FT07	chuva	PLT;AIQ	V;VOC	MA	X				
Squamata	Amphisbaenidae	*Amphisbaena alba*	cobra-de-duas-cabeças	FT04	chuva	PLT	V						
Squamata	Gekkonidae	*Hemidactylus mabouia*	lagartixa de parede	FT06	seca,chuva	V				X			
Squamata	Gymnophthalmidae	*Ecpleopus gaudichaudii*	lagartinho-da-mata	FT06	chuva	EO	V	MA					
Squamata	Leiosauridae	*Enyalius bilineatus*	papa-vento	FT02;FT04;FT05;FT06	seca,chuva	EO;AIQ	V						
Squamata	Teiidae	*Ameiva ameiva*	bico-doce	FT04;FT05	seca,chuva	AIQ;PLT	V						
Squamata	Teiidae	*Salvator merianae*	teiú	FT04	chuva	EO			X				

Squamata	Tropiduridae	*Tropidurus* aff. *torquatus*	calango	FT01;FT04;FT05;FT06	seca, chuva	PLT	V						
Squamata	Leptotyphlopidae	*Trilepida jani*	cobra-cega-da-serra	FT04;FT06	chuva	EO		QF+SE, CE					
Squamata	Viperidae	*Bothrops gr.neuwiedi*	jararaca	-	chuva	EO							

Legenda: Método: PLT = Procura Ativa Limitada por Tempo, AIQ = Armadilha de interceptação e queda, EO = Encontro ocasional. Endemismo: QF = Quadrilátero Ferrífero, SE = Serra do Espinhaço, CE = Cerrado, MA = Mata Atlântica. Categoria nas listas de Ameaça: MG = DN COPAM 147/2010; Nacional – Portaria MMA/2022; Global-IUCN, 2022.

b) Abundância

Na amostra de anfíbios obtida por PLT foram contabilizados 137 indivíduos pertencentes a 17 espécies (**Figura 2-179**). As espécies mais abundantes foram *Dendropsophus minutus*, *Leptodactylus fuscus*, *Physalaemus cuvieri*, *Boana lundii*, *Vitreorana uranoscopa*, *Ischnocnema juipoca* e *Boana polytaenia*. As demais exibiram baixas abundâncias (1-8). Por sua vez, as amostragens por AIQ resultaram no registro de 37 indivíduos pertencentes a sete espécies, a espécie mais abundância foi *Physalaemus cuvieri*.

De maneira geral, diferenças na riqueza e abundância de anuros são explicadas pela sazonalidade, na disponibilidade e distribuição de recursos, na variação de temperatura, por flutuações populacionais devido à fatores ligados aos seus ciclos reprodutivos e, também, por casualidade nas amostragens (DUELLMAN & TRUEB, 1994). O padrão de distribuição das abundâncias observado corresponde ao padrão ecológico geral, com poucas espécies mais abundantes, algumas com abundância intermediárias e a maioria com baixa abundância (MAGURRAN, 2013).

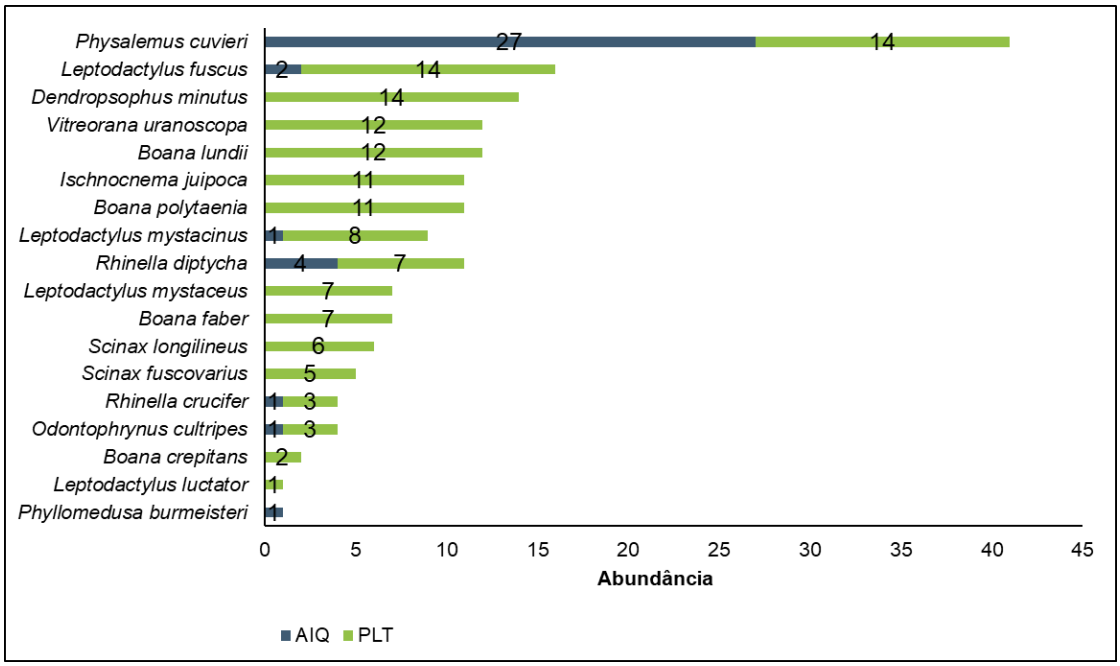


Figura 2-179 – Abundâncias de espécies de anfíbios por método de amostragem

Também se analisou a taxa de riqueza de espécies em cada uma das fitofisionomias (*i.e.* áreas amostrais) que demonstrou que áreas amostrais em FESD (n=18 espécies;134 indivíduos) agregaram ao estudo maior riqueza e abundância, muito embora sejam distintas em termos de estruturação (complexidade ambiental) (**Figura 2-180**). Nos ambientes de Cerrado a riqueza e abundância foram representadas por sete espécies e 40 indivíduos.

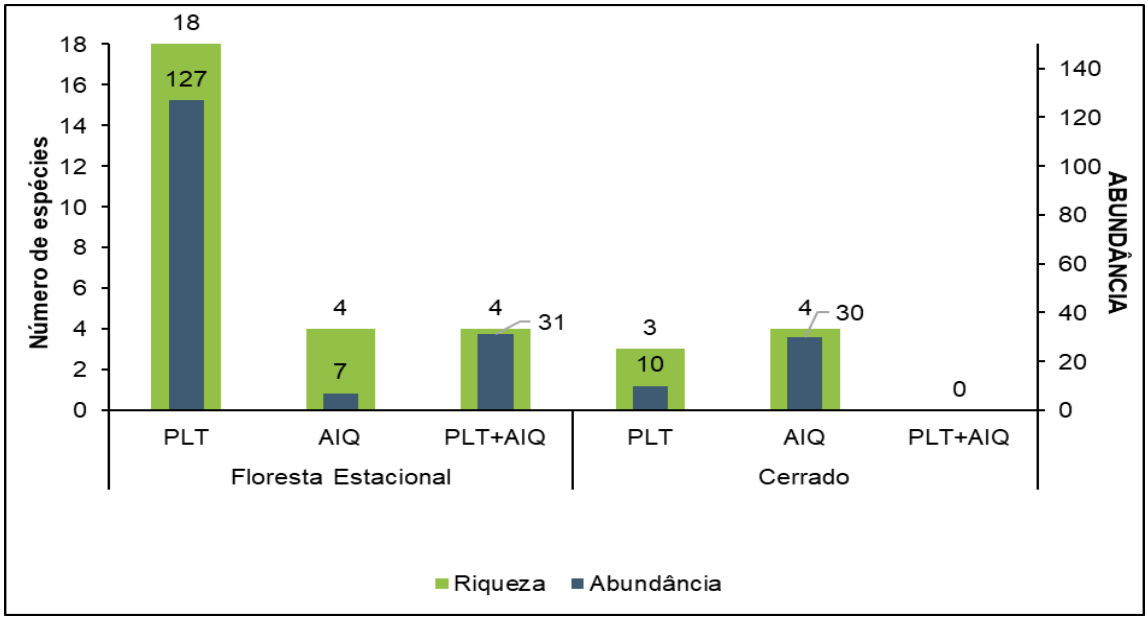


Figura 2-180 – Riqueza e abundâncias de espécies de anfíbios por método de amostragem e classe de ambiente amostrado

Individualmente, a área amostral FT02 contribuiu para a maior riqueza e abundância dentre os ambientes florestais (n=13 espécies; n= 53 indivíduos), em contrapartida, nesta área, o trecho amostrado apresenta-se com baixa complexidade estrutural e é influenciado por curso d'água antropizado, condições que favorecem o registro de espécies típicas de áreas abertas e pouco exigentes ambientalmente, o que contribui para o estabelecimento e aumento de suas populações. A área amostral FT05 foi a segunda mais especiosa e abundante (n=7 spp.; n=48 indivíduos) (**Figura 2-181**), este local abriga espécies com habitat mais compatível às suas características, como por exemplo, *Vitreorana uranoscopa* e *Scinax longilineus* as quais exibem reprodução associada a córregos e riachos mais íntegros, correntes, pedregosos e com água límpida.

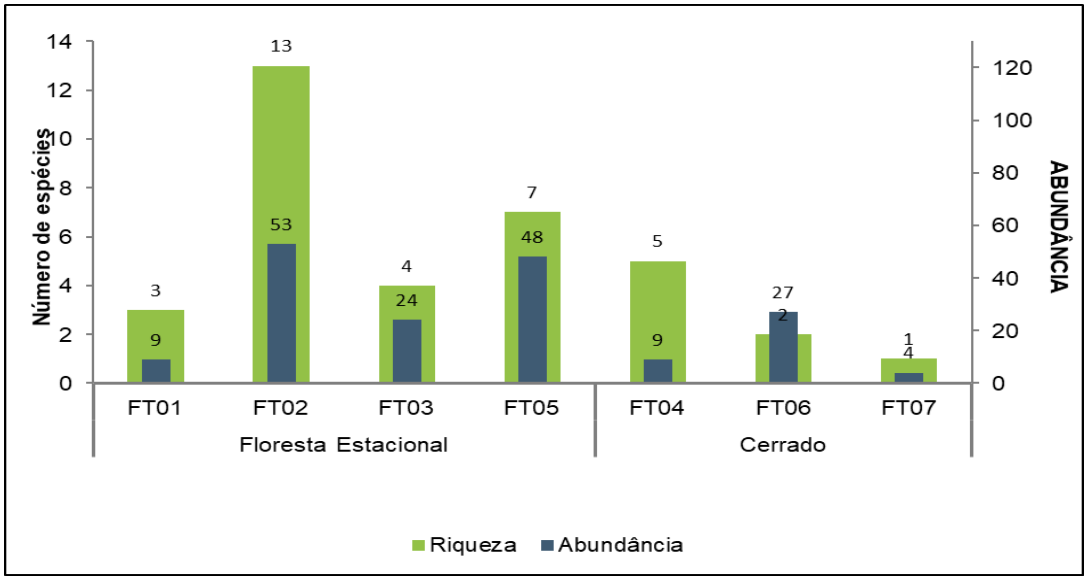


Figura 2-181 – Riqueza e abundâncias de espécies de anfíbios por área de amostragem e classe de ambiente amostrado.

A seguir são apresentadas fotografias de algumas das espécies de anfíbios registradas na área de estudo.

Figura 2-182 – *Boana faber*

Figura 2-183 – *Phyllomedusa burmesteri*

Figura 2-184 – *Leptodacylus luctator*

Figura 2-185 - *Leptodactylus mystaceus*

O táxon de réptil mais abundante nas campanhas de levantamento foi *Tropidurus* aff. *torquatus*, com o registro de 15 indivíduos, sendo todos eles documentados pelo método de PLT (**Figura 2-186**). Na sequência, tem-se *Enyalius bilineatus* com cinco indivíduos, que por sua vez foram registrados majoritariamente por AIQ, sendo apenas dois registros ocasionais.

Os métodos de PLT e AIQ, que apresentaram esforço amostral sistematizado, contemplaram 66,7% (n=6) (**Figura 2-187**) da riqueza reunida para a área de estudo, sendo três espécies *Bothrops* gr. *neuwiedi*, *Ecpleopus gaudichaudii* e *Salvator merianae* registradas exclusivamente de forma ocasional por AIQ no período de amostragem da equipe de mastofauna. Apenas *Ameivula ameivula* foi registrada por mais de um método, nesse caso PLT e AIQ.

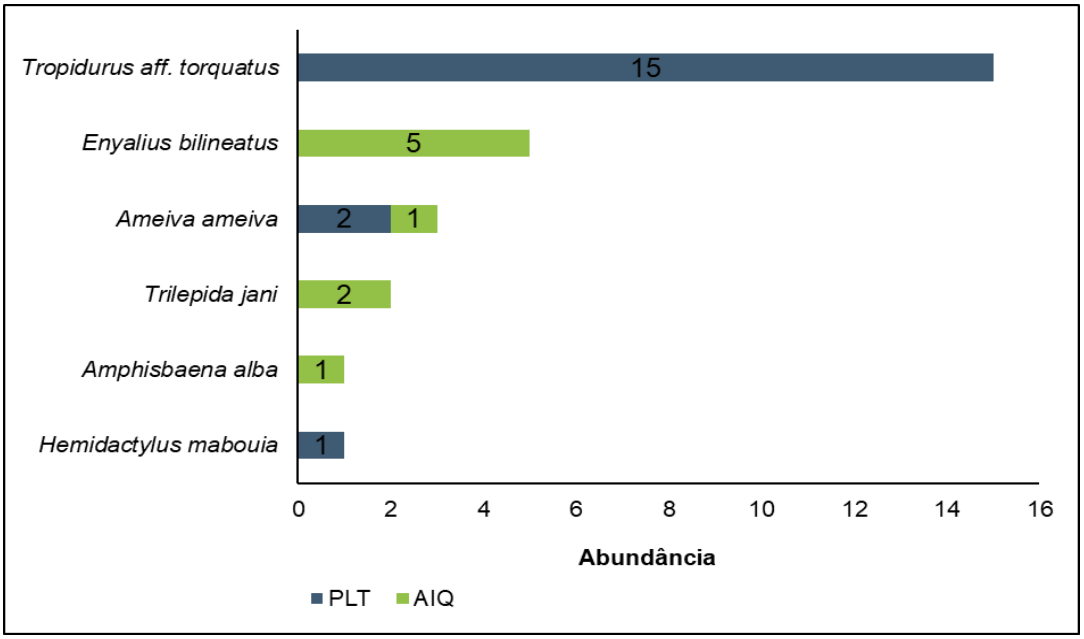


Figura 2-186 – Abundâncias de espécies de répteis por método de amostragem.

A amostragem pelo método de PLT apresentou destaque pouco maior em termos de riqueza, reunindo um total de cinco espécies associadas a 18 indivíduos. Esse destaque pode ser atribuído a hegemonia de registros de *A. ocellifera*, que abarcou 83,3% dos registros documentados pelo método.

Em relação ao método AIQ, foram registradas quatro diferentes espécies, com abundância de nove indivíduos. Dois dos táxons registrados foram exclusivos do método, a saber: *Amphisbaena alba* e *Trilepida jani* (**Figura 2-187**). Os registros de *A. alba*, *T. jani* e *E. gaudichaudii* por AIQ corroboram a eficiência do método no registro de espécies fossoriais e semifossoriais, que dificilmente seriam registradas por outras metodologias (GREENBER et al, 1994; ENGE, 2001).

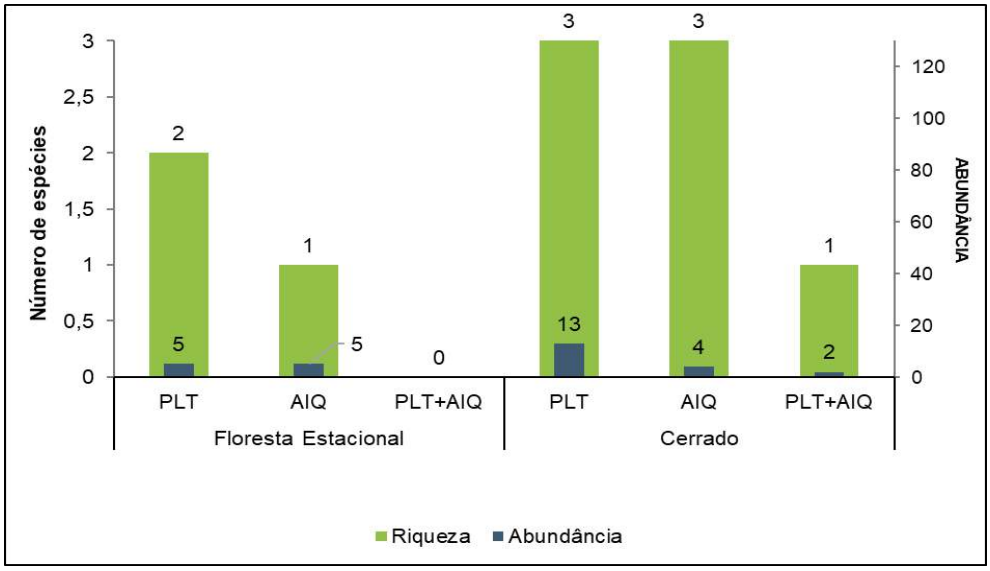


Figura 2-187 – Riqueza e abundâncias de espécies de répteis por método de amostragem e classe de ambiente amostrado.

Foi também analisada a riqueza por método sistematizado em cada fitofisionomia amostral, que demonstrou maiores valores de riqueza (n=5) e abundância (n=17) para o Cerrado, comparada as áreas de FESD (n=3 espécies; n=10 indivíduos) (**Figura 2-188**). Nota-se que cada área amostral demonstra abrigar espécies com habitat mais compatível a suas características, como por exemplo *Trilepida jani* em áreas de Cerrado e *Ecpleopus gaudichaudii* e *Enyalius bilineatus* em áreas florestais.

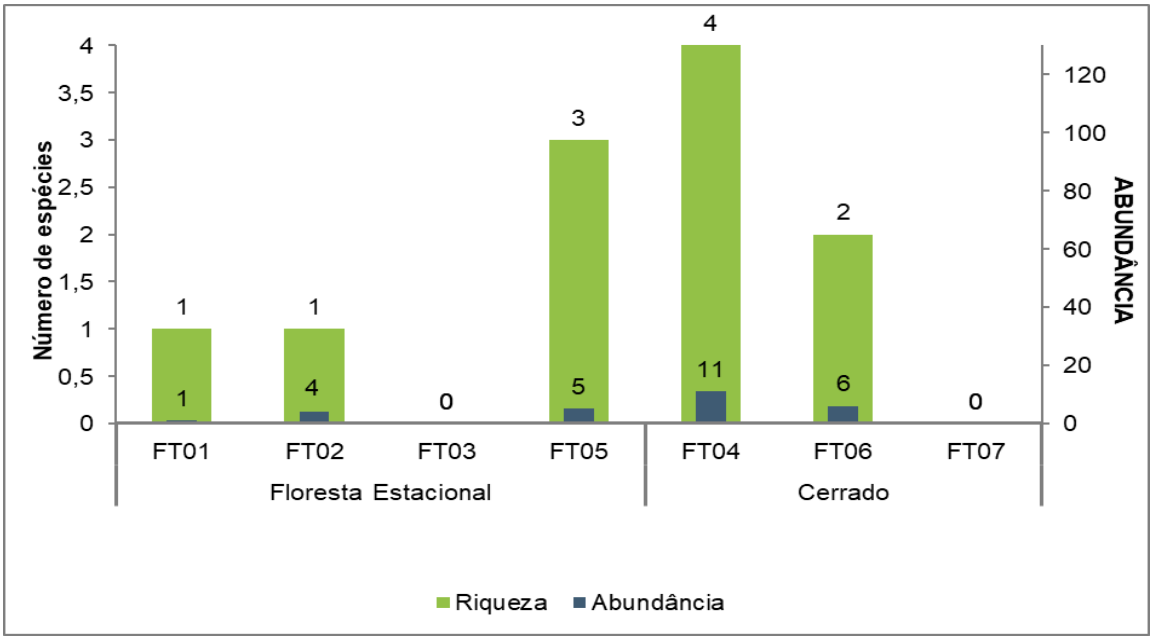


Figura 2-188 – Riqueza e abundâncias de espécies de répteis por área de amostragem e classe de ambiente amostrado.

A seguir são apresentadas fotografias de algumas das espécies de répteis registradas na área de estudo.

Figura 2-189 – *Amphisbaena alba*

Figura 2-190 – *Trilepida jani*

Figura 2-191 – *Bothrops* gr. *neuwiedi*

Figura 2-192 – *Enyalius bilineatus*

c) Índices de Diversidade

Para o presente estudo optou-se por estabelecer uma ordenação de diversidade a partir da aplicação do perfil de diversidade de Rényi (H-alfa), visto que o uso isolado dos índices de diversidade pode não garantir uma comparação fidedigna entre as grandezas mensuradas.

Dessa forma, a análise dos perfis traçados demonstra que a amostragem no geral (Total geral) expressou a maior diversidade e a menor dominância de táxons pertencentes à anurofauna, uma vez que o perfil traçado permaneceu superior aos demais (**Figura 2-193**). A técnica de ordenação revelou que, entre amostragem no geral e em FESD, apesar da interseção inicial dos perfis, a amostragem geral foi mais diversa. Esse resultado indica que a maior parcela da diversidade local de anfíbios encontra-se nas áreas florestadas.

Apesar do perfil do Cerrado encontrar-se isoladamente mais abaixo do que todos os outros, este contribui para a diversidade geral da área de estudo e sugere baixa

dominância de espécies de anuros nas áreas situadas sob influência das classes de ambiente características deste bioma.

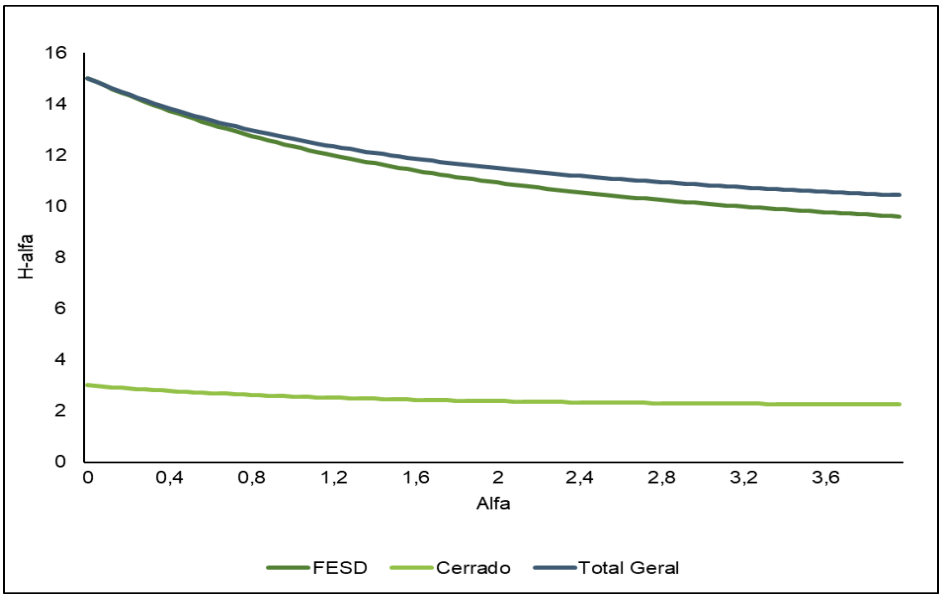


Figura 2-193 – Diversidade e equitabilidade calculadas por classe de ambiente amostrado.

Considerando premissas estatísticas, a pequena amostra obtida para o grupo dos répteis por PLT (duas espécies, dois indivíduos) e AIQ em FESD (uma espécie, um indivíduo) não apresentou heterogeneidade que permitisse um tratamento estatístico robusto para uma base de análise comparativa em termos de diversidade. Portanto, no presente estudo, optou-se pela não aplicação das análises de diversidade.

d) Suficiência Amostral

Foram geradas curvas de acumulação da riqueza rarefeita em função do esforço amostral (sete dias de PLT por campanha, totalizando 14 dias), para as quais foram calculadas a riqueza estimada com base no estimador Jackknife 1.

Nota-se que a inclinação da curva observada não exibiu tendência clara à estabilização, o que indica que a riqueza local é provavelmente superior à registrada com PLT (n = 18) (**Figura 2-194**). O resultado gerado pelo estimador Jackknife 1 legitima a previsão da rarefação e fornece uma estimativa de 23,57 (±1,61) espécies para a área de estudo, sugerindo o acréscimo de poucas espécies a cada unidade de esforço amostral. Os resultados obtidos representam 76,36% da riqueza estimada pelo Jackknife e indica que a amostragem com PLT foi suficiente para representar a comunidade de anfíbios na área de estudo.

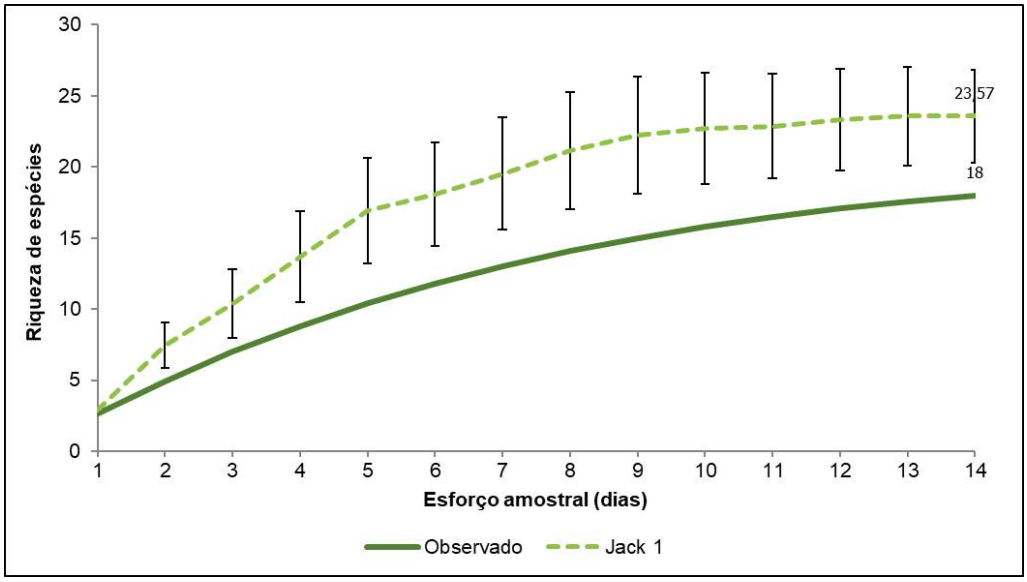


Figura 2-194 - Riqueza acumulada de espécies de anfíbios obtida para as amostras de PLT com base no estimador Jackknife de primeira ordem

e) Importância Biológica da Área de Estudo

Como dito anteriormente, a área de estudo localiza-se a oeste do Quadrilátero Ferrífero, região que delimita duas grandes ecorregiões, o Cerrado e a Mata Atlântica. A região Quadrilátero Ferrífero é considerada como Área Prioritária para Conservação da herpetofauna no Estado de Minas Gerais na categorial "Especial", denominada Espinhaço Sul (DRUMMOND *et al.*, 2005) (**Figura 2-195**). Embora a área de estudo não esteja diretamente inserida nesta área, ela faz parte do Quadrilátero Ferrífero, sendo importante pontuá-la, visto que a herpetofauna pode ser influenciada por aspectos regionais e pressões de ameaças similares.

As áreas descritas como de importância biológica "Especial" são aquelas com ocorrência de táxons restritos à área e/ou a ambientes únicos no Estado. Sendo que uma grande pressão ao grupo nessa área é o extrativismo mineral, frequentemente localizado nos topos ou encostas das serras que moldam uma densa rede hidrográfica, e que apresentam elevado potencial poluidor ao longo de todo o sistema aquífero associado aos geossistemas ferruginosos. Além da mineração, outra pressão ao grupo são as atividades agropecuária e pecuária. Dentre as ações recomendadas, está a realização de inventários e monitoramento da herpetofauna nesta área (DRUMMOND et al., 2005, PAN Espinhaço - ICMBio, 2016).

É importante destacar ainda a presença do Plano de Ação Nacional (PAN) para a Conservação da Herpetofauna da Serra do Espinhaço em Minas Gerais. Trata-se de um esforço voltado ao estabelecimento de uma política pública para a conservação desse patrimônio e que abrange 28 espécies-foco. Destas, dez são endêmicas da Serra do Espinhaço e 11 estão ameaçadas de extinção. O PAN beneficia ainda 17 espécies categorizadas como Quase Ameaçada ou Dados Insuficientes na última avaliação nacional e que tenham ocorrência no recorte geográfico do Plano de Ação. Das espécies-foco desse plano, o anfíbio *Bokermannohyla martinsi* foi registrado nos dados

secundários consultados para a área de estudo do projeto. Além dessa espécie, outras espécies com ocorrência no Quadrilátero Ferrífero também são contempladas por este PAN, como *Hylodes uai*.

Vale ressaltar também que o limite geográfico estabelecido como ADA do projeto, bem como suas áreas de influência (AI) estão inseridos na zona de amortecimento da Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço (RBSE) (UNESCO, 2020, ANDRADE et al., 2015). A RBSE engloba um mosaico de sistemas ecológicos representativos das principais regiões biogeográficas, o que justifica sua importância ecológica.

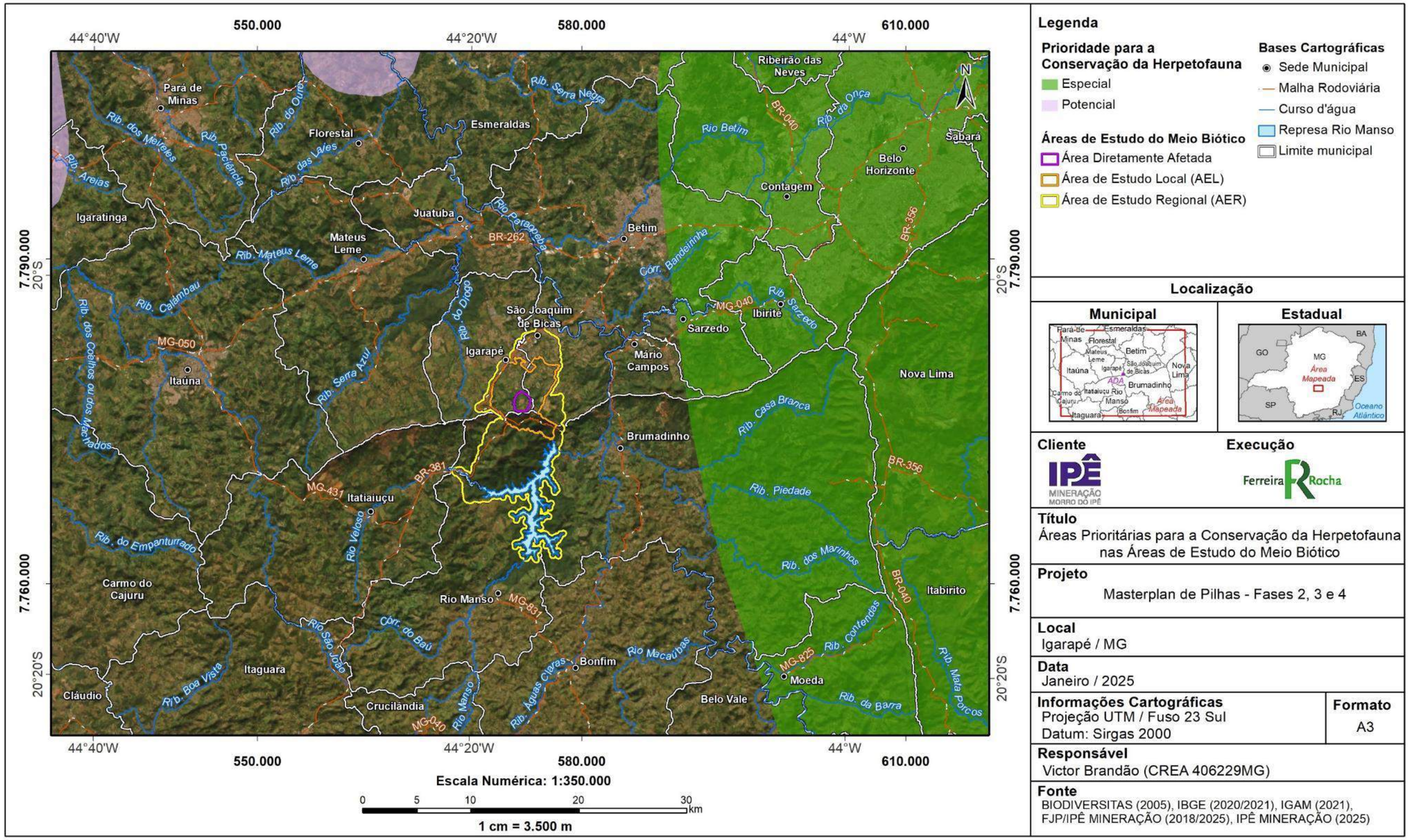


Figura 2-195 - Áreas Prioritárias para Conservação da Herpetofauna.

f) Formas de Uso dos Habitats e Processos Ecossistêmicos

O delineamento amostral proposto para o levantamento da fauna permitiu a seleção de duas áreas amostrais, sendo cada uma delas representativa de uma fitofisionomia predominante. Nesse sentido, foram registradas 22 espécies em FESD (FT01, FT02, FT03 e FT05) e 14 espécies em Cerrado (FT04, FT06 e FT07).

Considerando apenas as espécies exclusivas por fitofisionomia, FESD apresentou 13 espécies: *Boana crepitans*, *Boana faber*, *Boana lundii*, *Dendropsophus minutus*, *Leptodactylus luctator*, *Leptodactylus mystaceus*, *Odontophrynus cultripes*, *Rhinella crucifer*, *Scinax fuscovarius*, *Scinax longilineus*, *Ecpleopus gaudichaudii*, *Rhinella diptycha*, e *Vitreorana uranoscopa*. Das espécies com registros em FESD, o lagarto *Ecpleopus gaudichaudii* e os anfíbios *Vitreorana uranoscopa* e *Scinax longilineus* são dependentes de ambientes mais íntegros e podem bioindicar qualidade ambiental. As áreas amostrais em Cerrado, apesar de menor riqueza acumulada, aparece com quatro táxons exclusivos (*Amphisbaena alba*, *Salvator merianae*, *Trilepida jani, Bothrops* gr.*neuwiedi*). A ocorrência da espécie *Trilepida jani* endêmica dos campos de altitude da Serra do Espinhaço bioindica qualidade ambiental desses ambientes na área de estudo.

No contexto do compartilhamento de espécies, apenas *Ischnocnema juipoca*, *Leptodactylus mystacinus*, *Ameiva ameiva*, *Boana polytaenia*, *Enyalius bilineatus*, *Phyllomedusa burmeisteri*, *Physalemus cuvieri* e *Tropidurus* aff. *torquatus* foram comuns aos dois tipos de fitofisionomias.

Cabe destacar que, entre as referidas fitofisionomias, os registros exclusivos obtidos para algumas espécies podem ser explicados pela casualidade das amostragens ou ser reflexo da sazonalidade na disponibilidade e distribuição de recursos, como exemplo*, Rhinella diptycha, Boana crepitans, Boana faber, Dendropsophus minutus, Leptodactylus luctator, Scinax fuscovarius* em FESD, pois são espécies que comumente podem ocupar os ambientes disponibilizados em Cerrado. Estas espécies são associadas às áreas abertas ou bordas de floresta, e algumas são naturalmente capazes de transpor paisagens por áreas abertas e de mata.

O quantitativo da riqueza exclusiva e compartilhada por estação amostral e consequentemente por classe de cobertura vegetal é detalhado na **Figura 2-194**.

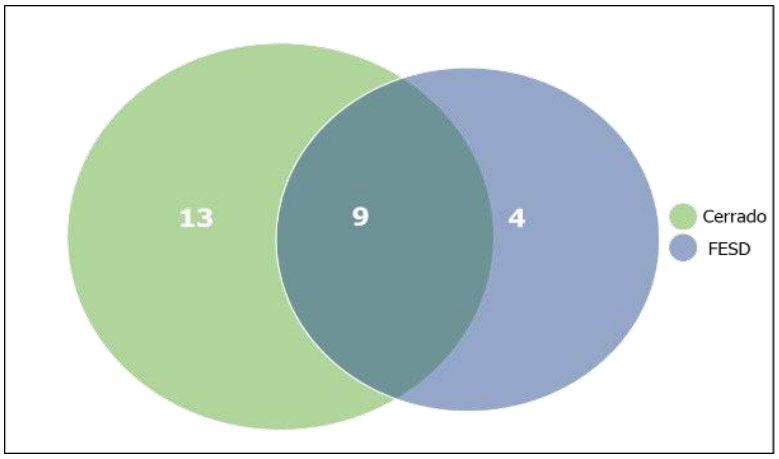


Figura 2-196 - Diagrama representativo das espécies comuns e exclusivas de anfíbios por classe de ambiente amostrado.

Complementarmente, sabendo que os anfíbios são vulneráveis a alterações ambientais devido principalmente à dependência de ambientes aquáticos ou úmidos para manutenção da umidade corporal e reprodução, as espécies foram agrupadas pelas coleções d'água disponíveis entre as fitofisionomias predominantes na área de estudo, conforme detalhado a seguir:

Ambientes lóticos, permanentes, em meio a fisionomias de FESD: nesta categoria são compreendidos riachos acompanhados de matas de galeria e florestas estacionais. Apresentam leito pedregoso, pouco profundo. Dentro dos limites da área de estudo compreendem os ambientes reprodutivos que estão presentes em FT05.

Em geral, estes ambientes expressam baixa riqueza, mas abrigam táxons especialistas e importantes do ponto de vista conservacionista, dentre eles se destacam *Vitreorana uranoscopa e Scinax longilineus.*

Estas espécies utilizam estes ambientes para disposição dos ovos e desenvolvimento dos girinos, os quais permanecem na água por vários meses. Nota-se que estes ambientes estão sendo utilizados como sítios reprodutivos pelo registro de machos em atividade de vocalização.

Ambientes lóticos, permanentes, em borda de FESD: nesta categoria são compreendidos riachos acompanhados de matas de galeria e em alguns trechos desprovidos de vegetação. Apresentam leito arenoso, pouco profundo e trechos brejosos. Dentro dos limites da área de estudo compreendem os ambientes reprodutivos que estão presentes em FT02.

Apesar de não apresentarem espécies totalmente restritas, podem abrigar rica anurofauna, por vezes, constituída por espécies comuns associadas a borda de fragmentos florestais, mas também bastante explorada por espécies típicas, *como Phyllomedusa burmesteri, Odontophrynus cultripes, Rhinella crucifer* e *Leptodactylus mystaceus*.

Nota-se que estes ambientes estão sendo utilizados como sítios reprodutivos pelo registro de machos em atividade de vocalização.

Ambientes efêmeros sobre o chão de florestas e campos: compreende a camada de serapilheira que se forma no chão de floresta e campo. Constitui habitat reprodutivo de anuros que exibem desenvolvimento direto, sem estágio larval. Dentre eles, *Ischnocnema juipoca*, espécie registrada em atividade de vocalização nestes microhabitats.

Por fim, de um modo geral, a ausência de espécies amplamente distribuídas nas áreas amostrais ou com padrão de abundância demasiadamente excedido em relação as demais, sugere que a ocorrência dos anfíbios é estruturada em relação à complexidade e à heterogeneidade dos habitats disponíveis na área de estudo, representados por tipologias vegetais e coleções d'água. Ainda, a diversificação dos

anuros quanto ao uso de praticamente todos os tipos de ambientes aquáticos na área de estudo demonstra também a relevância dos mesmos para a reprodução das espécies.

Conforme citado, na área de estudo os anfíbios foram registrados ocupando os mais variados ambientes como serrapilheira, ambientes campestres e florestais, cursos d'água lóticos e brejos temporários. Nesses locais, as espécies com desenvolvimento indireto, participam de relações tanto no ambiente aquático, uma vez que ovos e larvas se desenvolvem nestes locais, quanto no ambiente terrestre, onde após metamorfose, os indivíduos se desenvolvem. Assim, os anfíbios estabelecem relações ecológicas com diversos grupos da fauna e retroalimentam o sistema ecológico por interações, em decorrência da cadeia alimentar associada.

Nos ecossistemas terrestres, os anfíbios são predadores generalistas e podem ingerir desde invertebrados como moluscos, anelídeos, aracnídeos e principalmente insetos, até pequenos vertebrados, como peixes, roedores, aves e outros anuros. Nos ecossistemas aquáticos, os girinos apresentam uma dieta variada que podem abranger algas, fungos, matéria orgânica e pólen (KLOH et al., 2021). Estes, atuam na regulação de toda a comunidade biótica, desde a produção primária, estruturando micro-organismos vegetais (fitoplâncton) até a ictiofauna, participando como oferta de recurso alimentar e no controle de populações (DUELLMAN & TRUEB, 1994).

Apesar da grande diversidade de preferências alimentares que a comunidade de anfíbios pode se enquadrar, as espécies registradas na área de estudo pertencem a duas guildas tróficas gerais, apresentadas na **Figura 2-197**. A maioria alimenta-se de artrópodes, principalmente insetos (n=14), e poucas incluem também pequenos vertebrados na dieta (n=4), como *Rhinella diptycha*, *Rhinella crucifer* e *Boana faber*.

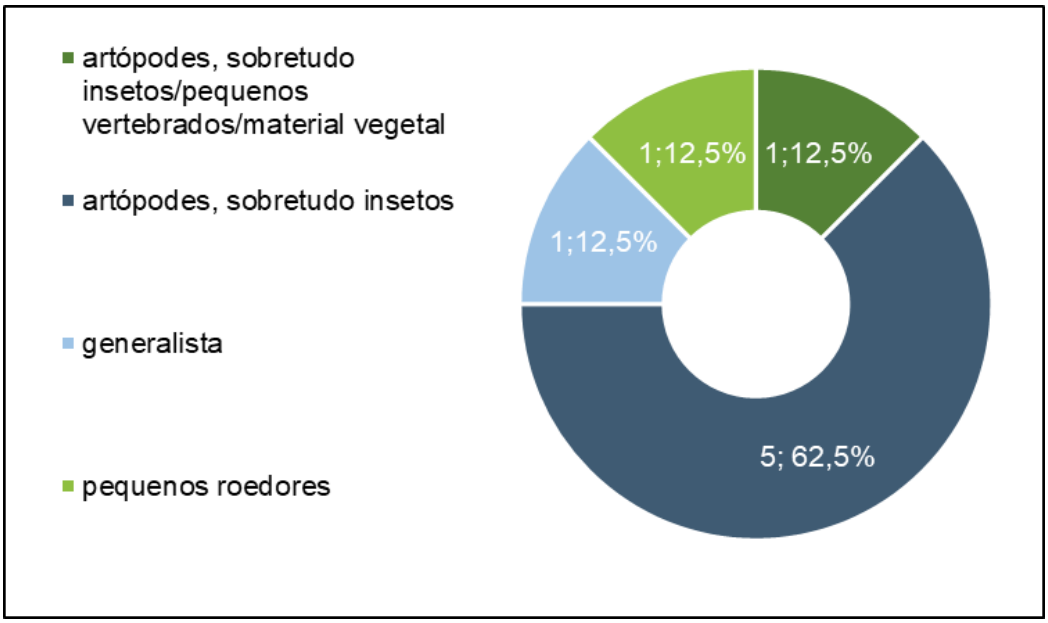


Figura 2-197 - Riqueza de espécies de anfíbios por guilda trófica registrada no levantamento da herpetofauna.

Os répteis têm importante papel ecológico, podendo atuar como agentes tróficos, seja como predadores ou presas, e também como dispersores genéticos por meio da polinização, dispersão de sementes e epibiose. Além disso, têm relevância como engenheiros ecossistêmicos, alterando o ambiente que outros grupos podem utilizar.

Dentre os representantes dos lagartos, registrados na área de estudo, *Ecpleopus gaudichaudii*, *Enyalius bilineatus* e *Tropidurus aff. torquatus* tem uma dieta composta basicamente de artrópodes. *Ameiva ameiva* preda uma ampla variedade de artrópodes e pequenos vertebrados. As espécies do gênero Ameiva também se alimentam de componentes vegetais como flores, folhas e sementes. Já *Salvator merianae* é onívoro, exibe uma variedade de hábitos alimentares que abrange desde vertebrados e invertebrados, a frutos, sementes e flores de vegetais. Além disso, estabelece importante relação a partir da dispersão de sementes pelo consumo de frutos.

As serpentes vivem em variados ambientes, possuem diversos tipos de presas e de predadores, estabelecendo relações ecológicas diversificadas. Todas as representantes desse grupo são carnívoras, ainda assim, há diferentes níveis de especialização alimentar entre as espécies. No contexto daquelas registradas durante o levantamento, tem-se: *Bothrops* gr.*neuwiedi*, especialista em predar pequenos roedores e *Trilepida jani*, espécie fossorial que preda basicamente artrópodes e, por isso, altera o ambiente atuando como bioturbador. De igual modo, a anfisbaena, *Amphisbaena alba*, é fossorial e tem uma dieta composta basicamente de artrópodes.

Considerando o exposto, as espécies registradas podem ser agrupadas em quatro guildas tróficas gerais. A **Figura 2-198** apresenta a riqueza associada a cada uma dessas guildas e permite um entendimento da proporção das mesmas em relação à comunidade como um todo.

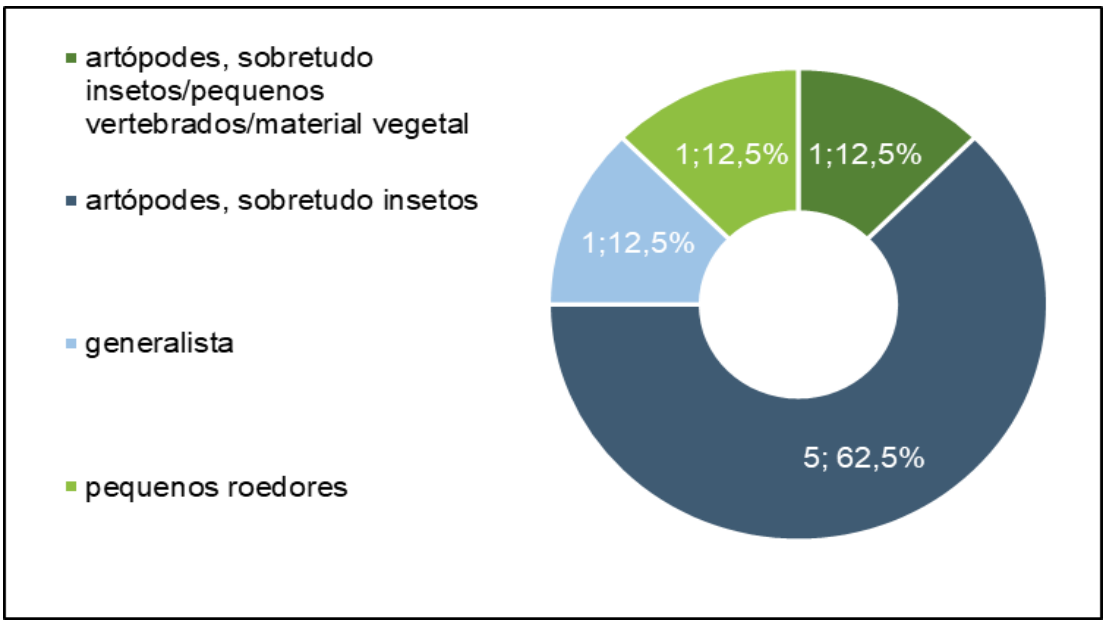


Figura 2-198 - Riqueza de espécies de répteis por guilda trófica registrada no levantamento da herpetofauna.

g) Espécies Ameaçadas de Extinção

Não foram registradas espécies enquadradas nas listas oficiais de ameaça (COPAM, 2010, MMA, 2022 e IUCN, 2022).

h) Espécies Endêmicas

Das 27 espécies da herpetofauna registradas, 33,33% (n = 9) exibem distribuição mais restrita e são endêmicas, sendo sete endêmicas da Mata Atlântica, incluindo zonas de transição com biomas adjacentes (*Rhinella crucifer*, *Vitreorana uranoscopa*, *Boana faber*, *Boana polytaenia*, *Scinax longilineus*, *Phyllomedusa burmeisteri*, *Ecpleopus gaudichaudii*) e duas endêmicas do Cerrado (*Boana lundii* e *Trilepida jani*). Essas espécies são amplamente distribuídas pelos biomas. A exceção de *Trilepida jani*, endêmica dos campos de altitude do Quadrilátero Ferrífero e da Serra do Espinhaço, é também endêmica do Cerrado. Dos endemismos da Mata Atlântica, o lagarto *Ecpleopus gaudichaudii* e o anuro *Scinax longilineus* exibem distribuição geográfica relativamente mais restrita.

i) Espécies Raras e de Interesse Científico

Dos anfíbios registrados, Silveira *et al.* (2019) consideraram *Leptodactylus mystaceus* regionalmente raro no Quadrilátero Ferrífero, com registros restritos à porção noroeste da região, ao longo do Homoclinal Serra do Curral, área que compõe o limite sudeste da distribuição geográfica conhecida da espécie. Os registros conhecidos na região são associados a Serra da Farofa em Igarapé, mesmo alinhamento serrano em que parte da área de estudo abrange. Na área de estudo foram registrados sete indivíduos da espécie, alguns vocalizando em um curso d´água permanente na área FT02, situada em borda de Floresta Estacional Semidecidual secundária.

O táxon *Bothrops* gr. *neuwiedi* pode ser considerado de interesse científico visto que é, potencialmente, uma espécie ainda não descrita, porém previamente já conhecida.

j) Espécies Cinegéticas e de Interesse Econômico

O teiú, *Salvator merianae*, e a rã, *L. luctator*, são de valor alimentar. Os anuros *Phyllomedusa burmeisteri*, *Rhinella diptycha* e *Rhinella crucifer* possuem potencial para bioprospecção de seus venenos sendo, portanto, de importância econômica. São de importância médica as serpentes peçonhentas *Bothrops* gr. *neuwiedi*, que pode causar grave envenenamento humano. Foram registradas outras espécies de serpentes e anuros venenosas, mas de menor importância médica.

k) Espécies Exóticas ou Potencialmente Danosas

Uma espécie, a lagartixa de parede (*Hemidactylus mabouia*) é considerada exótica nos países do "novo mundo". Trata-se de uma espécie com origem provável do continente africano em navios, na época da colonização europeia. Apesar de sinantrópica e da capacidade de invasão de ambientes antropizados, pouco se sabe sobre os aspectos de sua ecologia, especialmente das populações não-urbanas, dificultando assim uma melhor compreensão do seu impacto sobre as espécies nativas.

l) Espécies Anuais ou Migratórias e Sítios Reprodutivos

No presente contexto, não foram registradas quaisquer espécies anuais ou migratórias, ou mesmo sítios reprodutivos.

m) Espécies Indicadoras de Qualidade Ambiental

Conforme citado anteriormente os registros do lagarto *Ecpleopus gaudichaudii* e dos anfíbios *Vitreorana uranoscopa* e *Scinax longilineus* dependentes de ambientes mais íntegros, bioindicam qualidade ambiental das áreas de FESD em que foram registrados. Nos ambientes de campos de altitude, o registro da serpente *Trilepida jani* endêmica desses ambientes na Serra do Espinhaço, bioindica qualidade ambiental desses habitats na área de estudo.

2.6.3.4 CONCLUSÃO HERPETOFAUNA

A área de estudo evidencia-se como uma localidade de potencial relevância para a conservação de anfíbios e répteis devido à existência de extensos remanescentes naturais e heterogeneidade de habitats, que permeiam a paisagem sobre a forma de tipologias savânicas, campestres e florestas estacionais. Além disso, a área de estudo situa-se no Quadrilátero Ferrífero, próxima a região prioritária para conservação classificada como de importância Especial para a herpetofauna no Estado de Minas.

O levantamento de campo da herpetofauna realizado em duas campanhas sazonais, seca e chuvosa resultou no cômputo de 27 espécies, sendo 18 anfíbios e nove répteis. Estes valores correspondem a cerca de 29,35% da riqueza levantada para o entorno da área de estudo, considerada de ocorrência potencial.

Foram documentados endemismos dos biomas Mata Atlântica e Cerrado, que evidenciaram o caráter ecotonal da área de estudo. De maneira geral, constituem endemismos de ampla distribuição geográfica nesses biomas e, em alguns casos, são endemismos restritos à complexos serranos, como a serpente *Trilepida jani*, endêmica do Cerrado, do Quadrilátero Ferrífero e da adjacente Cadeia do Espinhaço.

Alguns endemismos do bioma da Mata Atlântica são considerados mais restritos, como os anuros *Scinax longilineus* e o lagarto *Ecpleopus gaudichaudii*.

Uma espécie é considerada regionalmente rara no Quadrilátero Ferrífero (*Leptodactylus mystaceus*). Uma espécie é exótica (*Hemidactylus mabouia*), duas são de valor alimentar, três possuem potencial de bioprospecção de seus venenos e uma espécie é de importância médica, devido ao potencial de envenenamento humano.

Ainda que em caráter preliminar, a avaliação da composição da comunidade em função das distintas fitofisionomias ocorrentes na área de estudo indicou uma comunidade composta por espécies com requerimentos restritos quanto ao tipo de ambiente, mas também previsíveis em relação à distribuição na paisagem, acompanhando manchas de habitats disponíveis, ou seja, classes de vegetação e coleções d'água. É possível que esta segregação da herpetofauna contribua para a diversidade de espécies local.

Nota-se, pela composição de espécies de anuros que bioindicam ambientes florestais, que a paisagem na região do estudo é palco de maiores conectividades, mantidas sobretudo por drenagens de fundos de vale. Alguns registros biodicam qualidade ambiental aos fragmentos de vegetação com influência de Floresta Estacional Semidecidual secundária, como *Ecpleopus gaudichaudii*, *Vitreorana uranoscopa* e *Scinax longilineus*. Quanto às tipologias savânicas e campestres, o quadro ambiental vigente aponta sua importância para manutenção da diversidade local de espécies dependentes dessas áreas, como a serpente *Trilepida jani*, endêmica dos campos de altitude.

2.6.4 ENTOMOFAUNA

2.6.4.1 INTRODUÇÃO

A ordem Díptera constitui um dos grupos mais ricos em espécies, compreendendo de 10 a 15% de toda a biodiversidade mundial (YEATES et al., 2007). Apesar disso, o conhecimento ecológico e taxonômico deste grupo é restrito ou focado em espécies de importância econômica ou médica (LEWINSOHN et al., 2005). A família Culicidae constitui uma grande representante deste grupo, sendo composta por 3.550 espécies válidas, agrupadas em duas subfamílias e 112 gêneros (HARBACH, 2017). O estudo desse grupo se refere à importância para a saúde pública devido às inúmeras microfilárias, protozoários e arboviroses veiculadas por meio do hábito alimentar hematófago dos indivíduos fêmeas, com exceção das espécies pertencentes a subfamília Toxorhynchitinae, cujos representantes se alimentam estritamente de açucares (FORATTINI, 2002; CARDOSO et al., 2011).

Dentre os insetos vetores, são encontrados grupos com habitats distintos, sendo vários destes sinantrópicos, que atuam como vetores primários de diversas doenças que acometem tanto homens quanto animais domésticos. Outros possuem hábitos exclusivamente silvestres, embora alguns grupos possam apresentar alta

plasticidade em se adaptar a alterações antropogênicas (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002; GALATI, 2016). Desta maneira, muitos destes insetos são de grande relevância médico-veterinária, pois podem configurar reservatórios naturais ou podem atuar como agentes dispersores de doenças.

Os dípteros da família Culicidae (mosquitos) são os mais comumente relatados como vetores de patógenos a seres humanos e outros animais, tais como os agentes etiológicos da malária, dengue, febre amarela, filariose bancroftiana, encefalite do Nilo Ocidental, entre outros agravos. Os impactos causados à fauna de culicídeos tornaram-se revalidados, dentre outros motivos, pelas alterações ambientais ocorridas em decorrência dos processos de urbanização (GUIMARÃES et al., 1997). O surgimento de criadouros artificiais como poças temporárias, características de locais onde o acúmulo de rejeitos humanos é acentuado, favorece a instalação destes organismos (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994).

Já os flebotomíneos (mosquitos-palha) são os principais vetores das leishmanioses (cutânea e visceral), doença que adquire cada vez mais significância epidemiológica no Brasil (FORATTINI, 2002; CONSOLI & OLIVEIRA, 1994) e pode vir a ser fatal quando não tratado. A urbanização da leishmaniose visceral (forma mais grave da doença), por exemplo, se deve possivelmente a uma mudança de comportamento dos vetores, embasada em modificações socioambientais, que reduzem a disponibilidade de animais silvestres que podem servir de fonte alimentar para os flebotomíneos, colocando animais domésticos e o homem como alternativas mais acessíveis, favorecendo o processo migratório dos flebótomos para áreas antropizadas (BARATA et al., 2005).

Não obstante a importância do grupo, a pesquisa ecológica com insetos vetores ainda é incipiente no país e os levantamentos existentes, geralmente, são restritos a regiões endêmicas de algum tipo de agravo à saúde.

Por isso, levantamentos faunísticos dos grupos de insetos de importância médico-veterinária são considerados de extrema importância, pois apresentam relevância epidemiológica à saúde humana, tais como dengue, malária, febre malária, leishmanioses e doença de Chagas, como também pelo papel de agentes de incômodo. Além disso, em virtude de sua íntima relação com os recursos hídricos, com o solo e a vegetação, algumas espécies são descritas na literatura como potenciais indicadores da qualidade ambiental (DORVILLÉ, 1996; FORATTINI, 2002; FREITAS et al., 2006).

2.6.4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.6.4.2.1 DADOS SECUNDÁRIOS

Para a região do estudo, assim como para a maioria das regiões brasileiras, não existem estudos ou levantamentos disponíveis para o grupo na área do empreendimento. Isso ocorre porque a pesquisa ecológica com insetos vetores ainda é incipiente em nosso país e os levantamentos existentes são restritos a regiões

endêmicas de algum tipo de agravo à saúde. Esses trabalhos, em sua maioria, são direcionados para espécies com potencial vetor já descrito pela entomologia médica e realizados por instituições vinculadas à Saúde Pública (Secretarias Municipais e Estaduais de Saúde) ou para a obtenção de licenças para a instalação e operação de empreendimentos e, portanto, não são disponibilizados, tornando difícil o levantamento de dados secundários.

Desta forma, para a caracterização da dipterofauna de potencial ocorrência na área do projeto foram utilizadas informações de dois levantamentos realizados no município de Brumadinho – MG, sendo o primeiro no Parque Estadual Serra do Rola Moça e na Estação Ecológica de Fechos e o outro na localidade de Casa Branca (**Tabela 2-71**).

Inicialmente é apresentada a lista de espécies de potencial ocorrência para a área de estudo, assim como seus respectivos status de conservação, e posteriormente são detalhadas aquelas com as maiores especificidades ecológicas.

Tabela 2-71 - Estudos consultados para composição do diagnóstico de dados secundários da Entomofauna

REFERÊNCIA	ESTUDO	ANO	MUNICÍPIO	COORDENADAS UTM
A	ESTUDO DA FAUNA DE MOSQUITOS (DIPTERA: CULICIDAE) E DETECÇÃO DE ARBOVÍRUS NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO ROLA-MOÇA E ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE FECHOS – MINAS GERAIS	2019	Brumadinho	NA
B	ESTUDO DOS FLEBOTOMÍNEOS (DIPTERA: PSYCHODIDAE) NA LOCALIDADE DE CASA BRANCA, MUNICÍPIO DE BRUMADINHO, ÁREA DE TRANSMISSÃO PARA LEISHMANIOSES NO ESTADO DE MINAS GERAIS	2017	Brumadinho	NA

2.6.4.2.2 DADOS PRIMÁRIOS

a) Período de Amostragem

Para o levantamento da entomofauna vetora, foram realizadas duas campanhas de amostragens, com duração de 10 dias cada, que visaram contemplar a sazonalidade da comunidade na região. A tabela abaixo apresenta as datas de cada campanha e sua respectiva estação climática.

Tabela 2-72 - Período de amostragem de dados primários na área de estudo local.

CAMPANHA AMOSTRAL	SAZONALIDADE	PERÍDO DE AMOSTRAGEM
1	Seca	08/08/2022 a 17/08/2022
2	Chuvosa	10/10/2022 a 19/10/2022

b) Equipe Executora

A equipe responsável pelo estudo foi composta por dois biólogos especialistas em entomofauna e auxiliares de campo (**Tabela 2-73**).

Tabela 2-73 - Equipe executora das campanhas de campo da Entomofauna

NOME DO PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	RESPONSABILIDADE
Luiz Guilherme Zenóbio Alípio	Biólogo	Responsável pelo Diagnóstico ambiental
Eliane Fernandes	Bióloga	Responsável pela amostragem de dados primários da primeira campanha de campo.
Julian Pierre	Auxiliar	Auxiliar na coleta de dados primários

c) Métodos Amostrais Aplicados

Para a completa amostragem dos dípteros com potencial vetor foram utilizados três métodos de coleta complementares conforme descrito a seguir.

Busca Ativa

Para a coleta de mosquitos e flebotomíneos durante as horas claras do dia foram realizadas buscas ativas com auxílio de uma rede entomológica e sugadores bucais de Castro. Neste método, dois coletores caminharam pela área por 2,5 horas amostrando os espécimes em abrigos naturais ou durante o ato da hematofagia (**Figura 2-199** e **Figura 2-200**).

Figura 2-199 – Busca Ativa realizada no ponto FES03.

Figura 2-200 - Busca Ativa realizada no ponto ANT01.

Todas as buscas foram realizadas entre as 10:00 e 15:00 horas. Este período de amostragem foi selecionado de forma a não sobrepor à metodologia de coleta noturna (Armadilha HP/CDC e Shannon), aumentando assim o espaço geográfico e temporal, possibilitando uma amostragem de melhor qualidade.

Armadilhas HP

Os mosquitos adultos, de hábito noturno, foram coletados utilizando-se de armadilhas HP/CDC. Estas armadilhas caracterizam-se por um corpo em formato cilíndrico, construído em termoplástico, PVC ou resina de alta resistência de cor branca, em cuja porção superior está situada uma tela protetora, projetada em forma convexa. A fonte de luz, especialmente montada em terminal tipo baioneta, é constituída por uma lâmpada do tipo tubular, de baixo consumo, que emite radiação luminosa de alta intensidade, com temperatura de emissão entre 2000 a 3000 graus Kelvin. O posicionamento da lâmpada proporciona cobertura extensa e eficiente da área de captura, atraindo os insetos presentes nos arredores. A fonte de energia, composta por quatro pilhas de 1,5 volts (tipo D), alimenta um micro-motor de baixa rotação (1400 rpm) que, por sua vez, aciona uma hélice. Os insetos, atraídos pela luz, são aspirados pela movimentação da hélice e ficam contidos no saco coletor (**Figura 2-201** e **Figura 2-202).**

Figura 2-201 – Armadilha HP instalada no ponto ANT01.

Figura 2-202 - Armadilha HP instalada no ponto CON01_2.

Em cada um dos pontos amostrais foram instaladas 03 (três) armadilhas que permaneceram ativas por 24 horas contínuas durante 03 (três) dias consecutivos.

Armadilha Shannon

De forma complementar, também foram realizadas amostragens noturnas utilizando armadilhas do tipo Shannon. Este método consiste em uma estrutura em forma de tenda feita de tecido branco contendo uma fonte luminosa e uma isca humana ou animal. A captura dos espécimes que adentram em seu interior é feita por meio de um instrumento sucção (**Figura 2-203** e **Figura 2-204**).

Figura 2-203 – Amostragem com Armadilha Shannon realizada no ponto ANT03.

Figura 2-204 - Amostragem com Armadilha Shannon realizada no ponto FES02.

As coletas foram efetuadas a partir do início do crepúsculo vespertino (17:30h) e nas duas horas e meia seguintes (finalizadas às 20:00h) nas laterais internas e externas e no teto da armadilha.

d) Esforço Amostral

A seguir é apresentado o esforço aplicado em cada um dos métodos amostrais utilizados.

Tabela 2-74 - Esforço amostral realizado no diagnóstico ambiental da Entomofauna

MÉTODO	PERÍODO SAZONAL	ESFORÇO POR ÁREA AMOSTRAL	ÁREA AMOSTRAL	ESFORÇO TOTAL
Busca Ativa	Seco	2 horas/homem	07 áreas	14 horas
	Chuvoso	2 horas/homem	07 áreas	14 horas
	Total	**4 horas/homem**	**14 áreas**	**28 horas**
Armadilha HP	Seco	03 armadilhas/72 horas	07 áreas	1.512 horas/exposição
	Chuvoso	03 armadilhas/72 horas	07 áreas	1.512 horas/exposição
	Total	**06 armadilhas/72horas**	**14 áreas**	**3.024 horas/exposição**
Armadilha Shannon	Seco	5 horas/homem	07 áreas	35 horas/homem
	Chuvoso	5 horas/homem	07 áreas	35 horas/homem
	Total	**10 horas/homem**	**14 áreas**	**70 horas/homem**

e) Pontos Amostrais

Os três métodos de coleta foram aplicados em todos os pontos amostrais conforme descritos na tabela abaixo.

Ressalta-se que durante a segunda campanha de campo, referente ao período de chuvas, houve a necessidade de realocação do ponto Controle (CON) em virtude da impossibilidade de acesso pela restrição dos proprietários ao local. Por isso, o ponto foi realocado (CON01_02) para uma área próxima.

Ressalta-se que a escolha da nova área visou a minimização de quaisquer alterações na comunidade de vetores, tendo sido fatores preponderantes para a escolha, a proximidade com a localidade original (aproximadamente 940 metros), a manutenção da classe de uso do solo (Floresta Estacional Semidecidual) e maior semelhança das características ambientais (ambos os pontos se localizam no mesmo remanescente florestal).

Tabela 2-75 - Pontos amostrados durante as campanhas de inventariamento da Entomofauna

MÉTODO APLICADO	PONTO	COORDENADAS – UTM – 23K		CLASSE DE USO	DESCRIÇÃO DO PONTO	CAMPANHA
		X	Y			
BA, HP, SH	ANT01	574279	7778322	Área antropizada	Quintal de uma residência em área rural com presença de árvores frutíferas gramíneas e um pequeno córrego.	Seca e Chuvosa
BA, HP, SH	ANT02	575600	7776647	Área antropizada	Mata secundária localizada próxima a uma área de operação da Mineração Morro do Ipê.	Seca e Chuvosa
BA, HP, SH	ANT03	577306	7779402	Área antropizada	Pequeno remanescente de mata com elevado grau de alteração ambienta localizado em área rural próximo a diversas residências.	Seca e Chuvosa
BA, HP, SH	FES01	574937	7776483	Floresta Estadcional Semidecidual	Pequeno remanescente florestal localizado no interior da área de operação da Mineração Morro do Ipê	Seca e Chuvosa

MÉTODO APLICADO	PONTO	COORDENADAS – UTM – 23K		CLASSE DE USO	DESCRIÇÃO DO PONTO	CAMPANHA
		X	Y			
BA, HP, SH	FES02	573898	7774709	Floresta Estadcional Semidecidual	Remanescente florestal localizado na área de proteção da Represa Rio Manso	Seca e Chuvosa
BA, HP, SH	FES03	573038	7776822	Floresta Estadcional Semidecidual	Remanescente florestal localizado em área rural.	Seca e Chuvosa
BA, HP, SH	CON01_01	570324	7770545	Floresta Estadcional Semidecidual	Remanescente florestal localizado na área de proteção da Represa Rio Manso.	Seca
BA, HP, SH	CON01_02	569839	7769725	Floresta Estadcional Semidecidual	Remanescente florestal localizado na área de proteção da Represa Rio Manso.	Chuvosa

Legenda: Método Aplicado BA = Busca ativa; HP = Armadilhas HP; SH = Armadilha Shannon.

As **Figura 2-205** a **Figura 2-212** apresentam cada um dos pontos amostrais do inventariamento de entomofauna.

Figura 2-205 - Ponto ANT01 amostrado em ambiente de uso antrópico

Figura 2-206 - Ponto ANT02 amostrado em ambiente de uso antrópico

Figura 2-207 - Ponto ANT03 amostrado em ambiente de uso antrópico.

Figura 2-208 - Ponto FES01 amostrado em ambiente florestal.

Figura 2-209 - Ponto FES02 amostrado em ambiente florestal.

Figura 2-210 - Ponto FES03 amostrado em ambiente florestal.

Figura 2-211 - Ponto CON01_01 amostrado em ambiente florestal.

Figura 2-212 - Ponto CON01_02 amostrado em ambiente florestal.

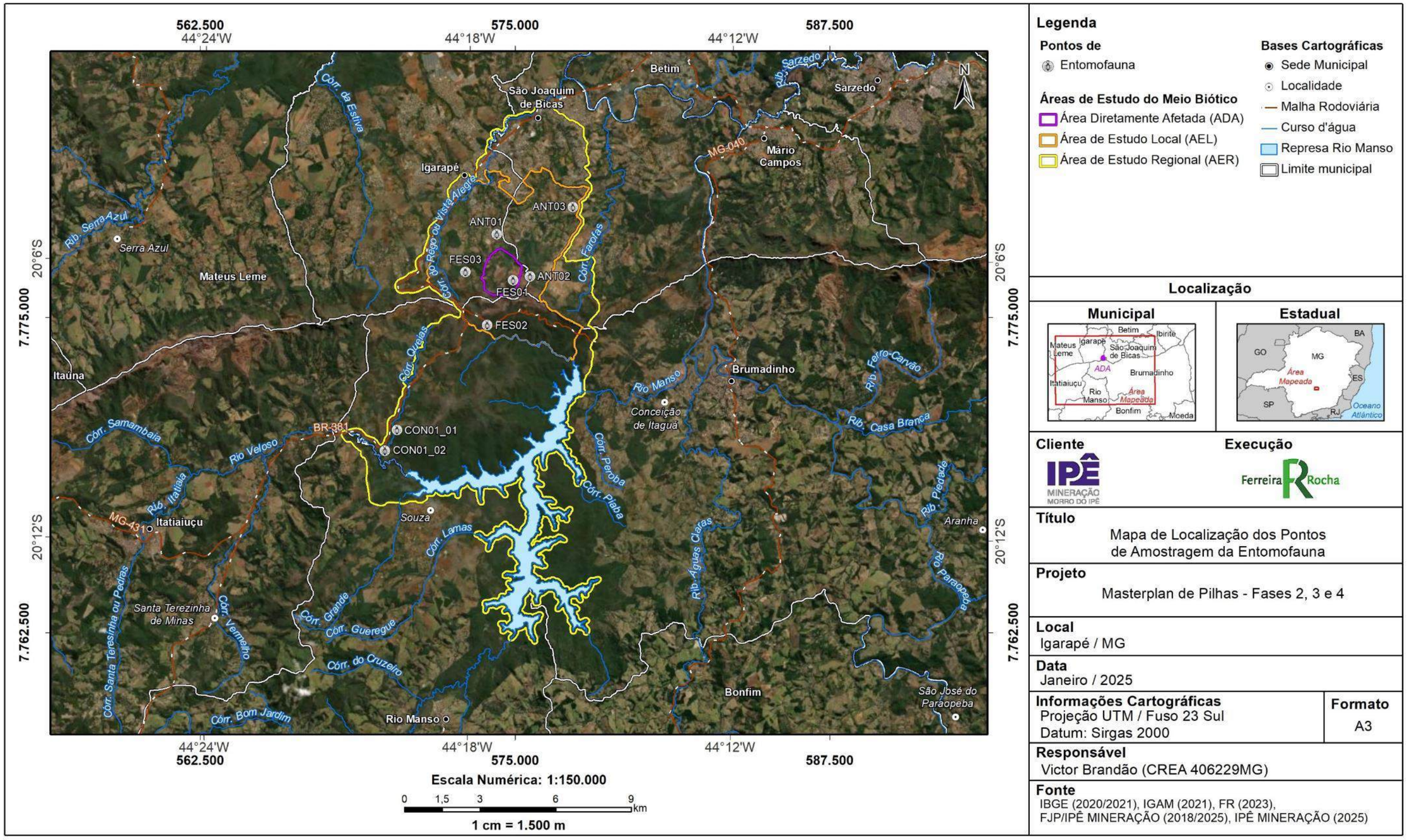


Figura 2-213 - Espacialização dos pontos amostrados durante as campanhas de levantamento da Entomofauna

f) Triagem e Marcação

Os espécimes coletados foram eutanasiados por congelamento, triados e acondicionados em tubos eppendorfs identificados com os dados do local, método e data da coleta. Após as coletas, o material coletado foi levado ao laboratório para correta identificação taxonômica.

Destaca-se que as coletas foram realizadas mediante Autorização de Manejo de Fauna número SPP, 14/2022, vinculado ao processo SEI 2100.01.0024368/2022-24, emitida pela SEMAD.

g) Identificação das Espécies e Status de Ameaça

Uma vez no laboratório os espécimes foram contados e identificados até o menor nível taxonômico possível com auxílio de lupa estereoscópica e microscópio ótico e utilizando-se as técnicas e literatura pertinentes (GALATI, 2016; FORATTINI, 2002; CONSOLI & OLIVEIRA, 1994).

Para a definição da presença de espécies raras foram consultadas publicações científicas de referência para o grupo (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002; GALATI, 2003; SEGURA & CASTRO, 2007 e GUEDES, 2012) dentre outras e da presença de espécies ameaçadas foram consultadas as listas de espécies ameaçadas de extinção em âmbito estadual (COPAM, 2010), nacional (MMA, 2022) e global (IUCN, 2022).

Para a definição da presença de espécies bioindicadoras foram consultadas publicações científicas de referência para o grupo (CONSOLI&e LOURENÇO, 1994; DORVILLÉ, 1996; FORATTINI, 2002; GALATI, 2016; SEGURA & CASTRO, 2007 & GUEDES, 2012) dentre outras. A definição da presença de espécies interesse epidemiológico foram consultadas publicações científicas de referência para o grupo (CONSOLI & LOURENÇO, 1994; FORATTINI, 2002; GALATI, 2016; SEGURA & CASTRO, 2007; GUEDES, 2012) dentre outras.

h) Análise de Dados

Foram calculados os valores totais de riqueza e abundância, para verificação de eventuais variações na comunidade de insetos vetores que estejam relacionadas à sazonalidade e às condições ambientais de cada área amostral. Para os táxons mais representativos também foram levantadas informações sobre sua ecologia e importância epidemiológica.

Para determinar categorias de dominância foi utilizada a classificação de mosquitos descritos por Cardoso e colaboradores (2011). A dominância foi calculada pela proporção do total de indivíduos da espécie com o total de indivíduos coletados. Assim, espécies com dominância maior que 10% foram classificadas como Eudominantes, espécies com dominância entre 5 e 10% foram consideradas

Dominantes, de 2 a 5% Subdominantes, de 1 a 2% Eventuais, e menor que 1% foram consideradas raras.

As estações amostrais foram analisadas e comparadas entre si utilizando-se os valores de riqueza, abundância e índices de Shannon (diversidade), de Dominância e de Equitabilidade. Além disto, foi avaliada a similaridade entre as unidades amostrais através da análise de agrupamento utilizando-se o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis. Estas análises foram realizadas com auxílio do programa PAST.

Com o auxílio do programa EstimateS 8.0, uma curva de rarefação de espécies com 1000 permutações foi utilizada para avaliar a eficiência amostral do levantamento. Utilizou-se Jack1 e Chao1 como estimadores para a diversidade local.

2.6.4.3 RESULTADOS

2.6.4.3.1 DADOS SECUNDÁRIOS

A partir da avaliação dos dados secundários obtidos na literatura analisada, foram compiladas 52 espécies da entomofauna vetora de provável ocorrência na região do projeto, sendo 26 pertencentes à família Culicidae e 26 à Psychodidae conforme apresentado na **Tabela 2-76**.

Tabela 2-76 - Espécies da Entomofauna de potencial ocorrência na região do projeto

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	STATUS DE AMEAÇA			ESTUDO REFERÊNCIA
				COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	
Diptera	Culicidae	*Aedeomyia squamipennis*	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Aedes albopictus	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Aedes fluviatilis	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Aedes serratus	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Aedes terrens	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Anopheles eiseni	Mosquito-Prego / Carapanã	-	-	-	A
		Culex (Anoedioporpa) sp	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Culex (Culex) sp	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Culex (Melanoconion) sp	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Culex (Microculex) sp	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Culex declarator	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	STATUS DE AMEAÇA			ESTUDO REFERÊNCIA
				COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	
		Culex sp	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Haemagogus janthinomys	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Haemagogus leucocelaenus	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Limatus durhamii	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Psorophora albigenu	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Psorophora ferox	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Runchomyia cerqueirai	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Runchomyia reversa	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Sabethes albiprivus	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Sabethes petrocchiae	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Sabethes purpureus	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Wyeomyia alani	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	STATUS DE AMEAÇA			ESTUDO REFERÊNCIA
				COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	
		Wyeomyia fuscipes	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Wyeomyia moerbista	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
		Wyeomyia sp	Mosquito / Muriçoca	-	-	-	A
	Psychodidae	*Brumptomyia sp.*	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Evandromyia complexo cortelezzii	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Evandromyia cortelezzii	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Evandromyia edwardsi	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Evandromyia evandroi	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Evandromyia lenti	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Evandromyia sallesi	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Evandromyia teratodes	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Evandromyia termitophila	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	STATUS DE AMEAÇA			ESTUDO REFERÊNCIA
				COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	
		Evandromyia tupynambai	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Lutzomyia amarali	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Lutzomyia ischyracantha	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Lutzomyia longipalpis	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Migonemyia migonei	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Nyssomyia intermedia	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Nyssomyia whitmani	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Pintomyia bianchigalatiae	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Pintomyia fischeri	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Pintomyia mamedei	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Pintomyia misionensis	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Pintomyia monticola	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	STATUS DE AMEAÇA			ESTUDO REFERÊNCIA
				COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)	
		Pintomyia pessoai	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Pintomyia sp.	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Psathyromyia pascalei	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Psathyromyia sp.	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B
		Psychodopygus lloydi	Mosquito-Palha / Asa de Palha	-	-	-	B

Em função das características ambientais da área diretamente afetada pelo empreendimento, é possível inferir que este apresenta condições de manter populações de quase todas as espécies de culicídeos listadas como de provável ocorrência (inclusive aquelas com maior sensibilidade ambiental).

Entretanto, a ocorrência de espécies mais sensíveis, como as da tribo Sabethini (gêneros *Wyeomyia*, *Rhunchomyia, Sabethes* e *Limatus*) pode estar restrita apenas aos fragmentos florestais presentes no local sendo que a dimensão e o grau de alteração ambiental destes fragmentos também podem influenciar negativamente na abundância e riqueza destas espécies com menor resiliência ambiental.

Outra característica relevante que pode afetar a distribuição de espécies de culicídeos vetores é a ausência ou presença de grandes regiões alagadas em seu interior, o que pode limitar ou permitir a diversidade de espécies dos gêneros *Anopheles* no local, uma vez que grande parte delas se reproduzem utilizando alagamentos permanentes como sítio de oviposição.

A presença de fragmentos florestais com diferentes graus de alteração, também deve influenciar a riqueza e a distribuição de espécies de flebotomíneos, uma vez que eles são um grupo composto por insetos essencialmente terrestres, incluindo as formas imaturas (ovo, larva e pupa) que se desenvolvem em locais úmido, ricos em matéria orgânica em decomposição e com temperaturas constantes (GALATI 2003).

De certa forma, a maior parte das espécies deste grupo deverá estar concentrada nas áreas de remanescentes florestais (FES1, FES2, FES3 e CON01). Entretanto, devido à grande plasticidade dos representantes desta subfamília e a presença de espécies associadas a ambientes mais alterados (como *Lutzomyia longipalpis* e *Nyssomyia whitmani*), é possível inferir que algumas espécies de flebótomos também ocorram, inclusive com uma maior dominância, em áreas mais antropizadas (ANT1, ANT2, ANT3).

2.6.4.3.2 DADOS PRIMÁRIOS

a) Riqueza e Diversidade

Considerando as duas campanhas realizadas, foram registrados 834 espécimes da entomofauna, contemplando 24 táxons de dípteros das três principais subfamílias de interesse epidemiológico - Culicinae, Anophelinae e Phlebotominae, conforme apresentado na **Tabela 2-77** a seguir.

Tabela 2-77 - Espécies da Entomofauna registradas durante as campanhas de inventariamento da fauna

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	PONTO AMOSTRAL	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Diptera	Culicidae	*Aedes aegypti*	Mosquito / Muriçoca	ANT3	Busca Ativa	Coleta	-	-	-	-
		Aedes albopictus	Mosquito / Muriçoca	ANT1	Busca Ativa	Coleta, Visual	-	-	-	-
				ANT3	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
					Busca Ativa	Coleta	-	-	-	-
				CON1	Busca Ativa	Coleta	-	-	-	-
				FES1	Busca Ativa	Coleta	-	-	-	-
				FES2	Armadilhas HP	Coleta	-	-	-	-
					Busca Ativa	Coleta	-	-	-	-
		Aedes angustivittatus	Mosquito / Muriçoca	FES1	Busca Ativa	Coleta	-	-	-	-
		Aedes fluviatilis	Mosquito / Muriçoca	ANT1	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
				FES3	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	PONTO AMOSTRAL	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
		Aedes scapularis	Mosquito / Muriçoca	FES1	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
				FES2	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
		Anopheles (Nys) sp.	Mosquito - prego / Carapanã	CON1	Armadilhas HP	Coleta	-	-	-	-
				FES1	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
					Armadilhas HP	Coleta	-	-	-	-
		Anopheles argyritarsis	Mosquito - prego / Carapanã	ANT1	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
				ANT2	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
				ANT3	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
				FES3	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	PONTO AMOSTRAL	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
		Anopheles benarrochi	Mosquito - prego / Carapanã	CON1	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
				FES1	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
		Anopheles lutzii	Mosquito - prego / Carapanã	CON1	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
				FES2	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
				FES3	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
		Anopheles rangeli	Mosquito - prego / Carapanã	ANT1	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
				CON1	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
		Anopheles rondoni	Mosquito - prego / Carapanã	CON1	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
		Coquillettidia venezuelensis	Mosquito / Muriçoca	CON1	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
		Culex (Cux) sp.	Mosquito / Muriçoca	ANT1	Armadilhas HP	Coleta	-	-	-	-
				ANT2	Armadilhas HP	Coleta	-	-	-	-

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	PONTO AMOSTRAL	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
				CON1	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
					Armadilhas HP	Coleta	-	-	-	-
				FES1	Armadilhas HP	Coleta	-	-	-	-
				FES2	Armadilhas HP	Coleta	-	-	-	-
				FES3	Armadilhas HP	Coleta	-	-	-	-
		Culex complexo coronator	Mosquito / Muriçoca	ANT1	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
				ANT2	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
				ANT3	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
				CON1	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
				FES1	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
				FES2	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
				FES3	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	PONTO AMOSTRAL	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
		Culex habilitator	Mosquito / Muriçoca	ANT2	Armadilhas HP	Coleta	-	-	-	-
		Haemagogus leucocelaenus	Mosquito / Muriçoca	ANT1	Busca Ativa	Coleta	-	-	-	-
				ANT2	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
				FES1	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
					Busca Ativa	Coleta	-	-	-	-
				FES2	Busca Ativa	Coleta	-	-	-	-
		Limatus durhami	Mosquito / Muriçoca	CON1	Busca Ativa	Coleta	-	-	-	-
		Psorophora cingulata	Mosquito / Muriçoca	ANT2	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
				ANT3	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
		Psorophora pallescens	Mosquito / Muriçoca	CON1	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
		Sabethes albiprivus	Mosquito / Muriçoca	ANT1	Busca Ativa	Coleta	-	-	-	-

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	PONTO AMOSTRAL	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
		Sabethes purpureus	Mosquito / Muriçoca	CON1	Busca Ativa	Coleta	-	-	-	-
				FES2	Busca Ativa	Coleta	-	-	-	-
		Wyeomyia bahama	Mosquito / Muriçoca	FES3	Busca Ativa	Coleta	-	-	-	-
		Wyeomyia pertinans	Mosquito / Muriçoca	ANT1	Busca Ativa	Coleta	-	-	-	-
	Psychodidae	Phlebotominae sp.	Asa de Palha / Mosquito Palha	ANT1	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
				ANT2	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
					Armadilhas HP	Coleta	-	-	-	-
				ANT3	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
					Armadilhas HP	Coleta	-	-	-	-
				CON1	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
					Armadilhas HP	Coleta	-	-	-	-

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	PONTO AMOSTRAL	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
				FES1	Armadilhas HP	Coleta	-	-	-	-
				FES2	Armadilhas HP	Coleta	-	-	-	-
				FES3	Armadilha Shannon	Coleta	-	-	-	-
					Armadilhas HP	Coleta	-	-	-	-

As figuras a seguir apresentam alguns dos registros realizados durante as campanhas do inventariamento.

Figura 2-214 – Phlebotominae sp. registrado no ponto CON01.

Figura 2-215 – *Sabethes purpureus* registrado no ponto CON01.

Figura 2-216 – *Psorophora cingulata*. registrado no ponto ANT03.

Figura 2-217 – *Haemagogus leucocelaenus* registrado no ponto FES01.

Figura 2-218 – *Aedes scapularis*. registrado no ponto FES02.

Figura 2-219 – *Anopheles benarrochi* registrado no ponto FES01.

Figura 2-220 – *Culex complexo cornator* registrado no ponto FES03.

Figura 2-221 – *Anopheles benarrochi* registrado no ponto ANT03.

Na primeira campanha, referente ao período seco, foram registrados 15 táxons de dípteras, enquanto a segunda, realizada no período chuvoso, contemplou 20 táxons (**Figura 2-222**).

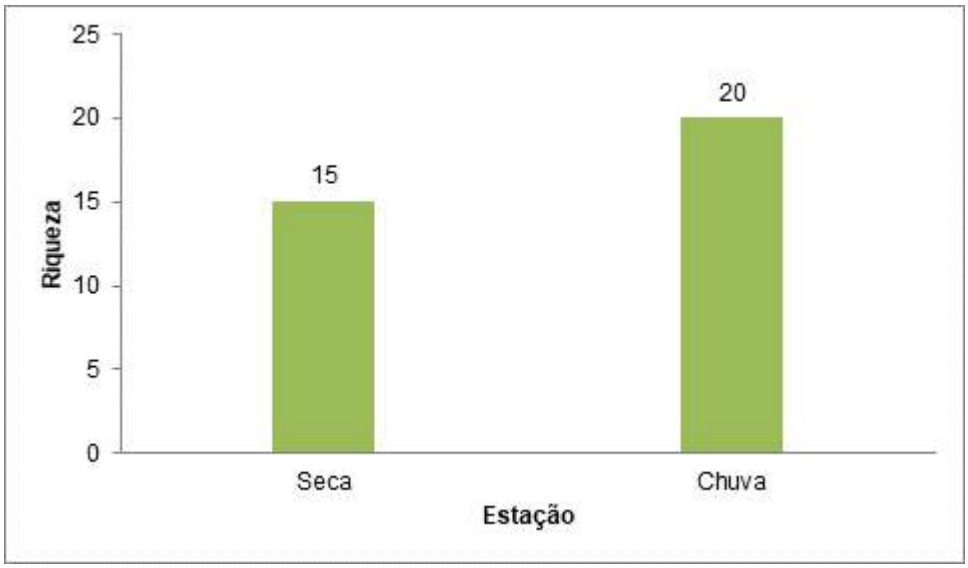


Figura 2-222 – Riqueza de espécies observada em cada estação climática

A sazonalidade para o grupo de culicídeos e flebotomíneos é amplamente estudada e pode ser influenciada por vários fatores, sendo os mais relevantes àqueles relativos a precipitações (umidade) e temperatura (SILVA e NEVES, 1989; CONSOLI e OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002; GOMES *et al.,* 2010; DIBO *et al.,* 2011; ABELLA-MEDRANO *et al.,* 2015; GALATI, 2016).

Além disto, é sabido que baixas temperaturas afetam negativamente os valores de riqueza e abundância por reduzirem a atividade de hematofagia e oviposição das espécies de culicídeos e flebotomíneos (GALATI *et al.,* 2009; ABELLA-MEDRANO *et al.,* 2015). Portanto, os maiores valores de riqueza de dípteras foram observados durante o período mais quente e úmido (segunda campanha), fato este que já era esperado (**Figura 2-223**).

Dentre as subfamílias registradas, Culicinae foi que apresentou maior riqueza, seguida de Anophelinae e Phlebotominae.

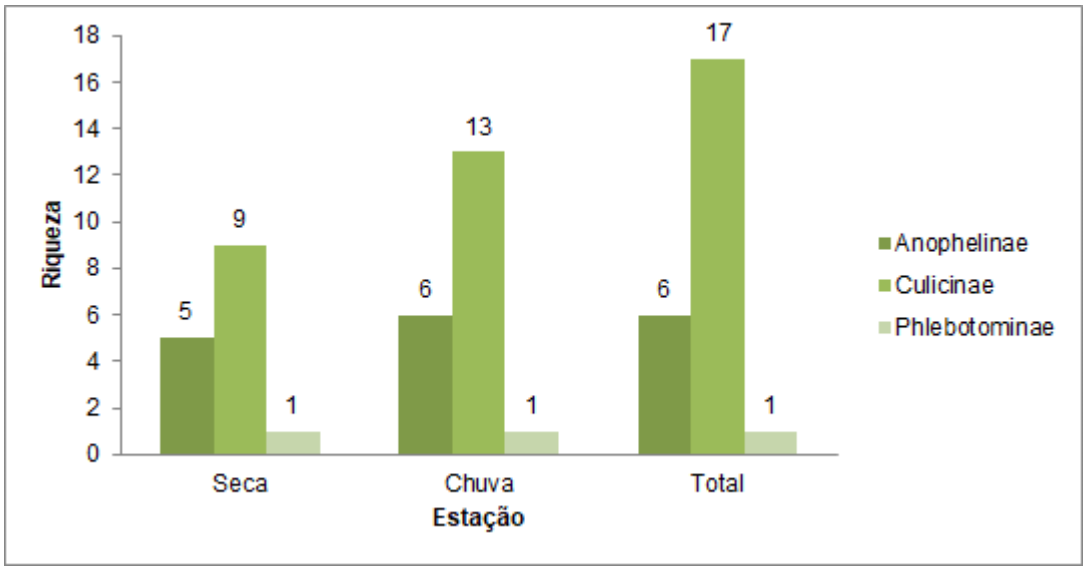


Figura 2-223 – Riqueza de espécies por subfamília observada em cada estação climática

A maior diversidade da família Culicinae, registrada em todos os pontos de amostragem, está relacionada ao fato desta ser a maior subfamília de mosquitos, compreendendo cerca de 3.000 espécies (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994).

Os culicíneos foram registrados em ambas as campanhas, apresentando maior riqueza durante a campanha de chuva. Este resultado já era esperado em função da elevada plasticidade ambiental das espécies desta subfamília, que podem utilizar diversos tipos de sítios de oviposição (permanentes ou temporários) e da forte sazonalidade descrita para este grupo (FORATINI 2002; CONSOLI e OLIVEIRA, 1994).

Anofelinae também foi registrada em ambas as estações climáticas. Espécies deste grupo possuem preferência por realizar a oviposição em coleções de água permanentes, como lagos, brejos e remansos de rio (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994). Esta predileção pode ser responsável tanto pela menor riqueza total observada para o grupo, uma vez que não foi constatada a presença de grandes acúmulos de água, como lagos e lagoas, quanto pelo valor de riqueza igual observada em ambas as

campanhas de amostragem, uma vez que estes sítios de oviposição tendem a não sofrerem dessecação.

Os flebotomíneos também foram registrados em ambas as campanhas. Espécimes deste grupo não apresentam relação direta com a água, ao contrário dos culicídeos. Esse ciclo de vida terrestre pode explicar a presença do grupo tanto nas campanhas de seca quanto de chuva. Já a menor riqueza da subfamília Phlebotominae pode ser explicada tanto pela maior homogeneidade florística observada na maioria das áreas amostradas, que se caracterizam como remanescentes florestais ou áreas antropizadas.

Ao se analisar a variação nos valores de riqueza, não é possível observar um padrão bem definido de distribuição em função do tipo de uso do solo em cada local, uma vez que tanto as áreas antropizadas quanto em áreas florestais apresentaram valores de riqueza semelhantes (**Figura 2-224**).

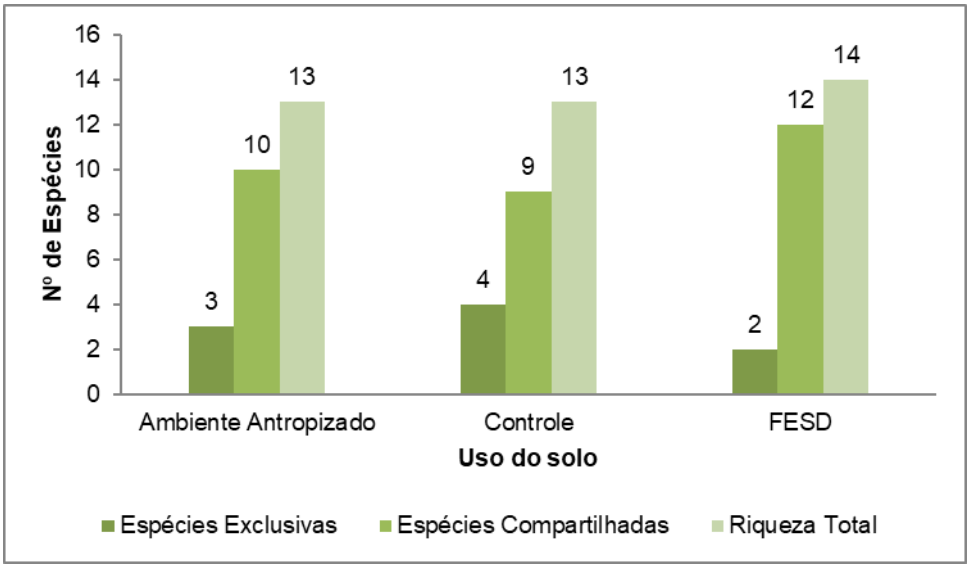


Figura 2-224 – Distribuição da riqueza de espécies total, exclusivas e compartilhadas por tipo de uso do solo.

Este resultado pode indicar uma elevada homogeneidade ambiental na área do empreendimento, que apesar de se localizar próximo a áreas urbanizadas, estas ainda não se encontram com grande adensamento populacional, mantendo características rurais.

Entretanto, ao se observar a relação entre as espécies registradas em apenas uma área (exclusivas) e as registradas em mais de um local (compartilhadas) percebe-se que esta não seguiu o mesmo padrão observado para os valores de riqueza, uma vez que os pontos mais ricos não apresentaram uma maior quantidade de espécies exclusivas. Isto indica que, apesar da homogeneidade observada para na distribuição geral das espécies, os microhabitats existentes em cada ponto são de suma importância para estruturação e manutenção da diversidade da dipterofauna local (**Figura 2-225**).

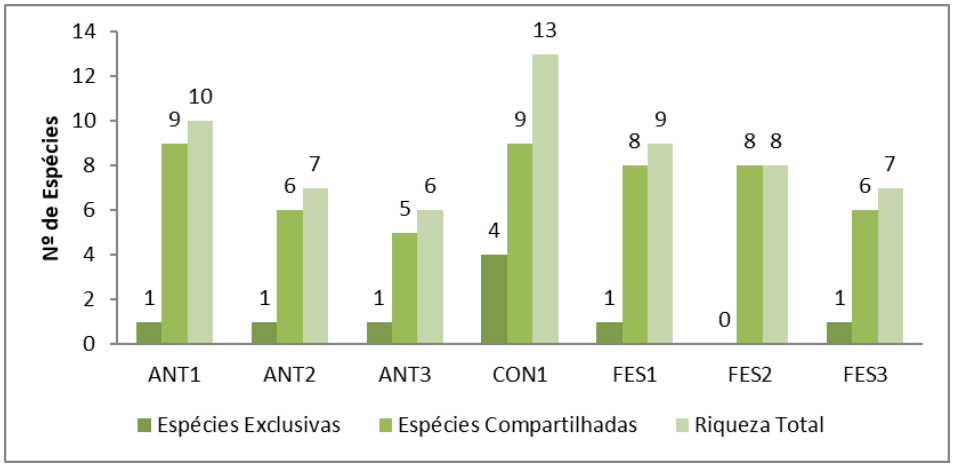


Figura 2-225 – Distribuição da riqueza de espécies total, exclusivas e compartilhadas por ponto amostral.

Ao se analisar a variação nos valores de riqueza em cada um dos pontos, assim como para distribuição geral, também não é possível observar um padrão bem definido de distribuição em função do tipo de uso do solo em cada local, uma vez que tanto pontos localizados em áreas antropizadas quanto em áreas florestais apresentaram maior riqueza.

Entretanto, pode-se perceber que os pontos localizados próximos a cursos ou acúmulos de água tendem a apresentar maiores riquezas. A saber, o ponto ANT01 se localiza próximo a um pequeno açude artificial, o CON01 a um afluente da Represa Rio Manso e o FES01 a uma barragem da Mineração Morro do Ipê.

Este resultado pode ser considerado comum para o grupo uma vez que, para as espécies da família Culicidae, a presença de diferentes tipos coleções de água (temporárias e permanentes) naturais ou artificiais e com características distintas pode ser um fator determinante na estrutura da comunidade em cada área. De acordo com Consoli e Oliveira (1994) fatores como temperatura, luminosidade, salinidade, presença de poluentes, relações plantas aquáticas ou terrestres, movimento da água e a comunidade biológica presente no acúmulo podem influenciar de diversas maneiras o desenvolvimento larval das diversas espécies de mosquitos.

Já para o grupo dos flebotomíneos o fator determinante pode ser a composição dos substratos orgânicos presentes em cada ponto (GALATI, 2016), o que é corroborado pela maior abundância do grupo nas áreas Controle e de Floresta Estacional Semidecidual (FESD).

b) Abundância

Na primeira campanha, referente ao período seco, foram registrados 478 espécimes de dípteras, enquanto na segunda, realizada no período chuvoso, foram coletados 356 (**Figura 2-226**).

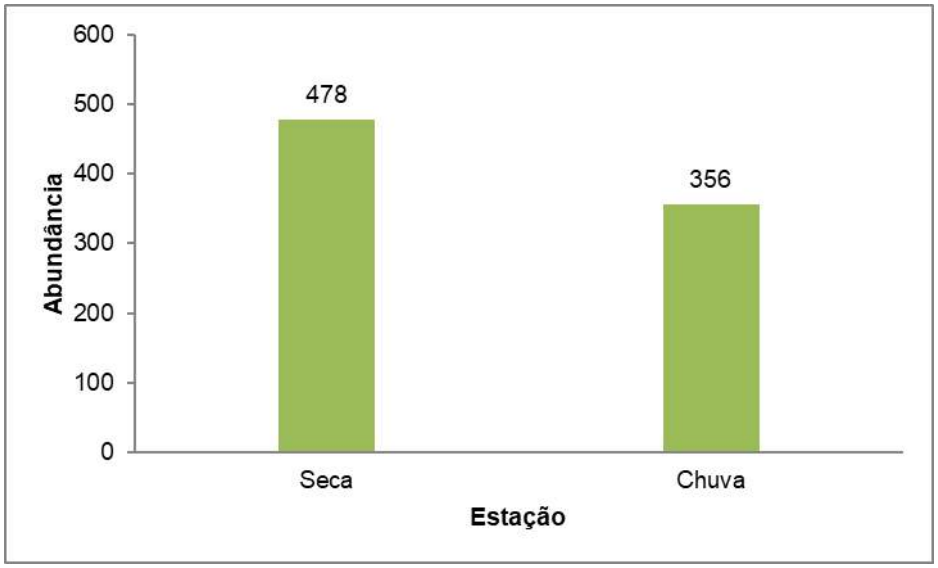


Figura 2-226 – Abundância de espécies observada em cada estação climática

A maior abundância registrada no período seco está relacionada com a grande quantidade de espécimes de flebotomíneos registrados durante esta campanha (n=411). Este resultado está relacionado com o fato de o grupo ser composto por organismos essencialmente terrestres, o que permite que eles apresentem maior representatividade em períodos de seca em relação aos culicídeos que contemplaram apenas 67 espécimes.

Devido a este resultado, a distribuição da abundância de subfamílias seguiu um padrão diferente do observado para a riqueza de espécies, com Phlebotominae sendo a mais abundante, seguida de Culicinae e Anophelinae.

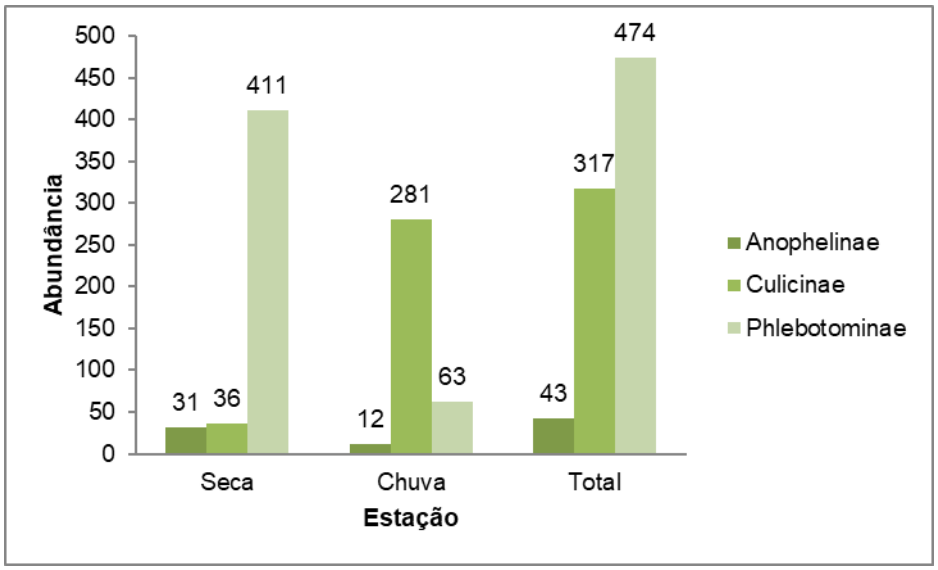


Figura 2-227 – Abundâncias total e por estação climática de subfamílias.

Phlebotominae apresentou maior abundância durante o período de seca. Este resultado está relacionado com a amostragem de uma grande quantidade de espécimes no ponto CON01 nesta estação (n=364). Ressalta-se que este ponto se localiza em um fragmento florestal de maiores dimensões e próximo a Represa do Rio Manso, o que faz dele um local muito favorável a reprodução destes organismos.

Culicinae foi a segunda subfamília mais abundante, apresentando maiores valores durante período de chuvas. Este resultado está relacionado com o fato desta subfamília apresentar uma sazonalidade muito bem definida, utilizando-se tanto acúmulos de água permanentes quanto temporários como sítios de oviposição. Outro fator relevante é a sua ampla distribuição no território brasileiro e sua maior plasticidade no que tange ao uso de criadouros para oviposição e hábitos de alimentação (FORATTINI, 2002).

Anophelinae foi a menos abundante e apresentou maiores valores durante o período de seca. Este resultado, assim como descrito para os valores de riqueza, está relacionado com o hábito das espécies desta subfamília de utilizar, preferencialmente, criadouros permanentes como sítios de oviposição, o que permite que elas mantenham populações maiores durante o período de seca também. Além disto, ressalta-se que durante a estação chuvosa, há um aumento na competição em função da maior presença de espécies de Culicinae, o que diminui a representatividade dos anofelinos neste período.

Ao se refinar o nível taxonômico, percebe-se que a distribuição da abundância de espécies seguiu o mesmo padrão da observada para subfamílias, com Phlebotominae sp., sendo o táxon mais abundante (n=474), seguido de espécies de culicíneos, *Culex*

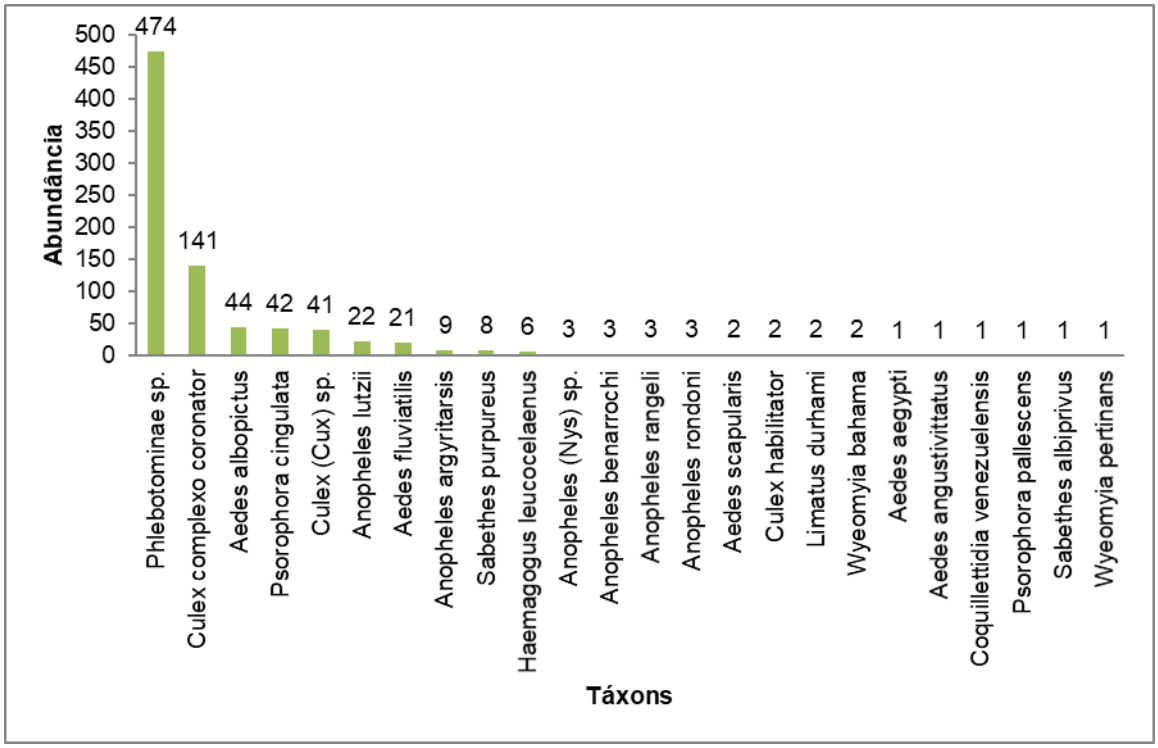


Figura 2-228 – Abundância de espécies registrada ao longo do inventariamento.

O táxon mais abundante no estudo foi Phlebotominae sp., com cerca de 56,83% do total de dípteros registrados. Os flebotomíneos, registrados em todos os pontos amostrais, constituem insetos terrestres, incluindo as formas imaturas (ovo, larva e pupa) que se desenvolvem em locais úmidos, ricos em matéria orgânica em decomposição e com temperaturas constantes (GALATI, 2016). Esse ciclo de vida terrestre, juntamente com a presença de fragmentos florestais em diferentes estágios sucessionais, bem como áreas rurais que propiciam uma grande quantidade de microhabitats para o desenvolvimento de espécies desta subfamília na área do estudo, podem explicar a elevada abundância e distribuição de flebótomos, principalmente na estação seca, quando registrados 86,70% do total flebotomíneos coletados (411 indivíduos).

O segundo táxon mais abundante foi *Culex complexo coronator*. As espécies pertencentes ao "*complexo coronator*" também foram registradas em todos os pontos amostrais. Elas apresentam uma ampla distribuição geográfica estando presente em toda a região neotropical do continente americano e se alimentam, primariamente, de sangue de mamíferos, mas também são encontradas realizando o repasto em aves. Apresentam uma grande plasticidade no que tange o uso de sítios de oviposição, podendo utilizar desde acúmulos de água de chuva até criadouros artificiais como pneus e dutos de drenagem e esgoto (CONNELLY *et al.*, 2016), o que pode explicar sua ampla distribuição na área de estudo.

Aedes albopictus, registrada nos pontos ANT1, ANT3, CON01, FES1 e FES2, é uma espécie exótica originária do continente asiático que apresenta comportamento antropofílico semelhante a *Aedes aegypti*, porém com menor sinantropia. Ela se encontra muito bem distribuída no território brasileiro, sendo comum em áreas rurais. Esta espécie possui preferência em utilizar locais com superfície rugosa e pouca iluminação como sítio de oviposição, podendo realizar a postura de ovos tanto em recipientes naturais, como bromélias e fitotelmos, como artificiais, como pneus (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002).

Psorophora cingulata também apresentou uma maior representatividade, sendo registrada apenas nos pontos ANT2 e ANT3. Esta espécie é apontada como mais identificável em áreas abertas e de ecótones ou bordas de mata e menos no interior das mesmas (MENDÉZ *et al.* 2001), o que pode explicar sua presença nestes pontos, que se caracterizam como áreas urbanizadas próximas a fragmentos florestais.

Dentre os anofelinos, destaca-se *Anopheles lutzii*, amostrada nos pontos CON01, FES2 e FES3. Esta é uma espécie registrada em áreas de mata primárias, secundárias e bordas de fragmentos. Ela é pouco registrada no intra-domicílio, sendo considerada como de hábitos essencialmente silvestres, o que pode explicar sua ausência nos pontos localizados em áreas antropizadas. Possui zoofílicos, portanto não apresenta elevada relevância na transmissão de malária no Brasil (PINTO, 1932; NAGAKI, 2009).

Os outros táxons registrados apresentaram uma menor representatividade na amostra, sendo considerados subdominantes ou raros (**Tabela 2-78**).

Tabela 2-78 – Classificação da dominância de espécies Entomofauna registrada durante as campanhas de inventariamento da fauna.

Táxon	Dominância	Classificação
Phlebotominae sp.	56,83%	Eudominante
Culex complexo coronator	16,91%	Eudominante
Aedes albopictus	5,28%	Dominante
Psorophora cingulata	5,04%	Dominante
Culex (Cux) sp.	4,92%	Subdominante
Anopheles lutzii	2,64%	Subdominante
Aedes fluviatilis	2,52%	Subdominante
Anopheles argyritarsis	1,08%	Rara
Sabethes purpureus	0,96%	Rara
Haemagogus leucocelaenus	0,72%	Rara
Anopheles (Nys) sp.	0,36%	Rara
Anopheles benarrochi	0,36%	Rara

Táxon	Dominância	Classificação
Anopheles rangeli	0,36%	Rara
Anopheles rondoni	0,36%	Rara
Aedes scapularis	0,24%	Rara
Culex habilitator	0,24%	Rara
Limatus durhami	0,24%	Rara
Wyeomyia bahama	0,24%	Rara
Aedes aegypti	0,12%	Rara
Aedes angustivittatus	0,12%	Rara
Coquillettidia venezuelensis	0,12%	Rara
Psorophora pallescens	0,12%	Rara
Sabethes albiprivus	0,12%	Rara
Wyeomyia pertinans	0,12%	Rara

Ao se analisar a distribuição na abundância das espécies em função do uso do solo é possível perceber que esta não seguiu o mesmo padrão observado para a riqueza, uma vez que as áreas apresentaram uma grande variação entre si (**Figura 2-229**).

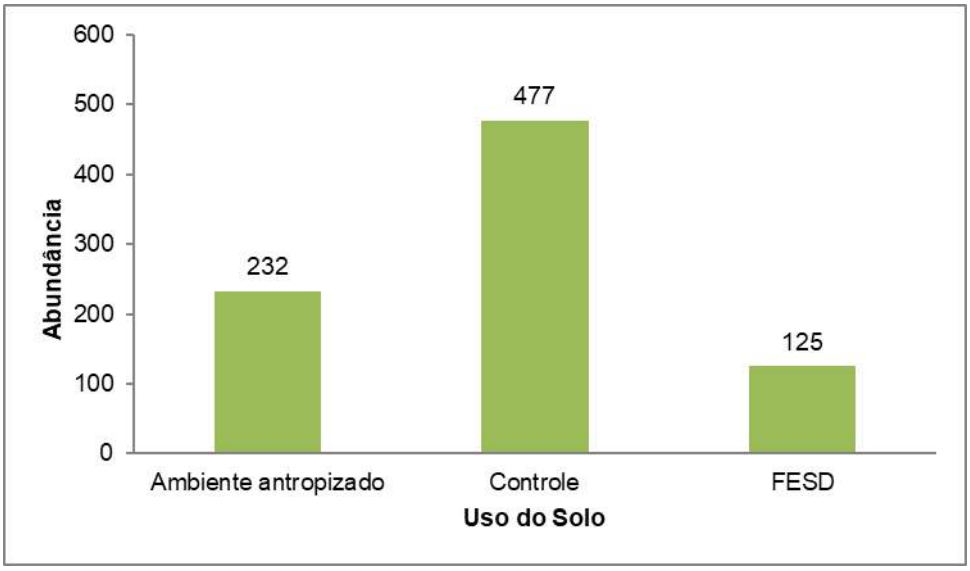


Figura 2-229 – Abundância de espécies da entomofauna por tipo de uso do solo.

A área controle apresentou um valor muito superior às outras. Este resultado, conforme supracitado está relacionado com a grande representatividade de flebotomíneos registrado no local durante a primeira campanha.

Os ambientes antropizados apresentaram a segunda maior abundância, o que pode estar relacionado com o registro de uma maior dominância de espécies resilientes ao longo do estudo, uma vez que estas podem colonizar mais facilmente estes locais.

Já as áreas florestais apresentaram uma menor abundância, o que pode indicar um maior equilíbrio ambiental, uma vez que nestes locais foi obtido um maior valor de riqueza.

Esta distribuição em função da classe do ambiente também é percebida ao se analisar cada ponto individualmente, com o ponto controle apresentando maior abundância, seguido, de uma forma geral, pelos pontos localizados em áreas urbanas (**Figura 2-230**).

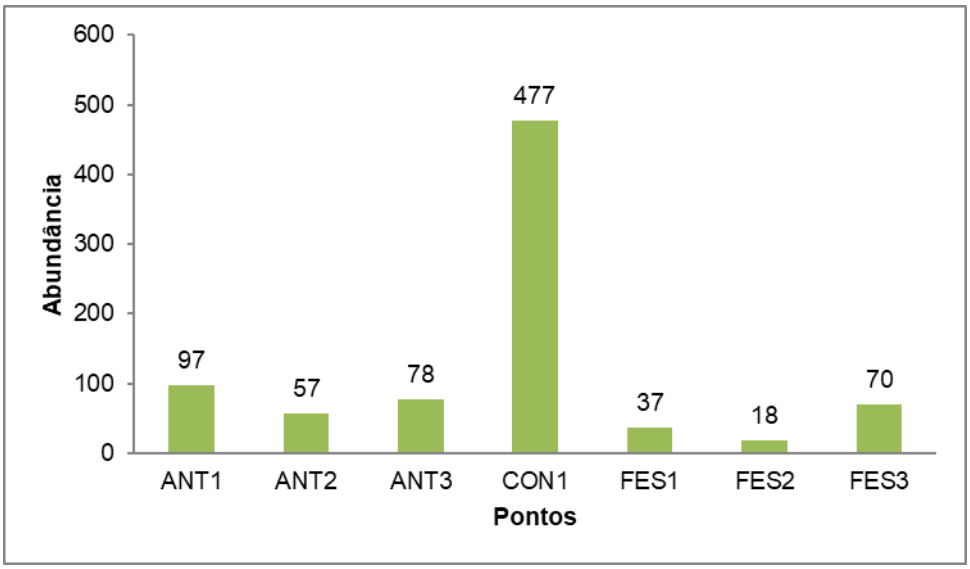


Figura 2-230 – Abundância de espécies da entomofauna por ponto.

A abundância observada no ponto FES3 está relacionada com a dominância dos táxons *Culex complexo coronator* (n=22) e Phlebotominae sp. (n=28) no local.

c) Índices de Diversidade

Os valores de diversidade, dominância e equitabilidade associados a cada ponto e classe de ambiente amostrada durante o inventariamento, estão apresentados na **Tabela 2-79** e **Tabela 2-80** abaixo.

Tabela 2-79 - Diversidade e equitabilidade calculadas por ponto amostrado.

PONTOS	RIQUEZA	ABUNDÂNCIA	DOMINANCE_D	SHANNON_H	EQUITABILITY_J
ANT1	10	97	0,336	1,419	0,616
ANT2	7	57	0,300	1,455	0,748
ANT3	6	78	0,254	1,451	0,810
FES1	9	37	0,251	1,684	0,766
FES2	8	18	0,148	1,985	0,955
FES3	7	70	0,290	1,433	0,736
CON01	13	477	0,771	0,617	0,240
Média	**9**	**119**	**0,336**	**1,435**	**0,696**

Tabela 2-80 - Diversidade e equitabilidade calculadas por classe de ambiente amostrado.

AMBIENTE	RIQUEZA	ABUNDÂNCIA	DOMINANCE_D	SHANNON_H	EQUITABILITY_J
Controle	13	477	0,771	0,617	0,240
Ambiente antropizado	13	232	0,236	1,760	0,686
Floresta Estacional Semidecidual	14	125	0,192	1,977	0,749
Média	**13**	**278**	**0,400**	**1,451**	**0,559**

Ao se analisar os índices de diversidade, é possível observar que o ambiente florestal apresentou maior diversidade, seguido do ambiente antropizado e do ponto controle.

Este resultado já era esperado, pois os remanescentes florestais oferecem uma maior variedade de nichos que são capazes de manter uma comunidade de dípteros vetores estruturalmente mais complexa com maior riqueza e equitabilidade de espécies. Este resultado é corroborado pela maior representatividade de espécies de hábitos essencialmente silvestre (*Anopheles lutzii, Sa*), neste tipo de ambiente. A saber, estes táxons somados, contemplaram 11,70% da abundância total obtida no ponto.

Já para o ambiente antropizado, apesar da diversidade acima da média, foi obtido um maior valor de dominância em relação ao florestal, que está relacionado com a menor diversidade de nichos ecológicos nestes locais, o que favorece o crescimento de populações de táxons com maior plasticidade ambiental, como *Aedes albopictus* (n=38), *Culex complexo coronator* (n=93), *Psorophora cingulata* (n=42) e Phlebotominae sp. (n=24), que foram classificadas como dominantes neste ambiente. Outro fator que vai ao encontro deste resultado é a baixa presença de espécies mais

sensíveis neste tipo de ambiente, que foram responsáveis por apenas 1,72% da abundância total.

O ponto Controle apresentou o menor valor de diversidade em função da elevada dominância de Phlebotominae sp. no local. Este resultado deve ser observado com cautela, uma vez que esta elevada abundância deste grupo pode ser resultado de um evento estocástico causado por diversos favores ambientais que favoreceram sua amostragem naquele momento, como temperatura, umidade e luminosidade.

Apesar disto, ao se analisar a estrutura da comunidade de dípteras excluindo este táxon, percebe-se que as espécies com hábitos essencialmente silvestres apresentaram uma elevada representatividade (n=40,68%), o que pode indicar que a área se encontra com maior grau de preservação.

Ao se analisar a distribuição da diversidade em cada estação amostral percebe-se que, de uma forma geral, ela seguiu o mesmo padrão apresentado para cada classe de ambiente. O ponto CON01 (controle) apresentou o mesmo resultado de sua classe porque ele foi o único representante da mesma.

FES2 e FES1 apresentaram, respectivamente, os maiores valores de diversidade em função dos valores de riqueza próximos à média associada a baixa dominância e consequente maior equitabilidade apresentadas. Este quadro indica que estes locais podem ser considerados com uma melhor qualidade ambiental.

FES3 apresentou um valor de diversidade um pouco abaixo, mas próximo da média em função da menor riqueza observada (próxima àquelas observadas para ambientes antropizados) associada a uma maior dominância de espécies. Os táxons dominantes neste ponto foram *Aedes fluviatilis, Culex complexo coronator* e Phlebotominae sp., que juntos foram responsáveis por 87,14% do total de espécimes coletados.

A presença de táxons dominantes com maior resiliência ambiental associada a uma baixa representatividade de espécies mais sensíveis (n=4,29%) pode indicar que este remanescente florestal já se encontra com maior grau de alteração ambiental.

Os pontos ANT1, ANT2 e ANT3 apresentaram valores de diversidade próximos a média em razão da elevada dominância de espécies. Tendo em vistas a maior dominância de espécies de maior plasticidade ambiental e a representatividade muito baixa de espécies mais sensíveis nestes locais, a saber, ANT1 (n=3,09%), ANT2 (n=1,75%) e ANT3 (n=0), é possível afirmar que estes locais já se encontram com elevado grau de alterações ambientais. Ressalta-se que este resultado já era esperado para estes locais e pode ser considerado comum, por eles se localizarem em áreas urbanizadas.

d) Índices de Diversidade

Como pode ser observada na curva de acumulação de espécies calculada para estimar o número de espécies na área, a assíntota plena não foi atingida, resultando em uma linha ascendente com baixa inclinação.

Este resultado já é esperado em função da grande diversidade de espécies de dípteros vetores registrados para regiões neotropicais, bem como pela amostragem de diversas espécies de taxonomia complexa e/ou não resolvida (**Figura 2-231**).

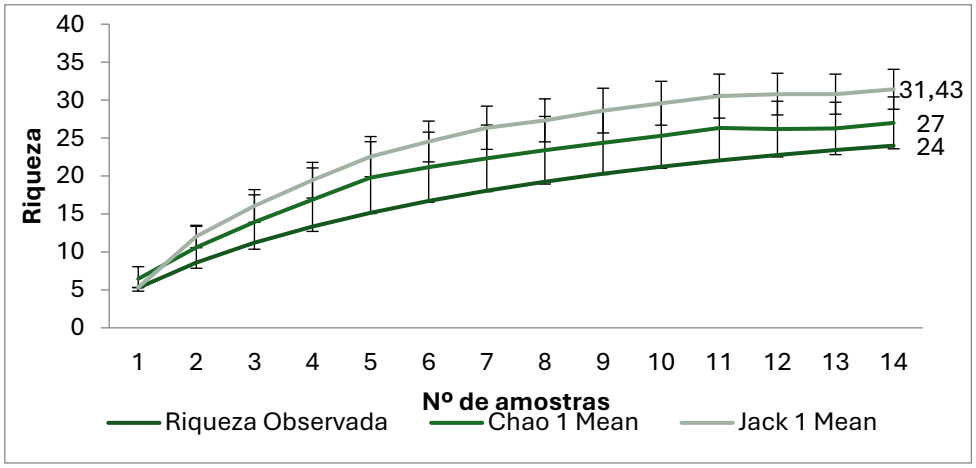


Figura 2-231 – Riqueza acumulada de espécies obtida por meio do inventário da Entomofauna com base nos estimadores Chao1 e Jack1.

Apesar da curva de rarefação demonstrar que a dipterofauna vetora não foi totalmente amostrada, ao se analisar a riqueza obtida pelos estimadores *Jack1* (31,43) e *Chao1* (27), percebe-se que o presente estudo apresentou elevada eficiência, uma vez que a partir dele foi possível registrar 81,15% das espécies estimadas para a área. Além disto, é importante ressaltar que foram amostradas 15 espécies que não haviam sido registradas nos estudos consultados para caracterização das espécies de provável ocorrência inclusive algumas de elevada relevância epidemiológica, como *Aedes aegypti, Anopheles benarrochi* e *Anopheles rangeli.*

Também é possível inferir que as amostragens foram eficientes quando se analisa os hábitos das espécies registradas, uma vez que o estudo foi capaz de registrar tanto espécies dominantes em silvestres quanto em ambientes alterados, além de táxons de hábitos diurnos/crepusculares (*Sabethes, Wyeomyia, Aedes, Psorophora*), quanto noturnas (*Anopheles, Culex* e flebotomíneos), além de possibilitarem o registro dos principais grupos acusados como vetores de agravos a saúde no Brasil (*Anopheles, Aedes, Haemagogus, Sabethes* e Phlebotominae spp.).

e) Importância Biológica da área de Estudo

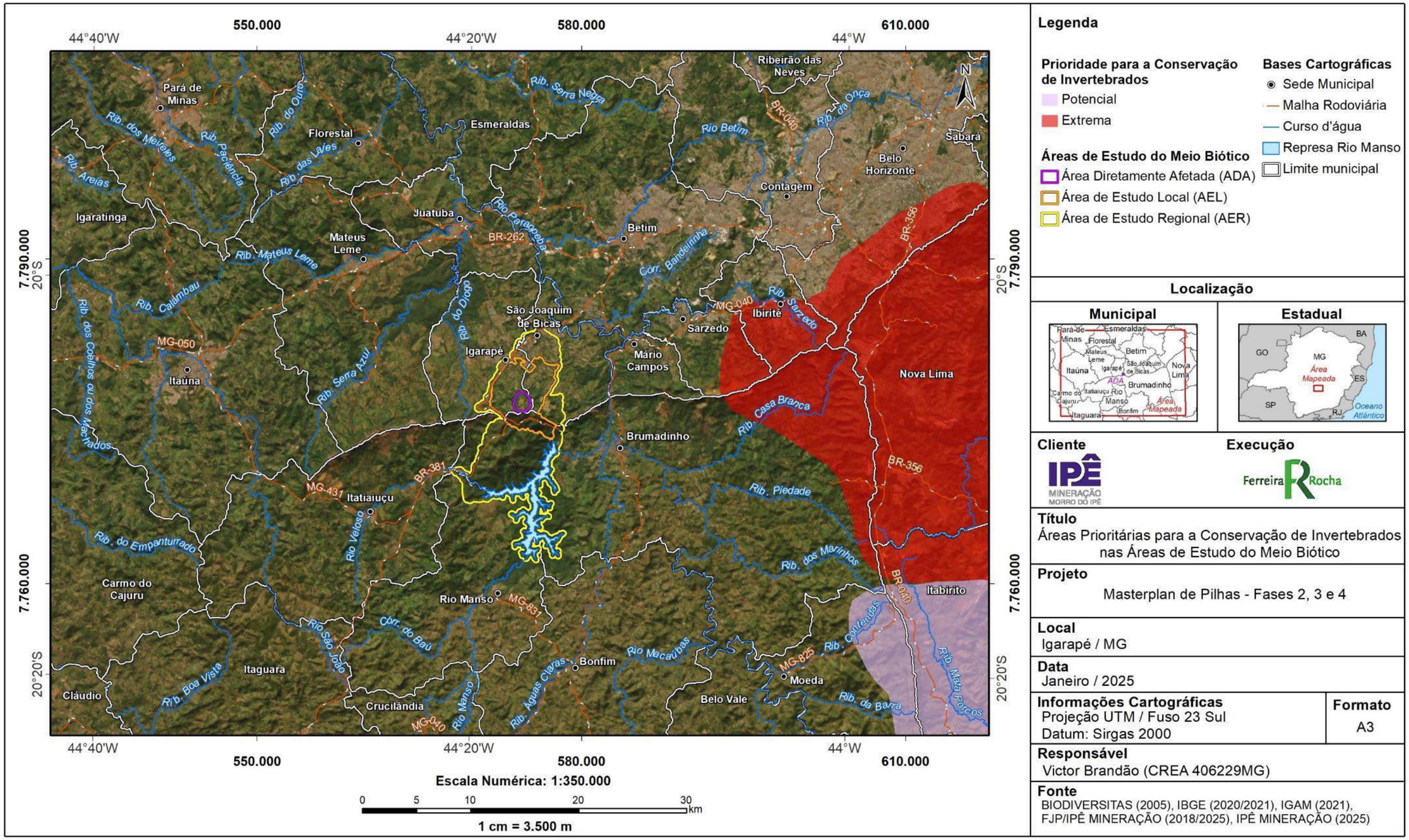
O presente estudo tem sua importância validada no que tange à ampliação do conhecimento sobre a distribuição de diversas espécies, principalmente àquelas que não estão relacionadas a nenhum agravo de maior relevância no país, uma vez que estudos sobre a ecologia deste grupo ainda são incipientes e, geralmente, são focados em áreas de surtos ou focos de determinados agravos.

Apesar de todas as espécies registradas do presente estudo possuírem ampla distribuição no estado de Minas Gerais e, algumas, no território nacional, o que minimiza sua relevância para o grupo dentro de um contexto regional, dentre elas encontram-se táxons com maior sensibilidade ambiental (tribo Sabethini) e são associadas a ambientes silvestres. Segundo Gomes *et al.* 2010, os sabetíneos têm sido pouco assinaladas em estudos de entomofauna vetoras, tanto pela degradação ambiental quanto pela sua maior raridade e dificuldade de amostragem.

Por isso, a manutenção de determinados remanescentes florestais, como àqueles nos quais estão localizados os pontos FES1 e FES2, possuem uma elevada relevância num contexto de preservação das populações locais de insetos, utilizando-se das espécies de dípteras como bioindicadores.

Outro fator de grande importância, é que foi possível o registro de espécies associadas a ambientes florestais e à transmissão do vírus amarílico (*Sabethes albiprivus* e *Haemagogus lecocelaenus*) tanto em áreas florestais quanto urbanas o que reforça a necessidade da preservação dos remanescentes para evitar uma maior migração destas espécies para áreas mais urbanizadas, minimizando o contato homem-vetor.

Por fim, é importante pontuar que no contexto das Áreas de Estudo estabelecidas e da ADA propriamente dita, as mesmas não se encontram inseridas em áreas prioritárias para conservação de invertebrados (**Figura 2-232**).



Legenda

Prioridade para a Conservação de Invertebrados
- Potencial
- Extrema

Áreas de Estudo do Meio Biótico
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL)
- Área de Estudo Regional (AER)

Bases Cartográficas
- Sede Municipal
- Malha Rodoviária
- Curso d'água
- Represa Rio Manso
- Limite municipal

Localização

Municipal

Estadual

Cliente

Execução

Título
Áreas Prioritárias para a Conservação de Invertebrados nas Áreas de Estudo do Meio Biótico

Projeto
Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4

Local
Igarapé / MG

Data
Janeiro / 2025

Informações Cartográficas
Projeção UTM / Fuso 23 Sul
Datum: Sirgas 2000

Formato
A3

Responsável
Victor Brandão (CREA 406229MG)

Fonte
BIODIVERSITAS (2005), IBGE (2020/2021), IGAM (2021), FJP/IPÊ MINERAÇÃO (2018/2025), IPÊ MINERAÇÃO (2025)

Figura 2-232 - Áreas prioritárias para conservação dos invertebrados.

f) Formas de Uso dos Habitats e Processos Ecossistêmicos

A relação do grupo de dípteras com processos ecossistêmicos são resumidas na literatura na relevância vetorial do grupo para transmissão de epizootias, sendo as principais: a transmissão do vírus amarílico para primatas, de espécies de *Plasmodium* para aves e mamíferos e de espécies de *Leishmania* para roedores e canídeos.

Outro ponto relevante é que, apesar do grupo dos culicídeos serem considerados visitantes florais, principalmente os machos, para o grupo de dípteras com potencial vetor não há nenhum registro de relações específicas de espécies deste grupo com espécies da flora.

g) Espécies Ameaçadas de Extinção

A legislação federal ou estadual não enquadra qualquer das espécies amostradas entre as ameaçadas ou protegidas, sendo que nenhuma lista de animais em extinção (IUCN, 2022; MMA, 2022; COPAM, 2010) cita qualquer espécie das famílias Culicidae e Psychodidae.

h) Espécies Raras e de Interesse Científico

Não há registros de espécies consideradas raras para o grupo de dípteras com potencial vetor. Já as de interesse científico são as que são apontadas como potencial vetoras de doenças, sendo elencadas nos tópicos a seguir.

i) Espécies Cinegéticas e de Interesse Econômico

Tanto as espécies de culicídeos quanto as de flebotomíneos possuem interesse econômico por sua capacidade como vetores de doenças. No Brasil o gasto em ações de controle e de tratamento de arboviroses chega a 2% do orçamento previsto para Saúde, cerca de R$ 2,3 bilhões em 2016. Entre os estados, Minas Gerais é o que possui maiores custos com arboviroses, chegando a R$ 313 milhões no ano de 2016, sendo R$ 160 milhões em custos relacionados ao combate ao vetor; R$ 61 milhões com custos médicos diretos; e R$ 102 milhões com custos médicos indiretos. Além disso, estima-se que o custo associado a perda de produtividade decorrente a arboviroses para sociedade seja bastante relevante chegando a R$431 milhões ao ano (TEICH *et al.*, 2017).

j) Espécies Exóticas ou Potencialmente Danosas

Como espécies exóticas, foram registradas *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. A primeira é originária da África e a segunda do continente asiático. Ambas já se encontram bem estabelecidas em diversos países do mundo, sendo *A. aegypti*

dominante em ambientes mais urbanizados e adensados e *A. albopictus* em áreas rurais e florestais.

Dentre as espécies registradas, destacam-se por sua relevância epidemiológica *Aedes aegypti*, *A. albopictus, Anopheles benarrochi, A. rangeli, A. argyritarsis, Haemagous leucocelaenus e Sabethes albiprivus*.

Estudos realizados apontam *Anopheles argyritarsis, A. benarrochi, e A. rangeli* como vetores secundários da malária (GUEDES, 2012; NAGAKI, 2009; FORATTINI, 2002; TADEI & DUTARY-THATCHER, 2000; CONSOLI & OLIVEIRA, 1994).

Haemagogus leucocelaenus é considerada vetora primária e *Sabethes albiprivus* vetora secundária do vírus da febre amarela em seu ciclo silvestre em localidades brasileiras e na América (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994; GOMES et al., 2010; GUEDES, 2012).

Aedes aegypti e *Aedes albopictus* são apontadas como vetor da Dengue, febre Chikungunya, Febre Amarela (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002; SEGURA & CASTRO, 2007) e Zika vírus no Brasil (PINTO JUNIOR et al., 2015). Estudos realizados (MONATH, 1987; FNS, 1999) indicam que *A. albopictus* pode funcionar como uma ponte entre os ciclos silvestres e urbanos da Febre Amarela por sua ampla valência ecológica e capacidade de adaptação aos ambientes rural, urbano e peri-urbano.

O grupo dos flebotomíneos também foi representativo na área, sendo registrado em todos os pontos de amostragem. Estes organismos apresentam ampla distribuição no território brasileiro e possuem entre seus representantes espécies dos gêneros *Lutzomyia, Nyssomyia* e *Psychodopygus* que possuem grande implicação na veiculação das leishmanioses tegumentar e visceral no país (GALATI et al., 2009; BARATA et al., 2011).

k) Espécies Anuais ou Migratórias e Sítios Reprodutivos

Não são descritas na literatura espécies com comportamento migratório para o grupo de dípteras.

l) Espécies Indicadoras de Qualidade Ambiental

Como espécies de culicídeos bioindicadoras de ocorrência comprovada na área do empreendimento destacam-se: *Aedes aegypti*, *Aedes scapularis*, espécies da tribo e Sabethini e dos gêneros *Haemagogus* e *Coquillettidia*.

A. scapularis (FES1 e FES2) e espécies do gênero *Coquillettida* (CON01) são apontadas como dominantes em ambientes florestais alterados, podendo colonizar áreas peridomiciliares (DORVILLE, 1996; FORATTINI *et al.,* 1995 e TEODORO *et al.*, 1994; FORATTINI, 1978).

A espécie *Aedes aegypti* foi registrada no ponto ANT3 e é associada a ambientes totalmente urbanizados (ALMEIDA *et al.*, 2008).

Espécies do gênero *Haemagogus* (ANT1, ANT2, FES1 e FES2) são associadas a ambientes e podem colonizar ambientes graus de alteração intermediários e as da tribo Sabethini (*Sabethes* – ANT1, CON01 e FES2 -, *Wyeomyia* – FES3 e ANT1 - e *Limatus* – CON01) apresentam maiores abundâncias em ambientes florestais com melhores condições ambientais, sendo citadas como pouco assinaladas em estudos mais recentes, devido a sua baixa capacidade adaptativa nas áreas com elevada devastação (DORVILLÉ, 1996; DE CAMARGOS-NEVES et al., 2005; GOMES et al., 2010).

2.6.4.4 CONCLUSÃO ENTOMOFAUNA

Durante as campanhas realizadas foi registrado um total de 24 espécies, contemplando as três principais subfamílias de importância epidemiológica. Na biocenose inventariada foram registradas espécies bioindicadoras e de importância epidemiológica nas áreas amostradas.

Também foi possível observar uma variação sazonal para o grupo de dípteros vetores, com as amostragens realizadas na época chuvosa apresentando maiores valores de riqueza, o que já era esperado para este grupo de insetos. Entretanto, nas amostragens realizadas no período seco também foram registradas espécies que ocorreram na estação chuvosa, o que comprova que na área existem espécies perenes que conseguem se reproduzir ao longo de todo ano.

A maior abundância registrada no período seco está relacionada a grande quantidade de espécimes de flebótomos coletadas no ponto CON01 durante esta estação.

Em termos gerais, a partir da composição e distribuição das espécies na área do projeto, é possível inferir que esta já sofre com alterações ambientais, principalmente aquelas oriundas de atividades minerárias e de crescimento urbano pré-existentes.

Entretanto, a presença na área de espécies que apresentam um comportamento diferenciado em termos de dominância em relação a ambientes preservados e com elevado grau de antropização também indica que os remanescentes florestais localizados na área do projeto, principalmente nos pontos FES1, FES2 e CON01, ainda possuem uma diversidade de condições ambientais que podem permitir a manutenção de espécies que possuem caráter silvestre em contato estreito com ambiente alterado.

Além disto, é possível observar que a maior parte das espécies foi registrada em mais de um ponto amostral. Por isso é possível inferir que a região como um todo possui características ambientais capazes de manter populações de diversas espécies comuns em todas as diferentes classes de ambientes.

Entretanto, a variação nos valores de diversidade bem como a análise de similaridade indica a presença de uma heterogeneidade estrutural bem definida entre os pontos,

que não segue o padrão observado para a classe de ambiente, o que ressalta a importância dos diversos microhabitats observados nos locais de amostragem, como áreas urbanizadas, de pastagem, de transição entre fitofisionomias e fragmentos florestais em diferentes estágios de sucessão ecológica para a manutenção das populações.

Estes microhabitats, provavelmente, também são a principal forma de distribuição da comunidade de insetos em detrimento da localização geográfica das estações amostrais, uma vez que não foi registrada uma alta similaridade entre pontos próximos. Além disto, é possível observar uma concentração de espécies de dípteros de hábitos semelhantes em pontos com características semelhantes.

Do ponto de vista epidemiológico merecem destaque os pontos ANT3 pela presença de *Aedes aegypti;* ANT1, ANT3, CON1, FES1, FES2 e FES3 pela presença de *Aedes albopictus;* ANT1, ANT2, FES1 e FES2 pela presença de *Haemagogus leucocelaenus;* ANT1 pela presença de *Sabethes albiprivus* e os pontos ANT3, CON01 e FES3 destacam-se pela elevada a abundância de flebotomíneos.

Estes pontos merecem atenção, uma vez que as atividades de implantação do empreendimento poderão causar a perda e fragmentação de habitats o que poderá criar um ambiente favorável para uma potencial migração destas espécies de maior relevância epidemiológica para as áreas mais urbanizadas próximas.

A perda de habitats e fragmentação ambiental também poderão causar uma redução local na biodiversidade de dípteras, além de propiciar um rearranjo na estrutura da comunidade de insetos, favorecendo ainda mais o aumento na dominância das espécies mais resilientes que já são dominantes e bem distribuídas no local, o que pode aumentar ainda mais o contato homem-vetor.

Por fim, os estudos realizados detectaram a presença de populações estabelecidas tanto de espécies que apresentam relevância epidemiológica, como de espécies que se configuram como fator de desconforto aos humanos, sendo possível assim avaliar a condição ambiental da área de estudo e, consequentemente, os potenciais impactos do empreendimento sobre a entomofauna.

2.6.5 ICTIOFAUNA

2.6.5.1 INTRODUÇÃO

A ictiofauna neotropical compreende aproximadamente 6.250 espécies de peixes de água doce (REIS *et al.*, 2003; BIRINDELLI & SIDLAUSKAS, 2018). Todavia, o conhecimento sobre a diversidade desta fauna é ainda incompleto, como atestam as dezenas de espécies de peixes descritas anualmente no Brasil e, portanto, é de se prever que a riqueza total efetiva seja ainda muito maior (ROSA & LIMA, 2008; BIRINDELLI & SIDLAUSKAS, 2018).

Determinadas espécies de peixes são extremamente sensíveis às alterações físico-químicas da água, bem como alterações físicas do corpo d'água. A estrutura da

comunidade íctica como um todo também pode responder a alterações de qualidade do ambiente aquático. Fatores naturais como a altitude e as barreiras geográficas, como as cachoeiras, sazonalidade, porte das drenagens, também são elementos importantes e influenciadores na composição da ictiofauna dos diferente locais (SALOMONS, 1995; CASSATI *et al.*, 2006; HITT et al., 2014). Desta forma, a ictiofauna é conhecidamente um grupo que fornece respostas sobre as características naturais e integridade ambiental, funcionando então como bons bioindicadores do ecossistema aquático.

Atualmente, a bacia do Rio Paraopeba apresenta um cenário com alta taxa de urbanização. Neste sentido, a população residente em área urbana é superior à população que vive em área rural, dinâmica demográfica e distribuição territorial tal qual, iniciada no início da industrialização nesta bacia, processo comum ao país a partir da segunda metade do século XX. A abundância dos recursos minerais aliada aos investimentos no setor, tornou a atividade minerária de grande importância econômica e social para os municípios da bacia hidrográfica do rio Paraopeba. As atividades industriais, embora também estejam distribuídas por toda bacia, destacam-se na sub-bacia do rio Maranhão, em Conselheiro Lafaiete, Ouro Branco e Congonhas, sub-bacia do ribeirão Sarzedo, em Ibirité, sub-bacia do rio Betim, em Betim, na sub-bacia do ribeirão São João, em Sete Lagoas e Cachoeira da Prata, bem como no município de Paraopeba, com destaque para indústrias têxteis, alimentícias, químicas e metalúrgicas (ARCADIS, 2019). Na bacia também são registradas indústrias voltadas aos minérios não metálicos, como beneficiamento da ardósia, que atendem tanto o mercado interno como o externo. Adicionalmente, a indústria alimentícia também possui relevância nas atividades econômicas da bacia hidrográfica do rio Paraopeba, especialmente a produção de leite e produtos de laticínios. Ainda, a região da serra Azul e da serra de Itatiaiuçu, possuem um importante polo minerador que englobam os municípios de Itatiaiuçu, Igarapé, Brumadinho e Matheus Leme.

2.6.5.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.6.5.2.1 DADOS SECUNDÁRIOS

Para o diagnóstico secundário foi avaliado um estudo realizado na região sendo um Diagnóstico de Estudo de Impacto Ambiental (AMPLO, 2017) (**Tabela 2-81**).

Tabela 2-81 - Estudos consultados para composição do diagnóstico de dados secundários para ictiofauna

REFERÊNCIA	ESTUDO (TÍTULO DO ESTUDO)	ANO	MUNICÍPIO	COORDENADAS UTM
AMPLO, 2017	Projeto Mineração Morro Do Ipê 6 Mtpa - Diagnóstico Meio Biótico	2017	Igarapé, São João de Bicas e Brumadinho	NA

2.6.5.2.2 DADOS PRIMÁRIOS

a) Período de Amostragem

Para o estudo foram realizadas duas campanhas amostrais, a primeira campanha no período seco compreendendo os dias 22 a 25 de agosto de 2022 e a segunda campanha no período chuvoso compreendendo os dias 24 a 27 de outubro de 2022 (**Tabela 2-82**).

Tabela 2-82 - Período de amostragem de dados primários na área de estudo local.

CAMPANHA AMOSTRAL	SAZONALIDADE	PERÍODO DE AMOSTRAGEM
1	Seca	22 a 25 de agosto de 2022
2	Chuvosa	24 a 27 de outubro de 2022

b) Equipe Executora

Tabela 2-83 - Equipe executora das campanhas de campo do diagnóstico da comunidade hidrobiológica.

NOME DO PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	RESPONSABILIDADE
Felipe Talin Normando	Biólogo, Msc.	Supervisão de campo e revisão final
Yuri Simões Martins	Biólogo, PhD.	Supervisão de campo e Amostragem em campo
Ana Clara Moreira da Silva	Bióloga	Amostragem em campo

c) Métodos Amostrais

Em cursos d'água com tamanhos inferiores a 5,00 m de largura e 1,0 m de profundidade como os pequenos córregos e ribeirões foram realizadas amostragens ativas e quantitativas. Para o auxílio da amostragem foram utilizados o arrasto de 3 m de comprimento e 1,5 m de altura e a peneira com 1,0 m de comprimento e 50 cm de largura, sendo que ambas as malhas possuem 2 mm entre nós. Essas coletas ocorreram durante o dia em trechos de aproximadamente 50 m por 15 minutos em cada ponto amostral nos corpos d'água amostrados.

Para cursos d'água com largura superior a 5,00 m e 1,0 m de profundidade foram realizadas amostragens quantitativas com auxílio de redes de emalhar, as quais possuem 10 m de comprimento e 1,5 m de altura. Logo, foram armados em pontos específicos de cursos d'água conjuntos de redes contendo 8 unidades com especificações de 1,5-6 cm entre nós adjacentes. As redes foram armadas no final da tarde e retiradas na manhã do dia seguinte, permanecendo na água por aproximadamente 12 horas.

d) Esforço Amostral

A tabela abaixo apresenta os esforços aplicados para a amostragem da ictiofauna por método aplicado.

Tabela 2-84 - Esforço amostral realizado no diagnóstico ambiental da Ictiofauna.

Método	Período Sazonal	Esforço por Área Amostral	Área Amostral	Esforço Total
Arrasto	Seco	15 minutos	10 áreas	2 horas e 30 minutos
	Chuvoso	15 minutos	10 áreas	2 horas e 30 minutos
	Total	**30 minutos**	**10 áreas**	**5 horas**
Peneira	Seco	15 minutos	10 áreas	2 horas e 30 minutos
	Chuvoso	15 minutos	10 áreas	2 horas e 30 minutos
	Total	**30 minutos**	**10 áreas**	**5 horas**
Rede de Emalhar	Seco	1.440 m².h (altura x comprimento x nº de redes x tempo de exposição)	03 áreas	4.320 m².h

Método	Período Sazonal	Esforço por Área Amostral	Área Amostral	Esforço Total
	Chuvoso	1.440 m².h (altura x comprimento x nº de redes x tempo de exposição)	03 áreas	4.320 m².h
	Total	**2.880 m².h**	**03 áreas**	**8.640 m².h**

Figura 2-233 – Coleta de peixes com auxílio de redes de emalhar

Figura 2-234 – Coleta de peixes com auxílio de peneira

e) Pontos Amostrais

Durante as amostragens foram avaliados 12 pontos amostrais para avaliação da ictiofauna (**Tabela 2-85**, **Figura 2-235** a **Figura 2-247**).

Tabela 2-85 - Pontos amostrados durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna.

MÉTODO APLICADO	PONTO	COORDENADAS – UTM		CLASSE DE USO	DESCRIÇÃO DO PONTO	CAMPANHA
		X	Y			
BIO	MMI - PT 01	573089	7776943	Classe 1	Sub-bacia do córrego São Joaquim, córrego Igarapé, com aproximadamente 1,3 metro de largura e 0,4 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar deteriorada.	Seca e Chuva
BIO	MMI - PT 02	573182	7778289	Classe 1	Sub-bacia do córrego São Joaquim, córrego Igarapé com aproximadamente 1,2 metro de largura e 0,5 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar deteriorada. .	Seca e Chuva
BIO	MMI - PT 03	574462	7777626	Classe 1	Sub-bacia do córrego São Joaquim, córrego da Olaria, com aproximadamente 1,10 metro de largura e 0,1 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar deteriorada.	Seca e Chuva
BIO	MMI - PT 04	575895	7778701	Classe 1	Sub-bacia do córrego São Joaquim, córrego Vila Rica, com aproximadamente 30,0 metros de largura e 5,0 m de profundidade. Substrato argiloso. Mata ciliar parcialmente preservada.	Seca e Chuva
BIO	MMI - PT 05	575800	7779592	Classe 1	Sub-bacia do córrego São Joaquim, córrego Vila Rica, com aproximadamente 0,40 metros de largura e 1,70 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar deteriorada.	Seca e Chuva

MÉTODO APLICADO	PONTO	COORDENADAS – UTM		CLASSE DE USO	DESCRIÇÃO DO PONTO	CAMPANHA
		X	Y			
BIO	MMI - PT 06	574130	7774217	Classe 1	Sub-bacia rio Manso, córrego Grande, com aproximadamente 1,5 metro de largura e 0,5 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar parcialmente preservada.	Seca e Chuva
BIO	MMI - PT 07	574868	7774135	Classe 1	Sub-bacia rio Manso, córrego Grande, com aproximadamente 2,0 metro de largura e 0,7 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar preservada.	Seca e Chuva
BIO	MMI - PT 08	577000	7772602	Classe 1	Sub-bacia do rio Manso, com aproximadamente 70 ,0 metros de largura e 6,0 m de profundidade. Substrato pedregoso e argiloso. Mata ciliar preservada.	Seca e Chuva
BIO	MMI - PT 09	576210	7777675	Classe 1	Sub-bacia do córrego São Joaquim, córrego toponímia desconhecida, com aproximadamente 1,0 metro de largura e 0,5 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar parcialmente preservada.	Seca e Chuva
BIO	MMI - PT 10	574175	7777333	Classe 1	Sub-bacia do córrego São Joaquim, córrego sem toponímia, com aproximadamente 0,70 metros de largura e 0,3 m de profundidade. Substrato argiloso. Mata ciliar deteriorada. .	Seca e Chuva

MÉTODO APLICADO	PONTO	COORDENADAS – UTM		CLASSE DE USO	DESCRIÇÃO DO PONTO	CAMPANHA
		X	Y			
BIO	MMI - PT 11	574020	7773950	Classe 1	Sub-bacia do rio Manso, córrego Grande, com aproximadamente 1,0 metro de largura e 0,5 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar preservada.	Seca e Chuva
BIO	MMI - PT 12	574759	7774203	Classe 1	Sub-bacia do rio Manso, córrego toponímia desconhecida, com aproximadamente 1,0 metro de largura e 0,5 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar preservada.	Seca e Chuva

Legenda: BIO = Amostragem conforme descrito no item “c” do atual capítulo.

Figura 2-235 - Ponto MMI - PT 01

Figura 2-236 - Ponto MMI - PT 02

Figura 2-237 - Ponto MMI - PT 03

Figura 2-238 - Ponto MMI - PT 04

Figura 2-239 - Ponto MMI - PT 05

Figura 2-240 - Ponto MMI - PT 06

Figura 2-241 - Ponto MMI - PT 07

Figura 2-242 - Ponto MMI - PT 08

Figura 2-243 - Ponto MMI - PT 09

Figura 2-244 – Ponto MMI - PT 10

Figura 2-245 - Ponto MMI - PT 11

Figura 2-246 – Ponto MMI - PT 12

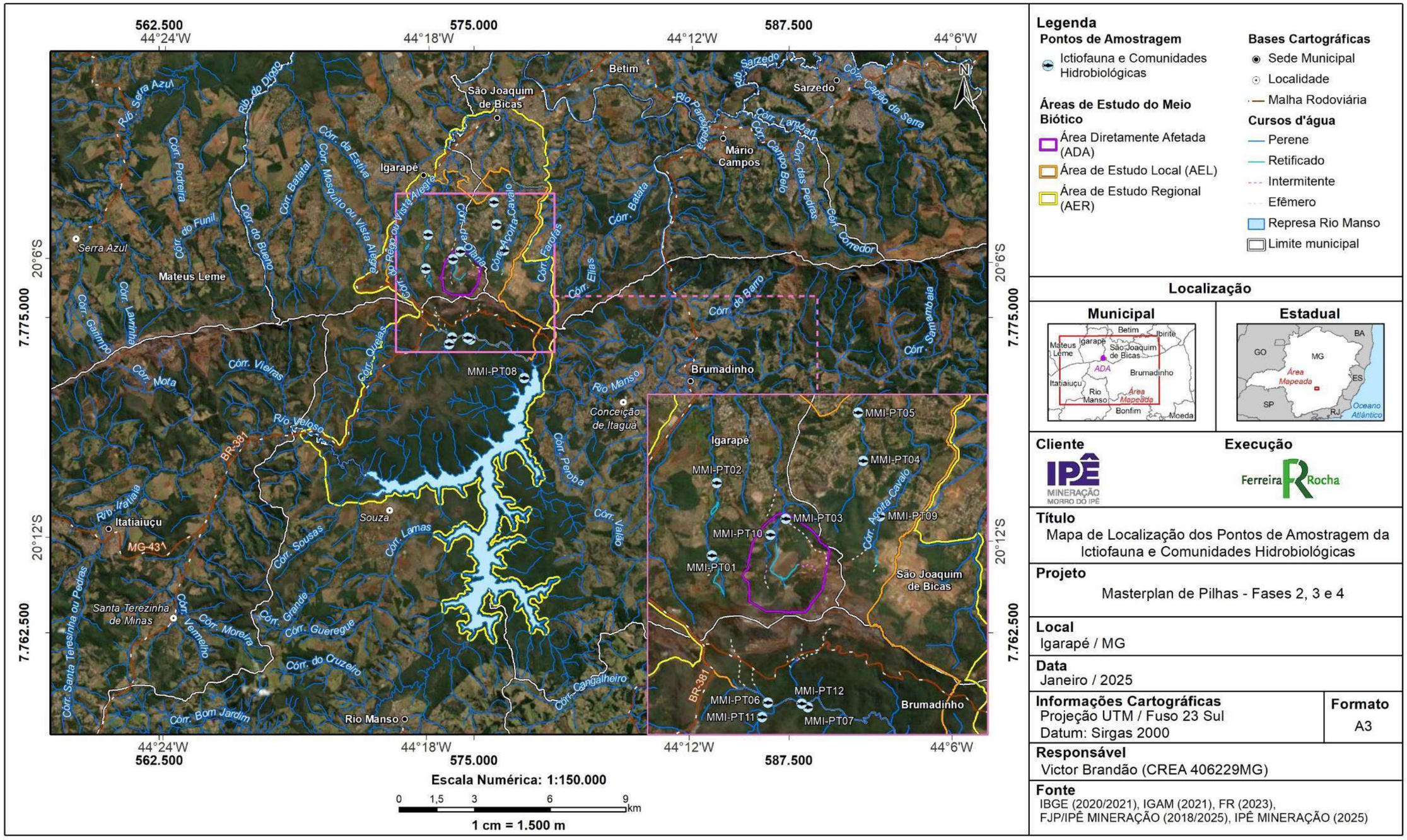


Figura 2-247 - Espacialização dos pontos amostrados durante as campanhas de diagnóstico da ictiofauna.

f) Triagem e Marcação

Alguns indivíduos capturados foram sacrificados através do método de eutanásia descrito por Lucena *et al.* (2013). Para eutanásia foi utilizada solução de óleo de cravo. O óleo de cravo é uma mistura dos componentes: Eugenol fenólico 85-95%, Isoeugenol e Metileugenol. Para o procedimento foi utilizada uma superdosagem de Eugenolcom© cerca de 30 ml diluídos em 970 ml de água equivalendo a uma concentração de 3.000 mg/L. Os peixes foram imersos nesta solução e após verificação da imobilidade dos espécimes foi constatado o estado de eutanásia. Posteriormente os peixes selecionados para serem utilizados como material testemunho, foram fixados em solução de formol 10% e conservados em álcool 70%.

Os indivíduos capturados foram medidos e pesados para a obtenção dos dados biométricos (peso corporal em gramas e comprimento total padrão em centímetros). Eventualmente exemplares saudáveis e não selecionados para o estudo reprodutivo ou para o tombamento foram devolvidos ao curso d'água (**Figura 2-248** e **Figura 2-249**).

Para o presente trabalho, não foram executados métodos de marcação de indivíduos.

Figura 2-248 – Triagem dos peixes

Figura 2-249 – Triagem dos peixes

g) Identificação das Espécies e status de conservação

A nomenclatura taxonômica utilizada obedeceu às regras zoológicas utilizadas por Reis *et al.* (2003), pelos sites Fishbase (http://www.fishbase.org) (classificação taxonômica) e da *California Academy of Sciences* (http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp) (informações de distribuição).

Para avalição das espécies ameaçadas de extinção foram consultadas as listas do Plano de Ação para Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna Aquática da Bacia do Rio São Francisco (PAN) São Francisco (Portaria N° 34, de 27 de maio de 2015), a Deliberação Normativa COPAM Nº 147, (COPAM, 2010), Portaria nº 148/2022 – Peixes e invertebrados aquáticos ameaçados (MMA, 2022) e *International Union for Conservation of Nature's Red List of Threatened Species* (IUCN, 2022). A partir das informações secundárias de espécies foram registradas 10

espécies (7%) consideradas ameaçadas de extinção de acordo com as listas: estadual, nacional e mundial (COPAM, 2010; MMA, 2022 e IUCN, 2022).

h) Análise de Dados

A riqueza taxonômica é uma das medidas mais simples e objetivas em estudos ecológicos, compondo uma série de índices que são propostos para avaliação da saúde de ecossistemas aquáticos. O índice de Shannon-Wiener, por exemplo, é uma medida de diversidade biológica que incorpora além da riqueza, também a equitabilidade.

Com base nestes conceitos, serão calculados os seguintes índices e métricas para as comunidades ictiofaunística amostradas na área de estudo:

- Riqueza de Espécies: número de diferentes *taxas* presentes na amostra;
- A captura por unidade de esforço (CPUE) das espécies e pontos localizados nas áreas de estudo foi avaliada através da relação entre a abundância ou biomassa dos peixes e a área do curso d'água amostrado, sendo o comprimento do trecho amostrado multiplicado pela largura do curso d'água ou área das redes utilizadas. A CPUE foi estimada para indivíduos e biomassa por 100 m^2;
- Diversidade de Shannon-Wiener (MAGURRAN, 1991):

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

, onde:

p_i Abundância relativa de cada *taxa*, calculada pela proporção dos indivíduos de um *táxon* pelo número total dos indivíduos na comunidade:

$$\frac{n_i}{N}$$

, onde:

n_i Número dos indivíduos em cada *táxon*

$$\sum_{i=1}^{S} n_i$$

, onde:

N Número total de todos os indivíduos:

S Número de *taxa*.

- Equitabilidade de PIELOU segundo MAGURRAN (1988):

$J' = \frac{H'}{H'_{\mathbf{max}}}$, onde:

H' Diversidade de Shannon

$H'_{\mathbf{max}}$ Máximo valor possível para H'

- Similaridade através do índice de Bray-Curtis;
- Suficiência amostral: foram traçadas curvas de rarefação de espécies. Os dados foram randomizados 100 vezes e avaliados em conjunto com o estimador de riqueza Jackknife 1 (SMITH & GEHARD, 1984), utilizando-se o programa EstimateS® versão 9.1.0. Utilizou-se do número de espécies distribuídas não parametricamente, por número de campanhas e pontos amostrais através das amostragens qualitativa e quantitativa. Esta análise foi empregada para amostragem total (espécie/campanha).

2.6.5.3 RESULTADOS

2.6.5.3.1 DADOS SECUNDÁRIOS

A ictiofauna na área de estudo foi representada por 54 espécies, 17 famílias e 6 ordens, sendo as Ordens Characiformes e Siluriformes as mais representativas (**Tabela 2-86**).

Quatro espécies estão listadas, exclusivamente, como ameaçadas de extinção a nível estadual e classificadas como Vulnerável, a saber: *Harttia leiopleura, Harttia torrenticola, Neoplecostomus franciscoensis* e *Rhamdiopsis microcephala* (COPAM, 2010). Todas as espécies são de pequeno porte (até 10 cm) e conhecidas como cascudinhos ou bagrinho (*R. microcephala*). Ocorrem mais comumente trechos de riachos com correnteza forte, substrato pedregoso e com águas relativamente limpas.

Espécies endêmicas devem ser discutidas com parcimônia, pois levantamentos futuros em outras bacias hidrográficas podem registrar novos locais de ocorrência de determinadas espécies. Para o presente estudo foram consideradas somente aquelas espécies que foram descritas a partir da bacia do rio São Francisco. Das espécies listadas, 11 são consideradas endêmicas desta bacia, representando 20% da ictiofauna inventariada, sendo essas: *Astyanax rivularis, Serrasalmus brandtii, Parodon hilarii, Prochilodus costatus, Australoheros mattosi, Rhamdiopsis*

microcephala, Harttia leiopleura, Harttia torrenticola, Hypostomus francisci, Neoplecostomus franciscoensis e *Pareiorhina rosai.*

A migração dos peixes faz parte da estratégia de vida das espécies potamódromas (i.e., realizam migrações reprodutivas em ambientes de água doce). Estes peixes têm como atributo de seu comportamento a separação, no tempo e no espaço, dos hábitats cruciais para completarem seu ciclo biológico (AGOSTINHO et al., 2016). Este grupo realiza grandes deslocamentos sazonais pelo canal fluvial dos rios e tributários em busca de áreas críticas para a reprodução, alimentação e/ou refúgio. Na área avaliada também foram registradas espécies migradoras representadas pela curimba (*Prochilodus costatus*) e pelo mandi-amarelo (*Pimelodus maculatus*).

Vários são os motivos que levam a introdução de peixes exóticos nos sistemas aquáticos, sendo a pesca esportiva e profissional os mais frequentes. A introdução de peixes oriundos de diferentes bacias, inclusive de bacias intercontinentais, tem sido uma prática comum em todo mundo e estudos recentes relacionados aos impactos causados por essas introduções foram realizados em vários países. A introdução de espécies exóticas pode causar vários impactos negativos sobre a comunidade nativa no local onde foram introduzidas, alterando a reprodução, crescimento, o desenvolvimento de espécies nativas, além de aumentar a competição, predação, hibridização e doenças, levando à redução e até mesmo extinção de determinadas populações. Na área de estudo foram registradas 8 espécies exóticas à bacia do rio Paraopeba e São Francisco, representando 14% da icitofauna inventariada, sendo essas: *Cyprinus carpio, Pamphorichthys* sp., *Poecilia reticulata, Poecilia vivipara, Coptodon rendalli, Oreochromis niloticus, Parachromis managuensis* e *Clarias gariepinus*.

Tabela 2-86– Lista dos organismos da ictiofauna registrados através dos dados secundários.

ORDEM	FAMÍLIA	*TAXA*
Characiformes	Characidae	*Astyanax* cf. *taeniatus*
Characiformes	Characidae	*Astyanax fasciatus*
Characiformes	Characidae	*Astyanax lacustris*
Characiformes	Characidae	*Astyanax rivularis*
Characiformes	Characidae	*Astyanax* sp.
Characiformes	Characidae	*Bryconamericus* sp.
Characiformes	Characidae	*Bryconamericus stramineus*
Characiformes	Characidae	*Hasemania nana*
Characiformes	Characidae	*Hyphessobrycon* sp.
Characiformes	Characidae	*Knodus* cf. *moenkhausii*

ORDEM	FAMÍLIA	*TAXA*
Characiformes	Characidae	*Odontostilbe* sp.
Characiformes	Characidae	*Oligosarcus argenteus*
Characiformes	Characidae	*Piabina argentea*
Characiformes	Characidae	*Planaltina* sp.
Characiformes	Characidae	*Serrapinnus heterodon*
Characiformes	Characidae	*Serrasalmus brandtii*
Characiformes	Crenuchidae	*Characidium fasciatum*
Characiformes	Crenuchidae	*Characidium* sp.
Characiformes	Erythrinidae	*Hoplias intermedius*
Characiformes	Erythrinidae	*Hoplias malabaricus*
Characiformes	Parodontidae	*Parodon hilarii*
Characiformes	Prochilodontidae	*Prochilodus costatus*
Cypriniformes	Cyprinidae	*Cyprinus carpio*
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	*Pamphorichthys* sp.
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	*Phalloceros uai*
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	*Poecilia reticulata*
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	*Poecilia vivipara*
Gymnotiformes	Apteronotidae	*Apteronotus brasiliensis*
Gymnotiformes	Gymnotidae	*Gymnotus* sp.
Gymnotiformes	Sternopygidae	*Eigenmannia virescens*
Perciformes	Cichlidae	*Australoheros mattosi*
Perciformes	Cichlidae	*Coptodon rendalli*
Perciformes	Cichlidae	*Geophagus brasiliensis*
Perciformes	Cichlidae	*Oreochromis niloticus*
Perciformes	Cichlidae	*Parachromis managuensis*
Siluriformes	Callichthyidae	*Callichthys callichthys*
Siluriformes	Clariidae	*Clarias gariepinus*
Siluriformes	Heptapteridae	*Rhamdia quelen*
Siluriformes	Heptapteridae	*Rhamdiopsis microcephala*
Siluriformes	Heptapteridae	*Cetopsorhamdia iheringi*
Siluriformes	Loricariidae	*Harttia leiopleura*

ORDEM	FAMÍLIA	*TAXA*
Siluriformes	Loricariidae	*Harttia longipinna*
Siluriformes	Loricariidae	*Harttia* sp.
Siluriformes	Loricariidae	*Harttia torrenticola*
Siluriformes	Loricariidae	*Hypostomus francisci*
Siluriformes	Loricariidae	*Hypostomus* sp.
Siluriformes	Loricariidae	*Neoplecostomus franciscoensis*
Siluriformes	Loricariidae	*Pareiorhina* cf. *rosai*
Siluriformes	Loricariidae	*Pareiorhina rosai*
Siluriformes	Loricariidae	*Parotocinclus* sp.
Siluriformes	Pimelodidae	*Pimelodus maculatus*
Siluriformes	Trichomycteridae	*Trichomycterus brasiliensis*
Siluriformes	Trichomycteridae	*Trichomycterus reinhardti*
Siluriformes	Trichomycteridae	*Trichomycterus* sp.

2.6.5.3.2 DADOS PRIMÁRIOS

a) Riqueza e Diversidade

Durante as campanhas realizadas em agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022, foram capturadas 18 espécies de peixes pertencentes a 4 ordens e 9 famílias. Na estação seca (agosto de 2022) foram registradas 14 espécies e ao longo da estação chuvosa (outubro de 2022) foram inventariadas 13 espécies (**Tabela 2-87** e **Figura 2-250**).

Tabela 2-87 - Classificação taxonômica das espécies de peixes capturadas durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	AUTOR	NOME POPULAR	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	CINEGÉTICA	ESTRATÉGICA REPRODUTIVA	STATUS DE CONSERVAÇÃO		
										COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Characiformes	Characidae	*Serrapinnus heterodon*	Eigenmann, 1915	Piaba	Arrasto e Peneira	Quantitativo	Nativo	Não	Sedentário	-	-	-
Characiformes	Characidae	*Psalidodon rivularis*	(Lütken, 1875)	Lambari	Rede, Arrasto e Peneira	Quantitativo	Nativo	Não	Sedentário	-	-	-
Characiformes	Characidae	*Psalidodon fasciatus*	Cuvier, 1819	Lambari	Arrasto e Peneira	Quantitativo	Nativo	Não	Sedentário	-	-	-
Characiformes	Characidae	*Hemigrammus marginatus*	Ellis 1911	Piaba	Arrasto e Peneira	Quantitativo	Nativo	Não	Sedentário	-	-	-
Characiformes	Characidae	*Astyanax lacustris*	(Lütken 1875)	Lambari-amarelo	Rede	Quantitativo	Nativo	Sim	Sedentário	-	-	-
Characiformes	Erythrinidae	*Hoplias malabaricus*	(Bloch 1794)	Traíra	Rede	Quantitativo	Nativo	Sim	Sedentário	-	-	-
Characiformes	Erythrinidae	*Hoplias intermedius*	(Günther, 1864)	Trairão	Rede	Quantitativo	Nativo	Sim	Sedentário	-	-	-
Characiformes	Bryconidae	*Salminus hilarii*	Valenciennes, 1849	Tabarana	Rede	Quantitativo	Nativo	Não	Migratório	-	-	-
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	*Poecilia reticulata*	Peters, 1859	Barrigudinho	Arrasto e Peneira	Quantitativo	Exótico	Não	Sedentário	-	-	-
Cichliformes	Cichlidae	*Oreochromis niloticus*	Linnaeus, 1758	Tilápia	Rede	Quantitativo	Exótico	Não	Sedentário	-	-	-
Cichliformes	Cichlidae	*Geophagus brasiliensis*	(Quoy & Gaimard, 1824)	Acará	Rede	Quantitativo	Nativo	Não	Sedentário	-	-	-
Siluriformes	Loricariidae	*Pareiorhina rosai*	Silva Roxo & Oyakawa, 2016	Cascudinho	Arrasto e Peneira	Quantitativo	Endêmico	Não	Sedentário	-	-	-
Siluriformes	Loricariidae	*Pareiorhina cepta*	Roxo Silva Mehanna & Oliveira, 2012	Cascudo	Arrasto e Peneira	Quantitativo	Endêmico	Não	Sedentário	-	-	-
Siluriformes	Loricariidae	*Harttia torrenticola*	Oyakawa 1993	Cascudinho	Arrasto e Peneira	Quantitativo	Endêmico	Não	Sedentário	VU	-	-
Siluriformes	Trichomycteridae	*Trichomycterus reinhardti*	Eigenmann, 1917	Cambeva	Arrasto e Peneira	Quantitativo	Nativo	Não	Sedentário	-	-	-
Siluriformes	Trichomycteridae	*Trichomycterus brasiliensis*	Lutken, 18	Cambeva	Arrasto e Peneira	Quantitativo	Endêmico	Não	Sedentário	-	-	-
Siluriformes	Callichthyidae	*Callichthys callichthys*	Linnaeus, 1758	Camboatá	Rede, Arrasto e Peneira	Quantitativo	Nativo	Não	Sedentário	-	-	-
Siluriformes	Pimelodidae	*Pimelodus maculatus*	Lacepède, 1803	Mandi	Rede	Quantitativo	Nativo	Sim	Migratório	-	-	-

Legenda: VU - Vulnerável

Astyanax lacustris

Hoplias malabaricus

Salminus hilarii

Oreochromis niloticus

Geophagus brasiliensis

Pimelodus maculatus

Callichthys callichthys

Figura 2-250 – Exemplares de algumas espécies da ictiofauna observadas durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022.

Durante as duas campanhas realizadas, dentre as ordens observadas, Characiformes e Siluriformes dominaram com oito e seis espécies, respectivamente, nas duas estações do ano, seguida dos Cichliformes com duas espécies nas duas campanhas (**Figura 2-251**). A composição das nove famílias (**Figura 2-252**) evidenciou que os Characidae e Loricariidae, representados pelos lambaris, peixes-cachorros, cascudinhos e cambevas dominaram ao longo das duas estações do ano.

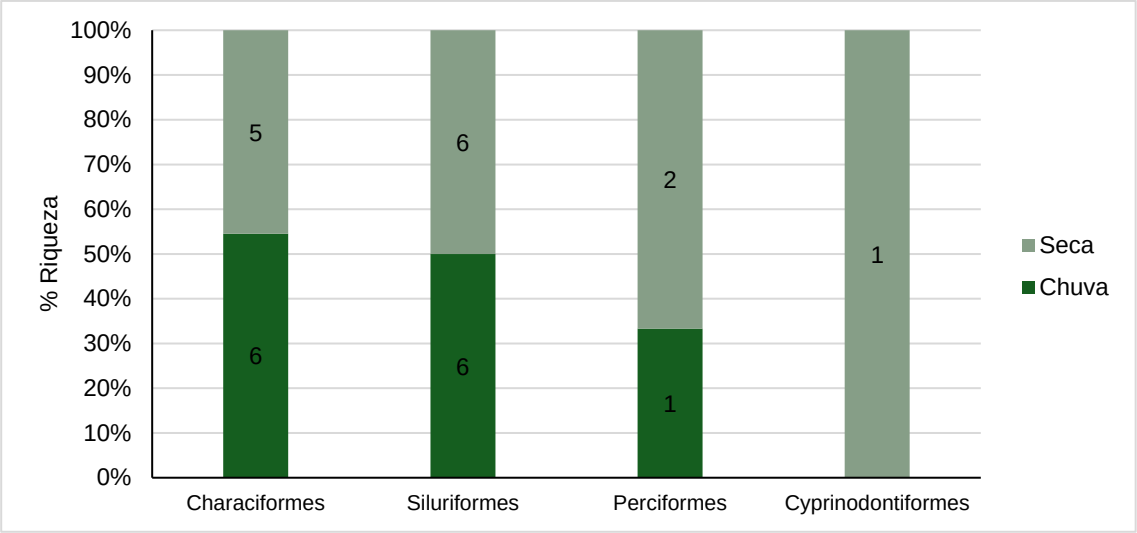


Figura 2-251 – Riqueza de ordens observadas durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022.

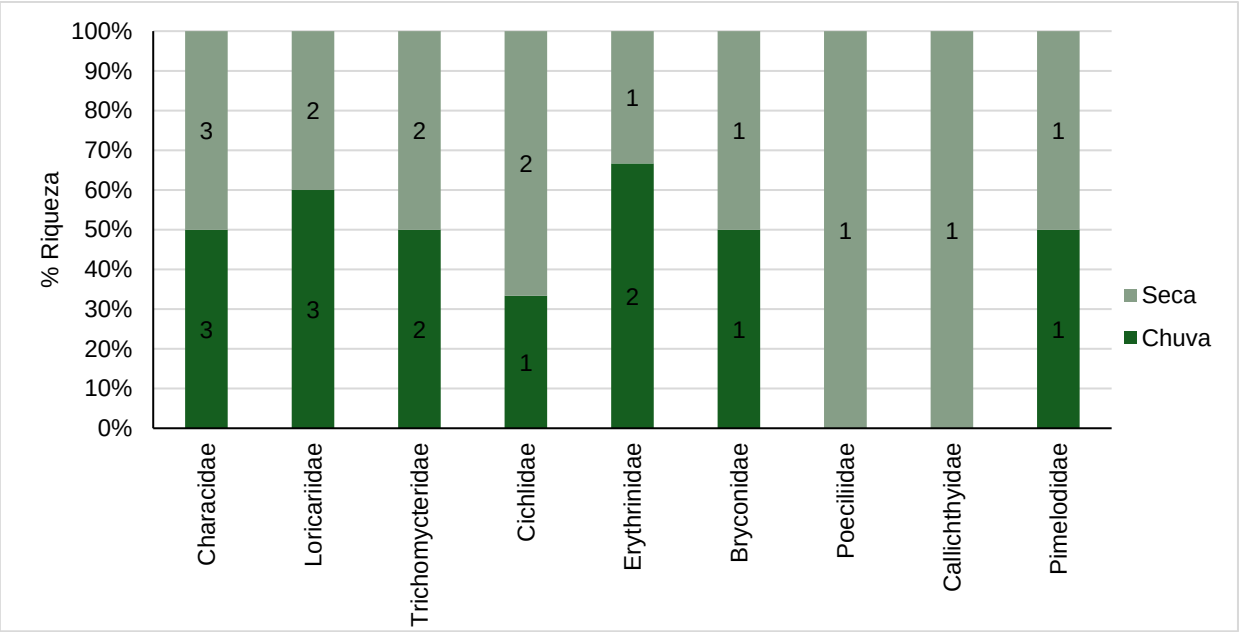


Figura 2-252 – Riqueza de famílias observadas durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022.

As ictiocenoses da área são formadas, predominantemente, por espécies de pequeno porte (68%) (**Tabela 2-88**). Na área de Morro do Ipê, os menores exemplares observados foram da espécie *Pareiorhina rosai* com 2,0 cm de comprimento total e 0,1 g de peso corporal. O maior exemplar também foi de *Hoplias intermedius* com 37,0 cm e 400,0 g.

Tabela 2-88 - Dados biométricos das espécies de peixes observadas durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022.

ESPÉCIE	PORTE	CT (CM)		PC (G)	
		MÍN	MÁX	MÍN	MÁX
Astyanax lacustris	P	11	11	15	15
Hemigrammus marginatus	P	2,1	4,5	0,01	2
Psalidodon fasciatus	P	5,3	5,3	1,4	1,4
Psalidodon rivularis	P	5	7	5,2	7
Serrapinnus heterodon	P	3,1	4	0,4	0,7
Hoplias intermedius	G	34,5	37	400	426
Hoplias malabaricus	M	22	32	140	355
Salminus hilarii	G	18	32	28	382
Poecilia reticulata	P	2,9	2,9	0,2	0,2
Harttia torrenticola	P	8	8	7	7
Pareiorhina cepta	P	2,2	4	0,2	1,2
Pareiorhina rosai	P	2	4	0,1	1,2
Trichomycterus brasiliensis	P	6,5	8	0,4	8
Trichomycterus reinhardti	P	4,5	8,5	0,8	4,5
Callichthys callichthys	M	6,5	16,5	2,8	66
Pimelodus maculatus	G	15	37	67	276

Legenda: P = Pequeno porte; Min = Mínimo; Max = Máximo; CT = Comprimento total; PC = Peso corporal; Cm = Centímetros; G= Gramas.

b) Abundância

Em relação a distribuição espacial das espécies, na área de estudo é possível verificar que durante a estação seca (agosto de 2022) a espécie com maior distribuição espacial foi *Trichomycterus reinhardti,* ocorrendo em 25% das estações amostrais.

O ponto MMI - PT 08 foi o local com a maior riqueza de peixes e os pontos MMI - PT 04, MMI - PT 05 e MMI - PT 06 foram aqueles com menores registros de espécies durante o estudo. Nos pontos MMI - PT 03, MMI - PT 07, MMI - PT 10 e MMI - PT 12 não foram capturados peixes durante a campanha da estação seca (**Tabela 2-89**).

Na estação chuvosa (outubro de 2022) a espécie com maior distribuição espacial foi também *Trichomycterus reinhardti,* ocorrendo em 33% das estações amostrais. O ponto MMI - PT 08 foi o local com a maior riqueza de peixes e os pontos MMI - PT

02, MMI – PT 04, MMI - PT 05, MMA – PT 06 e MMI - PT 09 foram aqueles com menores registros de espécies durante o estudo. Nos pontos MMI - PT 03, MMI - PT 07, MMI – PT 10 e MMI - PT 12 não foram capturados peixes durante o período chuvoso (**Tabela 2-90**).

Tabela 2-89 - Distribuição e ocorrência (OC) relativa das espécies de peixes por pontos amostrais durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) de 2022.

ESPÉCIES	PONTOS AMOSTRAIS												
	SECA												
	MMI - PT 01	MMI - PT 02	MMI - PT 03	MMI - PT 04	MMI - PT 05	MMI - PT 06	MMI - PT 07	MMI - PT 08	MMI - PT 09	MMI - PT 10	MMI - PT 11	MMI - PT 12	Ocorrência
Hemigrammus marginatus								X		X			17%
Psalidodon fasciatus								X					8%
Serrapinnus heterodon								X					8%
Hoplias intermedius								X					8%
Salminus hilarii								X					8%
Poecilia reticulata					X								8%
Geophagus brasiliensis								X					8%
Oreochromis niloticus				X									8%
Pareiorhina cepta											X		8%
Pareiorhina rosai	X												8%
Trichomycterus brasiliensis		X											8%
Trichomycterus reinhardti	X								X		X		25%
Callichthys callichthys	X			X									17%
Pimelodus maculatus								X					8%

ESPÉCIES	PONTOS AMOSTRAIS												
	SECA												
	MMI - PT 01	MMI - PT 02	MMI - PT 03	MMI - PT 04	MMI - PT 05	MMI - PT 06	MMI - PT 07	MMI - PT 08	MMI - PT 09	MMI - PT 10	MMI - PT 11	MMI - PT 12	Ocorrência
Riqueza total	**3**	**1**	**0**	**2**	**1**	**0**	**0**	**6**	**1**	**1**	**2**	**0**	-

Tabela 2-90 - Distribuição e ocorrência (OC) relativa das espécies de peixes por pontos amostrais durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, outubro (chuva) de 2022.

ESPÉCIES	PONTOS AMOSTRAIS												
	CHUVA												
	MMI - PT 01	MMI - PT 02	MMI - PT 03	MMI - PT 04	MMI - PT 05	MMI - PT 06	MMI - PT 07	MMI - PT 08	MMI - PT 09	MMI - PT 10	MMI - PT 11	MMI - PT 12	Ocorrência
Astyanax lacustris								X					8%
Hemigrammus marginatus					X								8%
Psalidodon rivularis		X		X									17%
Hoplias intermedius								X					8%
Hoplias malabaricus								X					8%
Salminus hilarii								X					8%
Geophagus brasiliensis								X					8%

ESPÉCIES	PONTOS AMOSTRAIS												
	CHUVA												
	MMI - PT 01	MMI - PT 02	MMI - PT 03	MMI - PT 04	MMI - PT 05	MMI - PT 06	MMI - PT 07	MMI - PT 08	MMI - PT 09	MMI - PT 10	MMI - PT 11	MMI - PT 12	Ocorrência
Harttia torrenticola											X		8%
Pareiorhina cepta	X												8%
Pareiorhina rosai	X					X					X		25%
Trichomycterus brasiliensis	X								X				17%
Trichomycterus reinhardti	X	X							X		X		33%
Pimelodus maculatus								X					8%
Riqueza total	**4**	**2**	**0**	**1**	**1**	**1**	**0**	**6**	**2**	**0**	**3**	**0**	-

Os valores de capturas numéricas e biomassa por espécies (CPUE n e b) (**Figura 2-253** e **Figura 2-254**) apresentou que, dentre os pontos amostrais avaliados, a espécie mais representativa na estação seca (agosto de 2022), em número, foi a *Pareiorhina rosai*.

Com relação a biomassa, a *Pimelodus maculatus* foi a mais representativa entre todas as espécies capturadas. Na estação chuvosa (outubro de 2022), a espécie com maior abundância foi a *Hemigrammus marginatus* enquanto *Pimelodus maculatus* apresentou maior representativa para biomassa.

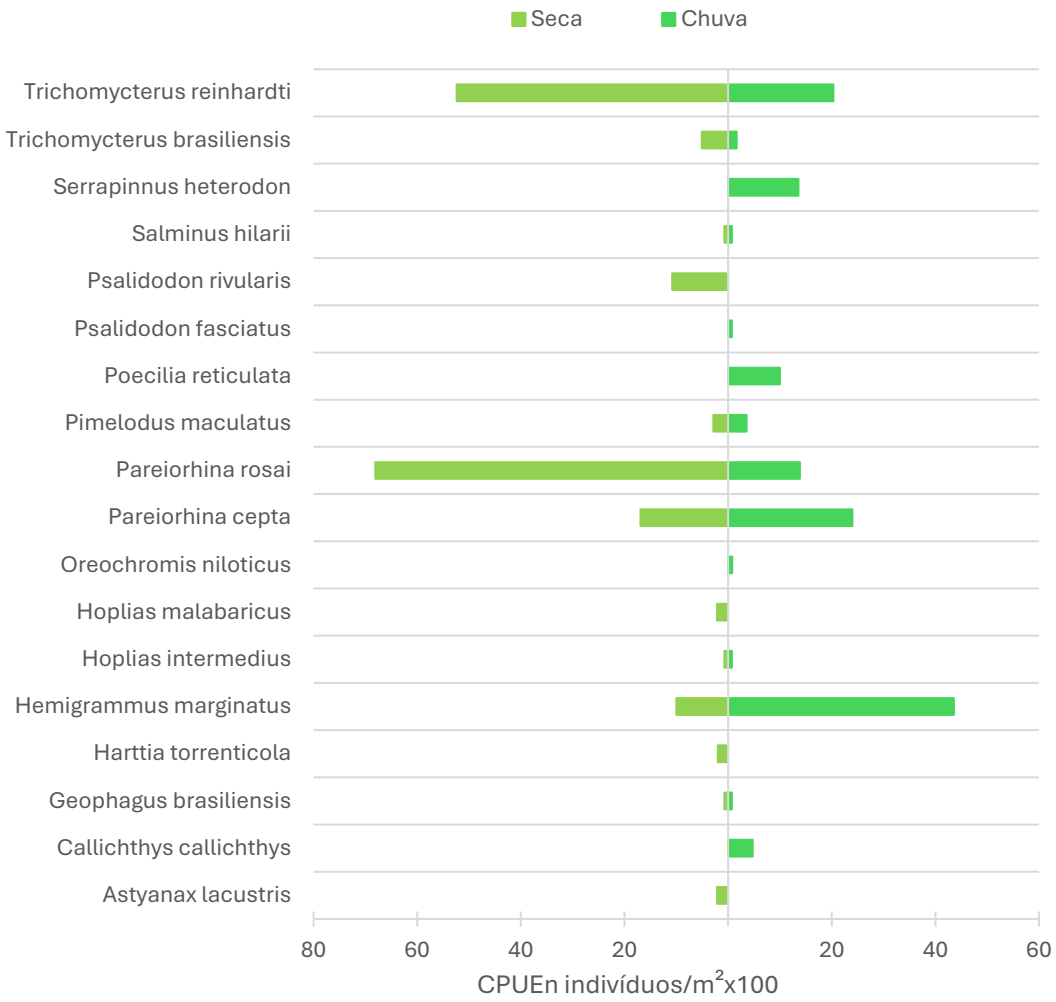


Figura 2-253 - CPUE n por espécies durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022.

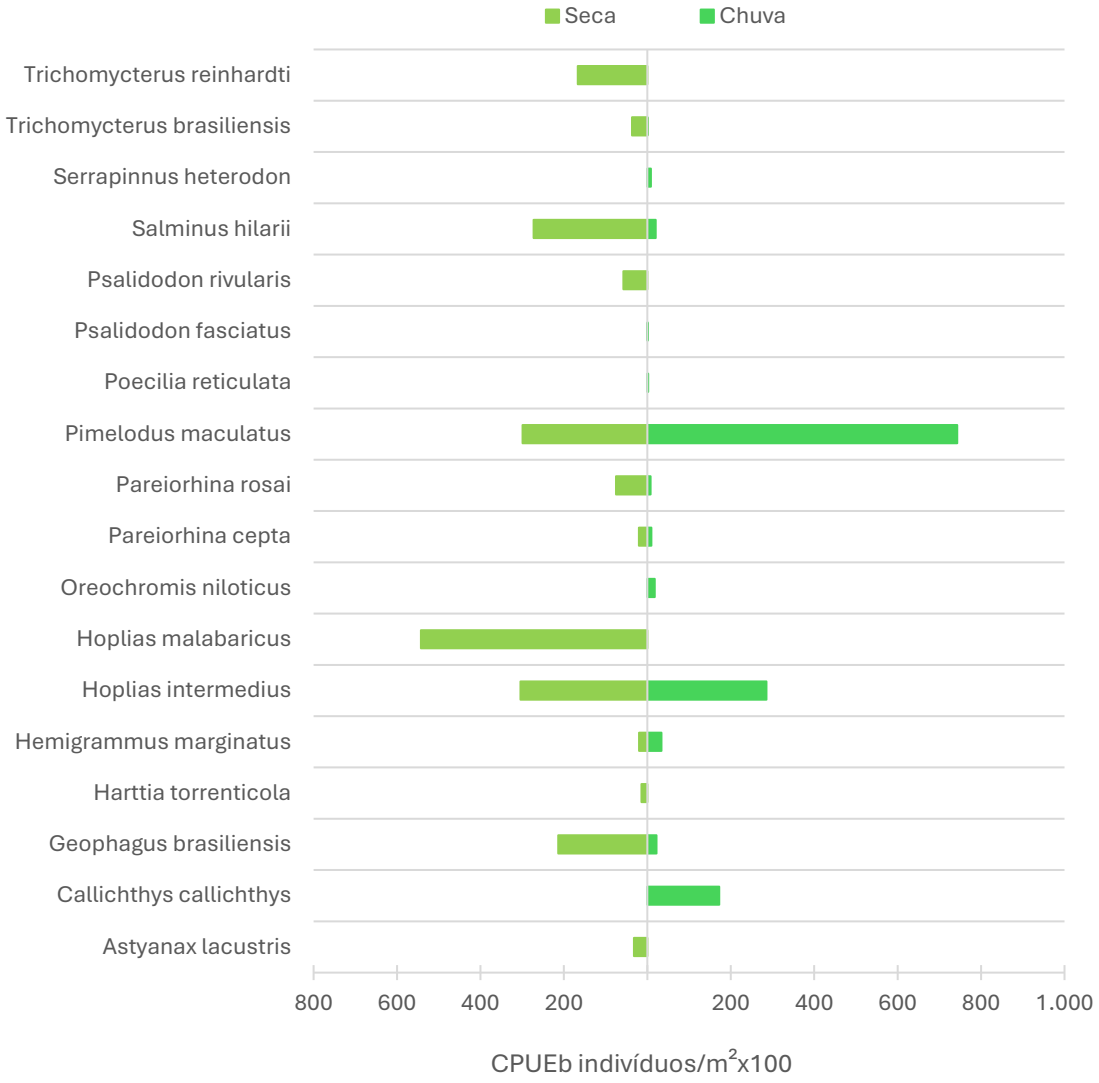
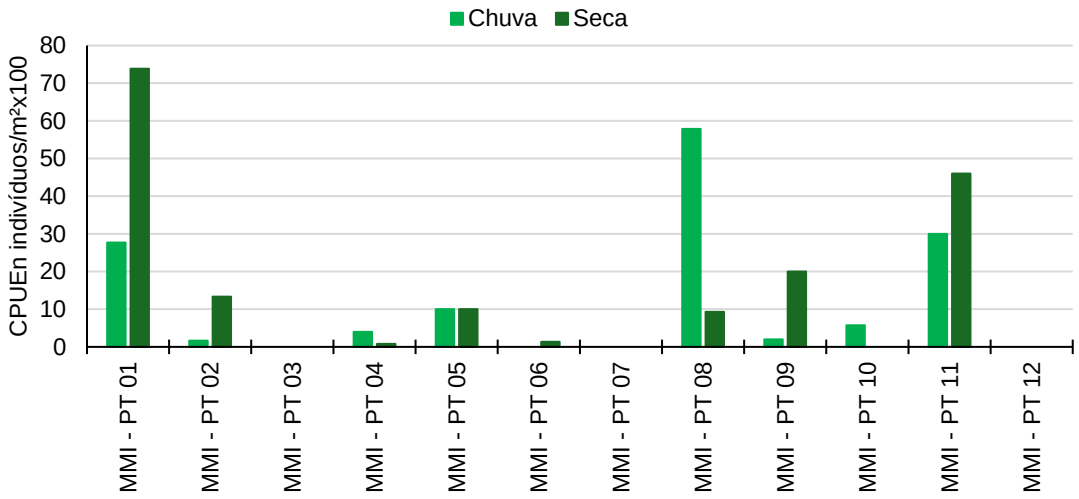
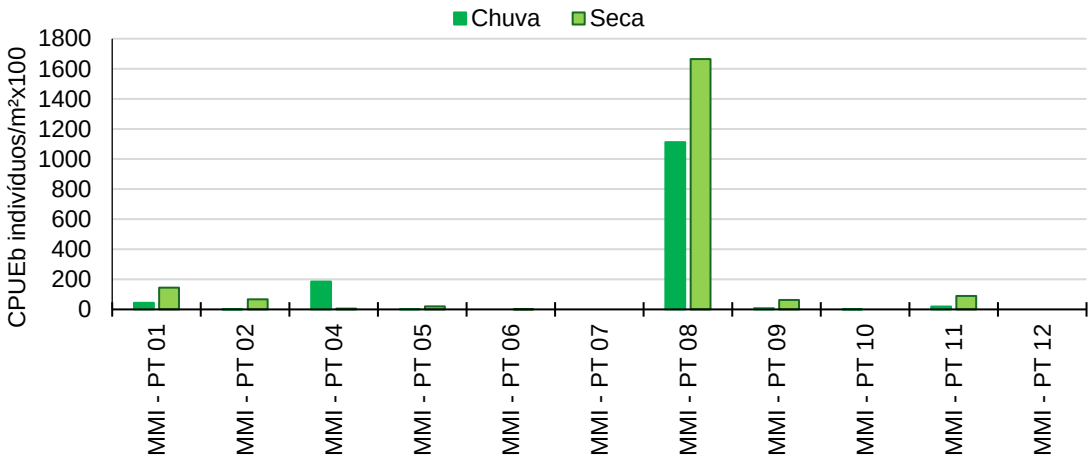


Figura 2-254 - CPUE b por espécies durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022.

Em relação aos pontos amostrais (**Figura 2-255**), tanto a CPUE n (gráfico A) quanto a CPUE b (gráfico B) vale observar que o ponto MMI - PT 08 obteve os maiores escores para as duas variáveis, sendo que para a abundância observou-se a prevalência apenas na chuvosa e para biomassa a superioridade na seca e também na chuvosa. Na estação chuvosa (outubro de 2022), o ponto MMI - PT 01 foi o mais representativo em número e o MMI - PT 08 em biomassa (**Figura 2-255**).



CPUE n - Gráfico A



CCUE b - Gráfico B

Figura 2-255 – CPUE n (a) e CPUE b (b) por pontos amostrais durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022.

c) Índices de Diversidade

Para essa análise não foram considerados os pontos MMI - PT 03, MMI - PT 06, MMI - PT 07, MMI - PT 10 e MMI - PT 12 por causa da ausência de peixes ou pelo fato de ter sido registrada apenas uma espécie no local. No ponto MMI - PT 08 foi registrada a maior diversidade com 1,38 bits/ind., enquanto a maior equitabilidade foi observada no ponto MMI - PT 05 com 1,00 (**Tabela 2-91**).

Tabela 2-91 - Diversidade e equitabilidade calculadas por pontos amostrais durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022.

PONTOS	DIVERSIDADE	EQUITABILIDADE
MMI - PT 01	1,197	0,744
MMI - PT 02	0,849	0,773
MMI - PT 03	-	-
MMI - PT 04	0,868	0,790
MMI - PT 05	0,693	1,000
MMI - PT 06	-	-
MMI - PT 07	-	-
MMI - PT 08	1,385	0,630
MMI - PT 09	0,305	0,440
MMI - PT 10	-	-
MMI - PT 11	1,125	0,812
MMI - PT 12	-	-

d) Suficiência Amostral

A suficiência amostral foi avaliada através das curvas de rarefação do N (riqueza observada) em relação a estimativas de riqueza para a área (JackKnife 1) acumulados em decorrência dos pontos amostrais (**Figura 2-256**). Durante as campanhas realizadas na área a curva apresentou tendência de estabilização, contudo, o número de espécies observadas não atingiu a variação do número de espécies estimadas. Até o momento foram registradas cerca de 73% das espécies estimadas sugerindo que a amostragem foi satisfatória.

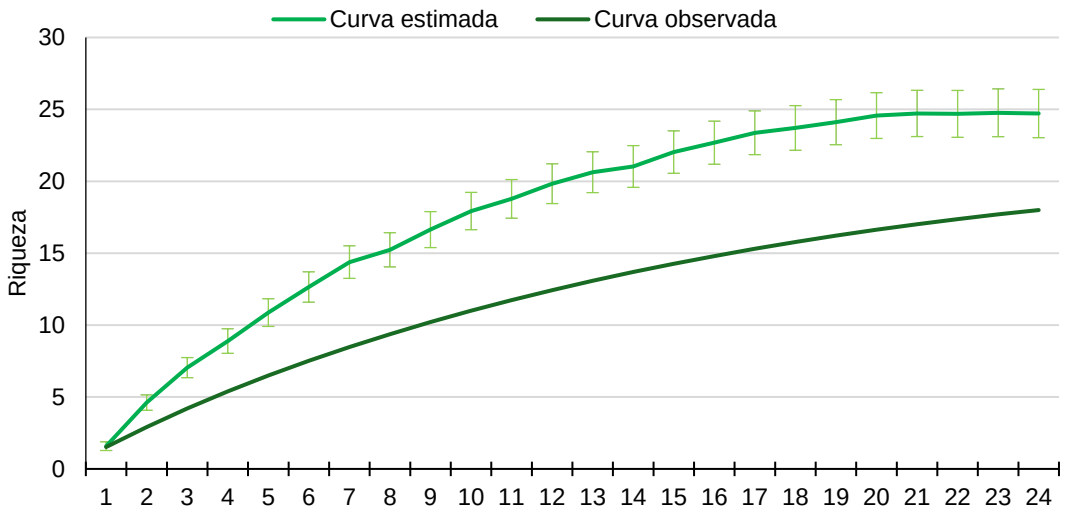


Figura 2-256 – Estimativa da riqueza na área de amostragem do projeto, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022.

e) Importância Biológica da área de Estudo

A ADA do empreendimento em tela, se aproxima aos limites de duas áreas de proteção ambiental, a APA Municipal Igarapé que está à oeste da área diretamente afetada, aproximadamente a 1 Km de distância e a RPPN – Inhotim que se encontra à leste do empreendimento, aproximadamente a 4 Km.

A vertente sul da ADA faz divisa com as áreas de proteção especial APE Estadual bacia hidrográfica do rio Manso. Os cursos d'águas avaliados não são considerados áreas prioritárias para a conservação da ictiofauna (**Figura 2-257**).

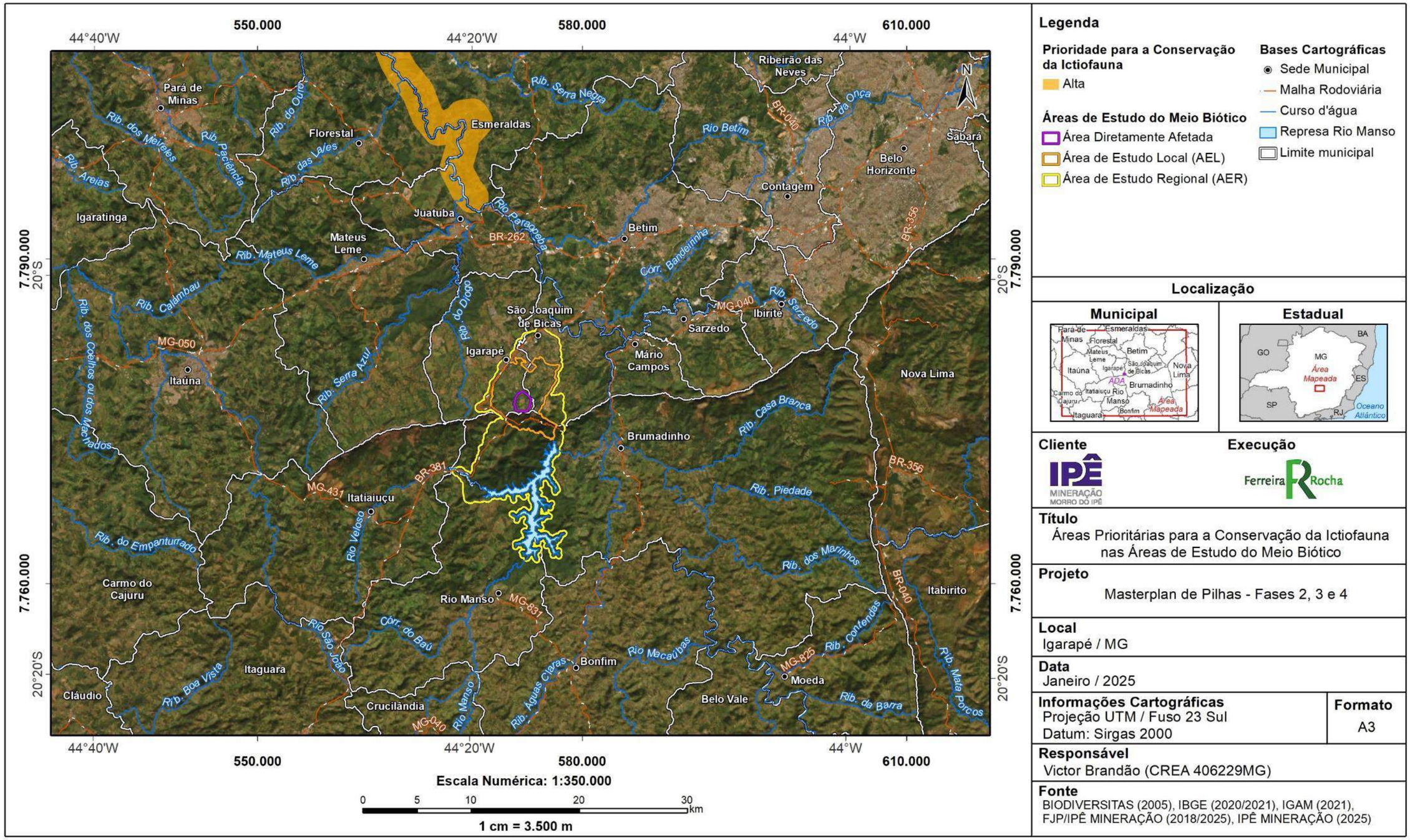


Figura 2-257 - Áreas Prioritárias para a Conservação da Ictiofauna.

f) Formas e uso dos habitats e processos ecossistêmicos

A distribuição restrita da espécie ameaçada de extinção, *Harttia leiopleura*, na drenagem do córrego Grande, na APE Manso, sugere que esta microbacia apresenta condições favoráveis para manutenção de espécies sensíveis com esse Loricarídeo. Apesar de na literatura não ter sido realizada uma análise pormenorizada sobre a preferência de hábitat da espécie, nota-se que essa espécie foi registrada em cursos d'águas que apresentam mata ciliar com estado de preservação minimamente preservado, substrato heterogêneo com diferentes tipos e tamanhos de pedras e seixos e a drenagem apresenta graus de declividade variados.

Estudo com espécies bentônicas com hábitos similares a este Loricarídeo ameaçado registrado na atual área de estudo mostrou que estas espécies ocorrem, principalmente, onde o corpo d'água possui considerável transparência e ocupa microhabitats onde há pedras e seixos no fundo (VALE, 2015). As perturbações ambientais causadas pela mineração são as principais ameaças a existência da espécie, devido ao aporte potencial de sedimento ocasionado pelo escoamento de águas pluviais, para dentro dos corpos d'água (CASATTI et al., 2006). Estes impactos alteram a disponibilidade e a qualidade dos habitats impossibilitando a existência de espécies de peixes mais sensíveis (VALE, 2015).

g) Espécies Ameaçadas de Extinção

A partir das informações primárias de espécies foi registrada uma espécie (5,5%) considerada ameaçada de extinção de acordo com as listas: estadual, nacional e mundial (COPAM, 2010; MMA, 2022 e IUCN, 2022). De acordo com os levantamentos realizados na área de estudo do empreendimento, a *Harttia torrenticola* (cascudinho), considerada Vulnerável pela lista estadual, foi registrada somente no ponto MMI - PT 11 durante a estação chuvosa (**Tabela 2-92**).

Tabela 2-92 – Espécie ameaçada de extinção registrada durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	MMA (2022)	COPAM (2010)	IUCN (2022)
Loricariidae	*Harttia torrenticola*	Cascudinho	-	VU	-

Legenda: Vu = Vulnerável

h) Espécies raras e de interesse científico

De acordo com informações sobre a ictiofauna a indicação de espécies raras é complexa visto que existem vários vieses relacionados a escassez de estudos específicos para verificar quesitos populacionais importantes e determinantes se uma espécie pode ser considerada rara ou não. Contudo, considerando principalmente, o *status* de ameaçada de extinção, restritas informações sobre aspectos populacionais nas bacias onde ocorre e baixa a ocorrência registrada no presente estudo podemos considerar rara e de interesse científico a espécie *Harttia torrenticola* (cascudinho).

i) Espécies cinegéticas e de interesse econômico

De acordo com as informações primárias foram registradas 4 espécies (22%) que apresentam importância econômica na pesca na bacia do rio São Francisco sendo estas: *Astyanax lacustris, Hoplias intermedius, Hoplias malabaricus* e *Pimelodus maculatus.* Todas estas espécies foram registradas somente no ponto MMI - PT 08 ao longo das estações seca e chuvosa.

j) Espécies exóticas ou potencialmente danosas

Na área de estudo foram registradas duas (11%) espécies não nativas, a tilápia, *Oreochromis niloticus*, e o barrigudinho, *Poecilia reticulata*. Essas espécies foram registradas nos pontos MMI - PT 04 e MMI - PT 05 durante a estação seca.

k) Espécies anuais ou migratórias e sítios reprodutivos

De acordo com o estudo apresentado não foram registradas, até o momento, espécies migradoras. Isto sugere que a área de estudo não seja importante ou utilizada como rota de migração.

l) Espécies indicadoras de qualidade ambiental

De acordo com os levantamentos realizados na área de estudo do empreendimento, a *Harttia torrenticola* (cascudinho), categorizada como Vulnerável pela lista estadual, é considerada uma espécie indicadora de qualidade ambiental. Essa espécie foi registrada somente no ponto MMI - PT 11 durante a estação chuvosa.

2.6.5.4 CONCLUSÃO ICTIOFAUNA

Para a bacia do rio Paraopeba são conhecidas cerca de 136 espécies de peixes (ALVES et al., 2012; VALE, 2015; ARCADIS, 2019), desta forma quase 40% da ictiofauna nativa inventariada para esta região é encontrada a partir de informações secundárias, demonstrando a importância da regional da área de estudo. De acordo com levantamento primário cerca de 13,4% da ictiofauna da bacia do rio Paraopeba

e 33,3% do conhecimento regional de espécies de peixes foram registrados na área do presente estudo.

A área avaliada está localizada em um mosaico que a matriz predominante da paisagem é composta pelos empreendimentos minerários, pequenas manchas urbanas e propriedades rurais. De uma forma geral, na área de estudo, as microbacias podem ser caracterizadas pelas condições do uso do solo da área de entorno. Algumas microbacias da vertente norte, possuem o uso do solo bem intensificado com presença de estruturas para a formação de barragens de rejeito e captação, seja para a mineração seja para o uso agrícola. Passivos ambientais relacionados aos acessos e estradas que tangem os corpos d'água sem projetos de engenharia, presença de efluentes e degradação da mata ciliar também estão presentes. Outras microbacias, como as da vertente sul, apresentam padrão mais conservado com o uso do solo e antropização com intensidade mais baixa e que, embora sejam observados processos erosivos nos corpos d'água, há a maior preservação da vegetação ciliar. Tais características referentes ao uso do solo na área de estudo e *status* de conservação da área de entorno demonstram a diversidade do grau de qualidade ambiental dos diferentes cursos d'águas.

De acordo com a avaliação primária, a espécie ameaçada de extinção e também considerada bioindicadora e de interesse científico foi registrada somente na microbacia do córrego Grande, vertente sul, sugerindo que essa área seja importante para ações de conservação da ictiofauna na área de estudo.

De acordo com o estudo apresentado não foram registradas, até o momento, espécies migradoras. Sugerindo que a área de estudo não seja importante ou utilizada como rota de migração. De fato, a ocorrência de espécies com hábitos migratórios é restrita aos cursos d'águas de maior porte como a calha do rio Paraopeba e seus principais afluentes (ALVES & LEAL, 2010; ALVES, 2012). Apesar do *Pimelodus maculatus* ser considerado um migrador de curta distância, no presente estudo, essa espécie foi considerada como não migradora pelo fato da sua ocorrência se restringir somente no reservatório de Manso e diante da plasticidade da espécie de se reproduzir e recrutar em ambientes lênticos como os reservatórios (MAIA et al., 2007).

Na região também não foram identificadas regiões naturais típicas de áreas de inundação, lagoa marginal ou várzea (ambiente marginal) que conhecidamente são essenciais para algumas espécies de peixes (GODINHO & KYNARD, 2009). Pelo fato da área de estudo estar localizada no trecho alto da bacia do rio Paraopeba, a malha hídrica se concentra, principalmente, nas calhas dos cursos d'águas de pequeno porte das microbacias avaliadas.

Na área de influência foram registradas quatro espécies com importância comercial para bacia do rio Paraopeba. A ocorrência de espécies de interesse econômico sugere que a área seja importante para as atividades pesqueiras locais. Contudo, devido à baixa produtividade dessas espécies na região, a área de estudo pode ser considerada de baixa piscosidade.

De uma forma geral, observou-se, na área de estudo como um todo, riqueza e diversidade com escores baixos na maioria dos pontos avaliados, tais valores certamente estão relacionados ao porte das drenagens avaliadas e a baixa frequência amostral. Contudo, estudos pretéritos demonstram que a área apresenta características ambientais heterogênicas que possibilitam a ocorrência de amplo espectro de espécies com diferentes histórias de vida. De acordo com as informações de estudos sobre a ictiofauna local e regional, a presença de espécies ameaçadas de extinção na região é um indicador positivo de locais que ainda apresentam condições ambientais favoráveis à manutenção dessas espécies consideradas extremamente sensíveis às alterações ambientais. O grau de conservação da mata ciliar e do substrato das drenagens, certamente, são os quesitos mais relacionados com o registro das espécies ameaçadas de extinção nas microbacias. Para melhor apuração das condições ecológicas da ictiofauna das diferentes drenagens a área do empreendimento recomenda-se a continuidade do estudo da ictiofauna.

2.6.6 COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

2.6.6.1 INTRODUÇÃO

As comunidades planctônicas compreendem assembleias de pequenos organismos cuja distribuição depende do movimento das águas (WETZEL, 2001). O conhecimento da dinâmica destes micro-organismos é relevante por serem, a partir das flutuações em suas respectivas composições e biomassa, indicadores eficientes das alterações nos ecossistemas aquáticos, sejam essas naturais ou antrópicas. Sendo assim, essas comunidades são elementos centrais na elaboração de estudos visando o manejo ambiental e a capacidade de suporte do sistema (BOZELLI; HUSZAR, 2003).

O fitoplâncton é responsável pela produtividade primária do ecossistema. Esta comunidade é a base da cadeia alimentar e, portanto, a produtividade dos elos seguintes depende da sua biomassa. O zooplâncton inclui o conjunto de organismos aquáticos heterótrofos, podendo atuar como reguladores da comunidade fitoplanctônica e na reciclagem de nutrientes, além de servirem de alimento para diversas espécies de peixes (WETZEL, 2001).

O fitoplâncton é composto por organismos fotossintetizantes clorofilados, algas microscópicas unicelulares, filamentosas e coloniais, presentes no plâncton, e engloba parte da comunidade chamada de produtora primária de um ecossistema aquático, podendo constituir a base da cadeia alimentar desse ambiente.

De acordo com Esteves (2011), em águas interiores podem ser encontrados representantes de praticamente todos os grupos de algas. A predominância de um ou outro grupo em determinado ecossistema se dá em função, principalmente, das características predominantes do meio. Os principais grupos com representantes do fitoplâncton de água doce são as Bacillariophyta (diatomáceas), Chlorophyta (algas

verdes), Cyanophyta (cianobactérias), Chrysophyta (algas amarelas ou douradas), Dinophyta (algas marrons), Euglenophyta, Cryptophyta e Charophyta (desmídeas).

A utilização de espécies de fitoplâncton para a avaliação da qualidade de água tem sido descrita em diversos trabalhos (ROLLA et al., 1992; MATSUZAKI et al., 2004; GOMES, 2008), pois indicam alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas da água. Desta forma, o estudo da dinâmica da comunidade fitoplanctônica, incluindo suas flutuações temporais e espaciais em composição e biomassa, pode ser indicador eficiente das alterações naturais ou antrópicas nos ecossistemas aquáticos.

A estrutura e a dinâmica espacial e sazonal do fitoplâncton em rios e lagos são influenciadas principalmente pelos fatores temperatura, luz, pH, concentração de nutrientes, competição e predação, e as variações que ocorrem com esta comunidade nos ecossistemas aquáticos são consequências das interações ocorrentes entre os fatores bióticos e abióticos (MOURA et al., 2007).

Embora fatores reguladores de populações fitoplanctônicas em lagos, como quantidade de nutrientes e herbivoria, sejam importantes em ambientes lóticos, fatores físicos, como descarga, extensão e forma do canal, são mais significativos. Rios geralmente favorecem uma maior abundância de diatomáceas, pela capacidade destas se adaptarem à alta turbulência e à reduzida penetração de luz, típica de ambientes lóticos. Além disso, as biomassas em cursos d'água são menores que as de lagos com composição química similar (REYNOLDS, 1994; ROJO et al., 1994). O regime de chuvas das regiões tropicais e sua consequência na variação da descarga ao longo do ano assumem grande importância para a comunidade fitoplanctônica de ambientes lóticos.

A comunidade zooplanctônica desempenha o importante papel de elo na cadeia alimentar aquática, transferindo biomassa/energia dos produtores primários para níveis tróficos superiores, bem como na ciclagem da matéria orgânica, pois são componentes importantes da alça microbiana (MARGALEF, 1983; ESTEVES, 2011; ODUM, 1995). Tal processo de transferência de energia é de suma importância para a manutenção da ictiofauna.

Os estudos sobre a comunidade zooplanctônica são fundamentais para a compreensão do funcionamento dos ecossistemas aquáticos e têm sido um importante instrumento para avaliar modificações causadas em tais ambientes. Por englobar um grupo muito diversificado de organismos (protozoários, rotíferos, cladóceros e copépodes, principalmente), muitas vezes de difícil identificação, esta comunidade tem recebido pouca atenção em ambientes lóticos de regiões tropicais. Apesar do Brasil possuir uma hidrografia tipicamente de rios, e sendo o potamozooplâncton bem representado em alguns destes ambientes, com riqueza e densidades consideráveis (ESKINAZI-SANT'ANNA et al., 2005), o conhecimento sobre a comunidade zooplanctônica de rios é ainda escasso.

A comunidade bentônica é caracterizada por habitar o substrato aquático, podendo estar na superfície do sedimento ou dentro deste (ESTEVES, 2011), portanto,

apresenta estreita relação com as características dos substratos (composição granulométrica, composição mineralógica, teor em matéria orgânica, características físico-químicas da interface água-sedimento, pelo espaço intersticial, complexidade e heterogeneidade da superfície) (MINSHALL, 1984). Diferenças entre o tipo de substrato e características de cobertura vegetal podem ser utilizadas para se avaliar a disponibilidade de recursos tróficos e a estrutura do habitat, sendo que as comunidades destes organismos respondem às mudanças destes dois fatores (HYNES et al., 1976; VANNOTE et al., 1980).

As comunidades zoobentônicas incluem os macroinvertebrados aquáticos, habitantes de ambientes lênticos e lóticos onde exploram as características físicas das águas correntes para obter seus alimentos. São consumidores em níveis tróficos intermediários e podem ter uma influência preponderante nos ciclos de nutrientes, produtividade primária, decomposição e translocação de materiais. Constituem uma fonte importante de alimento para numerosos peixes e, em certas situações, o gerenciamento eficaz da pesca deve levar em consideração as ligações peixe-invertebrados e conexões macroinvertebrados com recursos e habitats (WALLACE; WEBSTER, 1996). Os macroinvertebrados também servem como indicadores de reconhecida importância das alterações ambientais sobretudo em ambientes lóticos e contempla espécies bastante sensíveis quanto à indicação da qualidade das águas.

Os macroinvertebrados aquáticos, do ponto de vista operacional correspondem aos organismos que são retidos por uma malha de poro entre 0,2 mm a 0,5 mm. Estes incluem representantes de poríferos, hidrozoários, vermes (planárias, sanguessugas, vermes cilíndricos), ácaros, moluscos (bivalves e gastrópodes) crustáceos e, sobretudo, adultos e larvas de insetos.

Estes grupos faunísticos desempenham função de reconhecida importância ecológica no funcionamento do ambiente aquático. Atuam como elos de transferência de energia nas cadeias alimentares, nos ciclos biogeoquímicos, nos processos de fragmentação e decomposição da matéria orgânica e contribuem para indicar alterações na estrutura e dinâmica do metabolismo dos sistemas hídricos. Integram e disponibilizam informações sobre a estrutura e função dos ecossistemas e sua base energética, a qualidade da água e sobre a diversidade do habitat.

Os macroinvertebrados aquáticos são reconhecidamente importantes para o biomonitoramento da qualidade das águas ou de forma mais ampla, para indicar a integridade ecológica dos ambientes aquáticos. A diversidade taxonômica desta comunidade confere um amplo espectro na sensibilidade das respostas das espécies frente aos estressores ambientais (poluição orgânica, contaminantes tóxicos, revolvimento mecânico dos substratos, soterramento entre outros) (ROSENBERG; RESH, 1993). Possuem hábitos sésseis ou uma baixa mobilidade, que permite uma fácil amostragem e ciclos de vida relativamente longos, quando comparados aos organismos planctônicos, por exemplo. Tais atributos os qualificam como organismos sentinelas das alterações ambientais ao longo do tempo e uma das comunidades mais relevantes para o biomonitoramento. Estes organismos, estando continuamente expostos no ambiente aquático, refletem as alterações ambientais de forma

integrada e cumulativa distintamente das análises físico-químicas, que refletem a condição do meio no momento da amostragem (JUNQUEIRA; CAMPOS, 1998; CULLEN JR. et al., 2004).

As diferentes categorias taxonômicas dos grupos biológicos considerados apresentam um amplo espectro de requerimentos em relação ao habitat e diferem quanto ao grau de tolerância a diferentes variáveis de qualidade físico-química das águas (e. g. concentração de oxigênio dissolvido, pH, sólidos em suspensão, concentrações de íons metálicos).

Atualmente, a bacia do Rio Paraopeba apresenta um cenário com alta taxa de urbanização. Neste sentido, a população residente em área urbana é superior à população que vive em área rural, dinâmica demográfica e distribuição territorial tal qual, iniciada no início da industrialização nesta bacia, processo comum ao país a partir da segunda metade do século XX. A abundância dos recursos minerais aliada aos investimentos no setor, tornou a atividade minerária de grande importância econômica e social para os municípios da bacia hidrográfica do rio Paraopeba. As atividades industriais, embora também estejam distribuídas por toda bacia, destacam-se na sub-bacia do rio Maranhão, em Conselheiro Lafaiete, Ouro Branco e Congonhas, sub-bacia do ribeirão Sarzedo, em Ibirité, sub-bacia do rio Betim, em Betim, na sub-bacia do ribeirão São João, em Sete Lagoas e Cachoeira da Prata, bem como no município de Paraopeba, com destaque para indústrias têxteis, alimentícias, químicas e metalúrgicas (ARCADIS, 2019). Na bacia também são registradas indústrias voltadas aos minérios não metálicos, como beneficiamento da ardósia, que atendem tanto o mercado interno como o externo. Adicionalmente, a indústria alimentícia também possui relevância nas atividades econômicas da bacia hidrográfica do rio Paraopeba, especialmente a produção de leite e produtos de laticínios. Ainda, a região da serra Azul e da serra de Itatiaiuçu, possuem um importante polo minerador que englobam os municípios de Itatiaiuçu, Igarapé, Brumadinho e Matheus Leme.

2.6.6.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.6.6.2.1 DADOS SECUNDÁRIOS

Para o diagnóstico secundário foi avaliado um estudo realizado na região sendo um Diagnóstico de Estudo de Impacto Ambiental (AMPLO, 2017) (**Tabela 2-93**).

Tabela 2-93 - Estudos consultados para composição do diagnóstico de dados secundários comunidade hidrobiológica.

REFERÊNCIA	ESTUDO (TÍTULO DO ESTUDO)	ANO	MUNICÍPIO	COORDENADAS UTM
AMPLO, 2017	Projeto Mineração Morro Do Ipê 6 Mtpa - Diagnóstico Meio Biótico	2017	Igarapé, São João de Bicas e Brumadinho	NA

2.6.6.2.2 DADOS PRIMÁRIOS

a) Período de Amostragem

Para o estudo de fitoplâncton e macroinvertebrados bentônicos foram realizadas duas campanhas amostrais, a primeira campanha no período seco compreendendo os dias 22 a 25 de agosto de 2022 e a segunda campanha no período chuvoso compreendendo os dias 24 a 27 de outubro de 2022 (**Tabela 2-94**).

Para o zooplâncton também foram realizadas duas campanhas, no entanto a primeira foi realizada no período chuvoso, compreendendo os dias 11 a 17 de janeiro de 2023 e a segunda campanha no período seco, compreendendo os dias 24 e 25 de abril de 2023 (**Tabela 2-94**).

Tabela 2-94 - Período de amostragem de dados primários na área de estudo local

FITOPLÂNCTON E MACROINVETEBRADOS BENTÔNICOS		
CAMPANHA AMOSTRAL	SAZONALIDADE	PERÍODO DE AMOSTRAGEM
1	Seca	22 a 25 de agosto de 2022
2	Chuvosa	24 a 27 de outubro de 2022
ZOOPLÂNCTON		
CAMPANHA AMOSTRAL	SAZONALIDADE	PERÍODO DE AMOSTRAGEM
1	Chuva	11 a 17 de janeiro de 2023
2	Seca	24 a 25 de abril de 2023

b) Equipe Executora

Tabela 2-95 - Equipe executora das campanhas de campo do diagnóstico da comunidade hidrobiológica

NOME DO PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	RESPONSABILIDADE
Felipe Talin Normando	Biólogo, MSc.	Supervisão de campo e revisão final
Yuri Simões Martins	Biólogo, PhD.	Supervisão de campo e Amostragem em campo
Ana Clara Moreira da Silva	Bióloga	Amostragem em campo
Renata Cristina Henedino Amancio	Bióloga, Msc.	Elaboração do Relatório Técnico

c) Esforço Amostral

Fitoplâncton

Amostras compostas de fitoplâncton foram coletadas através da obtenção do filtrado de 100 L. As amostras foram obtidas por rede de amostragem de plâncton com abertura de 300 mm e malha de 25 µm. O volume filtrado foi preservado com solução de lugol a 0,5% e estocado e vedado em frasco âmbar 1 L, protegido de luminosidade, até o momento da análise.

Zooplâncton

Amostras compostas de zooplâncton foram coletadas através da obtenção do filtrado de 100 L. As amostras foram obtidas por rede de amostragem de plâncton com abertura de 300 mm e malha de 25 µm. O volume filtrado foi preservado com solução de formol 5% adicionado a 0,3 mL de rosa de bengala 0,3%.

Macroinvertebrados bentônicos

Para amostragem de macroinvertebrados bentônicos foram realizados arrastos no substrato com rede em D numa área de aproximadamente 5 m² para cada ponto. As amostras foram filtradas em campo e armazenadas em sacos plásticos com solução de formol 5%

d) Pontos Amostrais

Durante as amostragens foram avaliados 12 pontos amostrais para avaliação da comunidade hidrobiológica (**Tabela 2-96**, **Figura 2-258** a **Figura 2-270**).

Tabela 2-96 - Pontos amostrados durante as campanhas de inventariamento da comunidade hidrobiológica.

MÉTODO APLICADO	PONTO	COORDENADAS – UTM		CLASSE DE USO	DESCRIÇÃO DO PONTO	CAMPANHA
		X	Y			
BIO	MMI - PT 01	57308	7776943	Classe 1	Sub-bacia do córrego São Joaquim, córrego Igarapé, com aproximadamente 1,3 metro de largura e 0,4 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar deteriorada.	Seca e Chuva
BIO	MMI - PT 02	573182	7778289	Classe 1	Sub-bacia do córrego São Joaquim, córrego Igarapé com aproximadamente 1,2 metro de largura e 0,5 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar deteriorada. .	Seca e Chuva
BIO	MMI - PT 03	574462	7777626	Classe 1	Sub-bacia do córrego São Joaquim, córrego da Olaria, com aproximadamente 1,10 metro de largura e 0,1 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar deteriorada.	Seca e Chuva
BIO	MMI - PT 04	5758959	7778701	Classe 1	Sub-bacia do córrego São Joaquim, córrego Vila Rica, com aproximadamente 30,0 metros de largura e 5,0 m de profundidade. Substrato argiloso. Mata ciliar parcialmente preservada.	Seca e Chuva
BIO	MMI - PT 05	575800	7779592	Classe 1	Sub-bacia do córrego São Joaquim, córrego Vila Rica, com aproximadamente 0,40 metros de largura e 1,70 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar deteriorada.	Seca e Chuva

MÉTODO APLICADO	PONTO	COORDENADAS – UTM		CLASSE DE USO	DESCRIÇÃO DO PONTO	CAMPANHA
		X	Y			
BIO	MMI - PT 06	574130	7774217	Classe 1	Sub-bacia rio Manso, córrego Grande, com aproximadamente 1,5 metro de largura e 0,5 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar parcialmente preservada.	Seca e Chuva
BIO	MMI - PT 07	574868	7774135	Classe 1	Sub-bacia rio Manso, córrego Grande, com aproximadamente 2,0 metro de largura e 0,7 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar preservada.	Seca e Chuva
BIO	MMI - PT 08	577000	7772602	Classe 1	Sub-bacia do rio Manso, com aproximadamente 70 ,0 metros de largura e 6,0 m de profundidade. Substrato pedregoso e argiloso. Mata ciliar preservada.	Seca e Chuva
BIO	MMI - PT 09	576210	7777675	Classe 1	Sub-bacia do córrego São Joaquim, córrego toponímia desconhecida, com aproximadamente 1,0 metro de largura e 0,5 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar parcialmente preservada.	Seca e Chuva
BIO	MMI - PT 10	574175	7777333	Classe 1	Sub-bacia do córrego São Joaquim, córrego sem toponímia, com aproximadamente 0,70 metros de largura e 0,3 m de profundidade. Substrato argiloso. Mata ciliar deteriorada. .	Seca e Chuva

MÉTODO APLICADO	PONTO	COORDENADAS – UTM		CLASSE DE USO	DESCRIÇÃO DO PONTO	CAMPANHA
		X	Y			
BIO	MMI - PT 11	574020	7773950	Classe 1	Sub-bacia do rio Manso, córrego Grande, com aproximadamente 1,0 metro de largura e 0,5 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar preservada.	Seca e Chuva
BIO	MMI - PT 12	574759	7774203	Classe 1	Sub-bacia do rio Manso, córrego toponímia desconhecida, com aproximadamente 1,0 metro de largura e 0,5 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar preservada.	Seca e Chuva

Legenda: BIO = Amostragem da qualidade das águas vide técnicas descritas no item “c” do atual capítulo.

Figura 2-258 - Ponto MMI - PT 01

Figura 2-259 - Ponto MMI - PT 02

Figura 2-260 - Ponto MMI - PT 03

Figura 2-261 - Ponto MMI - PT 04

Figura 2-262 - Ponto MMI - PT 05

Figura 2-263 - Ponto MMI - PT 06

Figura 2-264 - Ponto MMI - PT 07

Figura 2-265 - Ponto MMI - PT 08

Figura 2-266 - Ponto MMI - PT 09

Figura 2-267 – Ponto MMI - PT 10

Figura 2-268 - Ponto MMI - PT 11

Figura 2-269 – Ponto MMI - PT 12

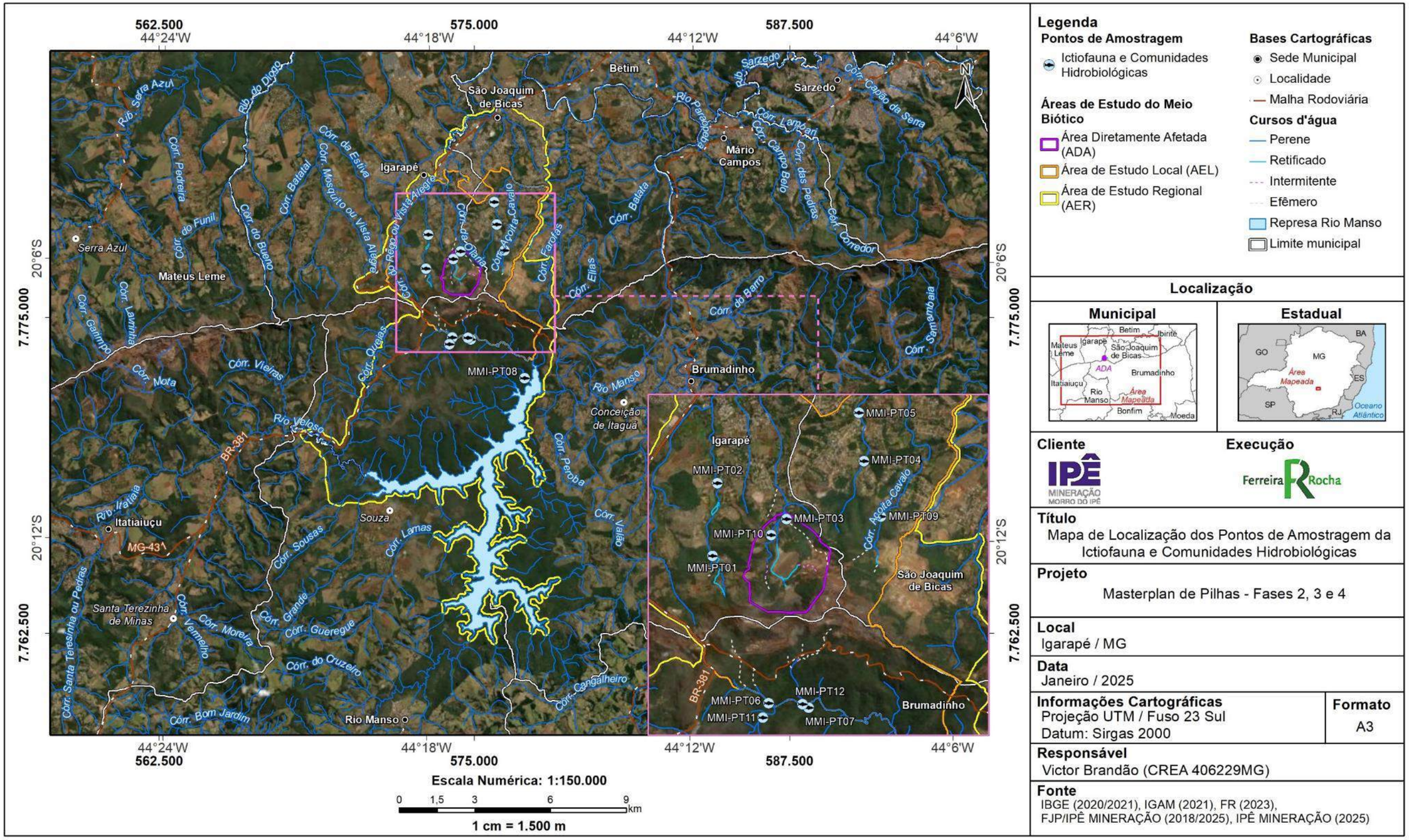


Figura 2-270 - Espacialização dos pontos amostrados durante as campanhas de diagnóstico das comunidades hidrobiológicas.

e) Triagem

Fitoplâncton

Em laboratório, as análises qualitativas das amostras de fitoplâncton foram realizadas através da visualização de uma série de lâminas, até que ocorresse o esgotamento dos taxa (unidade individual de identificação) presentes. Os organismos foram identificados, sempre que possível, até o nível taxonômico de espécie, utilizando-se as chaves disponíveis.

Para as análises quantitativas utilizou-se o método das câmaras de Utermöhl em microscópio invertido. Foram contados, sempre que possível, mais de 100 indivíduos (células, cenóbios, colônias e filamentos) da espécie dominante de cada amostra, de modo que o erro de contagem seja inferior a 20%, com probabilidade de 95% (LUND et al., 1958). Quando não foi possível a contagem de 100 indivíduos da espécie dominante, foi realizada a contagem de 100 campos. Em seguida, foram feitos os cálculos de densidade (WEBER, 1973).

Zooplâncton

Em laboratório, assim como para a comunidade fitoplanctônica, as análises qualitativas das amostras foram realizadas através da identificação de táxons nas lâminas microscópicas, em subamostras, até a estabilização no número de novos *taxa* encontrados para aquela amostra. Para as análises quantitativas utilizou-se o método da câmara de Sedgewick-Rafter em microscopia ótica. As amostras foram concentradas em um volume que melhor permita a contagem e visualização dos organismos e as contagens foram realizadas a partir de 3 subamostras (3 mL) tomadas com pipeta do tipo Stempel, sendo a densidade final expressa em indivíduos/m³.

Macroinvertebrados Bentônicos

As amostras coletadas em campo foram encaminhadas para o laboratório e processadas conforme as etapas: lavagem, triagem e identificação dos organismos. A lavagem foi feita sob peneiras de 0,5 mm, triadas com o auxílio de caixas iluminadas e os organismos identificados com auxílio de microscópio estereoscópico (aumento de 80X).

f) Identificação das Espécies e Status de Ameaças

Fitoplâncton

Os organismos foram identificados até o nível taxonômico de espécie, quando possível. Para a identificação dos organismos foi utilizada bibliografia específica: Chardez (1967), Edmonson (1959), El Moor-Loureiro (1997), Koste (1978), Ogden & Hedley (1980), Reid (1985), Ruttner-Kolisko (1974), Segers (1995) e Sendacz & Kubo (1982). A atualização e padronização da nomenclatura dos táxons encontrados baseou-se na plataforma digital AlgaeBase (GUIRY; GUIRY, 2021). As espécies de cianobactérias compiladas foram classificadas quanto ao seu potencial nocivo,

seguindo Bortoli & Pinto (2015). Essa classificação por nocividade é justificada pelo fato de que algumas espécies são potencialmente produtoras de toxinas e de interesse para saúde pública.

Zooplâncton

Os organismos foram identificados até o nível taxonômico de espécie, quando possível. Na identificação dos crustáceos, foi utilizada a literatura Sendacz; Kubo (1982), Tundisi (1983), Rocha; Matsumura-Tundisi (1976), Korinek (1984), Reid (1985). Para a identificação dos rotíferos, utilizou-se a bibliografia Kolisko (1974), Koste (1978), Edmondson (1959) e Oliver (1962). Para os Protozoários, Deflandre (1929), Kudo (1971), Bick (1972) e Pennak (1978). A atualização e padronização da nomenclatura dos táxons encontrados baseou-se na plataforma digital *Animal Diversity Web* (ADW), que é uma plataforma online que concentra um banco de dados de história natural, distribuição, classificação e conservação mantido pela Universidade de Michigan (MYERS *et al.*, 2021).

Macroinvertebrados Bentônicos

A identificação foi feita até o menor nível taxonômico possível, usualmente famílias, utilizando chaves de taxonômicas especializadas (MERRITT; CUMMINS, 1996; COSTA *et al.,* 2006; MUGNAI et al., 2010). A atualização e padronização da nomenclatura dos táxons encontrados baseou-se na plataforma digital Animal Diversity Web (ADW), que é uma plataforma online que concentra um banco de dados de história natural, distribuição, classificação e conservação mantido pela Universidade de Michigan (MYERS et al. 2021).

g) Análise de Dados

Fitoplâncton e Zooplâncton

A riqueza de taxonômica é uma das medidas mais simples e objetivas em estudos ecológicos, compondo uma série de índices que são propostos para avaliação da saúde de ecossistemas aquáticos. Densidade de indivíduos por unidade de área amostral é também uma medida indicadora de qualidade de água. Elevadas densidades podem estar diretamente relacionadas com a dominância por indivíduos tolerantes. Além da riqueza de taxa e densidade de organismos por unidade de área, diversas outras métricas podem ser utilizadas para inferir quanto à qualidade das águas estudadas. O índice de Shannon-Wiener, por exemplo, é uma medida de diversidade biológica que incorpora além da riqueza, também a equitabilidade.

Com base nestes conceitos, serão calculados os seguintes índices e métricas para as comunidades planctônicas amostradas área de estudo:

- Riqueza de Espécies: número de diferentes *taxa* presentes na amostra;
- Densidade: número de organismos por unidade de volume;
- Diversidade de Shannon-Wiener (MAGURRAN, 1991):

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$, onde:

p_i Abundância relativa de cada *taxa*, calculada pela proporção dos indivíduos de um *táxon* pelo número total dos indivíduos na comunidade:

$$\frac{n_i}{N}$$

n_i Número dos indivíduos em cada *táxon*

$$\sum_{i=1}^{S} n_i$$

N Número total de todos os indivíduos:

S Número de *taxa*.

- Equitabilidade de PIELOU segundo MAGURRAN (1991):

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$, onde:

H' Diversidade de Shannon

$H'_{\max}$ Máximo valor possível para H'

- Similaridade através do índice de Bray-Curtis;
- Suficiência amostral: foram traçadas curvas de rarefação de espécies. Os dados foram randomizados 100 vezes e avaliados em conjunto com o estimador de riqueza Jackknife 1 (SMITH & GEHARD, 1984), utilizando-se o programa EstimateS® versão 9.1.0. Utilizou-se do número de espécies distribuídas não parametricamente, por número de campanhas e pontos amostrais através das amostragens qualitativa e quantitativa. Esta análise foi empregada para amostragem total (espécie/campanha).

Macroinvertebrados Bentônicos

A comunidade de macroinvertebrados aquáticos foi calculada sua riqueza, diversidade e equitabilidade tal como para as comunidades planctônicas.

Além dessas métricas, especificamente para a comunidade bentônica feito o cálculo do índice BMWP. O índice BMWP foi obtido através de pontuações que recebe cada táxon de acordo com seu grau de sensibilidade a estressores. De forma semelhante, o índice ASPT é calculado através da razão entre o índice BMWP e o número de famílias encontradas como forma de balancear o índice. O percentual de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) foi calculado levando-se em conta os grupos de macroinvertebrados sensíveis a alterações por atividades humanas. De forma semelhante %CHOL indica a presença de organismos resistentes Chironomidae e Oligochaeta. As métricas acima descritas estão diretamente relacionadas com a integridade dos trechos estudados, ou seja, quanto maior os valores das métricas (exceto %CHOL, cuja relação é inversa), em melhores condições ecológicas pode-se inferir estar os pontos amostrais.

Com base nestes conceitos, foram calculados os seguintes índices e métricas para as comunidades de macroinvertebrados bentônicos amostrados:

- Riqueza de Espécies: número de diferentes *taxa* presentes na amostra;
- Densidade: número de organismo por unidade de área;
- Diversidade de Shannon-Wiener (MAGURRAN, 1991);
- Equitabilidade de PIELOU (MAGURRAN, 1991);
- BMWP (Biomonitoring Working Party) (modificado por JUNQUEIRA *et al*. 2018): Atribuição de um score a cada *táxon* encontrado de acordo com diferentes tolerâncias a poluição que os organismos possuem.
- ASPT (Average Score per *Taxa*) (modificado por JUNQUEIRA *et al*. 2018): é o resultado do ponderamento do valor final do BMWP pela riqueza total encontrada.
- %EPT: percentual de indivíduos pertencentes as ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera.
- %CHOL: percentual de indivíduos da família Chironomidae e da classe Oligochaeta
- Densidade de organismos/m²: total de indivíduos presentes em um metro quadrado.
- Análise da estrutura e composição das comunidades de macroinvertebrados bentônicos.
- Suficiência amostral: foram traçadas curvas de rarefação de espécies. Os dados foram randomizados 100 vezes e avaliados em conjunto com o estimador de riqueza Jackknife 1 (SMITH & GEHARD, 1984), utilizando-se o programa EstimateS® versão 9.1.0. Utilizou-se do número de espécies distribuídas não parametricamente, por número de campanhas e pontos amostrais através das amostragens qualitativa e quantitativa. Esta análise foi empregada para amostragem total (espécie/campanha).

2.6.6.3 RESULTADOS

2.6.6.3.1 DADOS SECUNDÁRIOS (FITOPLÂNCTON)

A comunidade fitoplanctônica, avaliada a partir dos dados secundários, foi representada por organismos pertencentes às classes: diatomáceas (Bacillariophyceae), clorofíceas (Chlorophyceae), criptofíceas (Cryptophyceae), crisofíceas (Chrysophyceae), cianobactérias (Cyanophyceae), dinoflagelados (Dinophyceae), euglenas (Euglenophyceae), Oedogoniophyceae, Rhodophyceae e desmídias (Zygnematophyceae) No conjunto dos pontos avaliados a comunidade fitoplanctônica esteve representada por 152 táxons compreendendo algas comumente encontradas em ambientes tropicais de águas doces naturais. As diatomáceas, clorofíceas e zignematofíceas foram as classes que mais contribuíram com a riqueza, representando mais de 70% das espécies.

Bacillariophyceae apresentou a maior riqueza com 46 táxons comumente encontrados em ambientes lóticos, seguido de Chlorophyceae com 39 táxons. O predomínio florístico de diatomáceas é favorecido por apresentarem estruturas especializadas para fixação ao substrato além de uma carapaça de sílica que os torna mais pesados, facilitando a permanência desses indivíduos em ambientes de águas mais correntes (REYNOLDS, 1996; SILVEIRA, 2004) (

Tabela 2-97).

Foram encontradas espécies de cianobactérias que pertencem a grupos capazes de produzir toxinas (*Microcystis aeruginosa, Microcystis* cf. *panniformis, Synechococcus nidulans*). Contudo, uma mesma espécie de cianobactéria pode apresentar linhagens tóxicas ou não-tóxicas. Os fatores que determinam se uma floração de cianobactérias será tóxica ou não ainda não são bem compreendidos. Essa variabilidade pode ser decorrente de diferenças genéticas de cepas da mesma espécie, ou ainda da influência de diferentes fatores ambientais sobre a produção de toxinas (NASCIMENTO, 1997).

Diatomáceas e algas verdes apresentaram o maior número de táxons. Esses grupos são comumente encontrados em ambientes lóticos como rios e riachos. Os grupos com menor número de táxons inventariados foram das classes Oedogoniophyceae e Rhodophyceae, representadas por apenas um táxon, cada uma.

Tabela 2-97– Lista dos organismos fitoplanctônicos registrados através dos dados secundários.

DIVISÃO TÁXON	TÁXON
Bacillariophyceae	*Amphipleura* sp.
Bacillariophyceae	*Aulacoseira granulata*

DIVISÃO TÁXON	TÁXON
Bacillariophyceae	*Aulacoseira granulata* var *angustissima*
Bacillariophyceae	*Aulacoseira* sp.
Bacillariophyceae	*Cyclotela* sp.
Bacillariophyceae	*Cymbella* sp.
Bacillariophyceae	*Cymbella tumida*
Bacillariophyceae	*Encyonema* sp.
Bacillariophyceae	*Eunotia* sp.
Bacillariophyceae	*Eunotia zygodon*
Bacillariophyceae	*Fragilaria capucina*
Bacillariophyceae	*Fragilaria* sp. 1
Bacillariophyceae	*Fragilaria* sp. 2
Bacillariophyceae	*Gomphonema gracile*
Bacillariophyceae	*Gomphonema lagenula*
Bacillariophyceae	*Gomphonema* sp.
Bacillariophyceae	*Gomphonema* sp. 1
Bacillariophyceae	*Gyrosigma acuminatum*
Bacillariophyceae	*Gyrosigma* sp.
Bacillariophyceae	*Melosira* sp.
Bacillariophyceae	*Melosira varians*
Bacillariophyceae	*Navicula* sp.
Bacillariophyceae	*Naviculaceae* N.I.
Bacillariophyceae	*Nitzschia* sp.
Bacillariophyceae	*Penales* sp. *2*
Bacillariophyceae	*Pinnularia acrosphaeria*
Bacillariophyceae	*Pinnularia biceps*
Bacillariophyceae	*Pinnularia brauniana*
Bacillariophyceae	*Pinnularia* cf. *viridis*
Bacillariophyceae	*Pinnularia mesolepta*
Bacillariophyceae	*Pinnularia* sp.
Bacillariophyceae	*Pinnularia* sp. 1
Bacillariophyceae	*Pinnularia* sp. 2
Bacillariophyceae	*Pleurosira leavis*
Bacillariophyceae	*Stauroneis* sp.
Bacillariophyceae	*Surirella* sp.

DIVISÃO TÁXON	TÁXON
Bacillariophyceae	*Surirella varians*
Bacillariophyceae	*Synedra acus*
Bacillariophyceae	*Synedra* sp.
Bacillariophyceae	*Synedra* sp. 1
Bacillariophyceae	*Synedra tabullata*
Bacillariophyceae	*Synedra ulna*
Bacillariophyceae	*Ulnaria acus*
Bacillariophyceae	*Ulnaria ulna*
Bacillariophyceae	*Urosolenia eriensis*
Bacillariophyceae	*Urosolenia longiseta*
Chlorophyceae	*Actinastrum* sp.
Chlorophyceae	*Ankistrodesmus* sp.
Chlorophyceae	*Botryococcus* sp.
Chlorophyceae	*Chlorella vulgaris*
Chlorophyceae	*Chorella* sp.
Chlorophyceae	*Closteriopsis* sp.
Chlorophyceae	*Coelastrum astroideum*
Chlorophyceae	*Coelastrum reticulatum*
Chlorophyceae	*Coelastrum sphaerium*
Chlorophyceae	*Crucigenia tetrapedia*
Chlorophyceae	*Desmodesmus armatus* var. *bicaudatus*
Chlorophyceae	*Desmodesmus brasiliensis*
Chlorophyceae	*Desmodesmus opoliensis*
Chlorophyceae	*Desmodesmus ovolternus*
Chlorophyceae	*Desmosdesmus communis*
Chlorophyceae	*Desmosdesmus costato-granulatus*
Chlorophyceae	*Desmosdesmus intermedius*
Chlorophyceae	*Desmosdesmus maximus*
Chlorophyceae	*Dictyosphaerium pulchellum*
Chlorophyceae	*Kirchneriella obesa*
Chlorophyceae	*Monactinus simplex*
Chlorophyceae	*Monoraphidium arcuatum*
Chlorophyceae	*Monoraphidium irregulare*
Chlorophyceae	*Monoraphidium* sp.

DIVISÃO TÁXON	TÁXON
Chlorophyceae	*Monoraphidium tortile*
Chlorophyceae	*Monorraphidium arcuatum*
Chlorophyceae	*Monorraphidium contortum*
Chlorophyceae	*Monorraphidium* sp.
Chlorophyceae	*Oocystis lacustris*
Chlorophyceae	*Pediastrum duplex*
Chlorophyceae	*Pediastrum duplex* var. *duplex*
Chlorophyceae	*Radiococcus nimbatus*
Chlorophyceae	*Scenedesmus acuminatus*
Chlorophyceae	*Scenedesmus javanensis*
Chlorophyceae	*Scenedesmus quadricauda*
Chlorophyceae	*Scenedesmus* sp.
Chlorophyceae	*Schroederia* sp.
Chlorophyceae	*Treubaria* sp.
Chlorophyceae	*Ulothrix* sp.
Chryptophyceae	*Cryptomonas aff. marsonii*
Chryptophyceae	*Cryptomonas* sp.
Chrysophyceae	*Chromulina* sp.
Chrysophyceae	*Chrysophyceae* sp. 2
Chrysophyceae	*Dinobryon divergens*
Chrysophyceae	*Dinobryon* sp.
Chrysophyceae	*Mallomonas* sp.
Chrysophyceae	*Synura* sp.
Cyanophyceae	*Aphanocapsa* sp.
Cyanophyceae	*Arthrospira* sp.
Cyanophyceae	*Borzia* sp.
Cyanophyceae	*Chroococcus minor*
Cyanophyceae	*Chroococcus* sp.
Cyanophyceae	*Cyanogranis ferruginea*
Cyanophyceae	*Geitlerinema* sp.
Cyanophyceae	*Geitlerinema splendidum*
Cyanophyceae	*Microcystis aeruginosa*
Cyanophyceae	*Microcystis* cf. *paniformis*
Cyanophyceae	*Oscillatoria* sp.

DIVISÃO TÁXON	TÁXON
Cyanophyceae	*Phormidiaceae* N.I.
Cyanophyceae	*Phormidium* sp.
Cyanophyceae	*Phormidium willei*
Cyanophyceae	*Planktolyngbya limnetica*
Cyanophyceae	*Planktolyngbya* sp.
Cyanophyceae	*Pseudanabaena* sp.
Cyanophyceae	*Pseudanabaenaceae* N.I.
Cyanophyceae	*Pseudoanabaena* cf. *biceps*
Cyanophyceae	*Romeria elegans*
Cyanophyceae	*Synechococcus aquatilis*
Cyanophyceae	*Synechococcus nidulans*
Dinophyceae	*Peridinium pusillum*
Dinophyceae	*Peridinium umbonatum*
Euglenophyceae	*Euglena* cf. *sanguinea*
Euglenophyceae	*Euglena* sp.
Euglenophyceae	*Euglenales* N.I.
Euglenophyceae	*Lepocinclis acus*
Euglenophyceae	*Lepocinclis* cf. *ovum*
Euglenophyceae	*Trachelomonas* sp.
Euglenophyceae	*Trachelomonas volvocina*
Euglenophyceae	*Trachelomonas volvocinopsis*
Oedogoniophyceae	*Oedogonium* sp.
Rhodophyceae	*Bathrachospermum* sp.
Zygnemaphyceae	*Actinotaenium* sp.
Zygnemaphyceae	*Closterium diane*
Zygnemaphyceae	*Closterium gracile*
Zygnemaphyceae	*Closterium kuetzingii*
Zygnemaphyceae	*Closterium setaceum*
Zygnemaphyceae	*Closterium* sp.
Zygnemaphyceae	*Closterium* sp. 1
Zygnemaphyceae	*Cosmarium botrytis*
Zygnemaphyceae	*Cosmarium* sp. 1
Zygnemaphyceae	*Cosmarium* sp. 1
Zygnemaphyceae	*Cosmarium* sp. 2

DIVISÃO TÁXON	TÁXON
Zygnemaphyceae	*Cosmarium sphgnicolunum*
Zygnemaphyceae	*Cylindrocystis* sp.
Zygnemaphyceae	*Genicularia* sp.
Zygnemaphyceae	*Gonatozyon* sp.
Zygnemaphyceae	*Micrasterias* cf. *denticulata*
Zygnemaphyceae	*Mosotaenium* sp.
Zygnemaphyceae	*Mougeotia* sp.
Zygnemaphyceae	*Onychonema* sp.
Zygnemaphyceae	*Staurastrum* cf. *limneticum*
Zygnemaphyceae	*Staurastrum punctulatum*
Zygnemaphyceae	*Staurastrum smithii*
Zygnemaphyceae	*Staurodesmus* sp.
Zygnemaphyceae	*Teilingia* sp.

2.6.6.3.2 DADOS SECUNDÁRIOS (ZOOPLÂNCTON)

A comunidade zooplanctônica esteve representada por 83 táxons distribuídos entre protistas, rotíferos e crustáceos além de aracnídeos, nematódeos, anelídeos, platelmintos e artrópodes (**Tabela 2-98**).

Dentre os táxons registrados neste estudo, houve predomínio de espécies de rotíferos (39 táxons), seguidos por crustáceos (18 táxons) e protozoários (13 táxons).

Assim como em outros estudos realizados em ambientes tropicais, houve predomínio de espécies de rotíferos (39 táxons) (PAGGI & PAGGI, 1990) na região do estudo. Dentre as famílias de rotíferos, a maior representatividade coube à família Brachionidae com 11 espécies, seguida da Lecanidae com sete espécies. Estas famílias são consideradas como as mais frequentes e típicas de ambientes tropicais (PAGGI & PAGGI, 1990). Dentre os protozoários, as famílias Arcellidae e Centropyxidae foram as mais representativas. Elas são comumente registradas no plâncton e ocorrem em ambientes onde não há limitação de água (LANSAC-TOHA et al. 2007).

Tabela 2-98 – Lista dos organismos zooplanctônicos registrados através dos dados secundários.

GRUPO	FILO	CLASSE	ORDEM	FAMÍLIA	*TAXA*
Crustacea	Arthropoda	Copepoda	Calanoida	Chydoridae	*Calanoida* (Adulto)

GRUPO	FILO	CLASSE	ORDEM	FAMÍLIA	*TAXA*
Crustacea	Arthropoda	Copepoda	Calanoida	Chydoridae	*Calanoida* (copepodito)
Crustacea	Arthropoda	Copepoda	Calanoida	Chydoridae	*Calanoida (nauplius)*
Crustacea	Arthropoda	Copepoda	Cyclopoida	Chydoridae	*Cyclopoida* (Adulto)
Crustacea	Arthropoda	Copepoda	Cyclopoida	Chydoridae	*Cyclopoida* (copepodito)
Crustacea	Arthropoda	Copepoda	Cyclopoida	Chydoridae	*Cyclopoida (nauplius)*
Crustacea	Arthropoda	Copepoda	Harpacticoida	Chydoridae	*Copepodito Harpapticoida*
Crustacea	Arthropoda	Copepoda	Harpacticoida	Chydoridae	*Haparcticoida* (Adulto)
Crustacea	Arthropoda	Copepoda	Harpacticoida	Chydoridae	Náuplio *Harpacticoida*
Crustacea	Arthropoda	Crustacea	Diplostraca	Bosminidae	*Bosmina longirostris*
Crustacea	Arthropoda	Crustacea	Diplostraca	Bosminidae	*Bosmina* sp.
Crustacea	Arthropoda	Crustacea	Diplostraca	Chydoridae	*Alona* sp.
Crustacea	Arthropoda	Crustacea	Diplostraca	Chydoridae	*Chydoridae*
Crustacea	Arthropoda	Crustacea	Diplostraca	Daphniidae	*Ceriodaphnia cornuta*
Crustacea	Arthropoda	Crustacea	Diplostraca	Daphniidae	*Ceriodaphnia silvestrii*
Crustacea	Arthropoda	Crustacea	Diplostraca	Ilyocroptidae	*Ilyocryptus spinifer*
Crustacea	Arthropoda	Crustacea	Diplostraca	Machrothricidae	*Macrothricidae*
Crustacea	Arthropoda	Crustacea	Diplostraca	Moinidae	*Moina minuta*
Protozoa	Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Arcellidae	*Arcella costata*
Protozoa	Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Arcellidae	*Arcella discoides*
Protozoa	Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Arcellidae	*Arcella hemisphaerica*
Protozoa	Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Arcellidae	*Arcella hemisphaerica undulata*
Protozoa	Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Arcellidae	*Arcella vulgaris*
Protozoa	Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Centropyxidae	*Centropyxis aculeata*
Protozoa	Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Centropyxidae	*Centropyxis constricta*
Protozoa	Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Centropyxidae	*Centropyxis ecornis*

GRUPO	FILO	CLASSE	ORDEM	FAMÍLIA	*TAXA*
Protozoa	Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Centropyxidae	*Centropyxis gibba*
Protozoa	Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Centropyxidae	*Centropyxis hirsuta*
Protozoa	Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Cyphoderidae	*Cyphoderia ampula*
Protozoa	Ciliophora	-	-	-	Ciliado NI
Protozoa	Ciliophora	Peritrichea	Sessilida	Vorticellidae	*Vorticella* sp.
Rotifera	Rotifera	Bdelloidea	Bdelloida	Chydoridae	*Bdelloida*
Rotifera	Rotifera	Bdelloidea	Bdelloida	Habrotrochidae	*Habrotrocha* sp.
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Asplanchinidae	*Asplancna* sp.
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	*Brachionus dolabratus*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	*Brachionus falcatus*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	*Brachionus forficula*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	*Brachionus havanaensis*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	*Brachionus variabilis*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	*Kellicottia bostoniensis*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	*Kellicottia longispina*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	*Keratella americana*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	*Keratella cochlearis*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	*Keratella tropica*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	*Notholca* sp.
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Colurellidae	*Lepadella patella*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Colurellidae	*Lepadella* sp.
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Dicranophoridae	*Encentrum* sp.
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Euchlanidae	*Dipleuchlanis propatula*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Euchlanidae	*Euchlanis deflexa deflexa*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Euchlanidae	*Euchlanis* sp.
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lecanidae	*Lecane bulla*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lecanidae	*Lecane levistyla*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lecanidae	*Lecane luna*

GRUPO	FILO	CLASSE	ORDEM	FAMÍLIA	*TAXA*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lecanidae	*Lecane lunaris*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lecanidae	*Lecane rhenana*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lecanidae	*Lecane* sp.
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lecanidae	*Lecane stenroosi*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Notommatidae	*Cephalodella gibba*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Notommatidae	*Cephalodella* sp.
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Notommatidae	*Trichocerca pussila*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	*Polyarthra dolichoptera*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	*Polyarthra* sp.
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	*Polyarthra vulgaris*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Trichotridae	*Trichotria* sp.
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Ploima	Trichotridae	*Trichotria tetractis*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Flosculariacea	Filinidae	*Filinia opoliensis*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Flosculariacea	Flosculariidae	*Ptygura pedunculata*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Flosculariacea	Flosculariidae	*Sinantherina* sp.
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Flosculariacea	Testudinellidae	*Testudinella carlini*
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Flosculariacea	Testudinellidae	Araneídeo
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Flosculariacea	Testudinellidae	Insecta (Ninfa de Odonata)
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Flosculariacea	Testudinellidae	Larva de Chironomidae
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Flosculariacea	Testudinellidae	Larva de Diptera
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Flosculariacea	Testudinellidae	Larva de Ephemeroptera
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Flosculariacea	Testudinellidae	Nematoda
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Flosculariacea	Testudinellidae	Oligoqueta
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Flosculariacea	Testudinellidae	Ostracoda
Rotifera	Rotifera	Monogononta	Flosculariacea	Testudinellidae	Platyhelmintes (Turbellaria)

2.6.6.3.3 DADOS SECUNDÁRIOS (MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS)

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi representada por 87 táxons distribuídos em 5 filos (Arthropoda, Anellida, Mollusca, Nematoda e Platyhelminthes), sendo que a maior parcela da comunidade pertence ao filo Arthropoda, totalizando 79 táxons sendo os Insecta os o grupo mais representativo. Esse filo é reconhecido por abranger indivíduos que estão presentes em diversos ecossistemas aquáticos continentais e que possuem grande importância ecológica (RUPPERT *et al.*, 2005; ESTEVES, 2011) (**Tabela 2-99**).

Nas amostragens foram registrados organismos indicadores de qualidade de água, como os Simuliidae (Diptera), comuns em corredeiras e águas bem oxigenadas, traços característicos de alguns sistemas amostrados. Os Chironomidae são organismos que dispõem de uma série de adaptações morfofisiológicas que permitem sua sobrevivência em diversos tipos de ambientes, desde ambientes de águas límpidas e bem oxigenadas a ambientes com baixa concentração de oxigênio sugerindo que na região pode ocorrer passivos ambientais importantes.

A presença dos EPT, representados pelos Baetidae (Ephemeroptera), Gripopterygidae (Plecoptera) e Hydropsychidae, Helycopsichidae, Calamoceratidae, Hydropitilidae, Odontoceridae e Polycentropodidae (Trichoptera), indicam que ainda existem condições favoráveis ao estabelecimento dos macroinvertebrados nestes ambientes. Estes organismos são amplamente conhecidos por sua sensibilidade à poluição orgânica e são muito comuns em ambientes bem oxigenados e de águas claras. Os Corydalidae (Megaloptera) também representam ambientes bem oxigenados e são sensíveis à contaminação orgânica.

Do ponto de vista epidemiológico, foram registrados organismos pertencentes à família Culicidae (vetores da malária, febre amarela, dengue e filaria) e de moluscos planorbídeos (vetores da esquistossomose) na região. Foi registrada também a presença da família Psychodidae. Algumas espécies desta família são vetores da Leishmaniose. Na família Ceratopogonidae ocorrem gêneros ectoparasitas de insetos maiores, enquanto outros são importantes polinizadores.

Não foram registradas espécies invasoras, como os moluscos *Limnoperna fortunei* e a *Corbicula fluminea*. Foi identificado um gênero de molusco, *Physa*, conhecido por incluir uma espécie invasora no Brasil. No entanto, de acordo com Mansur et al. (2012) os registros da espécie invasora *Physa acuta* estão restritos às Bacias Hidrográficas do Atlântico Leste e Sudeste, não sendo encontrada, portanto, na bacia do São Francisco. Nenhum organismo registrado nesta amostragem faz parte de alguma listagem de invertebrados aquáticos classificados em alguma categoria de ameaça de extinção ou em vulnerabilidade.

Tabela 2-99– Lista dos macroinvertebrados bentônicos registrados através dos dados secundários.

GRUPO	FILO	CLASSE	ORDEM	FAMÍLIA	*TAXA*
Annelida	Hirudinida	-	-	-	-
Annelida	Oligochaeta	-	-	-	-
Arthropoda	Arachinida	Acarina	-	-	-
Arthropoda	Crustacea	Decapoda	-	-	-
Arthropoda	Crustacea	Isopoda	-	-	-
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dryopidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Gyrinidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Lutrochidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Collembola	-	-	-
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironominae	-
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Ortocladiinae	-
Arthropoda	Insecta	Diptera	Culicidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Diptera	Empididae	-	-
Arthropoda	Insecta	Diptera	Muscidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Diptera	Stratiomyidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tabanidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae		*Camelobaetidius* sp.
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae		*Cloeodes* sp.
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Belostomatidae	-	*Belostoma* sp.
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Belostomatidae		*Lethocerus* sp.
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Gelastocoridae	-	-
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Gerridae	-	*Brachymetra* sp.
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	-	*Limnocoris* sp.

GRUPO	FILO	CLASSE	ORDEM	FAMÍLIA	*TAXA*
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	Naucoridae N.I.	-
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Notonectidae	-	*Notonecta* sp.
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Vellidae	-	*Microvelia* sp.
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Vellidae		*Rhagovelia* sp.
Arthropoda	Insecta	Heteroptera	Belostomatidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Heteroptera	Gelastocoridae	-	-
Arthropoda	Insecta	Heteroptera	Notonectidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Heteroptera	Veliidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Pyralidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Odonata	Aeshnidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Odonata	Calopterygidae	-	*Hetaerina* sp.
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae		*Acanthagrion* sp.
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae		*Argia* sp.
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	Coenagrionidae N.I.	-
Arthropoda	Insecta	Odonata	Gomphidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Odonata	Gomphidae		*Gomphoides* sp.
Arthropoda	Insecta	Odonata	Gomphidae		*Phyllogomphoides* sp.
Arthropoda	Insecta	Odonata	Gomphidae		*Progomphus* sp.
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae		*Erythemis* sp.
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae		*Idiatape* sp.
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae		*Libellula* sp.
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae		*Macrothemis* sp.
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae		*Miathyria* sp.
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae		*Orthemis* sp.
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae		*Planiplax* sp.
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae		*Tauriphila* sp.
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae	Libellulidae N.I.	-
Arthropoda	Insecta	Orthoptera	-	-	-
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Gripopterygidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Calamoceratidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Helycopsichidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae		*Macronema* sp.

GRUPO	FILO	CLASSE	ORDEM	FAMÍLIA	*TAXA*
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae		*Smicridea* sp.
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	-	-
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae		*Oxyethira* sp.
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	-	-
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae		*Nectopsyche* sp.
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae		*Triplectides* sp.
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Odontoceridae	-	-
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Odontoceridae		*Marilia* sp.
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Polycentropodidae	-	-
Mollusca	Bivalvia	-	-	-	-
Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Sphaeridae	-	-
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	-	-
Mollusca	Gastropoda	Planorboidea	Physidae	-	*Physa* sp.
Nematoda	-	-	-	-	-
Nematoda	-	-	-	-	-
Plathelmynthes	Turbelaria	-	-	-	-

2.6.6.3.4 DADOS PRIMÁRIOS (FITOPLÂNCTON)

a) Riqueza e Diversidade

Na área de estudo, levando em consideração as duas campanhas realizadas foram registradas 56 *taxas* pertencentes a dez divisões: Bacillariophyceae (19 táxons), Chlorophyceae (18 táxons), Cyanophyceae (três táxons), Cryptophyceae (um táxon), Dinophyceae (dois táxons), Euglenophyceae (cinco táxons), Zygnemaphyceae (Cinco táxons), Chrysophyceae, Oedogoniophyceae e Xantophyceae (apresentando um táxon em cada). De maneira geral, os grupos mais representativos durante toda a campanha avaliada foram a classe Bacillariophyceae, que representou 34% de toda a malha amostral e a classe Chlorophyceae, representando 32% da riqueza encontrada na área de estudo da Mina Morro do Ipê (**Figura 2-271** e **Tabela 2-100**).

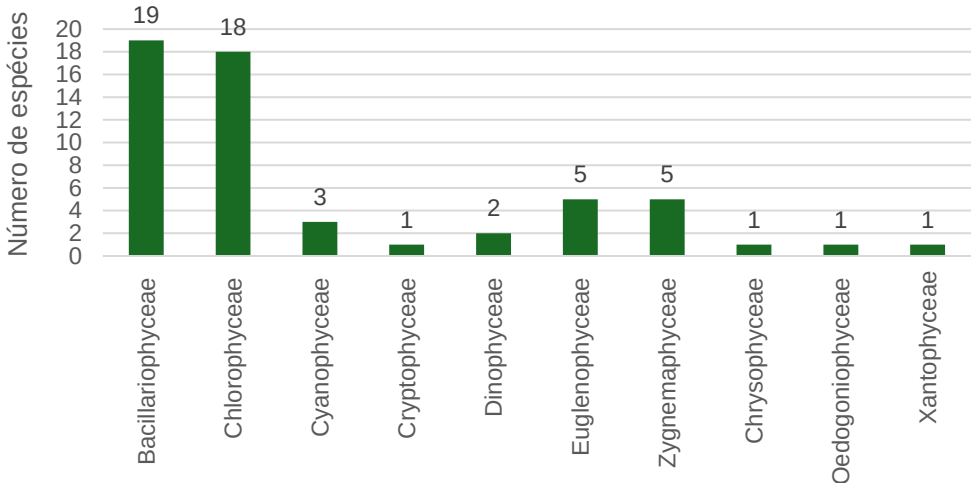


Figura 2-271 - Composição da comunidade durante o inventariamento da comunidade fitoplanctônica da Mina Morro do Ipê, agosto e outubro de 2022.

Tabela 2-100 - Espécies da comunidade fitoplanctônica registradas durante as campanhas de inventariamento da comunidade fitoplanctônica da Mina Morro do Ipê

CLASSE	TÁXON	AUTOR	NOME POPULAR	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	CINEGÉTICA	STATUS		
								COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Bacillariophyceae	*Achnanthes* sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Aulacoseira sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Cocconeis sp	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Cymbella sp	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Encyonema sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Eunotia sp	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Fragilaria sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-

CLASSE	TÁXON	AUTOR	NOME POPULAR	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	CINEGÉTICA	STATUS		
								COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
	Fragilaria sp.*1*	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Frustulia sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Gomphonema gracile	Ehrenberg,1838	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Gomphonema sp	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Gyrosigma sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Luticola sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Melosira varians	Agardh 1827	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Navicula sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-

CLASSE	TÁXON	AUTOR	NOME POPULAR	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	CINEGÉTICA	STATUS		
								COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
	Navicula nana	Gutwinski, 1890	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Ni*tzschia palea*	Kütz. 1844	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Pinnularia sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Stauroneis sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
Chlorophyceae	*Actinastrum* sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Ankistrodesmus sp	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Chlorococcales N.I	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Chlorococcales N.L	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-

CLASSE	TÁXON	AUTOR	NOME POPULAR	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	CINEGÉTICA	STATUS		
								COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
	Chlorophyceae N.I	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Cryptomonas sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Desmodesmus sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Dictyosphaerium sp	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Elakatothix sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Kirchneriella sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Messastrum gracile	Garcia, 2016	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Monoraphidium griffthii	Komárková-Legnerová, 1969	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-

CLASSE	TÁXON	AUTOR	NOME POPULAR	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	CINEGÉTICA	STATUS		
								COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
	Nephrocytium sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Pectinodesmus pectinatus	Hegewald & Wolf, 2010	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Radiococcus planktonicus	Lund 1956	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Stauridium tetras	Hegewald, 2005	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Tetraedron gracile	Hansgirg, 1889	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Treubaria sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Actinastrum sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Ankistrodesmus sp	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-

CLASSE	TÁXON	AUTOR	NOME POPULAR	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	CINEGÉTICA	STATUS		
								COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
	Chlorococcales N.I	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
Cyanophyceae	*Aphanocapsa holsatica*	Cronberg & Komárek 1994	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Pseudanabaena sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Cyanophyceae N.I	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
Cryptophyceae	*Cryptomonas* sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
Dinophyceae	*Ceratium* sp	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	Exótica	-	-	-	-
	Peridinium sp	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
Euglenophyceae	Euglenophyceae N.I	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-

CLASSE	TÁXON	AUTOR	NOME POPULAR	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	CINEGÉTICA	STATUS		
								COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
	Euglena sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Phacus sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Trachelomonas Armata	Ehrenberg, 1833	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Trachelomonas sp	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
Zygnemaphyceae	*Closterium* sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Closterium quadrum	P.Lundell 1871	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Cosmarium sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Staurastrum sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-

CLASSE	TÁXON	AUTOR	NOME POPULAR	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	CINEGÉTICA	STATUS		
								COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
	Staurastrum sp.1	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
Chrysophyceae	*Dinobryon* sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
Oedogoniophyceae	*Oedogonium* sp.	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
Xantophyceae	Xantophyceae N.I	-	-	Rede de fitoplâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-

Legenda: -: Não se aplica; N.I: Não identificado.

A campanha realizada em agosto de 2022 (seca) registrou a ocorrência de 31 táxons distribuídos em nove divisões: Bacillariophyceae (11 táxons), Chlorophyceae (oito táxons), Cyanophyceae (um táxon), Dinophyceae (dois táxons), Euglenophyceae (três táxons), Zygnemaphyceae (três táxons) Chrysophyceae, Oedogoniophyceae e Xantophyceae (um táxon em cada). Já Durante a campanha de chuvas (outubro de 2022) foram registrados 45 táxons distribuídos em sete divisões: Bacillariophyceae (17 táxons), Chlorophyceae (15 táxons), Cyanophyceae (dois táxons), Dinophyceae (dois táxons), Euglenophyceae (quatro táxons), Zygnemaphyceae (três táxons) e Chrysophyceae (um táxon). A participação de cada divisão na composição sazonal da riqueza do fitoplâncton é mostrada na **Figura 2-272**.

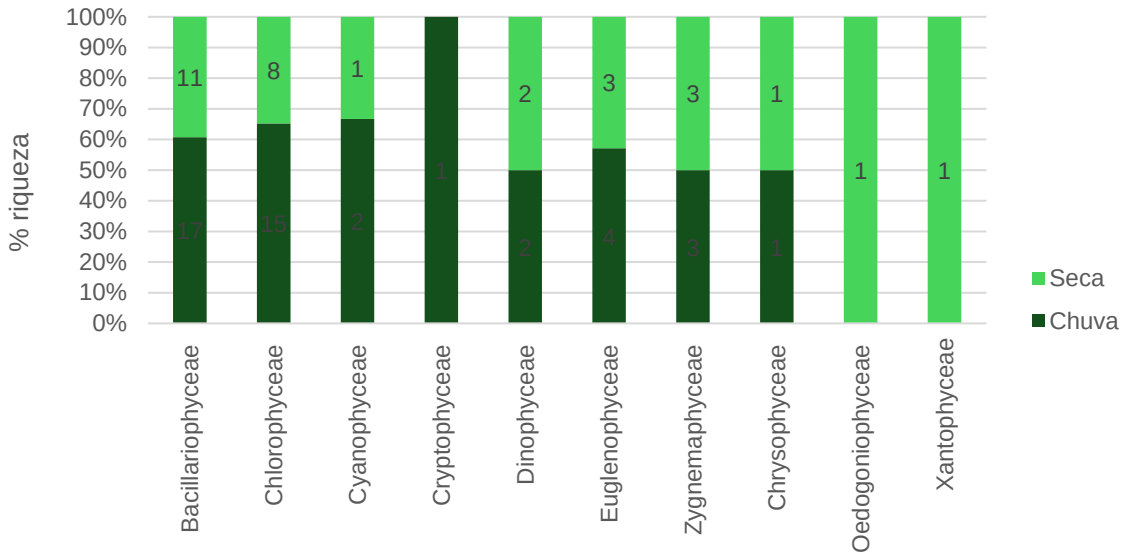


Figura 2-272 - Composição da comunidade fitoplanctônica na área de influência da Mina de Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva).

De acordo com a classificação taxonômica proposta por Round *et al.* (1990), a classe Bacillariophyceae integra a divisão Bacillariophyta que reúne, juntamente com as classes Coscinodiscophyceae (coscinodiscofíceas) e Fragilariophyceae (fragilariofíceas), o grupo das diatomáceas. Este grupo totalizou 36% da riqueza do fitoplâncton na malha amostral durante a estação seca (agosto de 2022) e 39% na estação chuvosa (outubro de 2022). As diatomáceas agregam espécies que possuem elevada taxa de sedimentação no meio aquático, devido à composição de sua parede celular, constituída por sílica. Esse grupo é bastante representativo em ecossistemas aquáticos continentais, tanto em termos de riqueza de espécies de algas como em abundância (Hoek *et al.*, 1995). De acordo com Reynolds (1994) a ocorrência do fitoplâncton em corpos de águas correntes é grandemente influenciada pela turbulência e pela baixa intensidade de luz, o que favorece as bacilariofíceas.

A classe Chlorophyceae, que representou 26% e 34% dos táxons coletados respectivamente em agosto (seca) e outubro de 2022 (chuva), inclui as algas verdes, organismos cosmopolitas que apresentam imensa variedade morfológica e pode ter hábito planctônico e bentônico, crescendo em ambientes de amplo espectro de salinidade e de eutrofização (Ramos *et al.*, 2012).

Dentre as algas fitoplanctônicas, a Classe Zygnemaphyceae também se destacou neste estudo, sendo representadas por 10% e 7% nas campanhas seca e chuvosa, respectivamente. Essa Classe é pertencente à Divisão Chlorophyta e apresenta organismos coccóides e filamentosos simples, que habitam preferencialmente águas oligotróficas a mesotróficas, com pH variando entre 4,0 e 7,0 (Oliveira, 2011).

Por fim, organismos da Classe Euglenophyceae foram representados por 10% e 9% das comunidades amostradas nas campanhas de seca e chuva, respectivamente. Esta classe está incluída em um dos grupos mais conhecidos de flagelados, que são eucariotos do filo Euglenophyta. O filo Euglenophyta apresenta indivíduos de organização celular eucariótica e unicelular. Esses organismos podem apresentar vários modos de vida, podendo ser heterotróficos, fotoautotróficos facultativos ou parasitas. São comumente encontrados em água doce, principalmente quando esta é rica em materiais orgânicos, com poucos membros marinhos e endossimbióticos (Correia, 2016)

As cianobactérias (Filo Cyanobacteria, Classe Cyanophyceae), foram representadas na malha amostral pelo *taxa* Cyanophyceae N.I na estação seca (3% da riqueza neste período) e pelas espécies *Aphanocapsa holsatica e Pseudanabaena* sp. (4% da riqueza) no período chuvoso (outubro de 2022). O gênero *Aphanocapsa* é cosmopolita, mas algumas espécies apresentam preferências ecológicas e distribuição em ambientes restritos, porém, desenvolvem-se bem em ambientes eutrofizados e produzem hepatotoxinas. Contudo, uma mesma espécie de cianobactéria pode apresentar linhagens tóxicas ou não-tóxicas. Os fatores que determinam se uma floração de cianobactérias será tóxica ou não ainda não são bem compreendidos. Essa variabilidade pode ser decorrente de diferenças genéticas de cepas da mesma espécie, ou ainda da influência de diferentes fatores ambientais sobre a produção de toxinas. Estes organismos apresentam comportamento colonial, com espécies principalmente planctônicas (Bicudo; Menezes, 2006; Franceschini et al., 2010). Já o gênero *Pseudanabaena* também é amplamente distribuído e ocorre em diversos ambientes aquáticos eutrofizados (Acinas et al. 2009). Algumas de suas espécies são cosmopolitas e encontradas comumente em comunidades planctônicas, perifíticas ou bentônicas, em ambientes aquáticos oligotróficos, mesotróficos ou eutróficos. Outras espécies crescem em solo ou em associação com rotíferos planctônicos coloniais ou ainda em mucilagem de outras algas (Franceschini et al. 2010).

Nas tabelas a seguir (**Tabela 2-101** e **Tabela 2-102**) estão a síntese da comunidade fitoplanctônica, os táxons registrados nas localidades avaliadas nas duas campanhas de campo, a densidade (ind./mL) de cada táxon por ponto amostral, a riqueza e densidade total por ponto amostral.

Tabela 2-101 - Lista de espécies, riqueza e densidade (ind./mL) amostrados no inventariamento de comunidades fitoplanctônicas da Mina Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca).

Taxa	Pontos amostrais											
	Seca											
	MMIPT 01	MMIPT 02	MMIPT 03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12
BACILLARIOPHYTA												
Achnanthes sp.	4,0	4,0								4,0		
Aulacoseira sp.												
Cocconeis sp									4,0			
Cymbella sp												
Encyonema sp.										4,0		
Eunotia sp	4,0	4,0				4,0		4,0				
Fragilaria sp.	15,9	15,9									4,0	
Fragilaria sp.*1*												
Frustulia sp.				19,9								
Gomphonema gracile												
Gomphonema sp						4,0			23,9			4,0
Gyrosigma sp.												
Luticola sp.												
Melosira varians								19,9				
Navicula sp.	12,0	12,0	79,7		4,0		4,0		39,8	4,0	19,9	23,9
Navicula nana												

Taxa	Pontos amostrais											
	Seca											
	MMIPT 01	MMIPT 02	MMIPT 03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12
Nitzschia palea				1115,5	4,0				59,8	39,8		
Pinnularia sp.	19,9	19,9										
Stauroneis sp.												
CHLOROPHYCEAE												
Actinastrum sp.												
Ankistrodesmus sp												
Chlorococcales N.I										4,0		
Chlorococcales N.L				223,1			4,0	87,6				
Chlorophyceae N.I					43,8							
Cryptomonas sp.				4,0								
Desmodesmus sp.				59,8								
Dictyosphaerium sp												
Elakatothix sp.												
Kirchneriella sp.												
Messastrum gracile	4,0	4,0	59,8				19,9		4,0		12,0	
Monoraphidium griffthii											59,8	
Nephrocytium sp.												
Pectinodesmus pectinatus												
Radiococcus planktonicus												

Taxa	Pontos amostrais											
	Seca											
	MMIPT 01	MMIPT 02	MMIPT 03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12
Stauridium tetras				8,0								
Tetraedron gracile												
Treubaria sp.												
CYANOPHYCEAE												
Aphanocapsa holsatica												
Pseudanabaena sp.												
Cyanophyceae N.I								59,8				
CRYPTOPHYCEAE												
Cryptomonas sp.												
DINOPHYCEAE												
Ceratium sp.								12,0				
Peridinium sp.				8,0								
EUGLENOPHYCEAE												
Euglenophyceae N.I					19,9							
Euglena sp.									39,8			
Phacus sp.												
Trachelomonas armata												
Trachelomonas sp.					12,0							
ZYGNEMAPHYCEAE												

Taxa	Pontos amostrais											
	Seca											
	MMIPT 01	MMIPT 02	MMIPT 03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12
Closterium sp.			4,0									4,0
Closterium quadrum			4,0									
Cosmarium sp.												
Staurastrum sp.											4,0	
Staurastrum sp.*1*												
CHRYSOPHYCEAE												
Dinobryon sp.				4,0				127,5				
OEDOGONIOPHYCEAE												
Oedogonium sp.												4,0
XANTOPHYCEAE												
Xantophyceae N.I			27,9									
RIQUEZA TOTAL (Unidade)	6	6	5	8	5	2	3	6	6	5	5	4
DENSIDADE TOTAL (ind./mL)	59,8	59,8	175,3	1442,2	83,7	8,0	27,9	310,8	171,3	55,8	99,6	35,9

Tabela 2-102 - Lista de espécies, riqueza e densidade (ind./mL) amostrados no inventariamento de comunidades fitoplanctônicas da Mina Morro do Ipê, outubro de 2022 (chuva).

TAXA	PONTOS AMOSTRAIS											
	CHUVA											
	MMI PT01	MMI PT02	MMI PT03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12
BACILLARIOPHYTA												
Achnanthes sp.			15,9		8,0	4,0						
Aulacoseira sp.	8,0											
Cocconeis sp	8,0								8,0			
Cymbella sp			8,0									
Encyonema sp.									4,0			
Eunotia sp		4,0							4,0		4,0	
Fragilaria sp.	12,0		4,0	47,9	8,0							
Fragilaria sp.*1*	4,0											
Frustulia sp.												
Gomphonema gracile			4,0									
Gomphonema sp						4,0			19,9			
Gyrosigma sp.									4,0			
Luticola sp.			8,0						4,0			
Melosira varians												
Navicula sp.	4,0		15,9						4,0			
Navicula nana			4,0									

TAXA	PONTOS AMOSTRAIS											
	CHUVA											
	MMI PT01	MMI PT02	MMI PT03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12
Nitzschia palea	8,0	4,0	19,9	179,3	27,9	8,0	8,0	99,6		12,0	4,0	8,0
Pinnularia sp.									4,0			
Stauroneis sp.									4,0			
CHLOROPHYCEAE												
Actinastrum sp.				19,9								
Ankistrodesmus sp				13,6								
Chlorococcales N.I					19,9							
Chlorococcales N.L												
Chlorophyceae N.I												
Cryptomonas sp.												
Desmodesmus sp.				59,8								
Dictyosphaerium sp				19,9								
Elakatothix sp.	4,0				15,9							
Kirchneriella sp.				27,9								
Messastrum gracile						19,9					8,0	
Monoraphidium griffthii				179,3								
Nephrocytium sp.								956,2				
Pectinodesmus pectinatus				99,6								
Radiococcus planktonicus								4,0				

TAXA	PONTOS AMOSTRAIS											
	CHUVA											
	MMI PT01	MMI PT02	MMI PT03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12
Stauridium tetras				31,9								
Tetraedron gracile				8,0								
Treubaria sp.				19,9				99,6				
CYANOPHYCEAE												
Aphanocapsa holsatica								1115,5				
Pseudanabaena sp.								4,0				
Cyanophyceae N.I												
CRYPTOPHYCEAE												
Cryptomonas sp.								4,0				
DINOPHYCEAE												
Ceratium sp.									8,0			
Peridinium sp.				91,6								
EUGLENOPHYCEAE												
Euglenophyceae N.I												
Euglena sp.				8,0								
Phacus sp.				4,0								
Trachelomonas armata				79,7								
Trachelomonas sp.				1992,0								
ZYGNEMAPHYCEAE												

TAXA	PONTOS AMOSTRAIS											
	CHUVA											
	MMI PT01	MMI PT02	MMI PT03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12
Closterium sp.												
Closterium quadrum												
Cosmarium sp.				4,0								
Staurastrum sp.				4,0				127,5				
Staurastrum sp.*1*								4,0				
CHRYSOPHYCEAE												
Dinobryon sp.												
OEDOGONIOPHYCEAE												
Oedogonium sp.												
XANTOPHYCEAE												
Xantophyceae N.I												
RIQUEZA TOTAL (Unidade)	7	2	8	19	5	4	1	9	10	1	3	1
DENSIDADE TOTAL (ind./mL)	47,8	8,0	79,7	2890,1	79,7	35,9	8,0	2414,3	63,7	12,0	15,9	8,0

Na estação seca (agosto de 2022), a variação na riqueza encontrada entre os locais analisados foi de dois a oito táxons, para os pontos MMI-PT06 e MMI-PT04, respectivamente (**Figura 2-273**). Enquanto no período chuvoso, a variação da riqueza entre os locais avaliados variou de um (MMI-PT07, MMI-PT10 e MMI-PT12) a 19 táxons (PT04) (**Figura 2-274**).

O ponto MMI-PT04, de maior riqueza na malha amostral em ambos os períodos, localiza-se no Córrego Vila Rica. Este ponto amostral apresenta vegetação ripária conservada e é caracterizado por uma grande área alagada de grande profundidade, ou seja, apresenta pouca velocidade de vazão. A característica de ambiente lênticos que este local possui, principalmente associado à entrada de nutrientes (período chuvoso), possibilita a colonização de um maior número de espécies fitoplanctônicas. Em ambos os períodos o grupo Chlorophyceae foi responsável pela maior contribuição na riqueza deste ponto, apresentando quatro táxons no período seco e 10 táxons no período chuvoso.

Os pontos que apresentaram menor riqueza (MMI-PT06, com dois táxons no período de seca; e os pontos MMI-PT07, MMI-PT10 e MMI-PT12, que apresentaram apenas um táxon em cada ponto no período chuvoso) são caracterizados como ambientes lóticos, típicos de riachos de baixa ordem. Dessa forma, a entrada de grande volume de água através do escoamento superficial nesses ambientes durante o período chuvoso se traduz na entrada de sedimentos, que aumentam a turbidez e a velocidade de vazão, diminuindo as condições de estabelecimento das comunidades fitoplanctônicas.

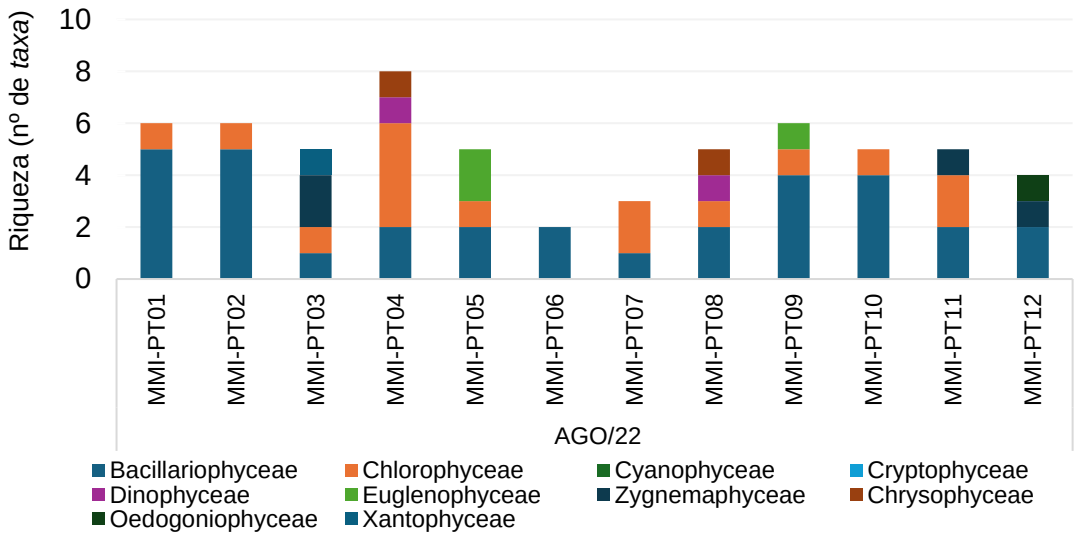


Figura 2-273 - Riqueza de fitoplâncton por ponto amostral na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca).

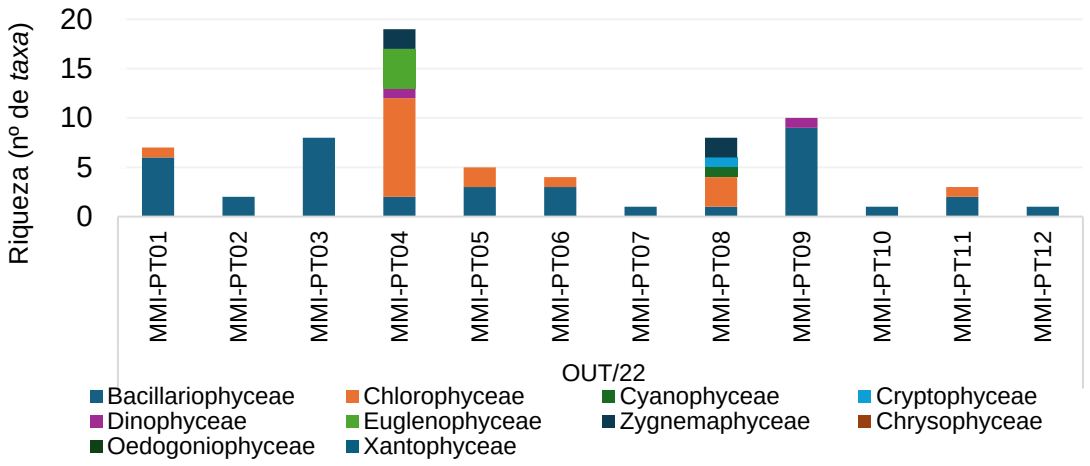


Figura 2-274 - Riqueza de fitoplâncton por ponto amostral na área de influência da Mina Morro do Ipê, outubro de 2022 (chuva).

b) Abundância

A análise quantitativa da comunidade fitoplanctônica é apresentada em termos de densidade (ind./mL) e abundância relativa (%) de cada táxon por ponto amostral e seus resultados são apresentados nas figuras a seguir.

Durante a estação seca (agosto de 2022), a densidade fitoplanctônica foi baixa na maioria dos pontos avaliados, no entanto o ponto MMI-PT04 se destacou em densidade fitoplanctônica. A variação da densidade na malha amostral para o período é de 8,0 ind./mL a 1.442,2 ind./mL, identificados nos pontos amostrais MMI-PT06 e MMI-PT04, respectivamente, seguindo o padrão observado para a riqueza (**Figura 2-275**). Conforme discutido anteriormente o ponto MMI-PT04, apresenta maior tempo de permanência da água, o que é um fator primordial para o crescimento de algas. Dessa forma, as características hidrológicas destes pontos possibilitam a maior abundância observada nos táxons *Chlorococalles* N.I. (223,1 org./mL) e *Nitzschia palea* (1.115,52 org./mL), que impulsionam os valores observados no ponto PT04 para os grupos Chlorophyceae e Bacillariophyceae, respectivamente.

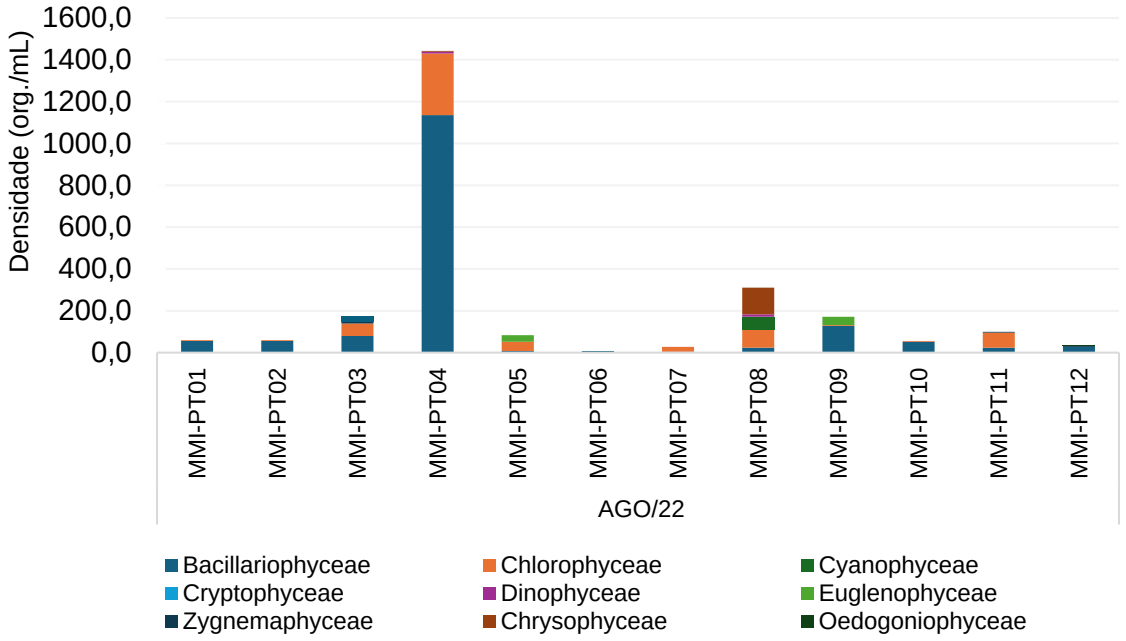


Figura 2-275 - Densidade do fitoplâncton (ind./mL) na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca).

Neste período os grupos Bacillariophyceae e Chlorophyceae foram os principais grupos na composição da comunidade fitoplanctônica amostrada no levantamento realizado. A contribuição relativa de Bacillariophyceae variou de 8 a 100% das comunidades identificadas nos pontos MMI-PT08 e MMI-PT10, respectivamente. Já a contribuição relativa de Chlorophyceae variou de 2% (PT09) a 86% (PT07) nos pontos em que este grupo esteve presente (**Figura 2-276**).

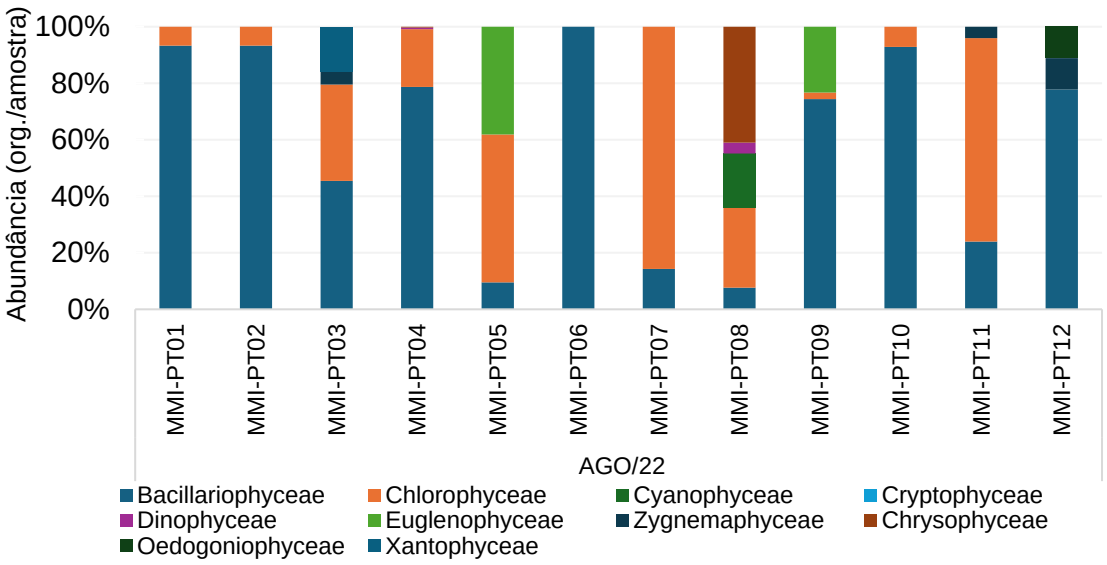


Figura 2-276 – Abundância relativa do fitoplâncton (% org./amostra) na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca).

Já durante o período chuvoso, as densidades foram baixas na maioria dos pontos avaliados. Entretanto, dois pontos amostrais se destacaram com altas densidades fitoplanctônicas, causando uma grande amplitude na variação da densidade observada no período, com valor mínimo de 8,0 ind./mL, identificados nos pontos MMI-PT07 e MMI-PT02, e com valor máximo de 2.890,1 org./mL, identificados em MMI-PT04. O padrão de densidade foi similar ao encontrado ao da riqueza durante o período chuvoso, no entanto, o ponto com a segunda maior riqueza (MMI-PT09) não obteve grandes valores de densidade fitoplanctônica (**Figura 2-277**).

Assim como na campanha anterior, as características hidrológicas de pontos lênticos (MMI-PT04 e MMI-PT08) associados à maior entrada de matéria orgânica e nutrientes que ocorre de forma natural através do escoamento superficial durante o período de chuvas, se mostraram fatores cruciais no crescimento e no estabelecimento das comunidades fitoplanctônicas na área de estudo. Durante este período o táxon *Trachelomonas* sp. obteve a maior densidade observada (1.992,0 ind./mL), impulsionando as densidades observadas pela classe Euglenophyceae no ponto MMI-PT04. Já para o ponto MMI-PT08, os táxons *Aphanocapsa holsatica* (1115,52 org./mL) e *Nephrocytium* sp. (956,2 org./mL) apresentaram a maior contribuição nas densidades observadas de Cyanophyceae e Chlorophyceae, respectivamente.

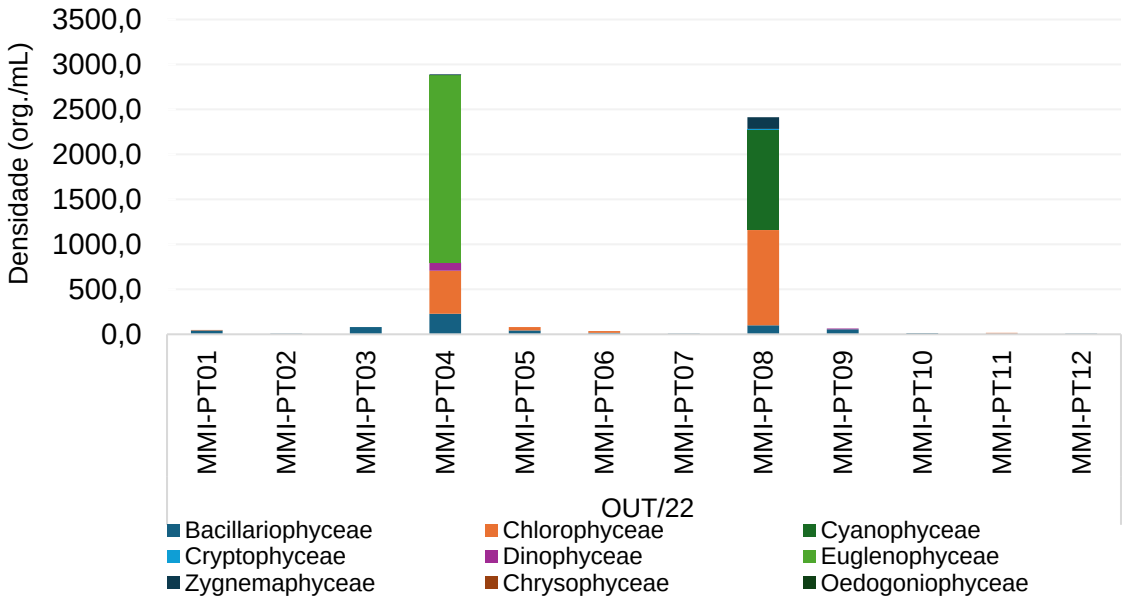


Figura 2-277 - Densidade do fitoplâncton (ind./mL) na área de influência da Mina Morro do Ipê, outubro de 2022 (chuva).

Neste período, os grupos Bacillariophyceae e Chlorophyceae também foram os principais grupos na composição da comunidade fitoplanctônica amostrada no levantamento realizado. A contribuição relativa de Bacillariophyceae variou de 4%

(MMI-PT08) a 100% (MMI-PT02, MMI-PT03, MMI-PT07, MMI-PT10 e MMI-PT12) das comunidades identificadas. Já a contribuição relativa de Chlorophyceae variou de 8% (MMI-PT01) a 56% (MMI-PT06) nos pontos em que este grupo esteve presente (**Figura 2-278).**

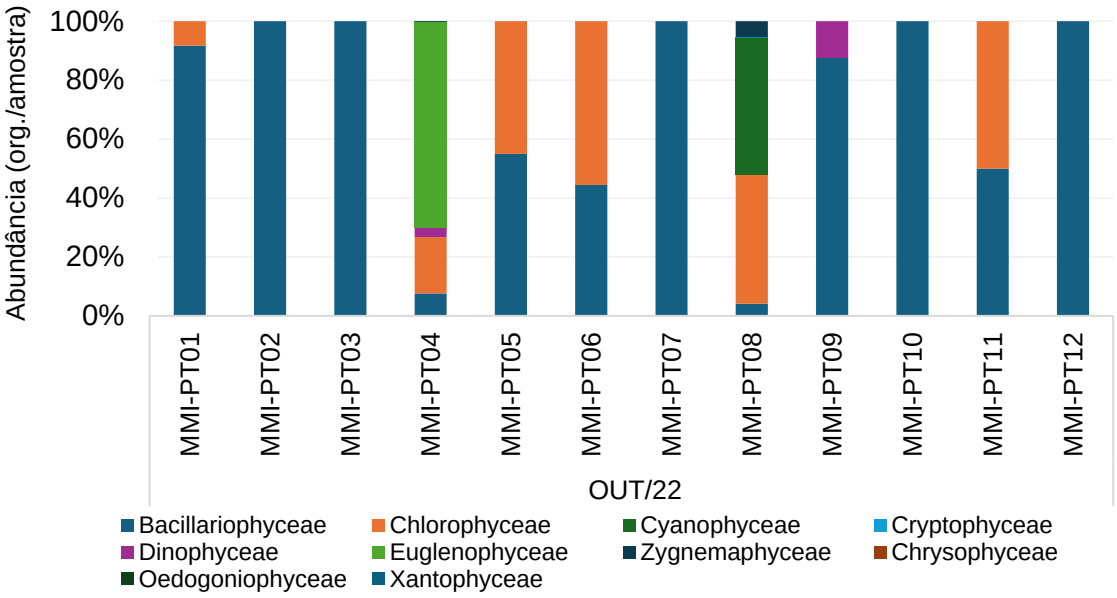


Figura 2-278 - Abundância relativa do fitoplâncton (% org./amostra) na área de influência da Mina Morro do Ipê, outubro de 2022 (chuva).

Em relação à distribuição espacial, durante o período de seca verifica-se pela **Tabela 2-103** que a maioria dos táxons encontrados nas amostras apresentaram 8% de frequência de ocorrência, ou seja, foram encontradas somente em um ponto amostral. No entanto, *Navicula* sp. apareceu em 75% dos pontos avaliados durante este período, seguidas por *Messastrum gracile*, presentes em 50% dos pontos amostrados. Já no período chuvoso, a maioria dos táxons também estiveram presentes em apenas um ponto amostral, performando frequência de ocorrência de 8%. Contudo, é possível observar a predominância do táxon *Nitzschia palea*, que esteve presente em 92% dos pontos amostrados neste período (**Tabela 2-104**).

Algumas espécies do gênero *Navicula* e organismos da espécie *Nitzschia palea* foram relacionadas à ambientes com baixas concentrações de oxigênio dissolvido, e maiores valores de temperatura, nitrato, DBO, fósforo total e pH, o que faz com que esses organismos sejam considerados resistentes à poluição orgânica (Vidal, 2019).

Tabela 2-103 - Distribuição espacial do fitoplâncton na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto (seca) de 2022.

TAXA	PONTOS AMOSTRAIS												%FO
	SECA												
	MMI PT01	MMI PT02	MMI PT03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12	
BACILLARIOPHYTA													-
Achnanthes sp.	X	X								X			25%
Aulacoseira sp.													0%
Cocconeis sp.									X				8%
Cymbella sp.													0%
Encyonema sp.										X			8%
Eunotia sp.	X	X				X		X					33%
Fragilaria sp.	X	X									X		25%
Fragilaria sp.*1*													0%
Frustulia sp.				X									8%
Gomphonema gracile													0%
Gomphonema sp.						X			X			X	25%
Gyrosigma sp.													0%
Luticola sp.													0%
Melosira varians								X					8%
Navicula sp.	X	X	X		X		X		X	X	X	X	75%
Navicula nana													0%

TAXA	PONTOS AMOSTRAIS												%FO
	SECA												
	MMI PT01	MMI PT02	MMI PT03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12	
Nitzschia palea				X	X				X	X			33%
Pinnularia sp.	X	X											17%
Stauroneis sp.													0%
CHLOROPHYCEAE													-
Actinastrum sp.													0%
Ankistrodesmus sp													0%
Chlorococcales N.I										X			8%
Chlorococcales N.L				X			X	X					25%
Chlorophyceae N.I					X								8%
Cryptomonas sp.				X									8%
Desmodesmus sp.				X									8%
Dictyosphaerium sp.													0%
Elakatothix sp.													0%
Kirchneriella sp.													0%
Messastrum gracile	X	X	X				X		X		X		50%
Monoraphidium griffthii											X		8%
Nephrocytium sp.													0%
Pectinodesmus pectinatus													0%

TAXA	PONTOS AMOSTRAIS												%FO
	SECA												
	MMI PT01	MMI PT02	MMI PT03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12	
Radiococcus planktonicus													0%
Stauridium tetras				X									8%
Tetraedron gracile													0%
Treubaria sp.													0%
CYANOPHYCEAE													-
Aphanocapsa holsatica													0%
Pseudanabaena sp.													0%
Cyanophyceae N.I								X					8%
CRYPTOPHYCEAE													-
Cryptomonas sp.													0%
DINOPHYCEAE													-
Ceratium sp.								X					8%
Peridinium sp.				X									8%
EUGLENOPHYCEAE													-
Euglenophyceae N.I					X								8%
Euglena sp.									X				8%
Phacus sp.													0%
Trachelomonas armata													0%

TAXA	PONTOS AMOSTRAIS												%FO
	SECA												
	MMI PT01	MMI PT02	MMI PT03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12	
Trachelomonas sp.					X								8%
ZYGNEMAPHYCEAE													-
Closterium sp.			X									X	17%
Closterium quadrum			X										8%
Cosmarium sp.													0%
Staurastrum sp.											X		8%
Staurastrum sp.*1*													0%
CHRYSOPHYCEAE													-
Dinobryon sp.				X				X					17%
OEDOGONIOPHYCEAE													-
Oedogonium sp.												X	8%
XANTOPHYCEAE													-
Xantophyceae N.I			X										8%

Tabela 2-104 - Distribuição espacial do fitoplâncton na área de influência da Mina Morro do Ipê, outubro (chuva) de 2022.

TAXA	PONTOS AMOSTRAIS												%FO
	CHUVA												
	MMI PT01	MMI PT02	MMI PT03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12	
BACILLARIOPHYTA													-
Achnanthes sp.			X		X	X							25%
Aulacoseira sp.	X												8%
Cocconeis sp.	X								X				17%
Cymbella sp.			X										8%
Encyonema sp.									X				8%
Eunotia sp.		X							X		X		25%
Fragilaria sp.	X		X	X	X								33%
Fragilaria sp.*1*	X												8%
Frustulia sp.													0%
Gomphonema gracile			X										8%
Gomphonema sp.						X			X				17%
Gyrosigma sp.									X				8%
Luticola sp.			X						X				17%
Melosira varians													0%

TAXA	PONTOS AMOSTRAIS												%FO
	CHUVA												
	MMI PT01	MMI PT02	MMI PT03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12	
Navicula sp.	X		X						X				25%
Navicula nana			X										8%
Nitzschia palea	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	92%
Pinnularia sp.									X				8%
Stauroneis sp.									X				8%
CHLOROPHYCEAE													-
Actinastrum sp.				X									8%
Ankistrodesmus sp.				X									8%
Chlorococcales N.I					X								8%
Chlorococcales N.L													0%
Chlorophyceae N.I													0%
Cryptomonas sp.													0%
Desmodesmus sp.				X									8%
Dictyosphaerium sp.				X									8%

TAXA	PONTOS AMOSTRAIS												%FO
	CHUVA												
	MMI PT01	MMI PT02	MMI PT03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12	
Elakatothix sp.	X				X								17%
Kirchneriella sp.				X									8%
Messastrum gracile						X					X		17%
Monoraphidium griffthii				X									8%
Nephrocytium sp.								X					8%
Pectinodesmus pectinatus				X									8%
Radiococcus planktonicus								X					8%
Stauridium tetras				X									8%
Tetraedron gracile				X									8%
Treubaria sp.				X				X					17%
CYANOPHYCEAE													-
Aphanocapsa holsatica								X					8%
Pseudanabaena sp.								X					8%

TAXA	PONTOS AMOSTRAIS												%FO
	CHUVA												
	MMI PT01	MMI PT02	MMI PT03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12	
Cyanophyceae N.I													0%
CRYPTOPHYCEAE													-
Cryptomonas sp.								X					8%
DINOPHYCEAE													-
Ceratium sp.									X				8%
Peridinium sp.				X									8%
EUGLENOPHYCEAE													-
Euglenophyceae N.I													0%
Euglena sp.				X									8%
Phacus sp.				X									8%
Trachelomonas armata				X									8%
Trachelomonas sp.				X									8%
ZYGNEMAPHYCEAE													-
Closterium sp.													0%

TAXA	PONTOS AMOSTRAIS												%FO
	CHUVA												
	MMI PT01	MMI PT02	MMI PT03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12	
Closterium quadrum													0%
Cosmarium sp.				X									8%
Staurastrum sp.				X				X					17%
Staurastrum sp.*1*								X					8%
CHRYSOPHYCEAE													-
Dinobryon sp.													0%
OEDOGONIOPHYCEAE													-
Oedogonium sp.													0%
XANTOPHYCEAE													-
Xantophyceae N.I													0%

c) Índices de Diversidade

Durante o período de seca (agosto de 2022) os maiores valores de diversidade foram observados nos pontos MMI-PT09 e MMI-PT10, que apresentaram valor de 0,7 bits/ind., enquanto o menor valor foi observado no ponto MMI-PT06, obtendo 0,23 bits/ind. Neste período os valores de equitabilidade variaram entre 0,17 (MMI-PT04) e 0,38 (MMI-PT01 e MMI-PT02). No período chuvoso (outubro de 2022) os pontos MMI-PT07, MMI-PT10 e MMI-PT12 não foram avaliados pela ausência de organismos ou pela presença de apenas um táxon. Portanto, durante a campanha chuvosa os valores de diversidade variaram entre 0,9 bits/ind. (MMI-PT09) a 0,3 bits/ind. (MMI-PT02) e a equitabilidade variou entre 0,21 (MMI-PT04) e 0,43 (MMI-PT02) (**Tabela 2-105**).

Tabela 2-105 - Diversidade e equitabilidade calculadas por pontos amostrais durante as campanhas de inventariamento das comunidades hidrobiológicas, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022.

PONTOS	DIVERSIDADE		EQUITABILIDADE	
	SECA	CHUVA	SECA	CHUVA
MMI - PT 01	0,69	0,8	0,38	0,42
MMI - PT 02	0,69	0,3	0,38	0,43
MMI - PT 03	0,52	0,8	0,32	0,4
MMI - PT 04	0,38	0,63	0,17	0,21
MMI - PT 05	0,51	0,65	0,37	0,4
MMI - PT 06	0,23	0,5	0,21	0,36
MMI - PT 07	0,35	-	0,31	-
MMI - PT 08	0,6	0,52	0,3	0,24
MMI - PT 09	0,7	0,9	0,4	0,39
MMI - PT 10	0,7	-	0,3	-
MMI - PT 11	0,5	0,45	0,3	0,41
MMI - PT 12	0,4	-	0,3	-

d) Suficiência Amostral

A suficiência amostral foi avaliada através das curvas de rarefação do N (riqueza observada) em relação a estimativas de riqueza para a área (JackKnife 1) acumulados em decorrência dos pontos amostrais (**Figura 2-279**). Durante as campanhas realizadas na área a curva apresentou leve tendência de estabilização, contudo, o número de espécies observadas não atingiu a variação do número de espécies estimadas. Até o momento foram registradas cerca de 65% das espécies estimadas sugerindo que a amostragem foi relativamente satisfatória.

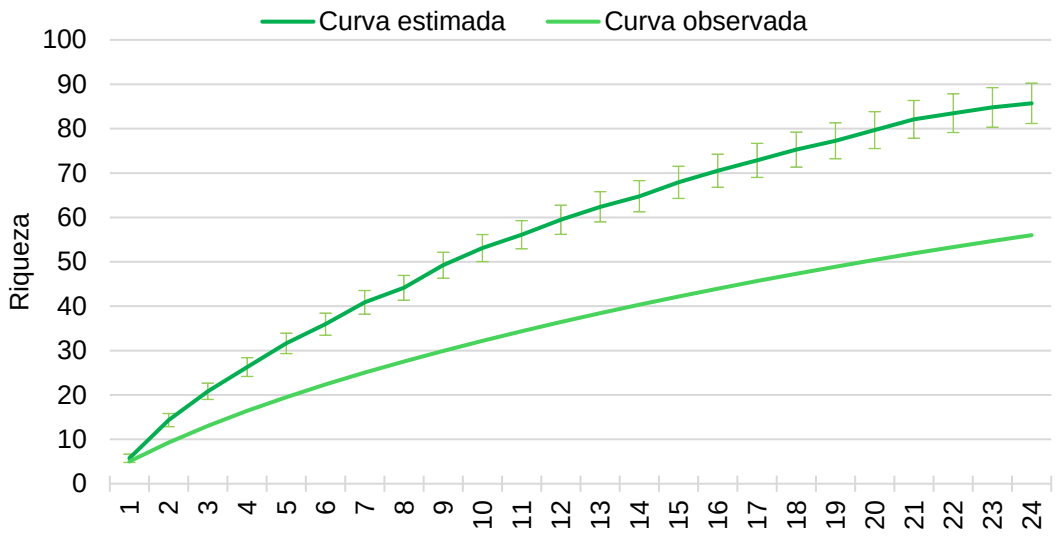


Figura 2-279 - Estimativa da riqueza na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022.

e) Importância Biológica da Área de Estudo

A ADA do empreendimento em tela, se aproxima aos limites de duas áreas de proteção ambiental: a APA Municipal Igarapé que está à oeste da área diretamente afetada, aproximadamente a 1,00 Km de distância e a RPPN – Inhotim que se encontra à leste do empreendimento, aproximadamente a 4,00 Km. A vertente sul da ADA faz divisa com as áreas de proteção especial APE Estadual bacia hidrográfica do rio Manso.

Os cursos d'águas avaliados são enquadrados em Classe 1 e, de acordo com a Resolução CONAMA Nº 357/2005, o valor permitido para a concentração de cianobactérias é de 20.000 céls./mL. Dessa forma, a manutenção da qualidade da água nestes ambientes deve garantir os usos múltiplos de suas águas.

f) Formas e Uso do Habitat e Processos Ecossistêmicos

Os cursos d'água avaliados no levantamento das comunidades hidrobiológicas na área de interesse da Mina Morro do Ipê apresentam grande heterogeneidade ambiental, possibilitando diferentes potenciais para o crescimento e estabelecimento das comunidades fitoplanctônicas avaliadas. Grande parte dos ambientes amostrados neste estudo demonstram características típicas de riachos de baixa ordem, onde a partir da pouca profundidade e da maior velocidade de vazão, não são ideais para o estabelecimento e o crescimento de um grande número de organismos fitoplanctônicos. No entanto, maior atenção deve ser dada aos ambientes de menor velocidade hídrica. Uma vez que as suas características morfológicas são propícias para o estabelecimento de diversos táxons, a maior entrada de nutrientes apresenta potenciais danosos para a qualidade desses ambientes, principalmente devido à presença de cianobactérias. Dessa forma, a manutenção das boas condições físico-

químicas dos cursos d'água da região é um importante fator no controle biológico destes organismos, visando a mitigação dos impactos causados pela produção de cianotoxinas à fim de garantir os diversos usos dos recursos hídricos da região.

g) Espécies Ameaçadas de Extinção

A partir dos dados primários amostrados durante as duas campanhas não foram registradas espécies ameaçadas ou protegidas por legislação Federal e Estadual (MMA, 2022, COPAM, 2010).

h) Espécies Raras e de Interesse Científico

Muitas algas são comumente utilizadas pela comunidade científica devido ao grande potencial desses organismos como biorremediadores ambientais ou ainda, como fonte de biodiesel. Neste estudo, os táxons *Cymbella* sp*. e Pinnularia sp.* foram identificados como organismos avaliados como potenciais biorremediadore*s* (DING et al., 2018; CHAUTON et al., 2015)*.* Adicionalmente os táxons *Gyrosigma sp., Nitzea palea, Desmodesmus* sp.*, Dictyosphaerium* sp.*, Kirchneriella* sp*. t*ambém são estudados pela grande produção de lipídeos e, consequentemente como fontes de biodiesel (OPUTE et al, 1974; GOVIDAN et al, 2020; FRAMPTON et al., 2012). Ademais, estudos envolvendo o táxon *Navicula* sp. demonstram que estes organismos apresentam grande capacidade antioxidante de polissacarídeos sulfatados, além de serem capazes de degradar metabólitos de ibuprofeno e, ainda podem ser utilizados como fontes potenciais para a produção de biodiesel (FIMBRES-OLIVARRIA, 2018). Por fim, alguns estudos identificam *Ankistrodesmus* sp*. e Desmodesmus* sp. como capazes de serem utilizados como bio-floculantes em ambientes aquáticos (LANANAN, 2016).

i) Espécies Cinegéticas e de Interesse Econômico

As espécies pertencentes ao gênero *Ceratium, Aphanocapsa e Pseudanabaena* possuem interesse econômico, uma vez que suas florações podem ser prejudiciais ao abastecimento e tratamento de água.

j) Espécies Exóticas ou Potencialmente Danosas

A comunidade fitoplanctônica carece de estudos referente a distribuição e ecologia dos organismos, bem como o seu enquadramento como exótico, endêmico ou nativo e seu *status* de conservação. *Ceratium* sp. foi única espécie registrada no presente diagnóstico que é considerada explicitamente como invasora nos ecossistemas lacustres da América do Sul. Este gênero apresenta organismos dinoflagelados potencialmente causadores de florações danosas, acarretando consequências para o ecossistema natural bem como aos seres humanos. Segundo Roriz e colaboradores (2019), as florações de *Ceratium* podem alterar a comunidade de zooplâncton, causar

mortandade de peixes e invertebrados além de auxiliar no esgotamento de recursos e de oxigênio. Além disso, florações de *Ceratium* causam sabor e odor a água, levando a complicações no sistema de abastecimento e de tratamento de água, uma vez que o tratamento convencional não é adequado para altas densidades desse organismo, podendo causar entupimento de filtros e interromper os processos de coagulação, floculação e sedimentação.

Ademais, gêneros de cianobactérias capazes de produzir toxinas foram identificados nos dados primários. O gênero *Aphanocapsa* é cosmopolita, mas algumas espécies apresentam preferências ecológicas e distribuição em ambientes restritos, porém, desenvolvem-se bem em ambientes eutrofizados e são capazes de produzir hepatotoxinas. Contudo, uma mesma espécie de cianobactéria pode apresentar linhagens tóxicas ou não-tóxicas. Os fatores que determinam se uma floração de cianobactérias será tóxica ou não ainda não são bem compreendidos. Essa variabilidade pode ser decorrente de diferenças genéticas de cepas da mesma espécie, ou ainda da influência de diferentes fatores ambientais sobre a produção de toxinas. Estes organismos apresentam comportamento colonial, com espécies principalmente planctônicas (BICUDO; MENEZES, 2006; FRANCESCHINI *et al.*, 2010). Já o gênero *Pseudanabaena* também é amplamente distribuído e ocorre em diversos ambientes aquáticos eutrofizados (ACINAS *et al.*, 2009). Algumas de suas espécies são cosmopolitas e encontradas comumente em comunidades planctônicas, perifíticas ou bentônicas, em ambientes aquáticos oligotróficos, mesotróficos ou eutróficos. Outras espécies crescem em solo ou em associação com rotíferos planctônicos coloniais ou ainda em mucilagem de outras algas (FRANCESCHINI *et al.*, 2010). No Brasil, existem poucas referências sobre a toxicidade de organismos deste gênero. Dois estudos utilizando *P. galeata*, administrados por via oral e intraperitoneal a camundongos observaram que os sinais de intoxicação e lesões causados por estes organismos eram diferentes dos causados pelas cianotoxinas já conhecidas (CUNHA *et al.*, 2010, PÍPOLE *et al.*, 2010).

k) Espécies Anuais ou Migratórias e Sítios Reprodutivos

Não foram identificados táxons que se enquadrem nas referidas classificações.

l) Espécies Indicadoras de Qualidade Ambiental

Na **Tabela 2-106** apresentam-se as espécies indicadoras de qualidade ambiental identificadas neste estudo e o tipo de ambiente que indicam. As informações de indicação de qualidade ambiental devem ser interpretadas com cautela devido à falta de estudos que permitam que se estabeleça um consenso a respeito do uso de cada espécie como bioindicadoras. Ademais, também se ressalta que uma mesma espécie pode indicar um gradiente de condições ambientais devido as condições regionais experimentadas (*i.e.* diferenças entre ambientes tropicais e temperados). Sendo assim, é comum encontrar pesquisas divergentes em relação aos bioindicadores e suas preferências ecológicas. Dessa forma, a presença de espécies bioindicadoras

não deve ser avaliada como determinante para a qualidade ambiental, devendo-se avaliar conjuntamente as comunidades amostradas (*i.e.* fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos) e os parâmetros físico-químicos analisados.

Tabela 2-106- Espécies indicadoras de qualidade ambiental amostradas no levantamento de comunidades hidrobiológicas da Mina Morro do Ipê, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022.

TÁXON	INDICAÇÃO	REFERÊNCIA
Frustulia sp.	Ambientes ácidos, gênero comum em riachos de cabeceira	Silver e Baskette, 2004; Blinn e Poff, 2005
Gomphonema gracile	Ambientes de pH neutros e mesotróficos	Vam Dam et al., 1994
Navicula sp.	Ambientes oligo-mesotróficos	Cordeiro-Araújo, 2010
Pinnularia sp.	Ambientes ácidos e oligotróficos	Pereira et al., 2012
Ceratium sp.	Preferência por ambientes enriquecidos por nutrientes	Cavalcante et al., 2016
Trachelomonas armata	Ambientes de pH ácido a neutros, ricos em ferro e manganês e matéria orgânica	Alves-da-Silva et al., 2013; Guiry e Guiry, 2017.
Nitzschia palea	Ambientes oligo-mesotróficos	Vidal, 2019

2.6.6.3.5 CONCLUSÃO FITOPLÂNCTON

De acordo com os dados pretéritos avaliados, para a bacia do rio Paraopeba são conhecidas cerca de 152 *taxa* fitoplanctônicos distribuídos em 10 classes: diatomáceas (Bacillariophyceae), clorofíceas (Chlorophyceae), criptofíceas (Cryptophyceae), crisofíceas (Chrysophyceae), cianobactérias (Cyanophyceae), dinoflagelados (Dinophyceae), euglenas (Euglenophyceae), Oedogoniophyceae, Rhodophyceae e desmídias (Zygnematophyceae) (AMPLO, 2017). Neste trabalho, foram encontrados 56 táxons, que também foram distribuídos em 10 classes (Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Cryptophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Zygnemaphyceae, Chrysophyceae, Oedogoniophyceae e Xantophyceae), representando quase 37% da comunidade fitoplanctônica total inventariada para esta região. De acordo com o levantamento primário, 21 das 56 espécies também foram identificadas em estudos pretéritos.

A área avaliada está localizada em um mosaico que a matriz predominante da paisagem é composta por empreendimentos minerários, pequenas manchas urbanas e propriedades rurais. De uma forma geral, na área de estudo, as microbacias podem

ser caracterizadas pelas condições do uso do solo da área de entorno. Algumas microbacias da vertente norte, possuem o uso do solo bem intensificado com presença de barramentos para a formação de barragens de rejeito e captação, seja para a mineração seja para o uso agrícola. Passivos ambientais relacionadas aos acessos e estradas que tangem os corpos d'água sem intervenções de engenharia, presença de efluentes e degradação da mata ciliar também estão presentes. Outras microbacias, como as da vertente sul, apresentam padrão mais conservado com o uso do solo com intensidade mais baixa e que embora sejam observados processos erosivos nos corpos d'água, há a maior preservação da vegetação ciliar. Tais características referentes ao uso do solo na área de estudo e *status* de conservação da área de entorno demonstram a diversidade do grau de qualidade ambiental dos diferentes cursos d'águas.

Táxons de cianotoxinas potencialmente danosas foram levantadas a partir dos dados amostrados neste trabalho. Durante os períodos avaliados, os gêneros *Aphanocapsa*, *Pseudanabaena* e o táxon Cyanophyceae N.I. foram amostrados apenas no ponto MMI-PT08, localizado em curso d'água de toponímia desconhecida, afluente da margem esquerda do Rio Manso. Este local é enquadrado como Classe 1, dessa forma a Resolução CONAMA nº357/2005 estabelece que o valor máximo permitido para a concentração de cianobactérias é de 20.000 céls/mL. Diante disto, nos períodos de coleta deste estudo, a concentração destes organismos neste ponto amostral apresentou o valor máximo de 1.119,5 céls/mL durante o período chuvoso, não ultrapassando o valor máximo estabelecido pela legislação vigente.

Não foram observadas alterações bruscas de riqueza e densidade de acordo com a sazonalidade. De forma geral, com exceção dos pontos lênticos, em toda a área de estudo observou-se escores baixos destes índices. Tais valores certamente estão relacionados ao porte das drenagens avaliadas e a baixa frequência amostral. Contudo, estudos pretéritos demonstram que a área apresenta características ambientais heterogêneas que possibilitam a ocorrência de amplo espectro de espécies. Dessa forma, para melhor apuração das condições ecológicas das comunidades fitoplanctônicas presentes nas diferentes drenagens a área do empreendimento recomenda-se a continuidade do estudo a respeito das comunidades hidrobiológicas.

2.6.6.3.6 DADOS PRIMÁRIOS (ZOOPLÂNCTON)

a) Riqueza e Diversidade

Na área de estudo, levando em consideração as duas campanhas realizadas foram registradas 42 *taxas* pertencentes a três divisões: Protozoa (16 táxons), Rotifera (17 táxons) e Crustacea (nove táxons). De maneira geral, os grupos mais representativos durante a toda a campanha avaliada foram Rotifera, que representou 39% de toda a malha amostral e Protozoa, representando 35% da riqueza encontrada na área de estudo da Mina Morro do Ipê (**Figura 2-280** e **Tabela 2-98**).

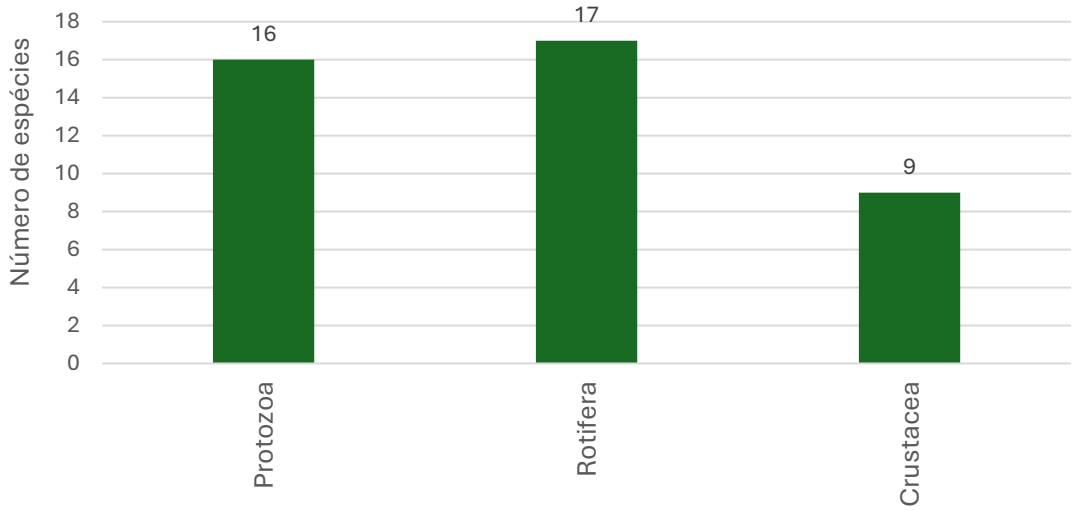


Figura 2-280 - Composição da comunidade durante o inventariamento da comunidade zooplanctônica da Mina Morro do Ipê, janeiro e abril de 2023.

Tabela 2-107 - Espécies da comunidade zoooplanctônica registradas durante as campanhas de inventariamento das comunidades hidrobiológicas da Mina Morro do Ipê, janeiro (chuva) e abril (seca) de 2023.

GRUPO	ORGANISMO	AUTOR	NOME POPULAR	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	CINEGÉTICA	STATUS		
								COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Protozoa	*Arcella conica*	Playfair, 1918	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Arcella dentata	Ehrenberg, 1838	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Arcella hemisphaerica	Perty, 1852	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Arcella vulgaris	Ehrenberg, 1832	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Arcella sp.	Ehrenberg, 1832	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Centropyxis aculeata	Stein, 1859	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Centropixys ecornis	Leidy, 1879	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Cyclopyxis impressa	Deflandre, 1929	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Cyclopyxis kahli	Deflandre, 1929	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Difflugia corona	Wallich, 1864	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Difflugia cylindrus	Thomas, 1953	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Difflugia litophila	(Penard, 1890) Gauthier & Lièvre, 1958	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-

GRUPO	ORGANISMO	AUTOR	NOME POPULAR	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	CINEGÉTICA	STATUS		
								COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
	Difflugia limnetica	(Levander, 1900) Penard, 1902	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Difflugia sp.	Leclerc, 1815	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Difflugia sp. 1	Leclerc, 1815	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Lesquereusia spiralis	Dai	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
Rotifera	*Bdelloidea NI*	Hudson, 1884	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Ascomorpha sp.	Perty, 1850	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Brachionus sp.	Pallas, 1766	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Brachionus falcatus	Zacharias, 1898	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Brachionus quadridentatus	Hermann, 1783	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Collotheca sp.	Harring, 1913	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Notholca sp.	Gosse, 1886	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Kellicottia longispina	Kellicott, 1879	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Keratella valga	(Ehrenberg, 1834)	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-

GRUPO	ORGANISMO	AUTOR	NOME POPULAR	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	CINEGÉTICA	STATUS		
								COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
	Keratella cochlearis	(Gosse, 1851)	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Platyias leloupi	Gillard, 1967	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Platyias quadricornis	(Ehrenberg, 1832)	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Plationus patulus	(Müller, 1786)	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Polyarthra vulgaris	Carlin, 1943	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Lecane sp.	Nitzsch, 1827	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Lepadella sp.	Bory de St. Vincent, 1826	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Trichocerca sp.	Lamarck, 1801	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
Crustacea	Nauplii de Calanoida	Sars, 1903	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Diaphanosoma sp.	Fischer, 1850	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Bosmina longirostris	(O.F.Müller, 1776)	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Bosmina sp.	Baird, 1845	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Ilyocryptus sp.	G.O.Sars, 1861	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-

GRUPO	ORGANISMO	AUTOR	NOME POPULAR	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	CINEGÉTICA	STATUS		
								COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
	Cyclopoida NI	Burmeister, 1834	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Nauplii de Cyclopoida	Burmeister, 1834	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Copepodito	Burmeister, 1834	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-
	Parastenocarididae	Chappuis, 1940	-	Rede de plâncton (0.25µm)	Quantitativo	-	-	-	-	-

Legenda: Não se aplica; N.I: Não identificado.

A campanha realizada em janeiro de 2023 (chuva) registrou a ocorrência de 17 táxons distribuídos em três divisões Protozoa (oito táxons), Rotifera (seis táxons) e Crustacea (três táxons). Já durante a campanha realizada no período de seca (abril de 2023) foram registrados 31 táxons, também distribuídos nas três divisões: Protozoa (11 táxons), Rotifera (11 táxons) e Crustacea (oito táxons). A participação de cada divisão na composição sazonal da riqueza do zooplâncton é mostrada na **Figura 2-281**.

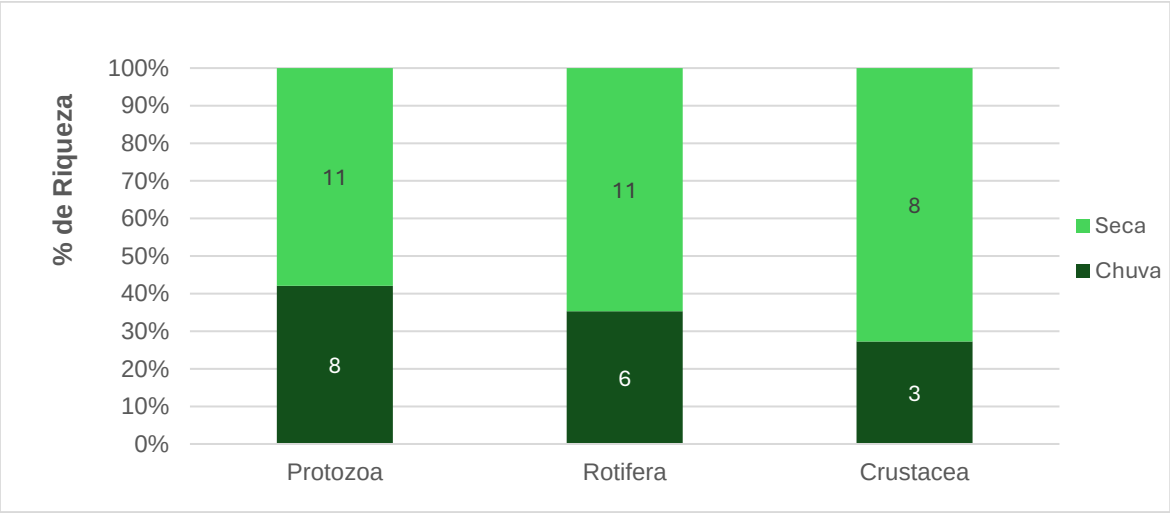


Figura 2-281 -Composição da comunidade zooplanctônica na área de influência da Mina de Morro do Ipê, janeiro de 2023 (chuva) e abril de 2023 (seca).

A presença expressiva de organismos do filo Protozoa pode ser relacionada com as adaptações desse grupo, que são considerados ainda generalistas e oportunistas (ESTEVES, 2011). Esse grupo é muito importante na transferência de energia da cadeia trófica, se alimentando de fitoplâncton e bactérias e servindo de alimento para outros organismos zooplanctônicos. Em ambientes ricos em matéria orgânica, esses organismos são cruciais no consumo de bactérias, além de serem eficientes no que diz respeito a reciclagem de nutrientes, como fósforo e outros nutrientes essenciais. Neste monitoramento, Protozoa foi o grupo mais representativo, sendo identificado em 47% e 36% das comunidades amostradas durante o período de chuva (janeiro/23) e seca (abril/23), respectivamente.

De maneira geral, rotíferos são muito diversificados em sua forma e estruturas. A maioria dos organismos pertencentes a este grupo é livre natante, mas também há formas sésseis e alguns parasitas. Assim, os rotíferos habitam os mais variados corpos de água, sendo a maioria de água doce. Possuem grande sucesso ecológico graças às suas adaptações reprodutivas, onde apresentam um curto tempo de geração e reprodução principalmente partenogenética, sendo assim organismos oportunistas. Neste monitoramento este grupo foi o segundo mais representativo, equivalendo de 35% a 39% da comunidade total amostrada durante as campanhas de chuva (janeiro/23) e seca (abril/23), respectivamente.

Por fim, O grupo Crustacea foi o menos representativo. Este grupo é composto por cladóceros e copépodes. Os cladóceros são crustáceos da classe Branchiopoda (ordem Cladocera), e possuem entre 0,2 e 3mm de comprimento. São em sua maioria, de água doce. A maioria de organismos deste grupo apresentam hábito rastejador ou bentônico na região litorânea de lagos e reservatórios, mas também há famílias tipicamente planctônicas. As espécies bentônicas são raspadoras, se alimentando da matéria orgânica de plantas, sedimentos, já as espécies planctônicas são filtradoras se alimentando de fitoplâncton, bactérias, detritos. Já A classe Copepoda é a maior e mais diversificada entre os crustáceos. Os copépodos são importantes como elo de ligação na cadeia trófica, sendo assim importantes na condução do fluxo de energia e produtividade secundária. Podem ser utilizados como bioindicadores, sendo bastante conhecida a proporção Calanoida/Cyclopoida como um indicador de estado trófico, onde no geral quanto maior a quantidade de Cyclopoida, mais eutrófico é o ambiente (DUSSART & DEFAYE, 1995; SUÁREZ-MORALEZ et al., 1999).

Nas tabelas a seguir (**Tabela 2-108** e **Tabela 2-109**) estão a síntese da comunidade zooplanctônica, os táxons registrados nas localidades avaliadas nas duas campanhas de campo, a abundância (ind./amostra) de cada táxon por ponto amostral, a riqueza e densidade total por ponto amostral.

Tabela 2-108 - Lista de espécies, riqueza abundância (ind/mL) amostrados no inventariamento de comunidades zooplanctônicas da Mina Morro do Ipê, janeiro de 2023 (chuva).

Taxa	Pontos amostrais											
	Chuva											
	MMIPT01	MMIPT02	MMIPT03	MMIPT04	MMIPT05	MMIPT06	MMIPT07	MMIPT08	MMIPT09	MMIPT10	MMIPT11	MMIPT12
PROTOZOA												
Arcella conica												
Arcela dentata					1,0							
Arcella hemisphaerica				3,0								
Arcella vulgaris			1,0	1,0		7,0						
Arcella sp.	1,0			3,0		2,0						
Centropyxis aculeata	1,0		6,0					1,0				
Centropixys ecornis												
Cyclopyxis impressa												
Cyclopyxis kahli												
Difflugia corona				15,0								
Difflugia cylindrus												

Taxa	Pontos amostrais											
	Chuva											
	MMIPT01	MMIPT02	MMIPT03	MMIPT04	MMIPT05	MMIPT06	MMIPT07	MMIPT08	MMIPT09	MMIPT10	MMIPT11	MMIPT12
Difflugia litophila												
Difflugia limnetica												
Difflugia sp.	1,0			3,0	1,0							
Difflugia sp. 1				6,0								
Lesquereusia spiralis												
ROTIFERA												
Bdelloidea NI					9,0			5,0				3,0
Ascomorpha sp.												
Brachionus sp.												
Brachionus falcatus												
Brachionus quadridentatus					1,0							
Collotheca sp.												
Notholca sp.												
Kellicottia longispina												
Keratella valga												
Keratella cochlearis												
Platyias leloupi												
Platyias quadricornis						3,0						
Plationus patulus												
Polyarthra vulgaris				6,0								
Lecane sp.												
Lepadella sp.			1,0	3,0	8,0			4,0				
Trichocerca sp.				3,0								
CRUSTACEA												
Calanoida (Nauplii)												
Diaphanosoma sp.												
Bosmina longirostris												
Bosmina sp.												
Ilyocryptus sp.												
Cyclopoida NI				21,0	7,0	3,0						

Taxa	Pontos amostrais											
	Chuva											
	MMIPT01	MMIPT02	MMIPT03	MMIPT04	MMIPT05	MMIPT06	MMIPT07	MMIPT08	MMIPT09	MMIPT10	MMIPT11	MMIPT12
Cyclopoida/Copepoda (Nauplii)				37,0	6,0	5,0		3,0	3,0			
Cyclopoida (Copepodito)				19,0	10,0	2,0						
Parastenocarididae												
RIQUEZA TOTAL (Unidade)	3	0	3	12	8	6	0	4	1	0	0	1
ABUNDÂNCIA TOTAL (ind./amostra)	3,00	0,00	8,00	120,00	43,00	22,00	0,00	13,00	3,00	0,00	0,00	3,00

Tabela 2-109 - Lista de espécies, riqueza e densidade (ind./mL) amostrados no inventariamento de comunidades zooplanctônicas da Mina Morro do Ipê, abril de 2023 (seca).

Taxa	Pontos amostrais											
	Seca											
	MMIPT01	MMIPT02	MMIPT03	MMIPT04	MMIPT05	MMIPT06	MMIPT07	MMIPT08	MMIPT09	MMIPT10	MMIPT11	MMIPT12
PROTOZOA												
Arcella conica		2,0			1,0							
Arcela dentata												
Arcella hemisphaerica	3,0			1,0	2,0		1,0	1,0			1,0	1,0
Arcella vulgaris												
Arcella sp.												
Centropyxis aculeata	9,0	3,0	6,0		2,0	2,0		2,0		1,0	3,0	2,0
Centropixys ecornis		1,0	2,0						1,0			
Cyclopyxis impressa	2,0											
Cyclopyxis kahli	5,0	1,0										
Difflugia corona	3,0											
Difflugia cylindrus	1,0											
Difflugia litophila	1,0					1,0						
Difflugia limnetica		2,0	3,0						1,0			
Difflugia sp.												
Difflugia sp. 1												
Lesquereusia spiralis			1,0									
ROTIFERA												

Taxa	Pontos amostrais											
	Seca											
	MMI PT01	MMI PT02	MMI PT03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12
Bdelloidea NI		5,0	3,0		2,0					1,0		
Ascomorpha sp.								1,0				
Brachionus sp.				1,0								
Brachionus falcatus				33,0				8,0				3,0
Brachionus quadridentatus												
Collotheca sp.				17,0								
Notholca sp.	1,0										1,0	1,0
Kellicottia longispina				33,0				2,0				
Keratella valga				10,0								
Keratella cochlearis								1,0				
Platyias leloupi				1,0								
Platyias quadricornis												
Plationus patulus					1,0							
Polyarthra vulgaris				33,0								
Lecane sp.									1,0		1,0	
Lepadella sp.												
Trichocerca sp.												
CRUSTACEA												
Calanoida (Nauplii)				60,0								
Diaphanosoma sp.		1,0										
Bosmina longirostris				17,0								
Bosmina sp.								2,0				
Ilyocryptus sp.					1,0							
Cyclopoida NI												
Cyclopoida/Copepoda (Nauplii)	1,0			200,0	16,0			28,0	1,0			
Cyclopoida (Copepodito)				30,0	12,0			14,0				
Parastenocarididae										1,0		
RIQUEZA TOTAL (Unidade)	9	7	5	12	8	2	1	9	4	3	4	4
ABUNDÂNCIA TOTAL (ind./amostra)	26,00	15,00	15,00	436,0	37,00	3,00	1,00	59,00	4,00	3,00	6,00	7,00

Na estação chuvosa (janeiro de 2023), a variação na riqueza encontrada entre os locais analisados foi de zero a 12 táxons, para os pontos MMI-PT02, MMI-PT10, MMI-PT11 (sem nenhum taxa amostrado) e MMI-PT04 (com 12 *taxa*) **(Figura 2-282**). Enquanto no período seco, a variação da riqueza entre os locais avaliados variou de um (MMI-PT07) a 12 táxons (MMI-PT04) (**Figura 2-283**).

O ponto MMI-PT04, de maior riqueza na malha amostral em ambos os períodos, localiza-se no Córrego Vila Rica. Este ponto amostral apresenta vegetação ripária conservada e é caracterizado por uma grande área alagada de grande profundidade, ou seja, apresenta pouca velocidade de vazão. A característica de ambiente lênticos que este local possui, principalmente associada as menores entradas de sedimentos, que ocorrem durante o período de seca, possibilita a colonização de um maior número de espécies zooplanctônicas. Em ambos os períodos o grupo Chlorophyceae foi responsável pela maior contribuição na riqueza deste ponto, apresentando quatro táxons no período seco e 10 táxons no período chuvoso.

Os pontos que apresentaram menor riqueza (MMI-PT07, com um táxon no período de chuvas; e os pontos MMI-PT02, MMI-PT10 e MMI-PT11, que apresentaram apenas um táxon em cada ponto no período seco) são caracterizados como ambientes lóticos, típicos de riachos de baixa ordem. Dessa forma, a entrada de grande volume de água através do escoamento superficial nesses ambientes durante o período chuvoso se traduz na entrada de sedimentos, que aumentam a turbidez e a velocidade de vazão, diminuindo as condições de estabelecimento das comunidades zooplanctônicas.

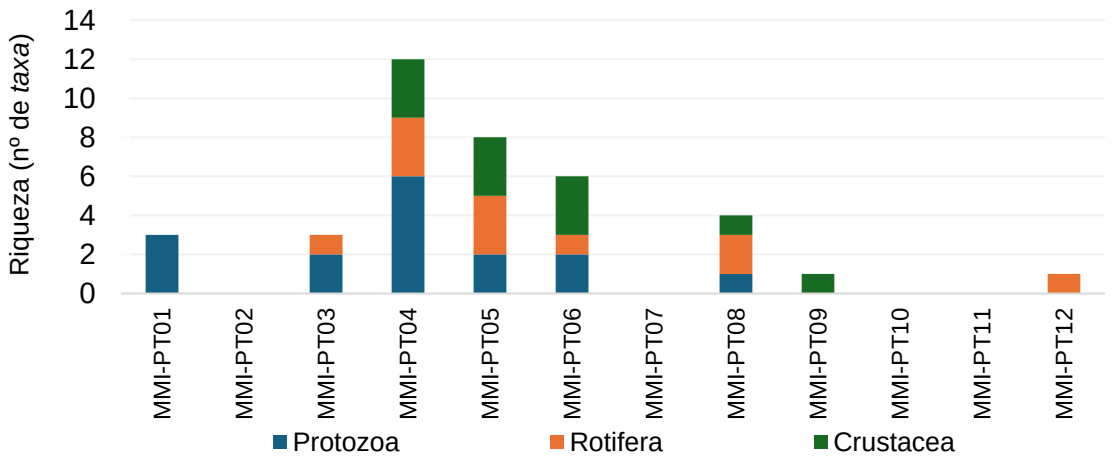


Figura 2-282 - Riqueza de zooplâncton por ponto amostral na área de influência da Mina Morro do Ipê, janeiro de 2023 (chuva).

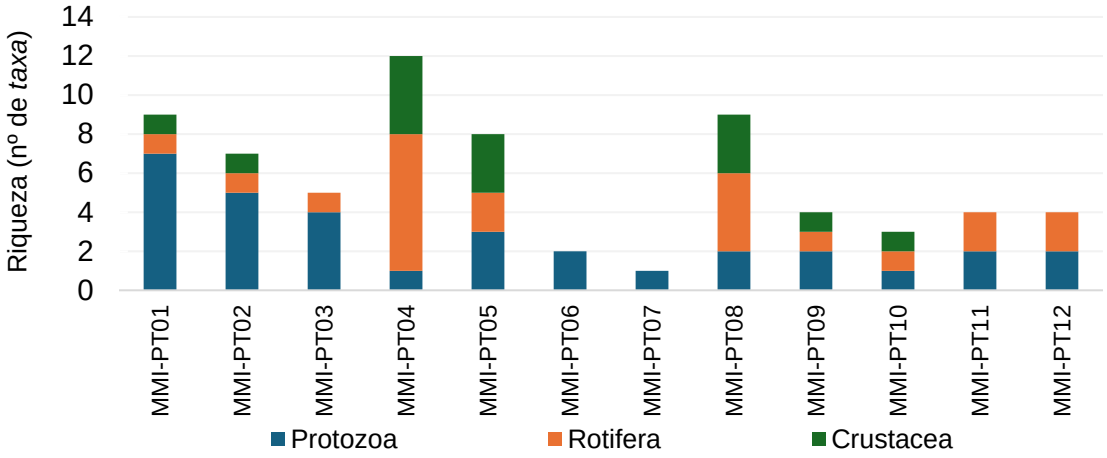


Figura 2-283 Riqueza de zooplâncton por ponto amostral na área de influência da Mina Morro do Ipê, abril de 2023 (seca).

b) Abundância

A análise quantitativa da comunidade zooplanctônica é apresentada em termos de abundância (ind./amostra) e abundância relativa (%) de cada táxon por ponto amostral e seus resultados são apresentados nas figuras a seguir.

Durante a estação chuvosa (janeiro de 2023, a abundância zooplanctônica foi baixa na maioria dos pontos avaliados, no entanto o ponto MMI-PT04 se destaca. A variação da abundância na malha amostral para o período é de 0,0 ind./amostra (MMI-PT02, MMI-PT07, MMI-PT10 e MMI-PT11) a 120,0 ind./amostra (MMI-PT04), seguindo o padrão observado para a riqueza (**Figura 2-284**). Conforme discutido anteriormente, o ponto MMI-PT04, apresenta maior tempo de permanência da água, o que é um fator primordial para o crescimento de algas e organismos zooplanctônicos. Dessa forma, as características hidrológicas destes pontos possibilitam a maior abundância de copépodes observada nos táxons Cyclopoida NI, Cyclopoida (Nauplii) e Cyclopoida (Copepodito), que impulsionam os valores observados no ponto MMI-PT04 para Crustacea

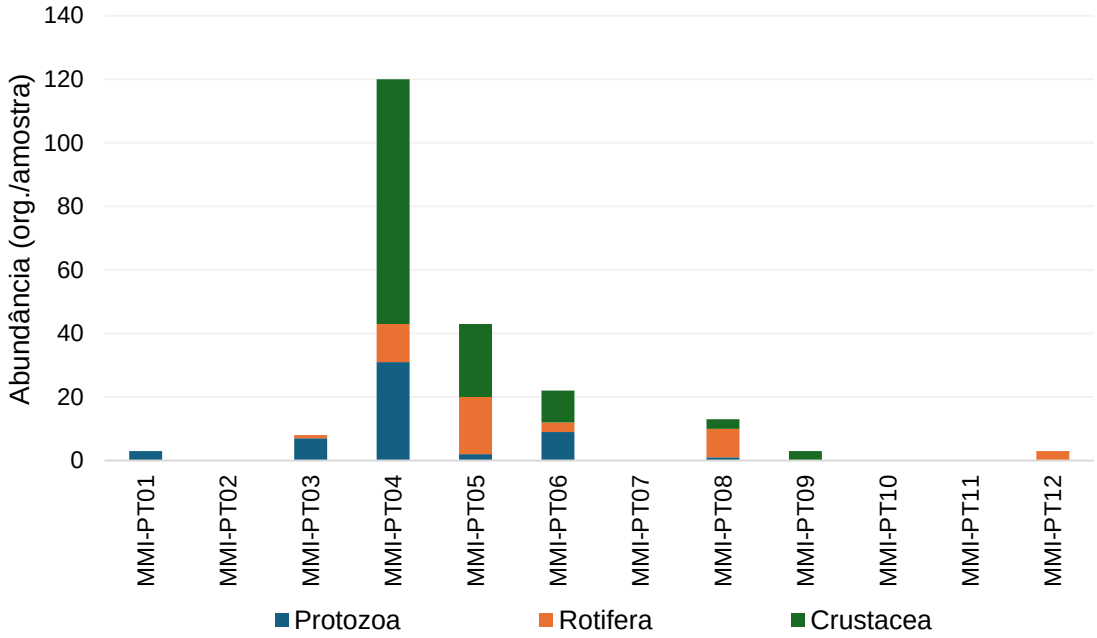


Figura 2-284 - Abundância do zooplâncton (ind./amostra) na área de influência da Mina Morro do Ipê, janeiro de 2023 (chuva).

Neste período a contribuição dos grupos amostrados foi espacialmente distinto. Protozoários apresentaram maioria nas comunidades amostradas em MMI-PT01 e MMI-PT03, enquanto rotíferas foram dominantes nos pontos MMI-PT08 e MMI-PT12. Por fim Crustacea representaram as maiores porcentagens nas comunidades amostradas em MMI-PT04, MMI-PT05 e MMI-PT09. As diferenças nas contribuições relativas dos grupos zooplanctônicos amostrados pode ocorrer por um reflexo das diferenças morfológicas e qualitativas entre os cursos d'águas amostrados neste período chuvoso (**Figura 2-276**).

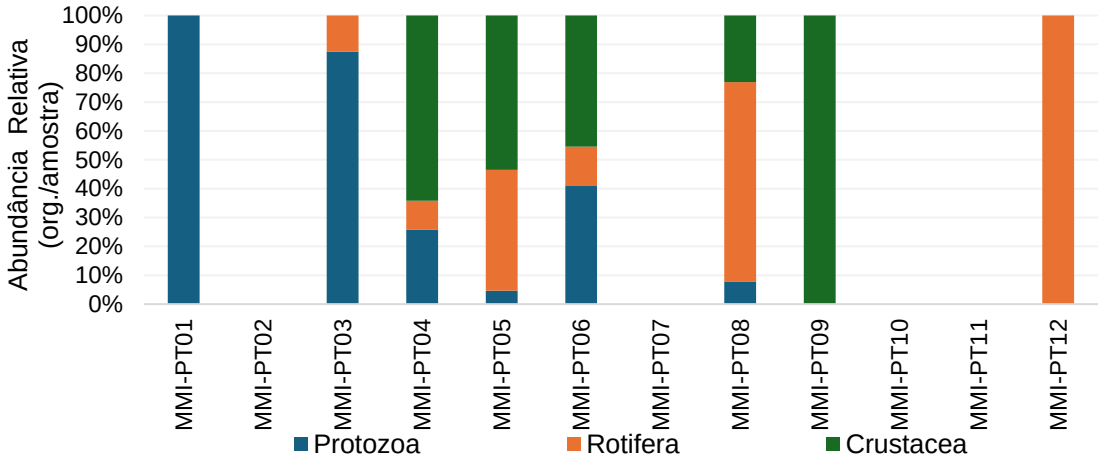


Figura 2-285 – Abundância relativa do zooplâncton (% org./amostra) na área de influência da Mina Morro do Ipê, janeiro de 2023 (chuva).

Padrão similar foi observado para a abundância das comunidades zooplanctônicas durante o período de seca, onde as abundâncias foram baixas na maioria dos pontos avaliados, com exceção do ponto MMI-PT04, causando uma grande amplitude na variação da abundância observada no período, com valor mínimo de 1,0 ind./amostra, identificado no ponto MMI-PT07, e com valor máximo de 436,0 org./amostra, identificados em MMI-PT04. O padrão de abundância foi similar ao encontrado ao da riqueza durante o período seco (**Figura 2-286**Erro! Fonte de referência não encontrada.).

Assim como na campanha anterior, as características hidrológicas de pontos lênticos (MMI-PT04 e MMI-PT08) associados à menor entrada de matéria orgânica e nutrientes através do escoamento superficial durante o período de seca, se mostraram fatores cruciais no crescimento e no estabelecimento das comunidades zooplanctônicas na área de estudo. Durante este período o táxon Copepoda/Cyclopoida (Nauplii). obteve a maior densidade observada (200,0 ind./amostra), impulsionando as abundâncias observadas por Crustacea no ponto MMI-PT04 e no ponto MMI-PT08.

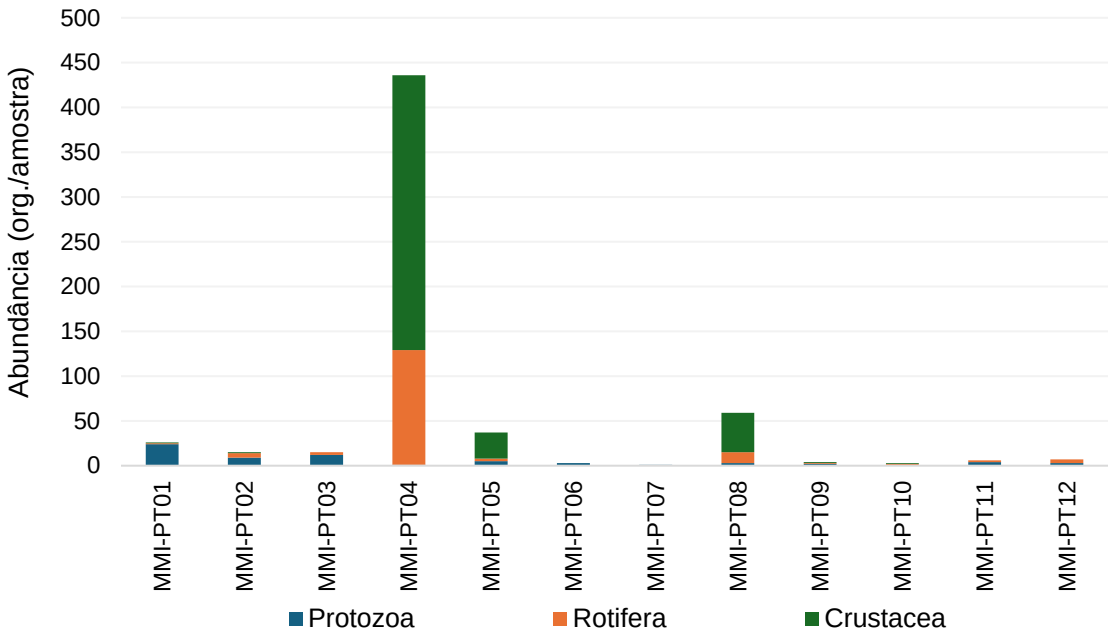


Figura 2-286 - Abundância do zooplâncton (ind./amostra) na área de influência da Mina Morro do Ipê, abril de 2023 (seca).

Neste período, os grupos Protozoa e Crustacea foram os principais grupos na composição da comunidade zooplanctônica amostrada no levantamento realizado. A contribuição relativa de Protozoa variou de 4% (MMI-PT08) a 100% (MMI-PT06, MMI-PT07) das comunidades identificadas. Já a contribuição relativa de Crustacea variou de 8% (MMI-PT05) a 56% (MMI-PT12) nos pontos em que este grupo esteve presente (**Figura 2-287**).

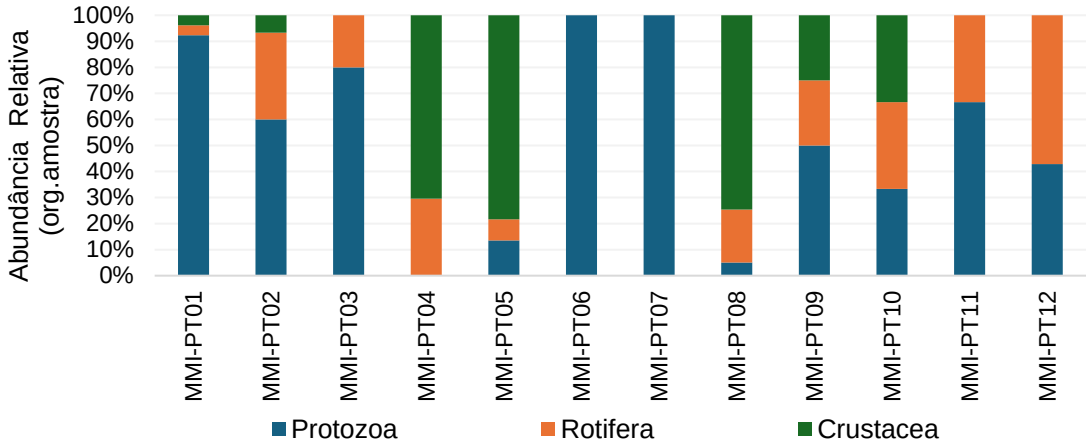


Figura 2-287 - Abundância relativa do zooplâncton (% org./amostra) na área de influência da Mina Morro do Ipê, abril de 2023 (seca).

Em relação à distribuição espacial, durante o período de chuva verifica-se pela **Tabela 2-110** que a maioria dos táxons encontrados nas amostras apresentaram de 8 a 25% de frequência de ocorrência, ou seja, foram encontradas em um ou três pontos amostrais, não obtendo táxons com frequência de ocorrência maior que 50% durante o período chuvoso. Já no período de seca, a maioria dos táxons também estivem presentes em apenas um ou três pontos amostrais, performando frequência de ocorrência de 8% a 25%. Contudo, é possível observar a predominância do táxon *Centropyxis aculeata*, que esteve presente em 75% dos pontos amostrados neste período (**Tabela 2-104**).

De acordo com Lahr (2006), *Centropixis aculeata* discoide aparenta ser uma espécie muito sensível a contaminação por metais uma vez que sua abundância declina profundamente à medida que as concentrações de metais traços aumentam.

Tabela 2-110 - Distribuição espacial do zooplâncton na área de influência da Mina Morro do Ipê, janeiro de 2023 (chuva).

Taxa	Pontos amostrais												%FO
	Chuva												
	MMI PT01	MMI PT02	MMI PT03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12	
PROTOZOA													-
Arcella conica													0%
Arcela dentata					X								8%
Arcella hemisphaerica				X									8%
Arcella vulgaris			X	X		X							25%
Arcella sp.	X			X		X							25%

Taxa	Pontos amostrais												%FO
	Chuva												
	MMI PT01	MMI PT02	MMI PT03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12	
Centropyxis aculeata	X		X					X					25%
Centropixys ecornis													0%
Cyclopyxis impressa													0%
Cyclopyxis kahli													0%
Difflugia corona				X									8%
Difflugia cylindrus													0%
Difflugia litophila													0%
Difflugia limnetica													0%
Difflugia sp.	X			X	X								25%
Difflugia sp. 1				X									8%
Lesquereusia spiralis													0%
ROTIFERA													-
Bdelloidea NI					X			X				X	25%
Ascomorpha sp.													0%
Brachionus sp.													0%
Brachionus falcatus													0%
Brachionus quadridentatus					X								8%
Collotheca sp.													0%
Notholca sp.													0%
Kellicottia longispina													0%
Keratella valga													0%
Keratella cochlearis													0%
Platyias leloupi													0%
Platyias quadricornis						X							8%
Plationus patulus													0%
Polyarthra vulgaris				X									8%
Lecane sp.													0%
Lepadella sp.			X	X	X			X					33%
Trichocerca sp.				X									8%
CRUSTACEA													-
Calanoida (Nauplii)													0%

Taxa	Pontos amostrais												%FO
	Chuva												
	MMI PT01	MMI PT02	MMI PT03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12	
Diaphanosoma sp.													0%
Bosmina longirostris													0%
Bosmina sp.													0%
Ilyocryptus sp.													0%
Cyclopoida NI				X	X	X							25%
Cyclopoida (Nauplii)				X	X	X		X	X				42%
Cyclopoida (Copepodito)				X	X	X							25%
Parastenocarididae													0%

Tabela 2-111 - Distribuição espacial do zooplâncton na área de influência da Mina Morro do Ipê, abril de 2023 (seca).

Taxa	Pontos amostrais												%FO
	Seca												
	MMI PT01	MMI PT02	MMI PT03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12	
PROTOZOA													-
Arcella conica		X			X								17%
Arcela dentata													0%
Arcella hemisphaerica	X			X	X		X	X			X	X	58%
Arcella vulgaris													0%
Arcella sp.													0%
Centropyxis aculeata	X	X	X		X	X		X		X	X	X	75%
Centropixys ecornis		X	X						X				25%
Cyclopyxis impressa	X												8%
Cyclopyxis kahli	X	X											17%
Difflugia corona	X												8%
Difflugia cylindrus	X												8%
Difflugia litophila	X					X							17%
Difflugia limnetica		X	X						X				25%
Difflugia sp.													0%
Difflugia sp. 1													0%
Lesquereusia spiralis			X										8%
ROTIFERA													-

Taxa	Pontos amostrais												%FO
	Seca												
	MMI PT01	MMI PT02	MMI PT03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12	
Bdelloidea NI		X	X		X					X			33%
Ascomorpha sp.								X					8%
Brachionus sp.				X									8%
Brachionus falcatus				X				X				X	25%
Brachionus quadridentatus													0%
Collotheca sp.				X									8%
Notholca sp.	X										X	X	25%
Kellicottia longispina				X				X					17%
Keratella valga				X									8%
Keratella cochlearis								X					8%
Platyias leloupi				X									8%
Platyias quadricornis													0%
Plationus patulus					X								8%
Polyarthra vulgaris				X									8%
Lecane sp.									X		X		17%
Lepadella sp.													0%
Trichocerca sp.													0%
CRUSTACEA													-
Calanoida (Nauplii)				X									8%
Diaphanosoma sp.		X											8%
Bosmina longirostris				X									8%
Bosmina sp.								X					8%
Ilyocryptus sp.					X								8%
Cyclopoida NI													0%
Cyclopoida (Nauplii)	X			X	X			X	X				42%
Cyclopoida (Copepodito)				X	X			X					25%
Parastenocarididae										X			8%

c) Índices de diversidade

Durante o período de chuva (janeiro de 2023) o maior valor de diversidade foi observado no ponto MMI-PT04 que apresentou o valor de 0,88 bits/ind., enquanto o menor valor foi observado no ponto MMI-PT03, obtendo 0,32 bits/ind. Neste período

os valores de equitabilidade variaram entre 0,41 (MMI-PT06) e 0,29 (MMI-PT02). Neste período os pontos amostrais MMI-PT02, MMI-PT07, MMI-PT09, MMI-PT10, MMI-PT11 e MMI-PT12 não foram avaliados pela ausência de organismos ou pela presença de apenas um táxon nas amostras quantitativas.

Já no período de seca (abril de 2023), os valores de diversidade variaram entre 0,82 bits/ind. (MMI-PT01) a 0,28 bits/ind. (MMI-PT06) e a equitabilidade variou entre 0,43 (MMI-PT09) e 0,3 (MMI-PT08). Neste período apenas o ponto MMI-PT07 não foi avaliado por apresentar apenas um táxon nas análises quantitativas **(Tabela 2-112**).

Tabela 2-112 - Diversidade e equitabilidade calculadas por pontos amostrais durante as campanhas de inventariamento das comunidades hidrobiológicas, janeiro (chuva) e abril (seca) de 2023.

PONTOS	DIVERSIDADE		EQUITABILIDADE	
	CHUVA	SECA	CHUVA	SECA
MMI - PT 01	0,48	0,82	0,34	0,37
MMI - PT 02	-	0,77	-	0,39
MMI - PT 03	0,32	0,63	0,29	0,39
MMI - PT 04	0,88	0,77	0,35	0,31
MMI - PT 05	0,79	0,65	0,38	0,31
MMI - PT 06	0,73	0,28	0,41	0,40
MMI - PT 07	-	-	-	-
MMI - PT 08	0,55	0,66	0,40	0,3
MMI - PT 09	-	0,6	-	0,43
MMI - PT 10	-	0,45	-	0,41
MMI - PT 11	-	0,54	-	0,39
MMI - PT 12	-	0,55	-	0,4

d) Suficiência amostral

A suficiência amostral foi avaliada através das curvas de rarefação do N (riqueza observada) em relação a estimativas de riqueza para a área (JackKnife 1) acumulados em decorrência dos pontos amostrais (**Figura 2-288**). Durante as campanhas realizadas na área a curva apresentou *slope* positivo, dessa forma, o número de espécies observadas não atingiu a variação do número de espécies estimadas. Até o momento foram registradas cerca de 68% das espécies estimadas.

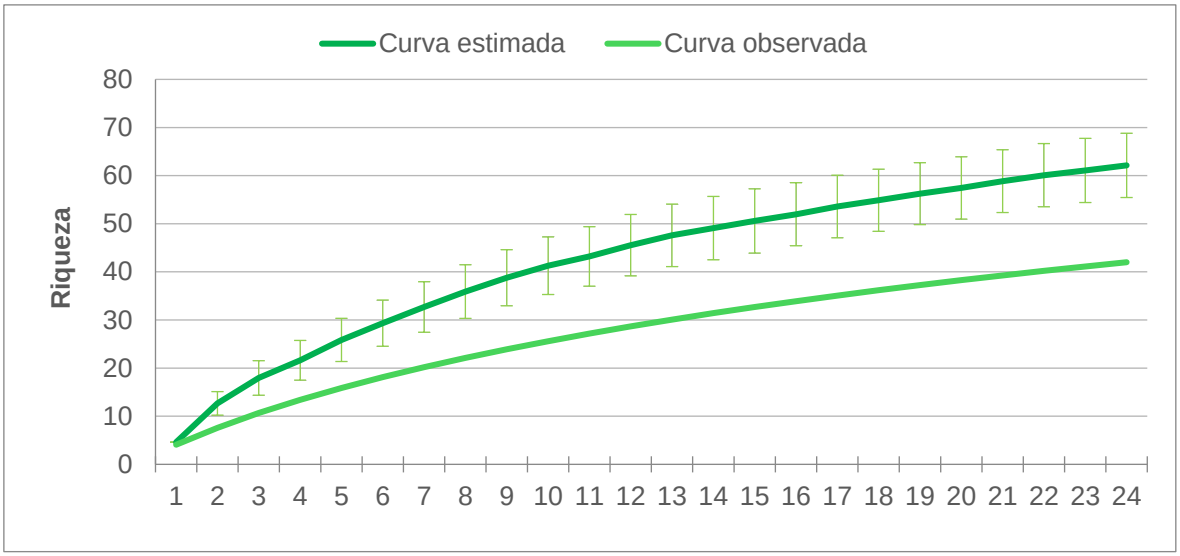


Figura 2-288 -Estimativa da riqueza na área de influência da Mina Morro do Ipê, janeiro (chuva) e abril (seca) de 2023.

e) Formas e uso dos habitats e processos ecossistêmicos

Os cursos d'água avaliados no levantamento das comunidades hidrobiológicas na área de interesse da Mina Morro do Ipê apresentam grande heterogeneidade ambiental, possibilitando diferentes potenciais para o crescimento e estabelecimento das comunidades zooplanctônicas avaliadas. Grande parte dos ambientes amostrados neste estudo demonstram características típicas de riachos de baixa ordem, onde a partir da pouca profundidade e da maior velocidade de vazão, não são ideais para o estabelecimento e o crescimento de um grande número de organismos zooplanctônicos. No entanto, maior atenção deve ser dada aos ambientes de menor velocidade hídrica. Uma vez que as suas características morfológicas são propícias para o estabelecimento de diversos táxons, a maior disponibilidade alimentar e as condições de menor turbidez que podem ocorrer durante o período seco são características eficientes para o estabelecimento e manutenção da comunidade zooplanctônica.

f) Espécies ameaçadas de extinção

A partir dos dados primários amostrados durante as duas campanhas não foram registradas espécies ameaçadas ou protegidas por legislação Federal e Estadual (MMA, 2022; COPAM, 2010).

g) Espécies raras e de interesse científico

A ecologia das amebas testáceas de água doce (Arcellinida e Euglyphyda) tem recebido muita atenção no Brasil desde a década de 1990. Esses protistas têm sido estudados em diferentes habitats aquáticos, como em sedimentos aquáticos, em

macrófitas, em musgos e no habitat planctônico de rios, reservatórios e lagos. Apesar desse progresso científico, os levantamentos de amebas testáceas de água doce no Brasil ainda são escassos e não conseguiram fornecer uma ideia genuína da riqueza de espécies, portanto este grupo possui grande interesse científico (LANSAC-TÔHA et al, 2007). A ceratite amebiana é a infecção ocular mais comumente associada a amebas testáceas de água doce. Ela pode ocorrer quando as amebas entram em contato direto com os olhos, normalmente através do uso inadequado de lentes de contato, natação em águas contaminadas ou exposição a condições ambientais específicas.

h) Espécies cinegéticas e de interesse econômico

Durante as campanhas realizadas em janeiro (período chuvoso) e abril (período de seca) de 2023, não foram identificadas espécies da comunidade zooplanctônica que apresentem grande interesse econômico.

i) Espécies exóticas ou potencialmente danosas

Durante as campanhas realizadas em março (período chuvoso) e junho (período de seca) de 2023, não foram identificadas espécies da comunidade zooplanctônica que são exóticas e/ou potencialmente danosas.

j) Espécies indicadoras de qualidade ambiental

Na **Tabela 2-113** apresentam-se as espécies indicadoras de qualidade ambiental identificadas neste estudo e o tipo de ambiente que indicam. As informações de indicação de qualidade ambiental devem ser interpretadas com cautela devido à falta de estudos que permitam que se estabeleça um consenso a respeito do uso de cada espécie como bioindicadoras. Ademais, também se ressalta que uma mesma espécie pode indicar um gradiente de condições ambientais devido as condições regionais experimentadas (*i.e.* diferenças entre ambientes tropicais e temperados). Sendo assim, é comum encontrar pesquisas divergentes em relação aos bioindicadores e suas preferências ecológicas. Dessa forma, a presença de espécies bioindicadoras não deve ser avaliada como determinante para a qualidade ambiental, devendo-se avaliar conjuntamente as comunidades amostradas (*i.e.* fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos) e os parâmetros físico-químicos analisados.

Tabela 2-113- Espécies indicadoras de qualidade ambiental amostradas no levantamento de comunidades hidrobiológicas da Mina Morro do Ipê, janeiro (chuva) e abril (seca) de 2023.

Táxon	Indicação	Referência
Difflugia corona	Ambientes mesotróficos, positiva para clorofila-a e fósforo total	Schwind *et al.* 2015
Brachionus sp.	Condições oligotróficas	Imoobe *et al.* (2009)
Keratella cochlearis	Ambientes mesotróficos, positiva para clorofila-a e fósforo total	Krupa *et al.* (2020)
Trichocerca sp.	Condições oligotróficas	Imoobe *et al.* (2009)
CYCLOPOIDA (nauplius)	Condições eutróficas	Perbiche-Neves et al, (2013)

2.6.6.3.7 CONCLUSÃO ZOOPLÂNCTON

De acordo com os dados pretéritos avaliados, para a bacia do rio Paraopeba são conhecidos cerca de 83 táxons zooplanctônicos distribuídos entre protistas, rotíferos e crustáceos, além de aracnídeos, nematódeos, anelídeos, platelmintos e artrópodes que ocorrem ocasionalmente no plâncton. Neste trabalho, foram encontrados 42 táxons, que também foram distribuídos em protistas (16 *taxa*), rotíferos (17 *taxa*) e crustáceos (9 *taxa*). De acordo com o levantamento primário, 19 das 79 espécies também foram identificadas em estudos pretéritos, representando 23% da comunidade levantada nos dados secundários.

A área avaliada está localizada em um mosaico que a matriz predominante da paisagem é composta por empreendimentos minerários, pequenas manchas urbanas e propriedades rurais. De uma forma geral, na área de estudo, as microbacias podem ser caracterizadas pelas condições do uso do solo da área de entorno. Algumas microbacias da vertente norte, possuem o uso do solo bem intensificado com presença de barramentos para a formação de barragens de rejeito e captação, seja para a mineração seja para o uso agrícola. Passivos ambientais relacionadas aos acessos e estradas que tangem os corpos d'água sem intervenções de engenharia, presença de efluentes e degradação da mata ciliar também estão presentes. Outras microbacias, como as da vertente sul, apresentam padrão mais conservado com o uso do solo com intensidade mais baixa e que embora sejam observados processos erosivos nos corpos d'água, há a maior preservação da vegetação ciliar. Tais características referentes ao uso do solo na área de estudo e *status* de conservação da área de entorno demonstram a diversidade do grau de qualidade ambiental dos diferentes cursos d'águas.

Não foram identificados táxons de interesse econômico, assim como espécies exóticas e/ou potencialmente danosas. Em relação aos organismos bioindicadores amostrados, os táxons identificados apresentam um ampla heterogeneidade de adaptações ambientais, reflexo das diferentes condições dos cursos d'água

avaliados. Desta forma, ressalta-se a necessidade da realização de uma análise integrada às demais comunidades hidrobiológicas e dos parâmetros físicos e químicos para o estabelecimento de relações causais entre a presença dos organismos e a qualidade das águas dos ambientes de interesse.

Foram observadas sazonais e espaciais, onde as alterações bruscas de riqueza e abundância entre os pontos amostrais são influenciadas pela sazonalidade. De forma geral, com exceção dos pontos lênticos, em toda a área de estudo observou-se escores baixos destes índices. No entanto, durante todo o período avaliado, em MMI-PT04 são encontrados os maiores valores de riqueza e abundância. Tais valores certamente estão relacionados ao porte das drenagens avaliadas e a baixa frequência amostral. Contudo, estudos pretéritos demonstram que a área apresenta características ambientais heterogêneas que possibilitam a ocorrência de amplo espectro de espécies. Dessa forma, para melhor apuração das condições ecológicas das comunidades zooplanctônicas presentes nas diferentes drenagens a área do empreendimento recomenda-se a continuidade do estudo a respeito das comunidades hidrobiológicas.

2.6.6.3.8 DADOS PRIMÁRIOS (MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS)

a) Riqueza e Diversidade

Na área de estudo, levando em consideração as duas campanhas realizadas foram registradas 14 *taxas* pertencentes a quatro filos: Annelida (dois táxons), Arthropoda (sete táxons), Nematoda (um táxon) e Mollusca (quatro táxons). De maneira geral, os artrópodes foram os mais representativos durante toda a campanha avaliada, representando 46% de todos os táxons amostrados na área de estudo da Mina Morro do Ipê (**Figura 2-289** e **Tabela 2-114**).

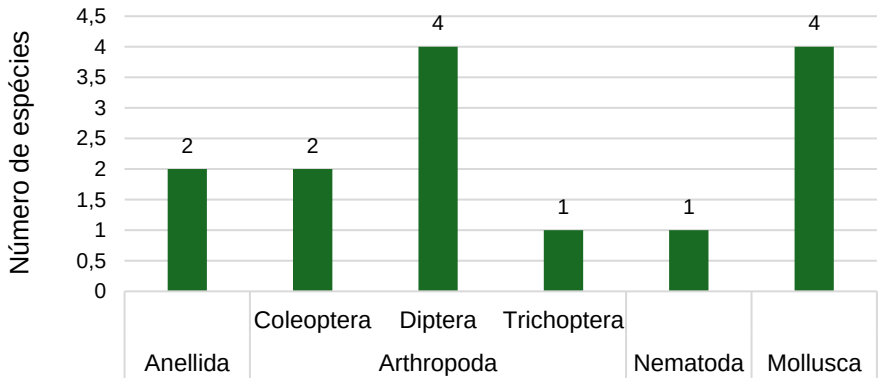


Figura 2-289- Composição da comunidade durante o inventariamento de macroinvertebrados bentônicos da Mina Morro do Ipê, agosto e outubro de 2022.

Tabela 2-114 - Espécies da comunidade fitoplanctônica registradas durante as campanhas de inventariamento de macroinvertebrados bentônicos da Mina Morro do Ipê.

FILO	CLASSE	ORDEM	FAMILIA	TÁXON	AUTOR	NOME POPULAR	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	CINEGÉTICA	STATUS		
											COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Anellida	Hirudinea	Rhyncobdellida	Glossiphonidae	-	-	-	Rede D	Quantitativo	-	Não	-	-	-
	Oligochaeta	-	-	-	-	-	Rede D	Quantitativo	-	Não	-	-	-
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	-	-	-	Rede D	Quantitativo	-	Não	-	-	-
		Diptera	Athericidae	-	-		Rede D	Quantitativo	-	Não	-	-	-
			Ceratopogonidae	-	-	Maruins, mosquito-pólvora e mosquitinho de mangue	Rede D	Quantitativo	-	Não	-	-	-
			Chiranomidae	-	-	-	Rede D	Quantitativo	-	Não	-	-	-
			Tipulidae	-	-	Típulas, moscas-grua ou mosquitos-gigantes	Rede D	Quantitativo	-	Não	-	-	-
		Trichoptera	Hydropsychiidae	-	-	-	Rede D	Quantitativo	-	Não	-	-	-

FILO	CLASSE	ORDEM	FAMILIA	TÁXON	AUTOR	NOME POPULAR	MÉTODO	TIPO DE REGISTRO	ENDEMISMO	CINEGÉTICA	STATUS		
											COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2022)
Nematoda	Aphamida	-	-	-	-	-	Rede D	Quantitativo	-	Não	-	-	-
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	*Physa* sp.	-	-	Rede D	Quantitativo	Exótico	Não	-	-	-
			Biomphalaria	*Bimphalaria* sp.	-	-	Rede D	Quantitativo	-	Não	-	-	-
		Melaniidae	Melanoides	*Melanoides tuberculata*	Müller, 1774	Caramujo-trombeta ou caramujo-trombeta-da-Malásia	Rede D	Quantitativo	Exótico	Não	-	-	-
	Bivalvia	Sphaeriidae	-	-	-	-	Rede D	Quantitativo	-	Não	-	-	-

Legenda: -: Não se aplica; N.I: Não identificado.

A campanha realizada em agosto de 2022 (seca) registrou a ocorrência de 11 táxons, distribuídos entre os filos Anellida (dois táxons), Arthropoda (6 táxons pertencentes à classe Insecta e distribuídos nas ordens: Coleoptera - dois táxons; Diptera - três táxons; e Trichoptera - um táxon), Nematoda (um táxon) e Mollusca (dois táxons). Já durante a campanha de chuvas (outubro de 2022) foram registrados apenas nove táxons distribuídos nos filos: Anellida, Nematoda (1 táxon em cada), Arthropoda (4 táxons pertencentes à ordem Diptera) e Mollusca (três táxons). A participação de cada divisão na composição sazonal da riqueza do fitoplâncton é mostrada na **Figura 2-290**.

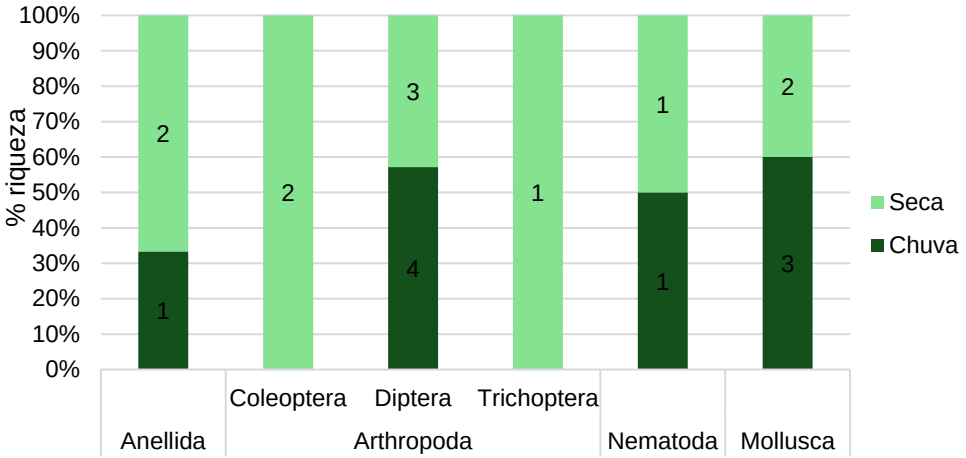


Figura 2-290 - Composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva).

No filo Anellida encontraram-se representantes da classe Oligochaeta e Hirudinea, enquanto o único exemplar do filo Nematoda pertence à classe Aphamida. Dentre o filo Mollusca foram encontrados exemplares das classes Gastropoda e Bivalvia. Por fim, conforme já explicitado, entre o filo Arthropoda todos os organismos foram identificados pertencentes à classe Insecta e distribuídos entre as ordens Coleoptera, Diptera e Trichoptera.

Dentre os artrópodes, a ordem Diptera obteve a maior riqueza considerando todo o período amostrado (quatro táxons). Esta ordem compreende as espécies conhecidas como moscas e mosquitos, sendo a família Chironomidae a mais abundante e diversificada dentre os representantes aquáticos. Os organismos pertencentes a ordem Diptera podem ser encontrados nos mais diversos ambientes, sendo comum a sua ocorrência em grande densidade, bem como a dominância da comunidade por organismos pertencentes a essa ordem (ESTEVES, 2011).

Já em relação ao filo Mollusca, os gastrópodes são a maior classe deste filo, compreendendo quase três quartos das 110.000 espécies de moluscos conhecidos. Os caramujos do gênero *Biomphalaria* vivem em águas rasas e com velocidade lenta

em ampla variedade de habitats (rios, lagos, solos úmidos, plantas aquáticas ou em outras superfícies próximas à água), em profundidade máxima de 1,5 a 2 metros. (WHO, 1957; Barbosa; Barbosa, 1994). Os caramujos ocupam o segundo nível trófico embora possam viver saproficamente (BARBOSA; BARBOSA; ARRUDA, 1993). As formas juvenis destes organismos alimentam-se de organismos unicelulares e pequenas partículas orgânicas, preferindo algas verdes unicelulares. Enquanto as formas adultas subsistem em parte de matéria vegetal e em parte da microflora de seus ambientes. Alimentando-se também de matéria orgânica em decomposição. Macrófitas de folhas largas fornecem superfície adequada para a deposição de ovos e para o crescimento de algas verdes unicelulares. As plantas aquáticas também fornecem abrigo e proteção da luz do sol intensa e dos efeitos mecânicos das correntes rápidas (WHO, 1957). Já os moluscos da família Physidae são encontrados em todo o mundo, mas a grande maioria das espécies é nativa do hemisfério ocidental. É provavelmente a família de caracóis de água doce mais amplamente dispersa e comumente encontrada (Brown, 2001).

Nas tabelas a seguir (**Tabela 2-115** e **Tabela 2-116**) estão a síntese da comunidade de macroinvertebrados, os táxons registrados nas localidades avaliadas nas duas campanhas de campo, a abundância (ind./amostra) de cada táxon por ponto amostral, a riqueza e abundância total por ponto amostral.

Tabela 2-115- Lista de espécies, riqueza e densidade (ind./mL) amostrados no inventariamento da comunidade de macroinvertebrados bentônicos da Mina Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca).

TAXA	PONTOS AMOSTRAIS											
	SECA											
	MMIPT 01	MMIPT 02	MMIPT 03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12
ANELLIDA												
Hirudinea												
Glossiphonidae sp.				2,0								
Oligochaeta		7,0										
ARTHROPODA												
Insecta												
Coleoptera							1,0					
Elmidae					2,0				1,0	3,0	1,0	
Diptera												
Athericidae												
Ceratopogonidae	2,0	5,0	4,0			3,0	5,0		2,0	1,0	8,0	1,0
Chironomidae	2,0	1,0	2,0			7,0	71,0		1,0	1,0	6,0	31,0
Tipulidae						1,0						
Trichoptera												
Hydropsychidae												1,0
NEMATODA												

TAXA	PONTOS AMOSTRAIS											
	SECA											
	MMIPT 01	MMIPT 02	MMIPT 03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12
Aphamida	2,0					1,0					1,0	
MOLLUSCA												
Gastropoda												
Physa sp.						1,0						
Biomphalaria sp.												
Melanoides tuberculata		1,0										
Bivalvia												
Sphaeriidae												
Riqueza Total (Unidade)	3	4	2	1	1	4	3	0	4	3	4	3
Abundância Total (ind./amostra)	6,0	14,0	6,0	2,0	2,0	12,0	77,0	0,0	5,0	5,0	16,0	33,0
BMWP	6	11	6	3	5	11	11	0	14	14	11	40

Tabela 2-116 - Lista de espécies, riqueza e densidade (ind./mL) amostrados no inventariamento da comunidade de macroinvertebrados bentônicos da Mina Morro do Ipê, outubro de 2022 (chuva).

TAXA	PONTOS AMOSTRAIS											
	CHUVA											
	MMIPT 01	MMIPT 02	MMIPT 03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12
ANELLIDA												
Hirudinea												
Glossiphonidae sp.												
Oligochaeta	1,0	1,0							1,0			
ARTHROPODA												
Insecta												
Coleoptera												
Elmidae												
Diptera												
Athericidae										1,0		
Ceratopogonidae			1,0			1,0				2,0	18,0	
Chironomidae			1,0								1,0	
Tipulidae											2,0	
Trichoptera												
Hydropsychidae												
NEMATODA												
Aphamida	1,0	4,0										

TAXA	PONTOS AMOSTRAIS											
	CHUVA											
	MMIPT 01	MMIPT 02	MMIPT 03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12
MOLLUSCA												
Gastropoda												
Physa sp.									2,0			
Biomphalaria sp.					1,0							
Melanoides tuberculata												
Bivalvia												
Sphaeriidae									1,0			
Riqueza Total (Unidade)	2	2	2	0	1	1	0	0	3	2	3	0
Abundância Total (ind./amostra)	2,0	5,0	2,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	4,0	3,0	21,0	0,0
BMWP	1	1	6	0	3	4	0	0	9	9	11	0

Na estação seca (agosto de 2022), o ponto MMI-PT08 não obteve táxons amostrados, desta forma, entre os demais pontos a variação da riqueza no período foi de um (MMI-PT04 e MMI-PT05) a quatro táxons (MMI-PT02, MMI-PT06, MMI-PT09 e MMI-PT11) (**Figura 2-291**). Já durante o período de chuvas os pontos MMI-PT04, MMI-PT07, MMI-PT08 e MMI-PT12 também não apresentaram macroinvertebrados aquáticos durante a coleta. No entanto, entre os demais pontos a variação da riqueza foi de um (MMI-PT05 e MMI-PT06) a três táxons (MMI-PT09, MMI-PT11) (**Figura 2-292**).

Os pontos MMI-PT02, MMI-PT06, MMI-PT09 e MMI-PT11 de maior riqueza na malha amostral durante o período de seca, apresentam vegetação ripária parcialmente conservada e são caracterizados pelo baixo volume de água e substrato pedregoso, além da presença de folhas e troncos em seu leito. Essas características atribuem a esses locais uma heterogeneidade ambiental importante, capaz de suportar uma ampla gama de espécies bentônicas. Neste período a ordem Diptera apresentou o maior número de táxons nestes pontos, contribuindo com dois (MMI-PT02, MMI-PT09 e MMI-PT11) e três táxons MMI-PT06). O mesmo se observa em relação aos locais de maior riqueza durante o período chuvoso, em relação às características morfométricas dos pontos amostrais (MMI-PT09 e MMI-PT11), no entanto as maiores contribuições para a riqueza destes pontos foi Diptera, em MMI-PT11 (três táxons) e Mollusca em MMI-PT09 (dois táxons).

Os pontos em que não foram amostrados organismos (MMI-PT08 durante o período de seca, e os pontos MMI-PT04, MMI-PT07, MMI-PT08 e MMI-PT-12) apresentam diferentes características morfométricas. Alguns pontos demonstram características de ambientes lênticos, com maior permanência da água e menor velocidade de corrente (MMI-PT04 e MMI-PT08), enquanto os demais pontos são lóticos, apresentando características típicas de riachos de cabeceira. As condições de preservação da mata ripária também variam entre os pontos amostrais avaliados, sendo encontrados pontos amostrais de mata ripária parcialmente impactada (MMI-PT04) e preservada (MMI-PT07, MMI-PT08 e MMI-PT12). No entanto, em todos os ambientes, durante o diagnóstico de águas superficiais não foram encontradas grandes alterações na qualidade de água nesses locais. Desta forma a ausência e a baixa riqueza de organismos bentônicos não é esperada.

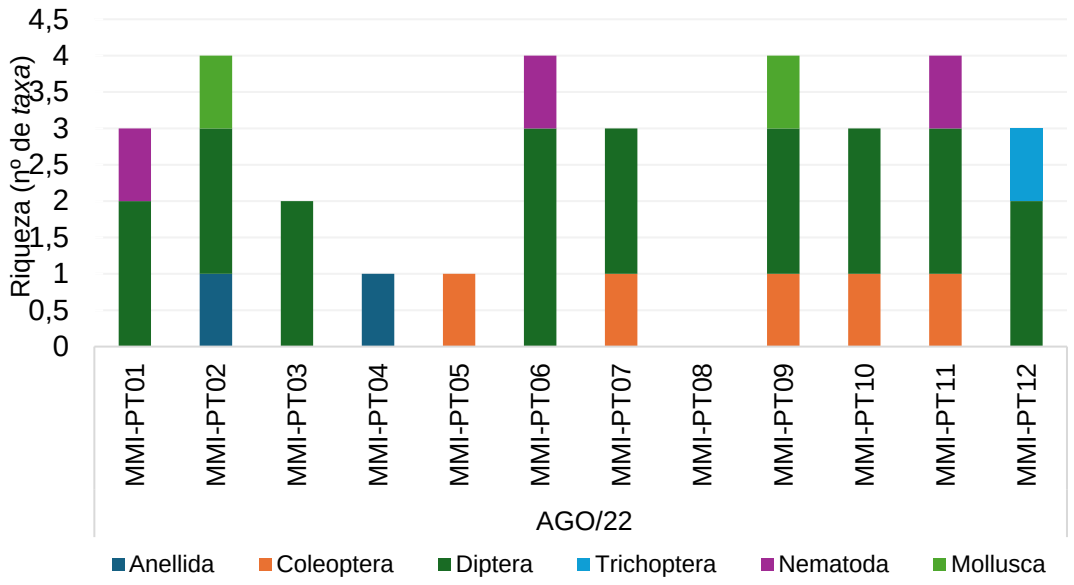


Figura 2-291 - Riqueza de macroinvertebrados bentônicos por ponto amostral na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca).

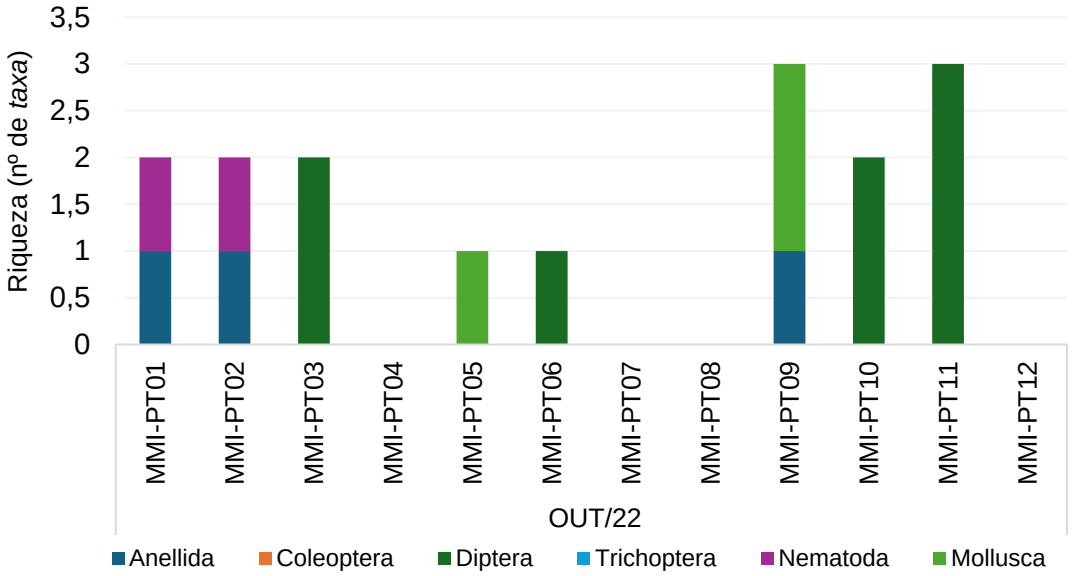


Figura 2-292 - Riqueza de macroinvertebrados bentônicos por ponto amostral na área de influência da Mina Morro do Ipê, outubro de 2022 (chuva).

b) Abundância

A análise quantitativa da comunidade de macroinvertebrados bentônicos é apresentada em termos de densidade (org./m²) abundância relativa (%) de cada táxon por ponto amostral e seus resultados são apresentados nas figuras a seguir.

Durante a estação seca (agosto de 2022), a densidade de macroinvertebrados bentônicos foi baixa na maioria dos pontos avaliados, no entanto o ponto MMI-PT07 se destacou. A variação da densidade na malha amostral para o período é de 2,0 ind./m² (MMI-PT04, MMI-PT-05 e MMI-PT08) a 77 ind./m² (MMI-PT07). Estes resultados não acompanham o padrão observado para riqueza, uma vez que os pontos com os maiores número de *taxa* no período (MMI-PT02, MMI-PT06, MMI-PT09 e MMI-PT11) apresentaram densidades baixas de organismos (**Figura 2-293**). O ponto MMI-PT07 está localizado no Córrego Grande, afluente do Rio Manso. Apresenta mata ciliar preservada e uma diversidade de matéria orgânica em seu leito que aumenta a sua plasticidade ambiental. No entanto a maior densidade encontrada neste local se deve principalmente à maior densidade de quironomídeos (71,0 org./m²), impulsionando a participação da ordem Diptera neste ponto.

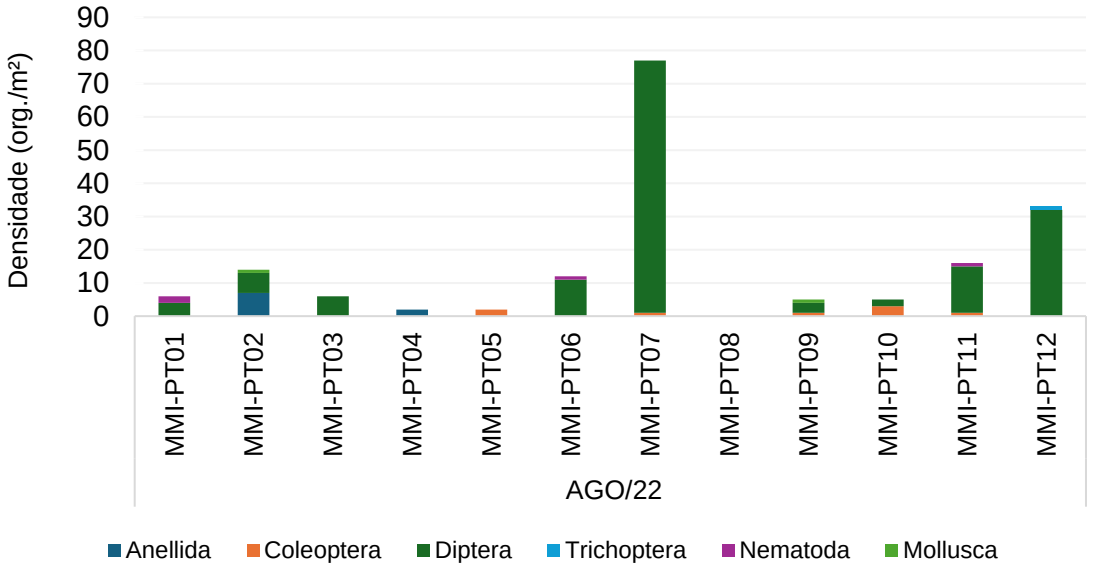


Figura 2-293 - Densidade do fitoplâncton (ind./m²) na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca).

Em relação à abundância relativa, neste período a presença de organismos da ordem Diptera na comunidade amostrada foi evidente. A contribuição relativa destes organismos variou de 40% (MMI-PT10) à 100% (MMI-PT03) nos pontos em que esteve presente. Adicionalmente organismos da ordem Coleoptera também foram relativamente significativos na composição da comunidade amostrada durante este período variando entre 1% à 100% de contribuição nos pontos MMI-PT07 e MMI-PT05, respectivamente. Por fim, Trichoptera somente foi identificada no ponto MMI-PT12 durante o período de seca, contribuindo com 3% da comunidade amostrada neste local (**Figura 2-294**).

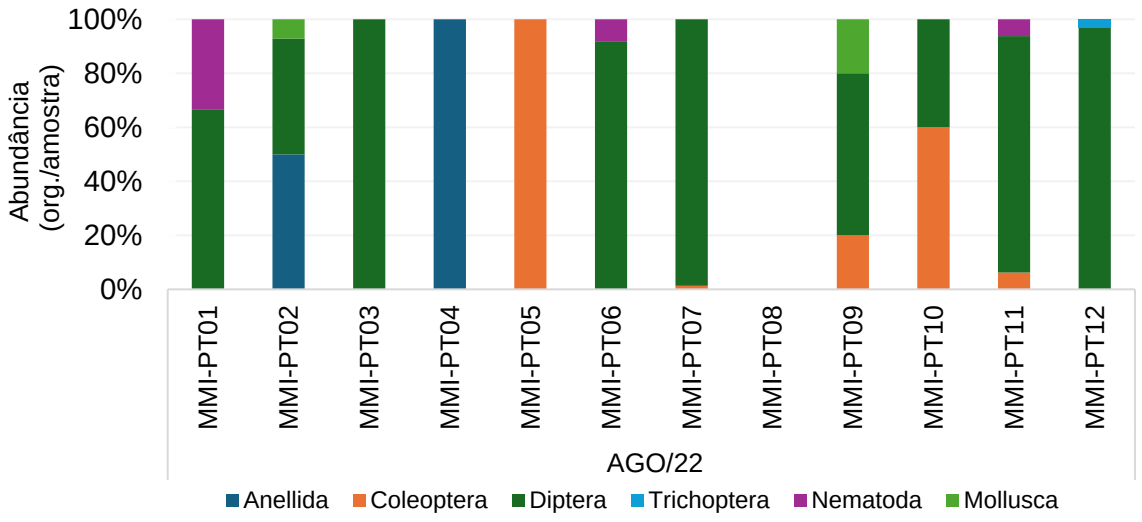


Figura 2-294 – Abundância relativa de macroinvertebrados bentônicos (% org./amostra) na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca).

Durante o período chuvoso, as densidades foram baixas na maioria dos pontos avaliados e, conforme explicitado anteriormente, quatro pontos (MMI-PT04, MMI-PT07, MMI-PT-08 e MMI-PT12) não apresentaram organismos. Apesar destes pontos, o ponto MMI-PT11 se destacou com alta densidade, causando uma grande amplitude na variação da densidade observada no período, que obteve valor mínimo de 1,0 ind./m², identificados nos pontos MMI-PT05 e MMI-PT06, e valor máximo de 21,0 org./m², identificados em MMI-PT011. Neste ponto amostral o padrão de densidade foi similar ao encontrado ao da riqueza durante o período chuvoso, no entanto, o ponto amostral MMI-PT09, que também obteve três táxons, não apresentou grande quantidade de organismos (**Figura 2-295**). Durante este período, o ponto MMI-PT11 apresentou a maior densidade de macroinvertebrados bentônicos, mesmo apresentando apenas organismos da ordem Diptera (18,0 org./m² pertencentes à família Ceratopogonidae; 1,0 org./m² da família Chironomidae; e 2,0 org./m² pertencentes à família Tipulidae).

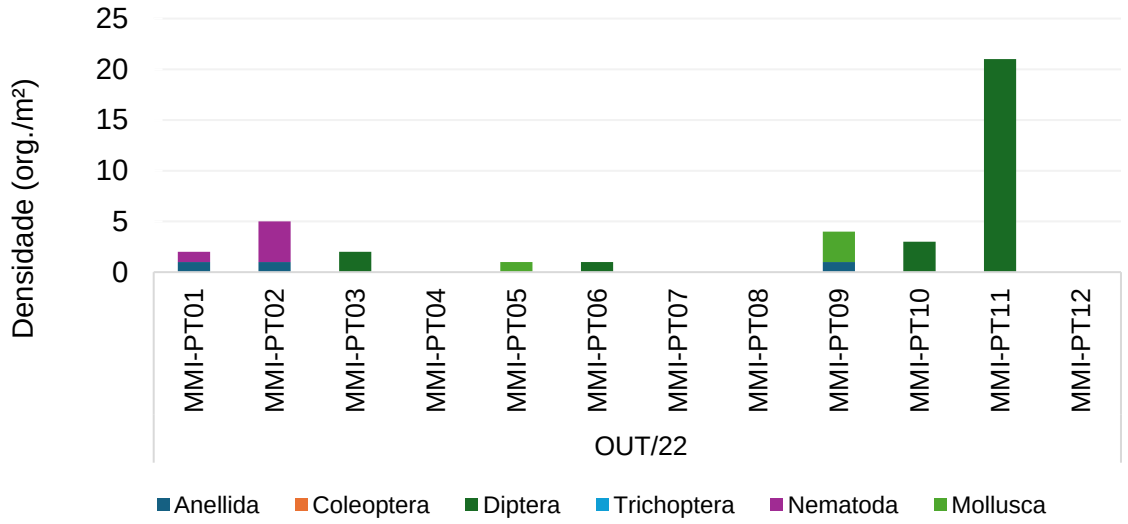


Figura 2-295 - Densidade de macroinvertebrados bentônicos (ind./m²) na área de influência da Mina Morro do Ipê, outubro de 2022 (chuva).

Assim como na campanha anterior, neste período a Ordem Diptera foi quem mais contribuiu com a composição de macroinvertebrados bentônicos amostrados, obtendo participação de 100% das comunidades encontradas nos pontos MMI-PT03, MMIPT06, MMI-PT10 e MMI-PT11. Organismos do filo Mollusca também foram importantes na composição da comunidade amostrada neste período, sendo os únicos indivíduos amostrados no ponto MMI-PT05. Vale ressaltar que durante este período, organismos do grupo Trichoptera e Coleoptera não foram identificados (**Figura 2-296**).

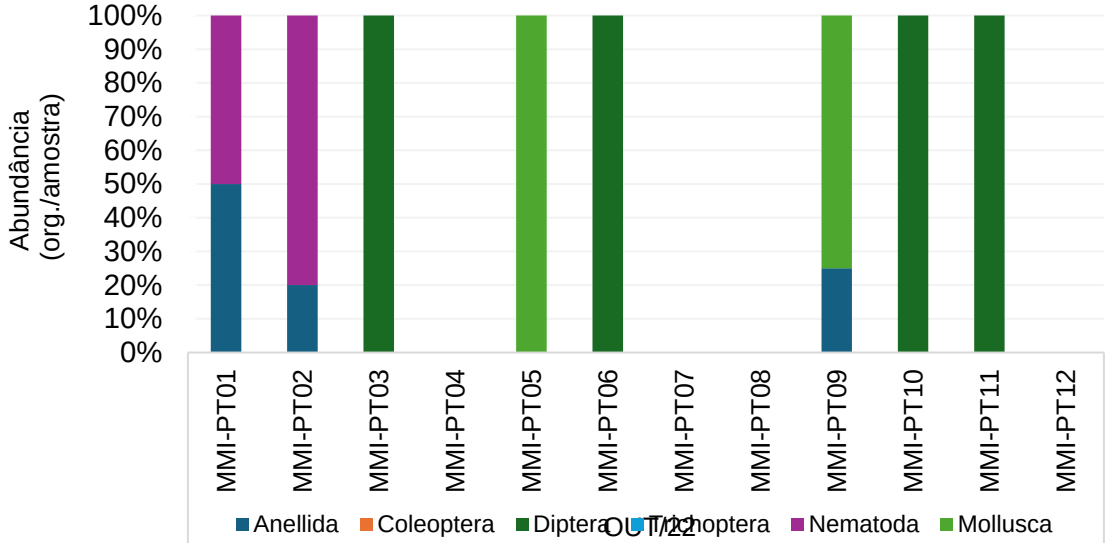


Figura 2-296 - Abundância relativa do fitoplâncton (% org./amostra) na área de influência da Mina Morro do Ipê, outubro de 2022 (chuva).

Em relação à distribuição espacial, durante o período de seca verifica-se pela **Tabela 2-117** que a maioria dos táxons encontrados nas amostras apresentaram 8% de frequência de ocorrência, ou seja, foram encontradas somente em um ponto amostral. No entanto, organismos da família Ceratopogonidae e Chironomidae (Diptera) foram amostrados em 75% dos pontos avaliados durante este período. Já no período chuvoso, observa-se um menor número de *taxa* amostrados, onde a maioria dos táxons também estiveram presentes em apenas um ponto amostral, performando frequência de ocorrência de 8%. Contudo, ainda é possível observar a predominância do táxon Ceratopogonidae, que esteve presente em 33% dos pontos amostrados neste período (**Tabela 2-118**).

A família Ceratopogonidae (Diptera) compreende um táxon de insetos de pequenas dimensões, que variam entre 1-6 mm de comprimento, conhecidos popularmente como maruins, mosquitos-do-mangue e mosquitos-pólvora. No Brasil são conhecidas pelo menos 103 espécies, distribuídas em um amplo espectro altitudinal e suas larvas são, majoritariamente generalistas tróficas. A maioria das larvas de quironomídeos também são onívoras e oportunistas, alimentando-se se uma variedade de alimentos, como por exemplo, esporos de fungos, detritos e algas (Nunes, 2020).

Tabela 2-117 - Distribuição espacial de macroinvertebrados bentônicos na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto (seca) de 2022.

Taxa	Pontos amostrais												%FO
	Seca												
	MMIPT 01	MMIPT 02	MMIPT 03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12	
ANELLIDA													-
Hirudinea													-
Glossiphonidae sp.				X									8%
Oligochaeta		X											8%
ARTHROPODA													-
Insecta													-
Coleoptera							X						8%
Elmidae					X				X	X	X		33%
Diptera													-
Athericidae													0%
Ceratopogonidae	X	X	X			X	X		X	X	X	X	75%
Chironomidae	X	X	X			X	X		X	X	X	X	75%
Tipulidae						X							8%
Trichoptera													0%
Hydropsychidae												X	8%
NEMATODA													-
Aphamida	X					X					X		25%
MOLLUSCA													-

Taxa	Pontos amostrais												%FO
	Seca												
	MMIPT 01	MMIPT 02	MMIPT 03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12	
Gastropoda													-
Physa sp.						X							8%
Biomphalaria sp.													0%
Melanoides tuberculata		X											8%
Bivalvia													-
Sphaeriidae													0%

Tabela 2-118 - Distribuição espacial de macroinvertebrados bentônicos na área de influência da Mina Morro do Ipê, outubro (chuva) de 2022.

Taxa	Pontos amostrais												%FO
	Chuva												
	MMIPT 01	MMIPT 02	MMIPT 03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12	
ANELLIDA													**-**
Hirudinea													-
Glossiphonidae sp.													0%
Oligochaeta	X	X							X				25%
ARTHROPODA													-
Insecta													-

Taxa	Pontos amostrais												%FO
	Chuva												
	MMIPT 01	MMIPT 02	MMIPT 03	MMI PT04	MMI PT05	MMI PT06	MMI PT07	MMI PT08	MMI PT09	MMI PT10	MMI PT11	MMI PT12	
Coleoptera													0%
Elmidae													0%
Diptera													-
Athericidae										X			8%
Ceratopogonidae			X			X				X	X		33%
Chironomidae			X								X		17%
Tipulidae											X		8%
Trichoptera													0%
Hydropsychidae													0%
NEMATODA													-
Aphamida	X	X											17%
MOLLUSCA													-
Gastropoda													-
Physa sp.									X				8%
Biomphalaria sp.					X								8%
Melanoides tuberculata													0%
Bivalvia													-
Sphaeriidae									X				8%

c) Índices de Diversidade

Durante o período de seca (agosto de 2022) o maior valor de diversidade foi observado no ponto MMI-PT09, que apresentou valor de 1,33 bits/ind., enquanto o menor valor foi observado no ponto MMI-PT12, obtendo 0,27 bits/ind. Neste período os valores de equitabilidade variaram entre 0,25 (MMI-PT12) e 1,00 (MMI-PT01). Neste período os pontos MMI-PT04, MMI-PT-05 e MMI-PT08 não foram avaliados pela ausência de organismos ou pela presença de apenas um táxon. Já durante o período chuvoso (outubro de 2022) os pontos que não foram avaliados pelo mesmo motivo foram: MMI-PT04, MMI-PT05, MMI-PT06, MMI-PT08 e MMI-PT012. Portanto, durante a campanha chuvosa os valores de diversidade variaram entre 0,50 bits/ind. (MMI-PT11 e MMI-PT02) a 1,04 bits/ind. (MMI-PT09) e a equitabilidade variou entre 0,46 (MMI-PT11) e 1,00 (MMI-PT01 e MMI-PT03) (**Tabela 2-119**).

Tabela 2-119 - Diversidade e equitabilidade calculadas por pontos amostrais durante as campanhas de inventariamento das comunidades de macroinvertebrados bentônicos, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022.

PONTOS	DIVERSIDADE		EQUITABILIDADE	
	SECA	CHUVA	SECA	CHUVA
MMI - PT 01	1,10	0,69	1,00	1,00
MMI - PT 02	1,09	0,50	0,79	0,72
MMI - PT 03	0,64	0,69	0,92	1,00
MMI - PT 04	-	-	-	-
MMI - PT 05	-	-	-	-
MMI - PT 06	1,08	-	0,78	-
MMI - PT 07	0,31	-	0,28	-
MMI - PT 08	-	-	-	-
MMI - PT 09	1,33	1,04	0,96	0,95
MMI - PT 10	0,95	0,64	0,87	0,92
MMI - PT 11	1,06	0,50	0,77	0,46
MMI - PT 12	0,27	-	0,25	-

A comunidade bentônica tem sido constantemente utilizada no biomonitoramento e na avaliação da saúde dos ecossistemas aquáticos. Para facilitar a utilização desses organismos como bioindicadores aquáticos, foi criado o *Biological Monitoring Working Party Score System* (BMWP), que define "scores" às famílias de macroinvertebrados, de acordo com a sua tolerância à poluição ambiental. Os resultados do BMWP obtidos em ambas as campanhas podem ser observados na **Figura 2-297**.

A maioria dos pontos amostrados em ambas as campanhas foram classificados com qualidade de água PÉSSIMA, com exceção do ponto MMI-PT12 durante o período de

seca (agosto de 2022), que teve suas águas consideradas como RUIM. Tais resultados estão associados à baixa riqueza que foi encontrada nos trechos amostrados.

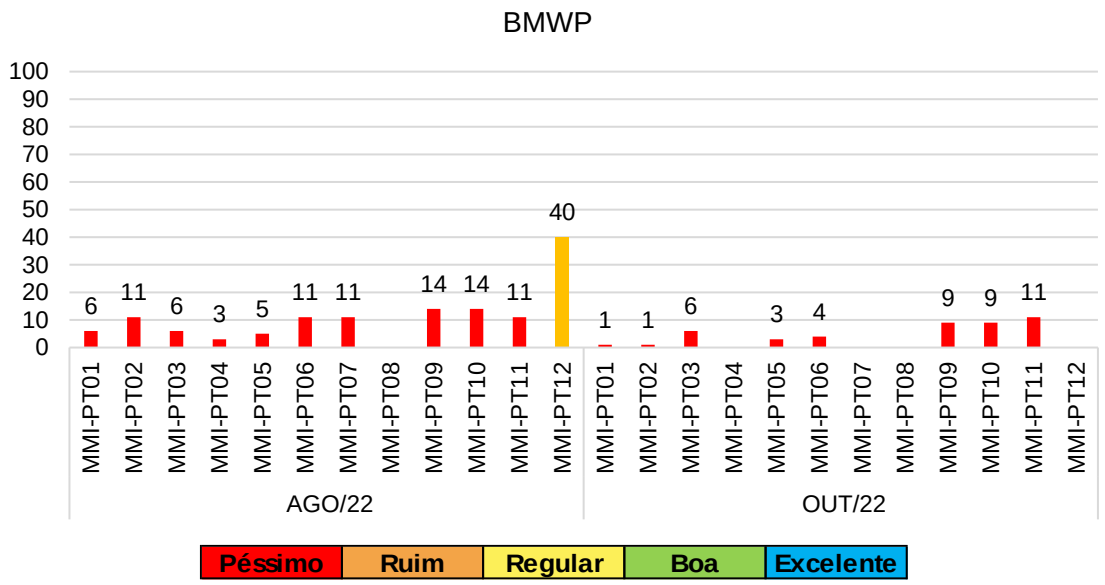


Figura 2-297 - Score BMWP de macroinvertebrados bentônicos na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva).

Durante a estação seca (agosto de 2022), o grupo CHOL esteve presente em nove pontos amostrais (75%). A sua maior contribuição foi observada nos pontos MMI-PT07 e MMI-PT12 que apresentaram aproximadamente 90% de sua comunidade pertencente a este grupo. Durante o período chuvoso (outubro de 2022) grupo CHOL foi amostrado em cinco pontos amostrais (42%), contribuindo com até 40% das comunidades amostradas por ponto. Por fim, organismos do grupo EPT só foram identificados no ponto MMI-PT12 e apenas durante o período de seca (agosto de 2022) (**Figura 2-298**).

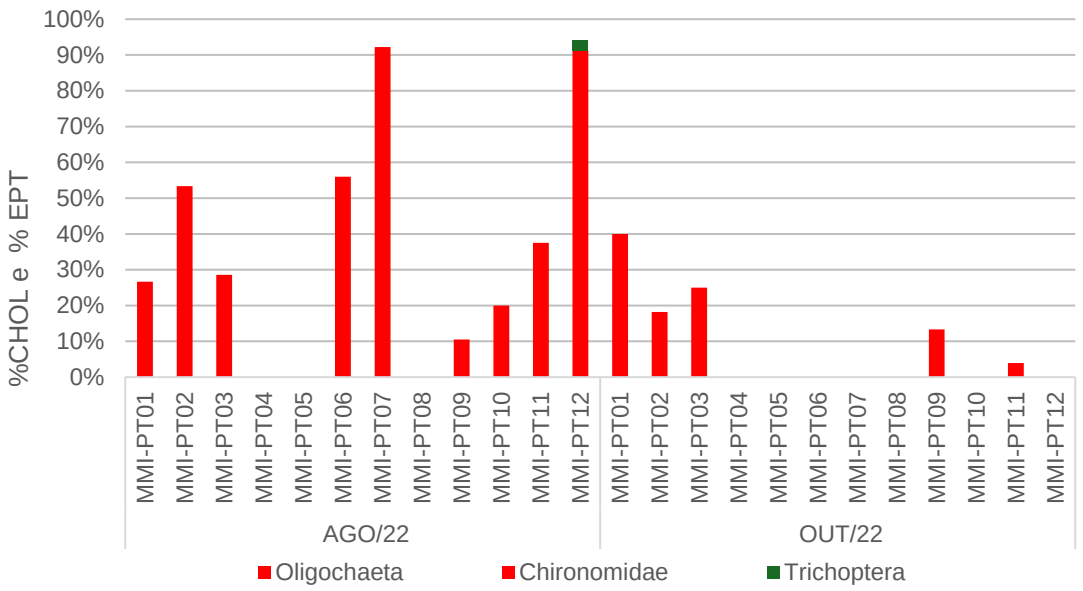


Figura 2-298 - Índice %CHOL e %EPT de macroinvertebrados bentônicos na área de influência Mina Morro do Ipê, agosto (seca) e outubro de 2022 (chuva).

De acordo com o diagnóstico de águas superficiais, a contaminação presente nos corpos d'água não foi capaz de alterar substancialmente os parâmetros de oxigênio dissolvido, pH, turbidez e nitrogênio no período observado. Ademais não foram observados indícios de contaminações por metais pesados ou componentes tóxicos nas análises realizadas. Portanto, a partir dos parâmetros físico-químicos obtidos dos cursos d'água e o *status* de preservação dos ambientes amostrados, a observação apenas de organismos extremamente tolerantes associados à praticamente total ausência de organismos sensíveis (EPT) não é esperada para a região de estudo, uma vez que, de acordo com os dados obtidos, os pontos amostrais configuram boas condições para o estabelecimento de macroinvertebrados bentônicos.

d) Suficiência Amostral

A suficiência amostral foi avaliada através das curvas de rarefação do N (riqueza observada) em relação a estimativas de riqueza para a área (JackKnife 1) acumulados em decorrência dos pontos amostrais (**Figura 2-299**). Durante as campanhas realizadas na área a curva apresentou leve tendência de estabilização, contudo, o número de espécies observadas não atingiu a variação do número de espécies estimadas. Até o momento foram registradas cerca de 68% das espécies estimadas sugerindo que a amostragem foi relativamente satisfatória.

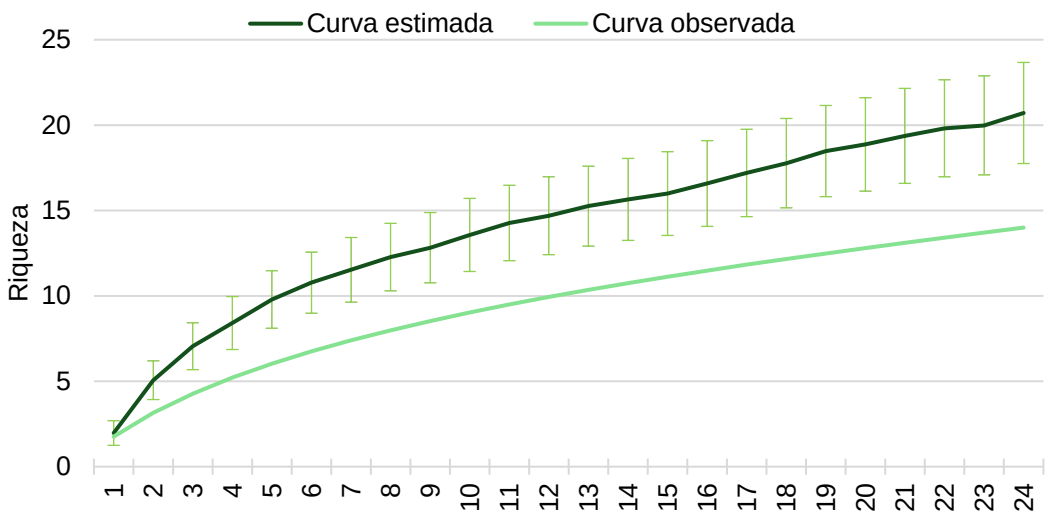


Figura 2-299 - Estimativa da riqueza na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022.

e) Importância Biológica da Área de Estudo

A ADA do empreendimento em tela, se aproxima aos limites de duas áreas de proteção ambiental, a APA Municipal Igarapé que está à oeste da área diretamente afetada, aproximadamente a 1,00 Km de distância e a RPPN – Inhotim que se encontra à leste do empreendimento, aproximadamente a 4,00 Km. A vertente sul da ADA faz divisa com as áreas de proteção especial APE Estadual bacia hidrográfica do rio Manso.

Dessa forma, a manutenção da qualidade da água nestes ambientes deve garantir os usos múltiplos de suas águas.

f) Formas e Uso dos Habitats e Processos Ecossistêmicos

Os cursos d'água avaliados no levantamento das comunidades hidrobiológicas na área de interesse da Mina Morro do Ipê apresentam grande heterogeneidade ambiental, possibilitando diferentes potenciais para o estabelecimento das comunidades de macroinvertebrados bentônicos avaliadas. Grande parte dos ambientes amostrados neste estudo demonstram características típicas de riachos de baixa ordem, onde a partir da grande heterogeneidade ambiental presente nos leitos, são ideais para o estabelecimento e o crescimento de uma grande quantidade de *taxa*. No entanto, não foi possível observar a presença de táxons sensíveis nestes locais. De fato, maior atenção deve ser dada aos ambientes uma vez que são detectados indícios de contaminação fecal em todos os cursos d'água avaliados e em ambas as campanhas. Dessa forma, a manutenção das boas condições físico-químicas dos cursos d'água da região evita que um importante filtro ambiental seja instalado nesses ambientes, permitindo o reaparecimento destes organismos e,

consequentemente melhorando a qualidade dos cursos d'água e garantindo os diversos usos dos recursos hídricos da região.

g) Espécies Ameaçadas de Extinção

Não aplicável, pois na grande maioria dos casos, as formas imaturas de insetos não permitem uma confirmação taxonômica em nível de espécie sem um levantamento associado das formas adultas aladas. Cabe mencionar que a lista de invertebrados ameaçados de extinção publicada pelo MMA em 2022 (MMA, 2022) considera 97 espécies de água continentais, porém espécies de insetos que possuem fase larval aquática e vida adulta terrestre, como as libélulas e as efeméridas, são contabilizadas no ambiente terrestre. Em relação aos moluscos, as espécies que merecem atenção não possuem registro de ocorrência na área de interesse.

h) Espécies Raras e de Interesse Científico

As espécies pertencentes ao gênero *Biomphalaria* (Mollusca) e à família Ceratopogonidae (Diptera) possuem interesse científico uma vez que podem ser importante vetores de doenças, dessa forma a comunidade científica tem se esforçado para entender os mecanismos de transmissão de doenças e também para esclarecer possíveis resistências destes organismos (COUTO, et al., 2011; MONÉ et al., 2011).

i) Espécies Cinegéticas e de Interesse Econômico

As espécies pertencentes ao gênero *Biomphalaria* (Mollusca) e à família Ceratopogonidae (Diptera) possuem interesse econômico uma vez que podem ser importante vetores de doenças.

j) Espécies Exóticas ou Potencialmente Danosas

Apesar da não identificação de espécies entre os moluscos, assim como nos dados regionais, nos pontos avaliados na área de estudo local também há a presença de moluscos do gênero *Physa*. Organismos deste gênero foram apenas em MMI-PT09 em ambas as campanhas. A propagação de *P. acuta* foi geralmente relacionada ao comércio de aquários, mas havia outras possibilidades como plantas e comércio de mercadorias, como também uma viagem de longa distância mediada por pássaros. Esta espécie tem um rápido crescimento juvenil e atinge a maturidade muito rapidamente, colaborando também para a rápida colonização (inicial e após um evento estocástico). Essas características foram boas estratégias para uma espécie invasora e permitem uma rápida recuperação após fortes chuvas (MIYAHIRA et al., 2021).

Ainda a respeito de moluscos, *Melanoides tuberculata* (MULLER, 1774) é um gastrópode nativo do norte e leste da África e sudeste da Ásia, sendo observado pela primeira vez no Brasil na cidade de Santos, SP (VAZ et al., 1986). O fluxo natural das águas auxilia na dispersão dos organismos invasores em sistemas aquáticos. Por isso, os ambientes de água doce estão altamente sujeitos às invasões de organismos exóticos já que apresentam grande facilidade para a dispersão pelo próprio fluxo d´água. Além disso, outros mecanismos facilitam a sua dispersão, como algumas espécies de aves que podem levar moluscos em seus pés ou plumagem, ou mesmo através do canal alimentar ou incrustações em embarcações, que pode ser uns dos principais vetores para as invasões biológicas (SILVA & BARROS, 2011).

Por fim, neste trabalho foram identificados moluscos do gênero *Biomphalaria*. Este gênero apresenta importância médica significativa, pois muitas espécies têm uma estreita associação com habitats de água doce associados a assentamentos humanos e atuam como hospedeiros intermediários para cepas compatíveis do helminto parasita *Schistosoma mansoni*, causador da esquistossomose. Esses caracóis são encontrados em habitats aquáticos variados, incluindo pequenas piscinas, lagos, riachos e canais de irrigação, geralmente em águas rasas na borda do habitat, levando-os para as proximidades de áreas comumente frequentadas por pessoas (Guimarães, 1983).

k) Espécies Anuais ou Migratórias e Sítios Reprodutivos

Não foram identificados táxons que se enquadrem nas referidas classificações.

l) Espécies Indicadoras de Qualidade Ambiental

Na **Tabela 2-120** apresentam-se as espécies indicadoras de qualidade ambiental identificadas neste estudo e o tipo de ambiente que indicam. As informações de indicação de qualidade ambiental devem ser interpretadas com cautela devido à falta de estudos que permitam que se estabeleça um consenso a respeito do uso de cada espécie como bioindicadoras. Ademais, também se ressalta que uma mesma espécie pode indicar um gradiente de condições ambientais devido as condições regionais experimentadas (*i.e.* diferenças entre ambientes tropicais e temperados). Sendo assim, é comum encontrar pesquisas divergentes em relação aos bioindicadores e suas preferências ecológicas. Dessa forma, a presença de espécies bioindicadoras não deve ser avaliada como determinante para a qualidade ambiental, devendo-se avaliar conjuntamente as comunidades amostradas (*i.e.* fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos) e os parâmetros físico-químicos analisados.

Tabela 2-120- Espécies indicadoras de qualidade ambiental amostradas no levantamento de comunidades hidrobiológicas da Mina Morro do Ipê, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022.

TÁXON	INDICAÇÃO	REFERÊNCIA
Anellida		
Hirudinea	Poluição orgânica severa	Da Silva et al., 2011
Oligochaeta	Poluição orgânica severa	Da Silva et al., 2011
Arthropoda		
Diptera		
Tipulidae	Sem poluição orgânica aparente	Da Silva et al., 2011
Ceratopogonidae	Provável poluição orgânica	Da Silva et al., 2011
Chironomidae	Poluição orgânica significante	Da Silva et al., 2011
Trichoptera		
Hydropsychidae	Baixa poluição orgânica	Da Silva et al., 2011
Coleoptera		
Elmidae	Provável poluição orgânica	Tampo et al., 2021
Mollusca		
Biomphalaria sp.	Poluição orgânica severa	Ibrahim et al., 2018

2.6.6.3.9 CONCLUSÃO MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi representada por 87 táxons distribuídos em 5 filos (Arthropoda, Anellida, Mollusca, Nematoda e Platyhelminthes) sendo que a maior parcela da comunidade pertence ao filo Arthropoda, totalizando 79 táxons sendo os Insecta o grupo mais representativo (AMPLO, 2017). Os artrópodes da classe Insecta são comumente os principais representantes da fauna de invertebrados bentônicos, constituem cerca de 90% de toda fauna de invertebrados dos ambientes de água doce, tendo papel muito relevante nos sistemas aquáticos continentais, com participação nos diversos processos ecológicos. Neste trabalho foram identificados 14 *taxa* de macroinvertebrados aquáticos, também distribuídos nos filos Anellida, Arthropoda e Molusca e Nematoda. Neste estudo os insetos participaram com 43% da comunidade levantada, nos quais se distribuíram entre as famílias Coleoptera, Diptera e Trichoptera.

A área avaliada está localizada em um mosaico que a matriz predominante da paisagem é composta por empreendimentos minerários, pequenas manchas urbanas e propriedades rurais. De uma forma geral, na área de estudo, as microbacias podem ser caracterizadas pelas condições do uso do solo da área de entorno. Algumas microbacias da vertente norte, possuem o uso do solo bem intensificado com presença de barramentos para a formação de barragens de rejeito e captação, seja para a mineração seja para o uso agrícola. Passivos ambientais relacionadas aos acessos e estradas que tangem os corpos d'água sem intervenções de engenharia,

presença de efluentes e degradação da mata ciliar também estão presentes. Outras microbacias, como as da vertente sul, apresentam padrão mais conservado com o uso do solo com intensidade mais baixa e que embora sejam observados processos erosivos nos corpos d'água, há a maior preservação da vegetação ciliar. Tais características referentes ao uso do solo na área de estudo e *status* de conservação da área de entorno demonstram a diversidade do grau de qualidade ambiental dos diferentes cursos d'águas.

Táxons de importância médica foram identificados neste estudo. Organismos do gênero *Biomphalaria* foram identificados no ponto MMI-PT05 durante o período chuvoso. Este ponto está localizado no Córrego Vila Rica, inserido na sub-bacia do Córrego São Joaquim, em uma matriz fortemente antropizada. Dessa forma, realça a sua estreita associação com habitats de água doce associados a assentamentos humanos, gerando possibilidade de atuar como hospedeiros intermediários para cepas compatíveis do helminto parasita *Schistosoma mansoni*, causador da esquistossomose. No entanto, neste levantamento este organismo foi observado em baixas densidades.

Diferentemente dos estudos pretéritos, a riqueza de macroinvertebrados aquáticos na área de estudo foi consideravelmente baixa, com menores índices ao longo do período chuvoso. Além disso, a grande maioria das espécies presentes indicam uma péssima qualidade de água em praticamente todos os cursos d'água avaliados, onde somente são possíveis o estabelecimento de táxons extremamente generalistas. Esta observação não condiz com as condições demonstradas pelos parâmetros físico-químicos avaliados no diagnóstico de águas superficiais, uma vez que, de acordo com as análises físico-químicas, apesar de certa degradação, os ambientes apresentam condições mínimas para o estabelecimento de espécies mais especializadas do que os táxons observados neste estudo (i.e. boas concentrações de oxigênio dissolvido em ambas as campanhas, pH não alterado, baixa turbidez, baixa concentração de nutrientes e ainda sem indícios de contaminação por metais pesados e/ou compostos tóxicos). Diante disso, sugere-se a continuidade do monitoramento da comunidade de macroinvertebrados bentônicos à fim de aprofundar o conhecimento a respeito da fauna bentônica existente e averiguar possíveis vieses amostrais causados de forma natural ou antrópica, que possam afetar a comunidade identificada na área de estudo.

2.7 ANÁLISE DIAGNÓSTICA INTEGRADA DO MEIO BIÓTICO

O Projeto, localizado na região centro-sul de Minas Gerais, envolve os municípios de Brumadinho, Igarapé, Rio Manso e São Joaquim de Bicas. Trata-se de uma área inserida em uma zona de transição ecológica entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado, sendo de grande relevância para a conservação ambiental. O diagnóstico realizado tem como objetivo identificar as características bióticas, da região, visando compreender as dinâmicas ecológicas e os impactos do empreendimento.

A área de estudo local (AEL), que compreende 7.143,56 hectares, e a área diretamente afetada (ADA), com 215,60 hectares, foram analisadas com base em

dados primários e secundários, coletados entre 2022 e 2024. A metodologia incluiu levantamentos de campo, revisão bibliográfica e análise de mapas regionais.

A flora da região apresenta uma riqueza significativa, com 999 espécies identificadas, das quais 64 estão ameaçadas de extinção. Entre essas espécies, destacam-se o Ipê-amarelo e diversas endêmicas do Quadrilátero Ferrífero. A diversidade foi avaliada por índices Shannon-Weaver, alcançando valores de 3,98 para a Floresta Estacional Semidecidual e 3,46 para o Cerrado, indicando elevada heterogeneidade ecológica. Na ADA, 55% da vegetação corresponde a fragmentos de Floresta Estacional em estágio médio de regeneração, compondo habitats cruciais para a conservação.

A fauna também reflete a relevância ecológica da região. Foram registradas 25 espécies de mamíferos, das quais seis estão ameaçadas, incluindo o Lobo-guará e o Cervo-do-pantanal. A avifauna compreende 158 espécies, com destaque para o Jacupemba, considerada quase ameaçada. Entre os anfíbios e répteis, foram documentadas 27 espécies, incluindo endemismos como *Scinax longilineus* (Mata Atlântica) e *Trilepida jani* (Cerrado). No caso da ictiofauna, a região abriga 136 espécies conhecidas para a bacia do Rio Paraopeba (dados secundários), com registros de espécies ameaçadas na microbacia do Córrego Grande.

Os recursos hídricos da área estão sujeitos a diferentes graus de impacto. As microbacias ao norte apresentam maior degradação devido à mineração, enquanto as do sul mantêm melhor conservação, com vegetação ciliar preservada. A qualidade da água (em relação as comunidades hidrobiológicas) permanece dentro dos padrões legais, com concentrações de cianotoxinas abaixo dos limites estipulados.

O Diagnóstico do Meio Biótico confirma a importância ecológica da área de estudo, enfatizando a necessidade de equilíbrio entre as atividades antrópicas e a conservação ambiental. A região representa um mosaico de habitats que abrigam rica biodiversidade, demandando iniciativas robustas para mitigar impactos e promover a sustentabilidade a longo prazo.

FERREIRA ROCHA
ASSESSORIA E SERVIÇOS SOCIOAMBIENTAIS

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) –

Projeto Masterplan de Pilhas – Fases 2, 3 e 4
Mineração Morro do Ipê

IPE-EIA-II-BHZ-RT-001-25-R01

JANEIRO / 2025

INFORMAÇÕES SOBRE O DOCUMENTO

PROJETO	Estudo de Impacto Ambiental – PDERs – Parte II		
DATA DE ELABORAÇÃO	19/11/2024	RESPONSÁVEL	
DATA DE REVISÃO		RESPONSÁVEL	
DATA DE APROVAÇÃO		RESPONSÁVEL	
OBSERVAÇÕES	-		

QUADRO DE CONTROLE DE REVISÕES

REV.	DATA	HISTÓRICO	NOME DO TÉCNICO	FUNÇÃO	EMPRESA
1	07/02/2025	Revisão	Rafael Cerqueira	Coordenador de Projetos	Ferreira Rocha

SUMÁRIO

1 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO FÍSICO 47
1.1 CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS 47
1.1.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 47
1.1.2 RESULTADOS 49
1.1.2.1 CLIMA 49
1.1.2.2 TEMPERATURA 51
1.1.2.3 PRECIPTAÇÃO 53
1.1.2.4 UMIDADE RELATIVA 57
1.1.2.5 EVAPORAÇÃO TOTAL 57
1.1.2.6 BALANÇO HÍDRICO 58
1.1.2.7 VENTO 59
1.2 QUALIDADE DO AR 60
1.2.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 62
1.2.1.1 MÉTODOS DE REFERÊNCIA 62
1.2.1.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR - IQAr 62
1.2.1.3 LEGISALAÇÃO VIGENTE 63
1.2.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS 65
1.3 ESTUDO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA 70
1.4 RUÍDO AMBIENTAL 71
1.4.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 73
1.4.1.1 MÉTODOS DE REFERÊNCIA 73
1.4.1.2 ABREVIAÇÕES / DEFINIÇÕES 73
1.4.1.3 OUTRAS DEFINIÇÕES TÉCNICAS 74
1.4.1.4 INSTRUMENTOS UTILIZADOS 74
1.4.1.5 ESTRATÉGIAS DE MEDIÇÕES 75
1.4.1.6 DESVIOS, ADIÇÕES OU EXCLUSÕES AOS MÉTODOS DE ENSAIO 75
1.4.1.7 LEGISALAÇÃO VIGENTE 75
1.4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS 77
1.5 VIBRAÇÃO 79
1.5.1 METODOLOGIA 79
1.5.2 RESULTADOS 83
1.6 GEOLOGIA 86
1.6.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 86

1.6.2 RESULTADOS 87
1.6.2.1 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL 87
1.6.2.2 CONTEXTO GEOLÓGICO LOCAL 94
1.6.2.3 PROCESSOS MINERÁRIOS 103
1.7 HIDROGEOLOGIA 109
1.7.1 METODOLOGIA 109
1.7.2 RESULTADOS 109
1.7.2.1 Unidade Rochas Cristalinas 110
1.7.2.2 Unidade Xisto 111
1.7.2.3 Unidade Quartzítica 111
1.7.2.4 Unidade Formação Ferrífera 112
1.7.2.5 Unidade Carbonática 112
1.7.2.6 Unidade Confinante 113
1.7.2.7 Unidade Coberturas 113
1.7.2.8 Parâmteros Hidrodinâmicos 113
1.7.2.9 Tipologias Aquíferas 114
1.8 GEOMORFOLOGIA 118
1.8.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 118
1.8.2 RESULTADOS 120
1.8.2.1 CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO REGIONAL 120
1.8.2.2 CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO LOCAL 125
1.8.2.3 ANÁLISE MORFOMÉTRICA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS 132
1.9 ESPELEOLOGIA 136
1.9.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 136
1.9.2 RESULTADOS 137
1.10 PEDOLOGIA 142
1.10.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 143
1.10.1.1 NÍVEIS DE MANEJO CONSIDERADOS 143
1.10.2 RESULTADOS 144
1.10.2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS 146
1.11 RECURSOS HÍDRICOS 157
1.11.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 157
1.11.2 RESULTADOS 159
1.11.2.1 CARACTERIZAÇÃO REGIONAL 159

1.11.2.2 CARACTERIZAÇÃO LOCAL 166
1.12 QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS E SEDIMENTOS 194
1.12.1 INTRODUÇÃO 194
1.12.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 195
1.12.2.1 DADOS SECUNDÁRIOS 195
1.12.2.2 DADOS PRIMÁRIOS 196
1.12.3 RESULTADOS 208
1.12.3.1 DADOS SECUNDÁRIOS 208
1.12.3.2 DADOS PRIMÁRIOS 215
1.12.4 CONCLUSÃO QUALIDADE DE ÁGUAS E SEDIMENTOS 239
1.13 QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS 241
1.13.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 241
1.13.2 RESULTADOS 244
1.13.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DE QUAIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS 253
1.14 ANÁLISE DIAGNÓSTICA INTEGRADA DO MEIO FÍSICO 253
2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO BIÓTICO 256
2.1 BIOMA 256
2.2 ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE 259
2.3 RESERVAS DA BIOSFERA 262
2.4 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO 266
2.5 FLORA E VEGETAÇÃO 269
2.5.1 INTRODUÇÃO 269
2.5.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 269
2.5.2.1 USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL 269
2.5.2.2 ASPECTOS FLORÍSTICOS, ECOLÓGICOS E STATUS DE CONSERVAÇÃO DE ESPÉCIES 270
2.5.2.3 ASPECTOS ECOLÓGICOS 274
2.5.2.4 ASPECTOS FITOSSOCIOLÓGICOS 275
2.5.3 RESULTADOS 280
2.5.3.1 USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL 280
2.5.3.2 ASPECTOS FLORÍSTICOS, ECOLÓGICOS E STATUS DE CONSERVAÇÃO DAS ESPÉCIES 309
2.5.3.3 ASPECTOS FLORÍSTICOS, ECOLÓGICOS E STATUS DE CONSERVAÇÃO DAS ESPÉCIES 384
2.5.4 CONCLUSÃO FLORA 419

2.6 FAUNA 422
2.6.1 MASTOFAUNA 422
2.6.1.1 INTRODUÇÃO 422
2.6.1.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 424
2.6.1.3 RESULTADOS 443
3 Riqueza e Diversidade 447
4 Abundância 455
5 Índices de Diversidade 456
6 Suficiência Amostral 457
7 Importância Biológica da Área de Estudo 458
8 Formas de Uso dos habitats e Processos Ecossistêmicos 460
9 Espécies Ameaçadas de Extinção 460
10 Espécies Raras e de Interesse Científico 461
11 Espécies Cinegéticas e de Interesse Econômico 461
12 Espécies Exóticas ou Potencialmente Danosas 462
13 Espécies Anuais ou Migratórias e Sítios Reprodutivos 463
14 Espécies Indicadoras de Qualidade Ambiental 463
14.1.1.1 CONCLUSÃO MASTOFAUNA 463
14.1.2 AVIFAUNA 464
14.1.2.1 INTRODUÇÃO 464
14.1.2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 465
14.1.2.3 RESULTADOS 479
14.1.2.4 CONCLUSÃO AVIFAUNA 524
14.1.3 HERPETOFAUNA 524
14.1.3.1 INTRODUÇÃO 524
14.1.3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 525
14.1.3.3 RESULTADOS 537
14.1.3.4 CONCLUSÃO HERPETOFAUNA 564
14.1.4 ENTOMOFAUNA 565
14.1.4.1 INTRODUÇÃO 565
14.1.4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 566
14.1.4.3 RESULTADOS 578
14.1.4.4 CONCLUSÃO ENTOMOFAUNA 610
14.1.5 ICTIOFAUNA 611

14.1.5.1 INTRODUÇÃO 611
14.1.5.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 612
14.1.5.3 RESULTADOS 624
14.1.5.4 CONCLUSÃO ICTIOFAUNA 643
14.1.6 COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS 645
14.1.6.1 INTRODUÇÃO 645
14.1.6.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 648
14.1.6.3 RESULTADOS 661
14.2 ANÁLISE DIAGNÓSTICA INTEGRADA DO MEIO BIÓTICO 760
15 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO SOCIOECONÔMICO E CULTURAL 762
15.1 DIAGNÓSTICO DA ÁREA DE ESTUDO REGIONAL 762
15.1.1 DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO E CULTURAL DOS MUNICÍPIOS DE BRUMADINHO, IGARAPÉ E SÃO JOAQUIM DE BICAS 762
15.1.1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA 764
15.1.1.2 CONTEXTO REGIONAL 767
15.1.1.3 CARACTERIZAÇÃO POPULACIONAL 778
15.1.1.4 NÍVEL DE VIDA E INFRAESTRUTURA URBANA 794
15.1.1.5 DINAMICA ECONÔMICA 844
15.1.1.6 UTILIZAÇÃO DE TERRAS 864
15.1.1.7 VETORES DE EXPANSÃO E INTRUMENTOS NORMATIVOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO 872
15.1.1.8 PATRIMÔNIO CULTURAL, NATURAL E HISTÓRICO E TURISMO 879
15.2 DIAGNÓSTICO DA ÁREA DE ESTUDO LOCAL 895
15.2.1 INTRODUÇÃO 895
15.2.2 BAIRRO CIDADE NOVA 899
15.2.2.1 ASPECTOS GERAIS 899
15.2.2.2 CARACTERÍSTICAS POPULACIONAIS E DE INFRAESTRUTURA 901
15.2.2.3 INFRAESTRUTURA SOCIAL E ATIVIDADES ECONÔMICAS 902
15.2.3 BAIRRO APARECIDA 903
15.2.3.1 ASPECTOS GERAIS 903
15.2.3.2 INFRAESTRUTURA SOCIAL E ATIVIDADES ECONÔMICAS 904
15.2.4 BAIRRO MARACANÃ 905
15.2.4.1 ASPECTOS GERAIS 905
15.2.4.2 infraestrutura e atividades econômicas 907
15.2.5 BAIRRO nova esperança 907

15.2.5.1 ASPECTOS GERAIS 907
15.2.5.2 características populacionais e de infraestrutura 908
15.2.6 distrito nossa senhora da pas (farofas) 909
15.2.6.1 ASPECTOS GERAIS 909
15.2.6.2 características populacionais e de infraestrutura 911
15.2.6.3 infraestrutura social e atividades econômicas 912
15.3 ANÁLISE DIAGNÓSTICA INTEGRADA DO MEIO socioeconômico e cultural 913
16 ANÁLISE INTEGRADA DOS DIAGNÓSTICOS (MEIOS FÍSICO, BIÓTICO E SOCIOECNÔMICO) 914
17 PASSIVOS AMBIENTAIS 915
18 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 917

LISTAGEM DE TABELAS

Tabela 1-1 - Descrição das estações utilizadas para a caracterização meteorológica regional. 48

Tabela 1-2 - Totais mensais de chuvas a partir de dados consistidos da Estação Escola de Veterinária entre 1986 e 2005. 56

Tabela 1-3 - Métodos de referência técnica adotados para a avaliação da qualidade do ar. 62

Tabela 1-4 - Estrutura do IQAr. 63

Tabela 1-5 - Padrões de Qualidade do Ar. 64

Tabela 1-6 - Resultados do monitoramento de Partículas Totais em Suspensão (PTS). 66

Tabela 1-7 - Resultados do monitoramento Partículas Inaláveis (PM10). 66

Tabela 1-8 - Resultados do monitoramento Partículas Inaláveis (PM2,5). 67

Tabela 1-9 - Símbolos e Significados. 74

Tabela 1-10 - Características do som tonal. 74

Tabela 1-11 - limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período, em dB, de acordo com a NBR 10151:2019 Errata 1:2020. 76

Tabela 1-12 - Resultados da medição de ruído no período diurno (07:01 às 22:00). 78

Tabela 1-13 - Resultados da medição de ruído no período noturno (22:01 às 07:00). 78

Tabela 1-14 - Processos Minerários na área de estudo. 107

Tabela 1-15 – Intervalos de valores típicos de condutividade hidráulica 113

Tabela 1-16 – Caracterização de tipologias aquíferas pela relação entre unidades hidrogeológicas. 115

Tabela 1-17 - Área ocupada por cada classe de declividade na AER em termos absolutos e relativos. 128

Tabela 1-18 - Caracterização Fisiográfica – Resultados Numéricos para as bacias hidrográficas da Área de Estudo Regional. 134

Tabela 1-19 – Potencial espeleológico da área e principais características 138

Tabela 1-20 – Síntese do caminhamento na área de estudo. 139

Tabela 1-21: Vazões estimadas em pontos de controle na AER segundo IGAM (2012). 178

Tabela 1-22 - Demandas Captadas Totais. 186

Tabela 1-23 - Resultados RPD e RPE Específicos. 188

Tabela 1-24 - Estudos consultados para composição do diagnóstico de dados secundários da qualidade das águas e sedimentos, ... 195

Tabela 1-25 - Período de amostragem de dados primários na área de estudo local. .196

Tabela 1-26 - Equipe executora das campanhas de campo da qualidade das águas e sedimentos. 196

Tabela 1-27 - Pontos amostrados durante as campanhas de inventariamento da qualidade das águas e sedimentos. 199

Tabela 1-28 - Pontos amostrados durante as campanhas de inventariamento da qualidade das águas. 205

Tabela 1-29 - Pontos amostrados durante as campanhas de inventariamento da qualidade das águas. 206

Tabela 1-30 - Categorias de qualidade das águas indicada pelo índice de qualidade da água (IQA). 207

Tabela 1-31– Percentual de violação de valores máximos permitidos (VMP), pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/08, enquadramento Classe 1, dos parâmetros por estação amostral avaliados nos estudos da qualidade das águas. 208

Tabela 1-32– Percentual de violação de valores máximos permitidos (VMP), pela Resolução CONAMA n° 454, nível 1, dos parâmetros por estação amostral avaliados nos estudos dos sedimentos. 212

Tabela 1-33– Valores registrados dos parâmetros avaliados de acordo com as análises e os valores máximos permitidos (VMP) pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/08 do diagnóstico de qualidade das águas em agosto de 2022. 217

Tabela 1-34– Valores registrados dos parâmetros avaliados de acordo com as análises e os valores máximos permitidos (VMP) pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/08 do diagnóstico de qualidade das águas em outubro de 2022. 219

Tabela 1-35– Valores registrados dos parâmetros violados avaliados de acordo com as análises e os valores máximos permitidos (VMP) pela Resolução CONAMA n° 454 do diagnóstico de qualidade das águas em agosto de 2022. 224

Tabela 1-36– Valores registrados dos parâmetros violados avaliados de acordo com as análises e os valores máximos permitidos (VMP) pela Resolução CONAMA n° 454 do diagnóstico de qualidade das águas em outubro de 2022. 225

Tabela 1-37– Valores registrados dos parâmetros avaliados de acordo com as análises e os valores máximos permitidos (VMP) pela Resolução CONAMA n° 454 do diagnóstico de sedimentos em agosto de 2022. 228

Tabela 1-38– Valores registrados dos parâmetros avaliados de acordo com as análises e os valores máximos permitidos (VMP) pela Resolução CONAMA n° 454 do diagnóstico de sedimentos em outubro de 2022. 230

Tabela 1-39 – Valores registrados dos parâmetros violados avaliados de acordo com as análises e os valores máximos permitidos (VMP) pela Resolução CONAMA n° 454 do diagnóstico de sedimentos em agosto de 2022. 238

Tabela 1-40 – Valores registrados dos parâmetros violados avaliados de acordo com as análises e os valores máximos permitidos (VMP) pela Resolução CONAMA n° 454 do diagnóstico de sedimentos em outubro de 2022. 238

Tabela 1-41 - Pontos de amostragem de qualidade das águas subterrâneas. 241

Tabela 1-42 - Pontos de amostragem de qualidade das águas subterrâneas. 243

Tabela 1-43 - Resultado da análise da qualidade de água subterrânea para as amostragens do mês de junho 246

Tabela 1-44 - Resultado da análise da qualidade de água subterrânea para as amostragens do mês de setembro 248

Tabela 2-1 - Estudos consultados para composição do diagnóstico de dados secundários da Flora. 271

Tabela 2-2 - Período de amostragem de dados primários na área de estudo local. ... 271

Tabela 2-3 - Equipe executora das campanhas de campo da flora. 272

Tabela 2-4 - Medidas de diversidade e suas respectivas fórmulas. 277

Tabela 2-5 - Equações utilizadas no cálculo das estimativas do estudo fitossociológico, pelos métodos de parcelas amostrais. 278

Tabela 2-6 - Quantitativo de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal da Área de Estudo Local (AEL) do projeto. 281

Tabela 2-7 - Quantitativo de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal da Área Diretamente Afetada (ADA) pelo projeto. 284

Tabela 2-8 - Comparativo dos parâmetros da Resolução CONAMA 329/2007 para a classificação do estágio sucessional médio da Floresta Estacional Semidecidual. 307

Tabela 2-9 - Critérios quantitativos para separação das fisionomias e variações do Bioma Cerrado. 308

Tabela 2-10 - Espécies da flora de potencial ocorrência registradas com base nos dados secundários. 311

Tabela 2-11 - Quantitativo de espécies da flora de especial interesse para conservação identificadas no contexto da AEL. 360

Tabela 2-12 - Lista das espécies ameaçadas de extinção e protegidas por lei registradas em dados secundários avaliados para a AEL. 361

Tabela 2-13 - Lista das espécies raras e endêmicas registradas em dados secundários avaliados para a AEL. 365

Tabela 2-14 - Relação do número de espécies registrados em cada ambiente avaliado no levantamento florístico da ADA e AEL do projeto. 369

Tabela 2-15 - Espécies da Flora registradas a partir dos levantamentos de dados primários. 370

Tabela 2-16 - Quantitativo de espécies da flora de especial interesse para conservação identificadas no contexto da ADA e AEL. 378

Tabela 2-17 - Lista das espécies ameaçadas de extinção e protegidas por lei registradas em dados primários avaliados para a ADA e AEL. 378

Tabela 2-18 - Classificação das espécies em relação à síndrome de polinização. 380

Tabela 2-19 - Classificação das espécies em relação à síndrome de dispersão. 380

Tabela 2-20 - Espécies classificadas como de uso medicinal, ornamental ou alimentício. 382

Tabela 2-21 - Coordenadas UTM (Datum: SIRGAS 2000; Zona: 23K) das parcelas amostradas em áreas de FESD-M. 384

Tabela 2-22 - Lista florística das espécies amostradas nas parcelas amostrais das áreas de FESD-M, com a indicação grupos ecológicos de cada espécie. Espécies apresentadas em ordem alfabética de família e nome científico. 386

Tabela 2-23 - Lista florística das espécies ameaçadas de extinção registradas nas parcelas amostrais das áreas de FESD-M. 390

Tabela 2-24 - Número de indivíduos e de espécies por família amostrada nas áreas de FESD-M. Famílias apresentadas em ordem decrescente de número de indivíduos. ...391

Tabela 2-25 - Índices de Diversidade das parcelas amostrais das áreas de FESD-M. 393

Tabela 2-26 - Estrutura horizontal encontrada nas parcelas de FESD-M. Espécies apresentadas em ordem decrescente de VI. 395

Tabela 2-27 - Estrutura diamétrica por classe de diâmetro encontrada na amostragem da FESD-M. 403

Tabela 2-28 - Coordenadas UTM (Datum: SIRGAS 2000; Zona: 23K) das parcelas amostradas em áreas de Cerrado. 405

Tabela 2-29 - Lista florística das espécies amostradas nas parcelas amostrais das áreas de Cerrado, com a indicação grupos ecológicos de cada espécie e das parcelas nas quais cada espécie foi registrada. Espécies apresentadas em ordem alfabética de família e nome científico. 407

Tabela 2-30 - Lista florística das espécies ameaçadas de extinção e protegidas por lei registradas nas parcelas amostrais das áreas de Cerrado. 408

Tabela 2-31 - Número de indivíduos e de espécies por família amostrada nas áreas de Cerrado. Famílias apresentadas em ordem decrescente de número de indivíduos. .. 409

Tabela 2-32 - Índices de Diversidade das parcelas amostrais das áreas de Cerrado. 411

Tabela 2-33 - Estrutura horizontal encontrada nas parcelas de Cerrado. Espécies apresentadas em ordem decrescente de VI. 413

Tabela 2-34 - Estrutura diamétrica por classe de diâmetro encontrada na amostragem da Cerrado. 417

Tabela 2-35 - Estudos consultados para composição do diagnóstico de dados secundários da Mastofauna. 424

Tabela 2-36 - Período de amostragem de dados primários na área de estudo local. 425

Tabela 2-37 - Equipe executora das campanhas de campo da Mastofauna. 425

Tabela 2-38 - Esforço amostral empregado para inventário de mamíferos. 434

Tabela 2-39 - Esforço amostral empregado para o inventário de mamíferos de pequeno porte (*pitfalls trap*). 434

Tabela 2-40 - Esforço amostral empregado para o inventário de mamíferos de pequeno porte (*live traps*). 435

Tabela 2-41 - Pontos amostrados durante as campanhas de inventariamento da Mastofauna. 436

Tabela 2-42 - Espécies da Mastofauna de potencial ocorrência na região do projeto. 444

Tabela 3-1 - Espécies da Mastofauna registradas durante as campanhas de inventariamento da fauna. 454

Tabela 5-1 - Diversidade e equitabilidade calculadas por grupo da mastofauna. 456

Tabela 5-2 - Diversidade e equitabilidade calculadas por classe de ambiente amostrado. 457

Tabela 9-1 – Espécies ameaçadas de extinção da mastofauna registrada durante o levantamento. 460

Tabela 11-1 – Espécies cinegéticas da mastofauna registrada durante o levantamento. 461

Tabela 14-1 - Estudos consultados para composição do diagnóstico de dados secundários da avifauna. 465

Tabela 14-2 - Período de amostragem para coleta de dados primários na área de estudo local. 465

Tabela 14-3 - Equipe executora das campanhas de campo da avifauna 466

Tabela 14-4 - Esforço amostral realizado no diagnóstico ambiental da Avifauna. 470

Tabela 14-5 - Pontos amostrados durante as campanhas de inventariamento da avifauna. 471

Tabela 14-6 - Espécies de avifauna registradas nos dados secundários e que se encontram ameaçadas de extinção. 479

Tabela 14-7 - Espécies da avifauna com potencial ocorrência na região do projeto. 481

Tabela 14-8 - Lista das espécies de aves capturadas através das redes de neblina em cada área amostral durante as campanhas de amostragem. 499

Tabela 14-9 - Espécies da avifauna registradas durante as campanhas de inventariamento de Aves na área de estudo. 500

Tabela 14-10 - Abundância relativa da avifauna, representada pelos Índices Pontuais de Abundância (IPA) obtidos no estudo. 511

Tabela 14-11 - Frequência de ocorrência da avifauna, representada pelos Índices de Frequência nas Listas (IFL) obtidos no estudo. 512

Tabela 14-12 - Índices ecológicos obtidos na área de inserção do projeto. 513

Tabela 14-13 - Número de espécies registradas e estimadas durante as campanhas de amostragem de avifauna. Os valores entre parênteses correspondem ao desvio-padrão. 514

Tabela 14-14 - Espécies de aves de importância econômica (cinegéticas e xerimbabos) registradas na área de estudo. 520

Tabela 14-15 - Espécies de aves migratórias e/ou parcialmente migratórias registradas na área de estudo. 522

Tabela 14-16 - Estudos consultados para composição do diagnóstico de dados secundários da Herpetofauna. 526

Tabela 14-17 - Período de amostragem de dados primários na área de estudo local. 527

Tabela 14-18 - Equipe executora do diagnóstico ambiental da Herpetofauna. 527

Tabela 14-19 - Esforço amostral realizado no diagnóstico ambiental da Herpetofauna. 530

Tabela 14-20 - Áreas amostradas durante as campanhas de inventariamento da Herpetofauna. 531

Tabela 14-21 - Espécies de anfíbios de potencial ocorrência na região do projeto. .. 538

Tabela 14-22 - Espécies de répteis de potencial ocorrência na região do projeto. 541

Tabela 14-23 - Espécies da herpetofauna registradas durante as campanhas de inventariamento da fauna 546

Tabela 14-24 - Estudos consultados para composição do diagnóstico de dados secundários da Entomofauna 567

Tabela 14-25 - Período de amostragem de dados primários na área de estudo local. 568

Tabela 14-26 - Equipe executora das campanhas de campo da Entomofauna 568

Tabela 14-27 - Esforço amostral realizado no diagnóstico ambiental da Entomofauna 571

Tabela 14-28 - Pontos amostrados durante as campanhas de inventariamento da Entomofauna 572

Tabela 14-29 - Espécies da Entomofauna de potencial ocorrência na região do projeto 579

Tabela 14-30 - Espécies da Entomofauna registradas durante as campanhas de inventariamento da fauna 585

Tabela 14-31 – Classificação da dominância de espécies Entomofauna registrada durante as campanhas de inventariamento da fauna. 600

Tabela 14-32 - Diversidade e equitabilidade calculadas por ponto amostrado. 602

Tabela 14-33 - Diversidade e equitabilidade calculadas por classe de ambiente amostrado..... 603

Tabela 14-34 - Estudos consultados para composição do diagnóstico de dados secundários para ictiofauna 612

Tabela 14-35 - Período de amostragem de dados primários na área de estudo local. 613

Tabela 14-36 - Equipe executora das campanhas de campo do diagnóstico da comunidade hidrobiológica. 613

Tabela 14-37 - Esforço amostral realizado no diagnóstico ambiental da Ictiofauna...614

Tabela 14-38 - Pontos amostrados durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna. 616

Tabela 14-39– Lista dos organismos da ictiofauna registrados através dos dados secundários. 625

Tabela 14-40 - Classificação taxonômica das espécies de peixes capturadas durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022. 628

Tabela 14-41 - Dados biométricos das espécies de peixes observadas durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022. 631

Tabela 14-42 - Distribuição e ocorrência (OC) relativa das espécies de peixes por pontos amostrais durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) de 2022. 633

Tabela 14-43 - Distribuição e ocorrência (OC) relativa das espécies de peixes por pontos amostrais durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, outubro (chuva) de 2022. 634

Tabela 14-44 - Diversidade e equitabilidade calculadas por pontos amostrais durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022. 639

Tabela 14-45 – Espécie ameaçada de extinção registrada durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022. 642

Tabela 14-46 - Estudos consultados para composição do diagnóstico de dados secundários comunidade hidrobiológica. 648

Tabela 14-47 - Período de amostragem de dados primários na área de estudo local 649

Tabela 14-48 - Equipe executora das campanhas de campo do diagnóstico da comunidade hidrobiológica 650

Tabela 14-49 - Pontos amostrados durante as campanhas de inventariamento da comunidade hidrobiológica. 651

Tabela 14-50– Lista dos organismos fitoplanctônicos registrados através dos dados secundários. 661

Tabela 14-51 – Lista dos organismos zooplanctônicos registrados através dos dados secundários. 666

Tabela 14-52– Lista dos macroinvertebrados bentônicos registrados através dos dados secundários. 670

Tabela 14-53 - Espécies da comunidade fitoplanctônica registradas durante as campanhas de inventariamento da comunidade fitoplanctônica da Mina Morro do Ipê 675

Tabela 14-54 - Lista de espécies, riqueza e densidade (ind./mL) amostrados no inventariamento de comunidades fitoplanctônicas da Mina Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca). 685

Tabela 14-55 - Lista de espécies, riqueza e densidade (ind./mL) amostrados no inventariamento de comunidades fitoplanctônicas da Mina Morro do Ipê, outubro de 2022 (chuva). 689

Tabela 14-56 - Distribuição espacial do fitoplâncton na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto (seca) de 2022. 698

Tabela 14-57 - Distribuição espacial do fitoplâncton na área de influência da Mina Morro do Ipê, outubro (chuva) de 2022. 702

Tabela 14-58 - Diversidade e equitabilidade calculadas por pontos amostrais durante as campanhas de inventariamento das comunidades hidrobiológicas, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022. 707

Tabela 14-59- Espécies indicadoras de qualidade ambiental amostradas no levantamento de comunidades hidrobiológicas da Mina Morro do Ipê, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022. 711

Tabela 14-60 - Espécies da comunidade fitoplanctônica registradas durante as campanhas de inventariamento de macroinvertebrados bentônicos da Mina Morro do Ipê. 736

Tabela 14-61- Lista de espécies, riqueza e densidade (ind./mL) amostrados no inventariamento da comunidade de macroinvertebrados bentônicos da Mina Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca). 740

Tabela 14-62 - Lista de espécies, riqueza e densidade (ind./mL) amostrados no inventariamento da comunidade de macroinvertebrados bentônicos da Mina Morro do Ipê, outubro de 2022 (chuva). 742

Tabela 14-63 - Distribuição espacial de macroinvertebrados bentônicos na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto (seca) de 2022. 750

Tabela 14-64 - Distribuição espacial de macroinvertebrados bentônicos na área de influência da Mina Morro do Ipê, outubro (chuva) de 2022. 751

Tabela 14-65 - Diversidade e equitabilidade calculadas por pontos amostrais durante as campanhas de inventariamento das comunidades de macroinvertebrados bentônicos, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022. 753

Tabela 14-66- Espécies indicadoras de qualidade ambiental amostradas no levantamento de comunidades hidrobiológicas da Mina Morro do Ipê, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022. 758

Tabela 15-1 - Regionalizações para fins de gestão e planejamento do poder público – Municípios da Área de Estudo Regional 767

Tabela 15-2 - Regiões Geográficas. 769

Tabela 15-3 – Regiões de Influência - Municípios da Área de Estudo, 2018. 771

Tabela 15-4 – Recortes Territoriais – Municípios da Área de Estudo..... 772

Tabela 15-5 – Municípios integrantes da Microrregião Geográfica de Belo Horizonte. 773

Tabela 15-6 – População total – Municípios da Área de Estudo e escalas geográficas superiores – 1991, 2000, 2010 e 2021. 778

Tabela 15-7 – Taxa média de crescimento populacional anual - Municípios da Área de Estudo e escalas geográficas superiores, 1991, 2000, 2010 e 2021. 780

Tabela 15-8 – Distribuição da população, por situação de domicílio, e grau de urbanização - Municípios da Área de Estudo e escalas geográficas superiores, 2000 e 2010. 783

Tabela 15-9 – Área e Densidade Demográfica – Municípios da Área de Estudo e escalas geográficas superiores, 2000 e 2010. 784

Tabela 15-10 – Número de habitantes segundo o sexo e a situação do domicílio (em mil habitantes) – Municípios da Área de Estudo e escalas geográficas superiores, 2010.785

Tabela 15-11 – Razão de sexo total e por situação de domicílio – Municípios da Área de Estudo e escalas geográficas superiores, 2010. 786

Tabela 15-12 – Distribuição da População por Faixa Etária e por Sexo – Municípios da Área de Estudo – 2010. 788

Tabela 15-13 – População Economicamente Ativa e População Economicamente Dependente dos municípios, suas microrregiões e Minas Gerais – 2010. 792

Tabela 15-14 – Pessoas de 5 anos ou mais de idade que não residiam no município e Pessoas que tinha menos de 10 anos de residência no município para os municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas e suas microrregiões - 2010..... 794

Tabela 15-15 – IDH-M e seus componentes, nos municípios da Área de Estudo e Estado de Minas Gerais –2010. 795

Tabela 15-16 - IFDM e seus componentes, nos municípios da Área de Estudo e Estado–2016. 799

Tabela 15-17 - Indicadores do perfil do setor habitacional nos municípios da Área de Estudo–2020. 803

Tabela 15-18 – Prestador de serviços de abastecimento de água e sistema de captação 805

Tabela 15-19 – Formas de abastecimento de água nos domicílios dos municípios – 2010 805

Tabela 15-20 – Distribuição percentual do número de domicílios com abastecimento de água, segundo forma de abastecimento (2010) – Municípios da Área de Estudo..... 805

Tabela 15-21 – Formas Esgotamento Sanitário nos Domicílios dos Municípios da Área de Estudo–2010 806

Tabela 15-22 – Distribuição percentual do número de domicílios, segundo forma de esgotamento (2010) – Municípios da Área de Estudo 807

Tabela 15-23 – Formas de Coleta de lixo nos domicílios dos municípios –2010. 807

Tabela 15-24 – Distribuição dos domicílios, segundo formas de Coleta de lixo–2010 807

Tabela 15-25 – Índices de atendimento em saneamento básico – Municípios da Área de Estudo - 2020 808

Tabela 15-26 – Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de resíduos domiciliares em relação à população do município– Municípios da Área de Estudo – 2020..... 809

Tabela 15-27 – Outros Indicadores de Gerenciamento de Resíduos Sólidos– Municípios da Área de Estudo – 2020 809

Tabela 15-28 – Tipos de estabelecimento de saúde – agosto de 2022. 810

Tabela 15-29 – Número de profissionais com ocupações de nível superior para atendimento em saúde, segundo Município da Área de Estudo – agosto de 2022. 812

Tabela 15-30 – Médico e leitos de internação nos municípios da área de estudo – junho de 2022. 813

Tabela 15-31 – Morbidade Hospitalar na AER (por local de internação) – 2016 a 2021. 816

Tabela 15-32 – Número de doenças de agravos e notificações nos municípios da área de estudo (por local de notificação) [1] 818

Tabela 15-33 – Número de casos de Covid-19 nos municípios da Área de Estudo – 01/01/2020 a 11/08/2022. 820

Tabela 15-34 – Número de casos de Covid-19 por sexo nos municípios da Área de Estudo – 01/01/2020 a 11/08/2022. 820

Tabela 15-35 – Número de escolas nos municípios da Área de Estudo, por localização – 2021 823

Tabela 15-36 – Número de matrículas, por nível de ensino – Municípios da Área de Estudo, 2020 825

Tabela 15-37 – Distribuição percentual do número de matrículas, por nível de ensino – Municípios da Área de Estudo, 2020 826

Tabela 15-38 – Número de matrículas, por dependência administrativa – Municípios da Área de Estudo, 2020 828

Tabela 15-39 – Distribuição percentual do Número de matrículas, por dependência administrativa – Municípios da Área de Estudo, 2020 830

Tabela 15-40 – IDEB – Ensino Fundamental da Rede municipal (Anos iniciais) observado e projetado nos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas – 2017 e 2019. 832

Tabela 15-41 – IDEB – Ensino Fundamental da Rede Municipal (Anos Finais) observado e projetado nos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas – 2017 e 2019. 832

Tabela 15-42 – População adulta (25 anos ou mais) com ensino médio ou superior nos municípios da Área de Estudo – 2000 e 2010. 833

Tabela 15-43 - Taxa de Analfabetismo (em %) nos municípios da Área de Estudo e Brasil – 2000 e 2010. 834

Tabela 15-44 - Indicadores do Programa Bolsa Família e cadastro Único nos municípios da Área de Estudo – Janeiro de 2022 835

Tabela 15-45 - Taxa de homicídio e vítimas de acidente de trânsito nos municípios da Área de Estudo – 2014 a 2017 839

Tabela 15-46 - Taxa de crimes violentos contra o patrimônio e número de habitantes por policial militar nos municípios da Área de Estudo – 2014 a 2020 840

Tabela 15-47 – Valor do PIB a preços correntes (mil reais) nos municípios da Área de Estudo, Microrregião de Belo Horizonte e Minas Gerais – 2010 a 2019 845

Tabela 15-48 – Valor Adicionado Bruto por Setor Econômico (Em mil reais de 2019) – Municípios da Área de Estudo –2019 849

Tabela 15-49 – População de 10 anos ou mais economicamente ativa e ocupada nos municípios da Área de Estudo e em suas microrregiões – 2000 e 2010 854

Tabela 15-50 – Número de empregos formais em 31/12/2020 – Municípios da Área de Estudo 855

Tabela 15-51 – Distribuição do número de empregos formais em 31/12/2020, segundo setor econômico (Em %) – Municípios da Área de Estudo 856

Tabela 15-52 – Remuneração média em 31/12/2020, segundo setor econômico – Municípios da Área de Estudo (Em reais correntes) 857

Tabela 15-53 – Estimativa da massa salarial em 31/12/2020, segundo setor econômico – Municípios da Área de Estudo (Em mil reais correntes) 858

Tabela 15-54 – Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) repassada aos municípios da Área de Estudo (Em reais correntes). 2021. 860

Tabela 15-55 – Valor da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) repassada aos municípios da Área de Estudo (Em reais correntes), segundo substância agregadora. 2015 a 2021. 862

Tabela 15-56 – Utilização das Terras e Área Ocupada nos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas – 2017 864

Tabela 15-57 – Número de estabelecimentos agropecuários, segundo grupos de área total – 2017 865

Tabela 15-58 – Distribuição percentual dos estabelecimentos agropecuários, segundo grupos de área total – 2017 865

Tabela 15-59 – Área dos estabelecimentos agropecuários, segundo grupos de atividade econômica– 2017 865

Tabela 15-60 – Área colhida, segundo produto da lavoura temporária – 2017. 866

Tabela 15-61 – Área colhida nas lavouras permanentes nos estabelecimentos agropecuários com 50 pés e mais existentes– 2017. 868

Tabela 3-62 – Projetos de Assentamento na Área de Estudo – 2022. 870

Tabela 3-63 – Existência de Instrumentos Normativos nos municípios da Área de Estudo 873

Tabela 3-64 – Patrimônio Cultural Material e Imaterial - Municípios da Área de Estudo 880

Tabela 1-55 – Comunidades Remanescentes Quilombolas na Área de Estudo..... 887

Tabela 3-66 – Sítios Arqueológicos cadastrados nos municípios de Brumadinho, Igarapé e Preto 889

Tabela 3-67 – Relação das localidades da AEL. 896

LISTAGEM DE FIGURAS

Figura 1-1 - Mapa de Caracterização Climática das Áreas de Estudo. 50

Figura 1-2 - Dinâmica de Massas de Ar no Brasil (Verão e Inverno). **Fonte:** Ferreira Rocha (2014), adaptado de Tubelis & Nascimento (1980). 51

Figura 1-3 - Temperatura Média (°C) – estação Belo Horizonte. 52

Figura 1-4 - Temperatura Máxima (°C) – estação Belo Horizonte. 53

Figura 1-5 - Temperatura Mínima (°C) – estação Belo Horizonte. 53

Figura 1-6 - Precipitação Média Acumulada (mm) – estação Belo Horizonte..... 54

Figura 1-7 - Totais diários de chuvas a partir de dados consistidos da Estação Escola de Veterinária (Mateus Leme), entre 1986 e 2005. 55

Figura 1-8 - Umidade relativa (%) – estação Ibirité. 57

Figura 1-9 - Evapotranspiração Potencial (mm) – estação Ibirité. 58

Figura 1-10 - Balanço hídrico climatológico registrado na estação de Belo Horizonte. 58

Figura 1-11 - Velocidades normalizadas x direção dos ventos. **Fonte:** Adaptado do Atlas Eólico Mineiro (2008). 59

Figura 1-12 - Frequência x direção dos ventos. **Fonte:** Adaptado do Atlas Eólico Mineiro (2008). 59

Figura 1-13 - Ventos Médios na Estação de Belo Horizonte. **Fonte:** Dados brutos do Inmet (2021). 60

Figura 1-14 - Ventos fortes (rajadas) na Estação de Belo Horizonte. **Fonte:** Dados brutos do Inmet (2021). 60

Figura 1-15 - Localização dos Pontos de Monitoramento da Qualidade do Ar. 61

Figura 1-16 - Concentrações de Partículas Totais em Suspensão - PTS. 68

Figura 1-17 - Concentrações de Partículas Inaláveis - PM10. 68

Figura 1-18 - Concentrações de Partículas Inaláveis - PM2,5. 69

Figura 1-19 - Pontos de medição de ruído ambiental. 72

Figura 1-20: Equipamentos utilizados para a medição de ruído. 75

Figura 1-21 – Pontos de monitoramento de vibração ambiental. **Fonte:** Ecoar Monitoramento Ambiental, 2023. 81

Figura 1-22 – Limites de velocidade de vibração de partícula pico por faixas de frequência. Fonte: ABNT NBR 9653:2005, apud Ecoar Monitoramento Ambiental, 2023. 82

Figura 1-23 – Representação gráfica dos valores de referência para velocidade de vibração, de acordo com a faixa de frequência. **Fonte:** ABNT NBR 9653:2005, apud Ecoar Monitoramento Ambiental, 2023. 82

Figura 1-24 – Pontos amostrados para vibração 84

Figura 1-25 – Resultados de vibração dos pontos amostrados no período diurno. 85

Figura 1-26 – Resultados de vibração dos pontos amostrados no período noturno. ... 85

Figura 1-27 - Mapa das principais províncias geológicas da América do Sul como do cráton São Francisco. **Fonte:** Adaptado de Alkmim, F.F. & Marshak, S. (1998). 88

Figura 1-28 - Mapa de feições estruturais do Quadrilátero Ferrífero. **Fonte:** Modificado de Chemale Jr. et al. (1994). 89

Figura 1-29 - Expressão ilustrativa da Nappe Curral, na altura da área de estudo, segundo Endo et. al. (2005). **Fonte:** Endo et al. (2020). 90

Figura 1-30 - Croqui geológico simplificado do Quadrilátero Ferrífero com indicação da localização da AER. **Fonte:** Endo et al. (2019)..... 91

Figura 1-31 - Coluna estratigráfica da região do Quadrilátero Ferrífero. **Fonte:** Adaptado de Alkmim & Marshak (1998)..... 92

Figura 1-32 - Mapa Geológico da Área de Estudo. 95

Figura 1-33 - Afloramento rochoso em área da Formação Cercadinho na AEL. Coordenadas: 573173.00 m E; e 7776021.00 m N. 96

Figura 1-34 - Paisagem da área no sentido de Igarapé. 96

Figura 1-35 - Afloramento rochoso da formação Fecho do Funil. Coordenadas: 574433.00 m E; e 7776402.00 m N. 97

Figura 1-36 - Detalhe de rocha identificada na área prevista para a PDE, da formação Fecho do Funil. 97

Figura 1-37 - Paisagem de área no limite oeste da ADA, com relevo declivoso, compreendida por rochas da formação Fecho do Funil. Coordenadas: 573376.00 m E; e 7776449.00 m N. 97

Figura 1-38 - Afloramento em corte de estrada, expondo rochas do Grupo Sabará. Coordenadas: 574131.00 m E; e 7777374.00 m S. 99

Figura 1-39 - Detalhe de filitos saprolizados do Grupo Sabará. 99

Figura 1-40 - Paisagem de área com formações rochosas típicas do Grupo Sabará. Coordenadas: 573138.00 m E; e 7777755.00 m S. 99

Figura 1-41 - Paisagem da ADA, no flanco sul da serra Azul. 100

Figura 1-42 - Paisagem vista da serra Azul, no seu flanco sul, no sentido de Brumadinho (SE). 100

Figura 1-43 - Estratificação de filitos em trecho de contato de rochas da Formação Cauê e da Formação Batatal no flanco sul da serra Azul. Coordenadas: 574604.00 m E; e 7775315.00 m S. 101

Figura 1-44 - Detalhes do afloramento de filitos em trecho de contato de rochas da Formação Cauê e da Formação Batatal. 101

Figura 1-45 - Detalhe de rocha do Grupo Nova Lima. Coordenadas: 574909.00 m E; e 7774224.00 m N. 102

Figura 1-46 - Rocha do Grupo Nova Lima no nível de base da bacia do córrego Grande. Coordenadas: 574744.00 m E; e 7774285.00 m N. 102

Figura 1-47 - Mapa de Direitos Minerários nas Áreas de Estudo - Substância. 105

Figura 1-48 - Mapa de Direitos Minerários nas Áreas de Estudo - Fase. 106

Figura 1-49 – Mapa das unidades hidrogeológicas do estudo da Potamos (2011) para a área da Mineração Morro do Ipê. Em destaque, o polígono da área de implantação das PDER fase 2, 3 e 4. Fonte: Potamos, 2011. 110

Figura 1-50 – Mapa das tipologias aquíferas do estudo da Potamos (2011) para a área da Mineração Morro do Ipê. Em destaque, o polígono da área de implantação das PDER fase 2, 3 e 4. **Fonte:** Potamos, 2011. 116

Figura 1-51 - Mapa dos domínios morfoestruturais e morfoclimáticos do território brasileiro. **Fonte**: adaptado de IBGE (2008). 121

Figura 1-52 - Localização da área de estudo em parte da Serra do Curral, na unidade das Serras do Quadrilátero Ferrífero. **Fonte**: Adaptado de Instituto Prístimo. 122

Figura 1-53 - Mapa de compartimentação do relevo. 124

Figura 1-54 - Vista da serra Azul (ADA), em trecho voltado para norte. 125

Figura 1-55 - Vista de Igarapé no flanco norte da serra Azul. 125

Figura 1-56 - Vista da serra Azul (ADA), em trecho voltado para sul. 125

Figura 1-57 - Vista de Brumadinho no flanco sul da serra Azul. 125

Figura 1-58 - Mapa hipsométrico das Áreas de Estudo. 126

Figura 1-59 - Perfil altimétrico no sentido norte-sul (do Ponto A ao Ponto B). 127

Figura 1-60 - Perfil altimétrico no sentido nordeste-sudoeste (do Ponto C ao Ponto D). 127

Figura 1-61 - Mapa de Declividade. 129

Figura 1-62 - Mapa de Formas de Relevo. 131

Figura 1-63 - Mapa de bacias hidrográficas na ADA, adotadas para a análise morfométrica. 133

Figura 1-64 – Mapa de potencial espeleológico. Fonte: Carte Ciência Ambiental, 2024. 137

Figura 1-65 – Caminhamento e potencial espeleológico. **Fonte:** Carte Ciência Ambiental, 2024. 139

Figura 1-66 – Pontos de controle. **Fonte:** Carte Ciência Ambiental, 2024. 140

Figura 1-67 – Vista da área do projeto**. Fonte:** Carte Ciência Ambiental, 2024. 140

Figura 1-68 – Registros espeleológicos da área de estudo. **Fonte:** Carte Ciência Ambiental, 2024. 141

Figura 1-69 – Cadastro espeleológico. Fonte: Carte Ciência Ambiental, 2024. 142

Figura 1-70 - Mapa de Caracterização Pedológica das Áreas de Estudo. 145

Figura 1-71 - Solo argiloso identificado em perfil de estrada na área prevista para a PDE. Coordenadas 574668.00 m E; e 7776440.00 m N. 147

Figura 1-72 - Solo pedregoso e incipiente identificado em perfil de estrada na área prevista para a PDE. Coordenadas 573343.00 m E; 7776392.00 m N. 147

Figura 1-73 - Afloramento rochoso identificado em perfil de estrada em área a oeste da PDE. Coordenadas: 574131.00 m E; e 7777374.00 m S. 148

Figura 1-74 - Perfil de solo identificado em voçoroca localizada em área a oeste da PDE. Coordenadas: 572685.00 m E; e 7776271.00 m N. 148

Figura 1-75 - Vista 1 da voçoroca identificada no **Ponto 01**, em área adjacente a oeste da PDE. Coordenadas: 572685.00 m E; e 7776271.00 m N. 150

Figura 1-76 - Vista 2 de movimento de massa identificado no **Ponto 01.** 150

Figura 1-77 - Superfície de ruptura de um movimento de massa do tipo escorregamento, em área a oeste da PDE, no Ponto 2 (coordenadas 572705.63 m E; e 7776398.45 m N). 151

Figura 1-78 - Paisagem do Ponto 2. 151

Figura 1-79 - Processo erosivo incipiente, do tipo laminar, na área do aterro da antiga MMX (leste da ADA). Coordenadas: 576154.00 m E; e 7776942.00 m N. **Ponto 3**..... 151

Figura 1-80 - Vista 2 da ravina identificada no **Ponto 3**, em trecho de escoamento fluvial perene. 151

Figura 1-81 - Processos erosivos incipientes do tipo laminar em área de aterro, nas imediações da antiga área da MMX (leste da ADA). Coordenadas: 576414.00 m E; e 7776664.00 m N. **Ponto 4**. 151

Figura 1-82 - Processos erosivos incipientes do tipo laminar em área prevista para a instalação da PDE. Coordenadas: 574995.00 m E; e 7776724.00 m N. **Ponto 5**. 152

Figura 1-83 - Vista 2 do Ponto 5. 152

Figura 1-84 - Processo erosivo em corte de estrada (Estrada Ademir Ribeiro Neves, sentido Brumadinho), no flanco sul da serra Azul. Coordenadas: 575235 m E; e 7775345 m N (**Ponto 6**).....152

Figura 1-85 - Mapa de Aptidão Agrícola das Áreas de Estudo. 153

Figura 1-86 - Área de pecuária na Fazenda Vista Alegre, a margem do córrego Igarapé. Coordenadas: 573120.00 m E; e 7776893.00 m N.....154

Figura 1-87 - Detalhe da atividade pecuária desenvolvida na Fazenda Vista Alegre. Coordenadas 573317.00 m E; e 7776881.00 m N. 154

Figura 1-88 - Cultivo de hortaliças na margem esquerda do córrego Igarapé.....154

Figura 1-89 - Cultivo de hortaliças na margem direita do córrego Igarapé. 154

Figura 1-90 - Cultivo de hortaliças, a margem do córrego da Olaria. Coordenadas: 574433.00 m E; e 7777842.00 m N. 155

Figura 1-91 - Cultivo de hortaliças, a margem do córrego Açoita-Cavalo. Coordenadas: 576482.00 m E; e 7777994.00 m N.....155

Figura 1-92 - Criação animal no entorno da PDE, próximo a uma nascente cujo escoamento é afluente do córrego Olaria. 156

Figura 1-93 - Unidades Estratégicas de Gestão. **Fonte**: modificado de SEMAD (2021). 161

Figura 1-94 - Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) de Minas Gerais. **Fonte**: modificado de SEMAD (2021).....162

Figura 1-95 - Mapa hidrográfico regional. 165

Figura 1-96 - Mapa hidrográfico local. 167

Figura 1-97 - Nascente 01 do córrego Igarapé (coordenadas 7776187 N; e 573333 E); 168

Figura 1-98 - Nascente 02 do córrego Igarapé, a 20m da nascente 01 (coordenadas 7776218.00 N; e 573318.00 E).....168

Figura 1-99 - Córrego Igarapé a cerca de100m a jusante de sua nascente.....169

Figura 1-100 - Córrego Igarapé, no limite da ADA, na Fazenda Vista Alegre (Coordenadas 7776893.00 m N; e 573120.00 m E). 169

Figura 1-101 - Nascente 03 (Coordenadas 7776528.39 m S; e 573321.39 m E).....169

Figura 1-102 - Nascente 04 (coordenadas 7776599.00 m N; e 573050.00 m E).....169

Figura 1-103 - Nascente 05 a 20m da nascente 04 (coordenadas 7776705N; e 573081E).....170

Figura 1-104 - Córrego Igarapé, a cerca de 1.2km da ADA (Coordenadas: 7777703.00 m N; e 573085.00 m E). 170

Figura 1-105 - Nascente 08 identificada no período seco (agosto de 2022). Foto obtida no período chuvoso, quando o olho d'água se encontra mais a montante (OD01) (coordenadas: 7776831.00 m N; e 574099.00 m E)..... 171

Figura 1-106 - OD01, observado fevereiro de 2020, a 280m a montante do ponto da nascente N06..... 171

Figura 1-107 - Nascente 09 (coordenadas 7776382.00 m S; e 574406.00 m E). 172

Figura 1-108 - Olho d'água OD-02 (coordenadas 7776654.84 m S; e 575002.43 m E). 172

Figura 1-109 - Córrego Olaria, altamente antropizado, a 500m a jusante da ADA (coordenadas 7777590.26 m N; e 574321.30 m E).....172

Figura 1-110 - Nascente N10 (coordenadas 7777058.60 N; e 575978.79 E). 173

Figura 1-111 - Nascente N11 (coordenadas 7776766.99 N; e 576141.23 E) 173

Figura 1-112 - Ponto de infiltração da drenagem proveniente da nascente N11 (7776784.41 N; e 576167.97 E).....174

Figura 1-113 - Afloramento do canal de drenagem proveniente da nascente N11 (7776943.30 N; e 576150.23 E).....174

Figura 1-114 - Córrego Açoita-Cavalo em ponto próximo ao limite da ADA (coordenadas 7777132.97 N; e 576079.38 E).....174

Figura 1-115 - Trecho localizado na serra Azul, a oeste da AEL (coordenadas 7775248.87 N; e 573470.12 E), com drenagem efêmera.....175

Figura 1-116 - Sistema de drenagem da estrada Ademir Ribeiro Neves, na serra Azul, em trecho central da AEL. Coordenadas: 7775107.75 N; e 574749.57 E). 175

Figura 1-117 - Trecho de drenagem efêmera na serra Azul, a leste da AEL (coordenadas 7775418.00 N; e 575134.00 E).....175

Figura 1-118 - Mapa dos pontos de levantamento de dados hidrológicos em cursos hídricos da AER, de acordo com a Regionalização de Vazão apresentada em IGAM (2012). 177

Figura 1-119 - Medições de Descarga Sólida da Estação Ponte Nova do Paraopeba. **Fonte:** Cobrape (2020). 179

Figura 1-120 - Cultivo de tomate na ADA do empreendimento, que recebe irrigação do córrego Igarapé (coordenadas: 572.881 E; e 7.776.401 N). 181

Figura 1-121 - Tanques para psicultura e lazer na ADA do empreendimento, que recebe irrigação do córrego Igarapé (Coordenadas: 573.175 E; e 7.776.576 N). 181

Figura 1-122 - Área de pecuária na Fazenda Vista Alegre, a margem do córrego Igarapé. Coordenadas: 573120.00 m E; e 7776893.00 m N. 181

Figura 1-123 - Cultivo de hortaliças na margem esquerda do córrego Igarapé, a cerca de 1,3km da ADA. 181

Figura 1-124 - Propriedade a jusante da ADA, no córrego Olaria (vertente mais a oeste), com uso de recursos hídricos para dessedentação de animais (Coordenadas: 574081.00 m E; e 7777137.00 m N). 182

Figura 1-125 - Nascente em um dos afluentes do córrego Olaria, em área antropizada com lançamento de efluentes domésticos (Coordenadas: 574505.00 m E; e 7777562.00 m N).....182

Figura 1-126 - Formação de pequenos barramentos a margem do córrego Olaria, nas imediações da ADA, pela população local. (Coordenadas: 574317.00 m E; e 7777595.00 m N).....182

Figura 1-127 - Uso dos recursos hídricos superficiais para irrigação de pequenas plantações a margem do córrego Olaria (Coordenadas: 574.413.00 m E; e 7.777.761.00 m N).....182

Figura 1-128 - Cultivo de hortaliças, a margem do córrego da Olaria. (Coordenadas: 574433.00 m E; e 7777842.00 m N). 183

Figura 1-129 - Trecho de confluência de um afluente da margem direita do córrego Olaria utilizado pela população local para fins diversos como lavar as roupas quando há períodos sem distribuição de água (Coordenadas: 574467.00 m E; e 7777892.00 m N). 183

Figura 1-130 - Uso de recursos hídricos para formação de tanques de peixes e lazer sem fins comerciais (Coordenadas: 574.171.00 m E; e 7.777.353.00 m N).....183

Figura 1-131 - Área antropizada, com uso do córrego Olaria para lançamento de efluentes domésticos (Coordenadas: 574345.00 m E; e 7778499.00 m N). 183

Figura 1-132 - Imediações da nascente do Córrego Açoita-Cavalo em área destinada à preservação Ambiental e serviços ecossistêmicos (Coordenadas: 575959.00 m E; e 7777057.00 m N). 184

Figura 1-133 - Usos para irrigação à margem do córrego Açoita-Cavalo, a cerca de 2.3km da ADA. 184

Figura 1-134 - Córrego Grande em área localizada nas imediações do empreendimento destinada à preservação Ambiental e serviços ecossistêmicos (Coordenadas: 575959.00 m E; e 7777057.00 m N).....185

Figura 1-135 - Acesso ao reservatório de Rio Manso pela área da Copasa. Coordenadas: 576976.00 m E; e 7772630.00 m N.....185

Figura 1-136 - Representação das Demandas Captadas Totais, por município da bacia do rio Paraopeba. **Fonte**: Cobrape (2020). 187

Figura 1-137 - Balanço Hídrico Superficial Quantitativo ($Q_{95\%}$) e ($Q_{7,10}$). **Fonte**: Cobrape (2020). 189

Figura 1-138 - Balanço Hídrico Subterrâneo. **Fonte:** Cobrape (2020).....190

Figura 1-139 - Enquadramento dos Corpos de Água em Classes, segundo os usos preponderantes na AER. 192

Figura 1-140 – Coleta de amostras de água 198

Figura 1-141 – Coleta de amostras de sedimentos 198

Figura 1-142 - Ponto MMI - PT 01..... 202

Figura 1-143 - Ponto MMI - PT 02 202

Figura 1-144 - Ponto MMI - PT 03 202

Figura 1-145 - Ponto MMI - PT 04 202

Figura 1-146 - Ponto MMI - PT 05 202

Figura 1-147 - Ponto MMI - PT 06 202

Figura 1-148 - Ponto MMI - PT 07 203

Figura 1-149 - Ponto MMI - PT 08 203

Figura 1-150 - Ponto MMI - PT 09 203

Figura 1-151 – Ponto MMI - PT 10 203

Figura 1-152 - Ponto MMI - PT 11..... 203

Figura 1-153 – Ponto MMI - PT 12 203

Figura 1-154 - Espacialização dos pontos amostrados durante as campanhas de diagnóstico da qualidade das águas e sedimentos..... 204

Figura 1-155 - Concentração de Coliformes Termotolerantes por ponto amostral do diagnóstico de qualidade das águas na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva) . - - - : padrão estabelecido pela Deliberação Normativa Conjunta

COPAM/CERH-MG nº 08/22. VMP: Valor máximo permitido para o parâmetro analisado. * Valor abaixo do limite de detecção. 222

Figura 1-156 - Concentração de DBO por ponto amostral do diagnóstico de qualidade das águas na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva) . - - - : padrão estabelecido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/22. VMP: Valor máximo permitido para o parâmetro analisado. * Valor abaixo do limite de detecção. 222

Figura 1-157 - Concentração de Oxigênio Dissolvido por ponto amostral do diagnóstico de qualidade das águas na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva) . - - - - : padrão estabelecido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/22. VMP: Valor mínimo permitido para o parâmetro analisado. 223

Figura 1-158 - Concentração de Ferro Dissolvido por ponto amostral do diagnóstico de qualidade das águas na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva) . - - - - : padrão estabelecido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/22. VMP: Valor máximo permitido para o parâmetro analisado. 223

Figura 1-159 - Percentual de violação do limite de classe por parâmetro de acordo com a malha amostral do diagnóstico de qualidade das águas na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva). 224

Figura 1-160 - Índice de qualidade de água (IQA) Diagnóstico da Qualidade das Águas do diagnóstico de qualidade das águas na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva). 226

Figura 1-161 - Concentração de Arsênio Total por ponto amostral do diagnóstico de sedimentos na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva) .* - - - : padrão estabelecido pela Resolução CONAMA n° 454. VMP: Valor máximo permitido para o parâmetro analisado (Nível 1). 234

Figura 1-162 - Concentração de Cromo Total por ponto amostral do diagnóstico de sedimentos na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva) .* - - - : padrão estabelecido pela Resolução CONAMA n° 454. VMP: Valor máximo permitido para o parâmetro analisado (Nível 1). 234

Figura 1-163 - Concentração de Níquel Total por ponto amostral do diagnóstico de sedimentos na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva) .* - - - : padrão estabelecido pela Resolução CONAMA n° 454. VMP: Valor máximo permitido para o parâmetro analisado (Nível 1). 235

Figura 1-164 - Concentração de Cobre Total por ponto amostral do diagnóstico de sedimentos na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva) .* - - - : padrão estabelecido pela Resolução CONAMA n° 454. VMP: Valor máximo permitido para o parâmetro analisado (Nível 1). 235

Figura 1-165 - Concentração de Chumbo Total por ponto amostral do diagnóstico de sedimentos na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva) .* - -

- : padrão estabelecido pela Resolução CONAMA n° 454. VMP: Valor máximo permitido para o parâmetro analisado (Nível 1). 236

Figura 1-166 - Percentual de violação do limite de classe por parâmetro de acordo com a malha amostral do diagnóstico de sedimentos na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva). 237

Figura 1-167 - Mapa de localização dos pontos de amostragem de qualidade de águas subterrâneas. 242

Figura 1-168 - Pontos de coleta para análise da qualidade das águas subterrâneas 245

Figura 1-169 - Concentração de Sólidos Totais Dissolvidos e VMP (CONAMA 396/2008), amostragens em julho de setembro de 2024 – águas subterrâneas. 251

Figura 1-170 - Concentração de Fenol Total e VMP (CONAMA 396/2008), amostragens em julho de setembro de 2024 – águas subterrâneas. 252

Figura 1-171 - Concentração de Alumínio Total e VMP (CONAMA 396/2008), amostragens em julho de setembro de 2024 – águas subterrâneas. 252

Figura 1-172 - Concentração de Antimônio Total e VMP (CONAMA 396/2008), amostragens em julho de setembro de 2024 – águas subterrâneas. 253

Figura 2-1 - Mapa de Biomas. 258

Figura 2-2 - Mapa de Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade, considerando o cenário Nacional. 260

Figura 2-3 - Mapa de Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade, considerando o cenário Estadual. 261

Figura 2-4 - Mapa de Áreas da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. 263

Figura 2-5 - Mapa de Áreas da Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço. 264

Figura 2-6 - Mapa de Unidades de Conservação. 268

Figura 2-7 - Modelo esquemático das parcelas circulares alocadas em campo para o levantamento de dados quantitativos nas áreas de FESD-M e Cerrado. 275

Figura 2-8 – Instalação de parcela amostral. 276

Figura 2-9 – Medição de circunferência com o uso de fita métrica. 276

Figura 2-10 - Mapa de uso do solo e cobertura vegetal da Área de Estudo Local. 283

Figura 2-11 - Mapa de uso do solo e cobertura vegetal da Área Diretamente Afetada. 285

Figura 2-12 - Vista parcial da porção norte da AEL do projeto, onde pode ser observada a área urbana da cidade de Igarapé, que vai sendo substituída por áreas de ocupação rural e áreas de vegetação nativa à medida que se aproxima da serra ao fundo da imagem, onde se encontra localizada a ADA do projeto. 287

Figura 2-13 - Na porção central da AEL tem-se áreas de atividade de mineração, juntamente com áreas de pequenas propriedades rurais e manchas de vegetação nativa. 287

Figura 2-14 - Ao fundo grande fragmento florestal que ocupa a maior parte da porção sul da AEL. 288

Figura 2-15 - À esquerda, formação florestal localizada em "vale" em transição com vegetação savânica (na encosta). A direita cabeceira de formações florestais com destaque para os vários indivíduos mortos em pé em função da ocorrência de incêndios. 289

Figura 2-16 - Aspecto geral de FESD-M observada na área em estudo. Em destaque acima, dossel e lianas lenhosas observadas em FESD-M. Abaixo, FESD-M observada em áreas de encosta e serapilheira observada no interior deste fragmento florestal. 290

Figura 2-17 - Clareiras que ano após ano são "criadas" após queimadas recorrentes. 290

Figura 2-18 - Presença de espécies arbóreas típicas do Cerrado no interior de fragmentos de FESD. 291

Figura 2-19 - Pteridófitas observadas nas áreas em estudo em subosque de FESD-M. 292

Figura 2-20 - À esquerda mude de *Cedrela fissilis* (Cedro) e à direita muda de *Handroanthus serratifolius* (Ipê-amarelo), ambas espécies são comumente observadas em regeneração tanto no sub-bosque de FESD-M quanto em clareiras pós-queimadas. 293

Figura 2-21 - FESD em estágio médio a avançado de regeneração localizada ao sul da área de mineração em atividade. Alguns indivíduos arbóreos, neste ambiente, atingem até mesmo 40 metros de altura. 293

Figura 2-22 - À esquerda, aspecto geral do interior de fragmento e à direita dossel da floresta no interior de fragmento de FESD-M/A. 294

Figura 2-23 - Aspecto geral da regeneração em FESD-M/A e espécies herbáceas que se encontram em seu interior, em destaque à direita indivíduo de *Ruellia* sp.1..... 294

Figura 2-24 - À esquerda, serapilheira em FESD-M/A e à direita, lianas lenhosas e herbáceas presentes. 294

Figura 2-25 - Um dos exemplares da espécie *Cariniana estrellensis* (Jequitibá), observada na área em estudo. 295

Figura 2-26 - Aspecto geral de FESD-I observada na área em estudo. Destaque para predomínio de espécies de gramíneas da família Poaceae. Na época da seca estas gramíneas se tornam material combustível para os incêndios florestais que afetam a região em estudo. 296

Figura 2-27 - Aspecto geral de Cerrado observado na área em estudo. 297

Figura 2-28 - Indivíduos mortos em pé e denso e nítido rebrotamento de espécies pós-queimada. 298

Figura 2-29 - Aspecto geral de área de Cerrado com menor frequência de queimadas. 298

Figura 2-30 - Espécies da família Bromeliaceae pertencentes aos gêneros *Dyckia* (à esquerda) e *Tillandsia* (à direita). 299

Figura 2-31 - Alguns dos exemplares de espécies observadas no estrato arbustivo: à esquerda *Byrsonima coccolobifolia* e à direita *Chresta sphaerocephala*. 300

Figura 2-32 - Aspecto Geral do Cerrado rupestre ferruginoso presente na ADA do projeto. 300

Figura 2-33 - Exemplar da família Bromeliaceae observada na área em estudo do género – *Dychia* sp.. 301

Figura 2-34 - À esquerda, *Chresta sphaerocephala*, já à direita, *Butia* sp.1. 302

Figura 2-35 - Ao fundo área urbana da cidade de Igarapé. 302

Figura 2-36 - Exemplos de instalações rurais. 303

Figura 2-37 - Exemplos de áreas de pequenos cultivos adjacentes à áreas de sítios e pequenas fazendas. 303

Figura 2-38 - Exemplos de áreas de pastagem. 304

Figura 2-39 - Estruturas associadas a atividade de mineração. 305

Figura 2-40 - Exemplos de locais antropizados em função da instalação de Linha de Transmissão. 305

Figura 2-41 - Riqueza de espécies por família, com base nos dados secundários compilados para a AER. 310

Figura 2-42 - Formas de vida das espécies listadas para a AEL (Porcentagem). 310

Figura 2-43 - Riqueza de espécies por família, com base nos dados primários do levantamento florístico da ADA e da AEL. 368

Figura 2-44 - Formas de vida das espécies listadas para a ADA e AEL (Porcentagem). 369

Figura 2-45 - Distribuição das espécies registradas nas parcelas amostrais das áreas de FESD-M em relação ao grupo ecológico. **Legenda:** Grupo Ecológico - PI = Pioneira; SI = Secundária inicial; ST = Secundária tardia; CL = Climax; Nc = Não conhecido. .. 392

Figura 2-46 - Curva do coletor encontrada no inventário florestal das áreas de FESD-M. 394

Figura 2-47 - Distribuição dos troncos dos indivíduos arbóreos (%) por estrato de altura na FESD-M. 402

Figura 2-48 - Distribuição do número total de troncos por hectare e por classe de diâmetro da FESD-M. 404

Figura 2-49 - Distribuição dos valores de área basal (m^2) por hectare e por classe de diâmetro da FESD-M. 404

Figura 2-50 - Distribuição dos valores de volume total (m^3) por hectare e por classe de diâmetro da FESD-M. 405

Figura 2-51 - Distribuição das espécies registradas nas parcelas amostrais das áreas de Cerrado em relação ao grupo ecológico. **Legenda:** Grupo Ecológico - PI = Pioneira; SI = Secundária inicial; ST = Secundária tardia; Nc = Não conhecido. 410

Figura 2-52 - Curva do coletor encontrada no inventário florestal das áreas de Cerrado. 412

Figura 2-53 - Distribuição dos troncos dos indivíduos arbóreos (%) por estrato de altura na Cerrado. 416

Figura 2-54 - Distribuição do número total de troncos por hectare e por classe de diâmetro da Cerrado. 418

Figura 2-55 - Distribuição dos valores de área basal (m²) por hectare e por classe de diâmetro da Cerrado. 418

Figura 2-56 - Distribuição dos valores de volume total (m³) por hectare e por classe de diâmetro da Cerrado. 419

Figura 2-57 – Armadilha Fotográfica instalada no ponto Campo 1. 426

Figura 2-58 - Armadilha Fotográfica instalada no ponto Campo 2. 426

Figura 2-59 - Armadilha Fotográfica instalada em campo. 427

Figura 2-60 - Armadilha Fotográfica instalada no ponto FESD4. 427

Figura 2-61 - Armadilha Fotográfica instalada no ponto FESD1.... 427

Figura 2-62 - Armadilha Fotográfica instalada no ponto FESD2.... 427

Figura 2-63 - Armadilha Fotográfica instalada no ponto FESD3. 427

Figura 2-64 – Instalação de armadilha fotográfica na área de estudo.... 427

Figura 2-65 – Metodologia de busca ativa na área de estudo. 428

Figura 2-66 - Metodologia de busca ativa na área de estudo. 428

Figura 2-67 – Registro de evidência de mamíferos por meio de busca ativa.... 428

Figura 2-68 - Registro de evidência de mamíferos por meio de busca ativa.... 428

Figura 2-69 - Metodologia de busca ativa na área de estudo. 429

Figura 2-70 - Metodologia de busca ativa na área de estudo. 429

Figura 2-71 – Metodologia de *pitfall trap* na área de estudo. 430

Figura 2-72 - Metodologia de *pitfall trap* na área de estudo.... 430

Figura 2-73 – Metodologia de *pitfall trap* na área de estudo. 430

Figura 2-74 - Metodologia de *pitfall trap* na área de estudo. 430

Figura 2-75 - Metodologia de *pitfall trap* na área de estudo.... 430

Figura 2-76 - Metodologia de *pitfall trap* na área de estudo. 430

Figura 2-77 – Conferência de armadilhas de interceptação e queda.... 431

Figura 2-78 - Conferência de armadilhas de interceptação e queda.... 431

Figura 2-79 - Conferência de armadilhas de interceptação e queda. 431

Figura 2-80 - Conferência de armadilhas de interceptação e queda. 431

Figura 2-81 – Metodologia de *live trap* na área de estudo. 432

Figura 2-82 - Metodologia de *live trap* na área de estudo. 432

Figura 2-83 – Metodologia de *live trap* na área de estudo. 432

Figura 2-84 - Metodologia de *live trap* na área de estudo. 432

Figura 2-85 - Conferência de armadilhas *live trap*. 432

Figura 2-86 - Conferência de armadilhas *live trap*. 432

Figura 2-87 – Conferência de armadilhas *live trap*. 433

Figura 2-88 - Conferência de armadilhas *live trap*. 433

Figura 2-89 - Área amostrada em ambiente de característico de Cerrado. 440

Figura 2-90 - Área amostrada em ambiente de característico de Cerrado. 440

Figura 2-91 - Área amostrada em ambiente de característico de Cerrado (área de campo). 440

Figura 2-92 - Área amostrada em ambiente de característico de Cerrado (área de campo). 440

Figura 2-93 - Área amostrada em ambiente de característico de FESD. 440

Figura 2-94 - Área amostrada em ambiente de característico de FESD. 440

Figura 2-95 - Espacialização dos pontos amostrados durante as campanhas de levantamento da Mastofauna. 441

Figura 2-96 - Representatividade de espécies por Ordens registradas. 443

Figura 3-1 - Representatividade de espécies por Ordens registradas. 447

Figura 3-2 – Registro de *D. albiventris* (gambá-de-orelha-branca) pela metodologia de armadilha fotográfica. 448

Figura 3-3 – Captura de *D. albiventris* (gambá-de-orelha-branca) em armadilha *Live trap*. 448

Figura 3-4 – Registro de toca de *C. squamicaudis* (tatu-do-rabo-mole-pequeno). 449

Figura 3-5 - Registro de toca de *E. sexcinctus* (tatu-peba). 449

Figura 3-6 - Registro de toca de *D. novemcinctus* (tatu-galinha). 449

Figura 3-7 - Registro de S. *minensis* (tapiti) pela metodologia de armadilha fotográfica. 449

Figura 3-8 - Registro de toca de *C. squamicaudis* (tatu-de-rabo-mole-pequeno). 449

Figura 3-9 - Registro de pegada de *C. semistriatus* (jaritataca). 449

Figura 3-10 - Registro de *C. paca* (paca) pela metodologia de armadilha fotográfica. 450

Figura 3-11 - Captura de *C. subflavus* (rato-do-mato) em armadilha *Live trap.* 450

Figura 3-12 - Captura de *C. subflavus* (rato-do-mato) em armadilha *Live trap.* 450

Figura 3-13 - Captura de *N. lasiurus* (rato-do-mato) em armadilha *Live trap.* 450

Figura 3-14 - Captura de *Oligoryzomys* sp. (rato-do-mato) em armadilha *Live trap.* 450

Figura 3-15 - Registro de *C. thous* (cachorro-do-mato) pela metodologia de armadilha fotográfica. 450

Figura 3-16 - Registro de pegada de *C. brachyurus* (lobo-guará). 451

Figura 3-17 - Registro de pegada de *L. vetulus* (raposinha). 451

Figura 3-18 - Registro de pegada de *E. barbara* (irara). 451

Figura 3-19 - Registro de *E. barbara* (irara) pela metodologia de armadilha fotográfica. 451

Figura 3-20 - Registro de pegada de *P. cancrivorus* (mão-pelada). 451

Figura 3-21 - Registro de pegada de *P. concolor* (onça-parda). 451

Figura 3-22 - Registro de pegada de *M. gouazoubira* (veado-cantingueiro). 452

Figura 3-23 - Registro de pegada de *D. tajacu* (cateto). 452

Figura 3-24 - Registro de pegada de *G. cuja* (furão). 452

Figura 3-25 - Registro de pegada de *H. yagouaroundi* (gato-mourisco). 452

Figura 3-26 - Registro de fezes de *H. hydrochaeris* (capivara). 452

Figura 3-27 - Registro de pegada de *H. hydrochaeris* (capivara). 452

Figura 3-28 - Registro de pegada de *L. guttulus* (gato-do-mato-do sul). 453

Figura 3-29 - Registro de *N. nasua* (quati) pela metodologia de armadilha fotográfica. 453

Figura 3-30 - Captura de *S. minensis* (tapeti) em armadilha *Live trap.* 453

Figura 4-1 - Abundância (número de registros) de mamíferos durante o levantamento da mastofauna. 455

Figura 4-2 - Abundância (número de espécies) de mamíferos obtida para cada fisionomia amostrada durante o levantamento da mastofauna. 456

Figura 6-1 - Riqueza acumulada de espécies obtida por meio do inventário da Mastofauna com base no estimador Jacknife. 458

Figura 7-1 – Áreas Prioritárias para a Conservação da Mastofauna na região do empreendimento (Biodiversitas). 459

Figura 14-1 – Observação de espécimes com auxílio de binóculos. 468

Figura 14-2 – Observação de espécimes com auxílio de binóculos. 468

Figura 14-3 – Realização de playback para confirmação visual da identificação. 468

Figura 14-4 – Gravação de vocalizações para posterior identificação e arquivamento. 468

Figura 14-5 – Documentação fotográfica dos espécimes. 468

Figura 14-6 – Documentação fotográfica dos espécimes. 468

Figura 14-7 – Montagem das redes de neblina para captura dos espécimes. 469

Figura 14-8 – Montagem das redes de neblina para captura dos espécimes. 469

Figura 14-9 – Montagem das redes de neblina para captura dos espécimes. 469

Figura 14-10 – Retirada de ave capturada em rede de neblina. 469

Figura 14-11 – Pasto sujo presente na área amostral. 473

Figura 14-12 – Ambiente antropizado presente na área amostral. 473

Figura 14-13 – Cerrado presente na área amostral. 473

Figura 14-14 – Cerrado presente na área amostral. 473

Figura 14-15 – Floresta estacional semidecidual presente na área amostral. 474

Figura 14-16 – Floresta estacional semidecidual presente na área amostral. 474

Figura 14-17 - Espacialização dos pontos amostrados durante as campanhas de levantamento da avifauna. 475

Figura 14-18 - Representatividade de espécies por famílias registradas 498

Figura 14-19 - Viuvinha (*Colonia colonus*). 509

Figura 14-20 - Choca-da-mata (*Thamnophilus caerulescens*). 509

Figura 14-21 - Canário-do-mato (*Myiothlypis flaveola*) 509

Figura 14-22 - Tachuri-campainha (*Hemitriccus nidipendulus*). 509

Figura 14-23 - Tiê-preto (*Tachyphonus coronatus*). 509

Figura 14-24 - Juriti-de-testa-branca (*Leptotila rufaxilla*). 509

Figura 14-25 - Cabeçudo (*Leptopogon amaurocephalus*). 510

Figura 14-26 – Pula-pula (*Basileuterus culicivorus*) 510

Figura 14-27 - Abre-asa-de-cabeça-cinza (*Mionectes rufiventris*) 510

Figura 14-28 – Beija-flor-de-peito-azul (*Chionomesa lactea*) 510

Figura 14-29 - Riqueza acumulada de espécies obtida por meio do inventário da avifauna com base no estimador *Jackknife* 1. 514

Figura 14-30 - Áreas Prioritárias para Conservação da Avifauna. 516

Figura 14-31 – Ambientes de registro das espécies de aves durante as coletas de dados. 517

Figura 14-32 – Dependência florestal das espécies de aves registradas durante as coletas de dados. 518

Figura 14-33 – Guildas tróficas das espécies de aves registradas durante as coletas de dados. 519

Figura 14-34 – Sensibilidade a perturbações antrópicas das espécies de aves registradas durante as coletas de dados. 524

Figura 14-35 - Procura ativa limitada por tempo diurna 528

Figura 14-36 - Procura ativa limitada por tempo noturna 528

Figura 14-37 – Armadilhas de interceptação e queda na área PTF3 529

Figura 14-38 - Conferência das armadilhas de interceptação e queda na área PTF2 529

Figura 14-39 - Ponto FT01 533

Figura 14-40 - Ponto FT2 533

Figura 14-41 - Ponto FT03 533

Figura 14-42 - Ponto FT04 533

Figura 14-43 - Ponto FT05 534

Figura 14-44 - Ponto FT06 534

Figura 14-45 - Ponto FT07 534

Figura 14-46 - Espacialização dos pontos amostrados durante as campanhas de levantamento da Herpetofauna. 535

Figura 14-47 - Representatividade de espécies de anfíbios por Famílias registradas 544

Figura 14-48 - Representatividade de espécies de répteis por Famílias registradas 545

Figura 14-49 – Abundâncias de espécies de anfíbios por método de amostragem .. 548

Figura 14-50 – Riqueza e abundâncias de espécies de anfíbios por método de amostragem e classe de ambiente amostrado 549

Figura 14-51 – Riqueza e abundâncias de espécies de anfíbios por área de amostragem e classe de ambiente amostrado. 550

Figura 14-52 – *Boana faber* 551

Figura 14-53 – *Phyllomedusa burmesteri* 551

Figura 14-54 – *Leptodacylus luctator* 551

Figura 14-55 - *Leptodactylus mystaceus* 551

Figura 14-56 – Abundâncias de espécies de répteis por método de amostragem. ... 552

Figura 14-57 – Riqueza e abundâncias de espécies de répteis por método de amostragem e classe de ambiente amostrado. 553

Figura 14-58 – Riqueza e abundâncias de espécies de répteis por área de amostragem e classe de ambiente amostrado. 553

Figura 14-59 – *Amphisbaena alba* 554

Figura 14-60 – *Trilepida jani* 554

Figura 14-61 – *Bothrops* gr. *neuwiedi* 554

Figura 14-62 – *Enyalius bilineatus* 554

Figura 14-63 – Diversidade e equitabilidade calculadas por classe de ambiente amostrado 555

Figura 14-64 - Riqueza acumulada de espécies de anfíbios obtida para as amostras de PLT com base no estimador Jackknife de primeira ordem 556

Figura 14-65 - Áreas Prioritárias para Conservação da Herpetofauna. 558

Figura 14-66 - Diagrama representativo das espécies comuns e exclusivas de anfíbios por classe de ambiente amostrado. 560

Figura 14-67 - Riqueza de espécies de anfíbios por guilda trófica registrada no levantamento da herpetofauna. 561

Figura 14-68 - Riqueza de espécies de répteis por guilda trófica registrada no levantamento da herpetofauna. 563

Figura 14-69 – Busca Ativa realizada no ponto FES03. 569

Figura 14-70 - Busca Ativa realizada no ponto ANT01. 569

Figura 14-71 – Armadilha HP instalada no ponto ANT01. 570

Figura 14-72 - Armadilha HP instalada no ponto CON01_2. 570

Figura 14-73 – Amostragem com Armadilha Shannon realizada no ponto ANT03. 570

Figura 14-74 - Amostragem com Armadilha Shannon realizada no ponto FES02. 570

Figura 14-75 - Ponto ANT01 amostrado em ambiente de uso antrópico 574

Figura 14-76 - Ponto ANT02 amostrado em ambiente de uso antrópico 574

Figura 14-77 - Ponto ANT03 amostrado em ambiente de uso antrópico. 574

Figura 14-78 - Ponto FES01 amostrado em ambiente florestal. 574

Figura 14-79 - Ponto FES02 amostrado em ambiente florestal. 574

Figura 14-80 - Ponto FES03 amostrado em ambiente florestal. 574

Figura 14-81 - Ponto CON01_01 amostrado em ambiente florestal. 575

Figura 14-82 - Ponto CON01_02 amostrado em ambiente florestal. 575

Figura 14-83 - Espacialização dos pontos amostrados durante as campanhas de levantamento da Entomofauna 576

Figura 14-84 – Phlebotominae sp. registrado no ponto CON01. 592

Figura 14-85 – *Sabethes purpureus* registrado no ponto CON01. 592

Figura 14-86 – *Psorophora cingulata*. registrado no ponto ANT03. 592

Figura 14-87 – *Haemagogus leucocelaenus* registrado no ponto FES01. 592

Figura 14-88 – *Aedes scapularis*. registrado no ponto FES02. 592

Figura 14-89 – *Anopheles benarrochi* registrado no ponto FES01. 592

Figura 14-90 – *Culex complexo cornator* registrado no ponto FES03. 593

Figura 14-91 – *Anopheles benarrochi* registrado no ponto ANT03. 593

Figura 14-92 – Riqueza de espécies observada em cada estação climática 593

Figura 14-93 – Riqueza de espécies por subfamília observada em cada estação climática 594

Figura 14-94 – Distribuição da riqueza de espécies total, exclusivas e compartilhadas por tipo de uso do solo. 595

Figura 14-95 – Distribuição da riqueza de espécies total, exclusivas e compartilhadas por ponto amostral. 596

Figura 14-96 – Abundância de espécies observada em cada estação climática 597

Figura 14-97 – Abundâncias total e por estação climática de subfamílias. 598

Figura 14-98 – Abundância de espécies registrada ao longo do inventariamento..... 599

Figura 14-99 – Abundância de espécies da entomofauna por tipo de uso do solo.....601

Figura 14-100 – Abundância de espécies da entomofauna por ponto..... 602

Figura 14-101 – Riqueza acumulada de espécies obtida por meio do inventário da Entomofauna com base nos estimadores Chao1 e Jack1. 605

Figura 14-102 - Áreas prioritárias para conservação dos invertebrados. 607

Figura 14-103 – Coleta de peixes com auxílio de redes de emalhar 615

Figura 14-104 – Coleta de peixes com auxílio de peneira 615

Figura 14-105 - Ponto MMI - PT 01 619

Figura 14-106 - Ponto MMI - PT 02.....619

Figura 14-107 - Ponto MMI - PT 03.....619

Figura 14-108 - Ponto MMI - PT 04.....619

Figura 14-109 - Ponto MMI - PT 05.....619

Figura 14-110 - Ponto MMI - PT 06 619

Figura 14-111 - Ponto MMI - PT 07 620

Figura 14-112 - Ponto MMI - PT 08..... 620

Figura 14-113 - Ponto MMI - PT 09 620

Figura 14-114 – Ponto MMI - PT 10..... 620

Figura 14-115 - Ponto MMI - PT 11..... 620

Figura 14-116 – Ponto MMI - PT 12..... 620

Figura 14-117 - Espacialização dos pontos amostrados durante as campanhas de diagnóstico da ictiofauna.....621

Figura 14-118 – Triagem dos peixes 622

Figura 14-119 – Triagem dos peixes 622

Figura 14-120 – Exemplares de algumas espécies da ictiofauna observadas durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022. 629

Figura 14-121 – Riqueza de ordens observadas durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022. 630

Figura 14-122 – Riqueza de famílias observadas durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022. 630

Figura 14-123 - CPUE n por espécies durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022. 636

Figura 14-124 - CPUE b por espécies durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022. 637

Figura 14-125 – CPUE n (a) e CPUE b (b) por pontos amostrais durante as campanhas de inventariamento da ictiofauna, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022. 638

Figura 14-126 – Estimativa da riqueza na área de amostragem do projeto, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022. 640

Figura 14-127 - Áreas Prioritárias para a Conservação da Ictiofauna. 641

Figura 14-128 - Ponto MMI - PT 01 654

Figura 14-129 - Ponto MMI - PT 02 654

Figura 14-130 - Ponto MMI - PT 03 654

Figura 14-131 - Ponto MMI - PT 04 654

Figura 14-132 - Ponto MMI - PT 05 654

Figura 14-133 - Ponto MMI - PT 06 654

Figura 14-134 - Ponto MMI - PT 07 655

Figura 14-135 - Ponto MMI - PT 08 655

Figura 14-136 - Ponto MMI - PT 09 655

Figura 14-137 – Ponto MMI - PT 10 655

Figura 14-138 - Ponto MMI - PT 11 655

Figura 14-139 – Ponto MMI - PT 12 655

Figura 14-140 - Espacialização dos pontos amostrados durante as campanhas de diagnóstico das comunidades hidrobiológicas. 656

Figura 14-141 - Composição da comunidade durante o inventariamento da comunidade fitoplanctônica da Mina Morro do Ipê, agosto e outubro de 2022. 674

Figura 14-142 - Composição da comunidade fitoplanctônica na área de influência da Mina de Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva). 683

Figura 14-143 - Riqueza de fitoplâncton por ponto amostral na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca). 693

Figura 14-144 - Riqueza de fitoplâncton por ponto amostral na área de influência da Mina Morro do Ipê, outubro de 2022 (chuva). 694

Figura 14-145 - Densidade do fitoplâncton (ind./mL) na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca). 695

Figura 14-146 – Abundância relativa do fitoplâncton (% org./amostra) na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca). 695

Figura 14-147 - Densidade do fitoplâncton (ind./mL) na área de influência da Mina Morro do Ipê, outubro de 2022 (chuva). 696

Figura 14-148 - Abundância relativa do fitoplâncton (% org./amostra) na área de influência da Mina Morro do Ipê, outubro de 2022 (chuva). 697

Figura 14-149 - Estimativa da riqueza na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022. 708

Figura 14-150 - Composição da comunidade durante o inventariamento da comunidade zooplanctônica da Mina Morro do Ipê, janeiro e abril de 2023. 713

Figura 14-151 -Composição da comunidade zooplanctônica na área de influência da Mina de Morro do Ipê, janeiro de 2023 (chuva) e abril de 2023 (seca). 718

Figura 14-152 - Riqueza de zooplâncton por ponto amostral na área de influência da Mina Morro do Ipê, janeiro de 2023 (chuva). 723

Figura 14-153 Riqueza de zooplâncton por ponto amostral na área de influência da Mina Morro do Ipê, abril de 2023 (seca). 724

Figura 14-154 - Abundância do zooplâncton (ind./amostra) na área de influência da Mina Morro do Ipê, janeiro de 2023 (chuva). 725

Figura 14-155 – Abundância relativa do zooplâncton (% org./amostra) na área de influência da Mina Morro do Ipê, janeiro de 2023 (chuva). 725

Figura 14-156 - Abundância do zooplâncton (ind./amostra) na área de influência da Mina Morro do Ipê, abril de 2023 (seca). 726

Figura 14-157 - Abundância relativa do zooplâncton (% org./amostra) na área de influência da Mina Morro do Ipê, abril de 2023 (seca). 727

Figura 14-158 -Estimativa da riqueza na área de influência da Mina Morro do Ipê, janeiro (chuva) e abril (seca) de 2023. 732

Figura 14-160- Composição da comunidade durante o inventariamento de macroinvertebrados bentônicos da Mina Morro do Ipê, agosto e outubro de 2022... 735

Figura 14-161 - Composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva). 738

Figura 14-162 - Riqueza de macroinvertebrados bentônicos por ponto amostral na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca). 745

Figura 14-163 - Riqueza de macroinvertebrados bentônicos por ponto amostral na área de influência da Mina Morro do Ipê, outubro de 2022 (chuva). 745

Figura 14-164 - Densidade do fitoplâncton (ind./m²) na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca). 746

Figura 14-165 – Abundância relativa de macroinvertebrados bentônicos (% org./amostra) na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca). .. 747

Figura 14-166 - Densidade de macroinvertebrados bentônicos (ind./m²) na área de influência da Mina Morro do Ipê, outubro de 2022 (chuva). 748

Figura 14-167 - Abundância relativa do fitoplâncton (% org./amostra) na área de influência da Mina Morro do Ipê, outubro de 2022 (chuva). 748

Figura 14-168 - Score BMWP de macroinvertebrados bentônicos na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva)..... 754

Figura 14-169 - Índice %CHOL e %EPT de macroinvertebrados bentônicos na área de influência Mina Morro do Ipê, agosto (seca) e outubro de 2022 (chuva)..... 755

Figura 14-170 - Estimativa da riqueza na área de influência da Mina Morro do Ipê, agosto (seca) e outubro (chuva) de 2022. 756

Figura 15-1 – Prefeitura Municipal de Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022 763

Figura 15-2 – Prefeitura Municipal de São Joaquim de Bicas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022..... 763

Figura 15-3 – Inserção dos Municípios na Microrregião e Mesorregião de Belo Horizonte. 777

Figura 15-4 – Evolução do contingente populacional dos municípios da Área de Estudo – 1970, 1980, 1991, 2000, 2010 e 2021. **Fonte:** IBGE, Censos Demográficos 1991, 2000 e 2010, Estimativa Populacional 2021. 780

Figura 15-5 – Taxa média de crescimento populacional anual - Municípios da Área de Estudo, RMBH e Minas Gerais, 1991, 2000, 2010 e 2021. **Fonte:** IBGE, Censos Demográficos 1991, 2000 e 2010, Estimativa Populacional 2021..... 782

Figura 15-6 – Distribuição da população por sexo e situação do domicílio nos municípios da Área de Estudo – 2010. **Fonte:** IBGE, Censo Demográfico 2010. 786

Figura 15-7 – Pirâmides Etárias da população do Município de Brumadinho (A), de Igarapé (B) e de São Joaquim de Bicas (C) – 2010. 791

Figura 15-8 – IDH-M e seus componentes, municípios da Área de Estudo e Minas Gerais – 1991, 2000 e 2010. **Fonte:** PNUD, Atlas do Desenvolvimento Humano – 1991, 2000 e 2010. 797

Figura 15-9 - IFDM, municípios da Área de Estudo - 2016. Fonte: Firjan (2018). 799

Figura 15-10 – Distribuição do IFDM do Estado de Minas Gerais, por Grau de Desenvolvimento - 2016. **Fonte:** Firjan (2018). 800

Figura 15-11 – Número de Domicílios– Municípios da Área de Estudo – 1991, 2000 e 2010. **Fonte**: IBGE, Censos Demográficos 1991, 2000 e 2010. 800

Figura 15-12 – Média de moradores por domicílio– Municípios da Área de Estudo – 1991, 2000 e 2010. **Fonte**: IBGE, Censos Demográficos 2000 e 2010. 801

Figura 15-13 – Ordenamento Urbanos nos domicílios de Brumadinho, 2010. **Fonte**: IBGE, Censo Demográfico, 2010. 802

Figura 15-14 – Ordenamento Urbanos nos domicílios de Igarapé, 2010. **Fonte**: IBGE, Censo Demográfico, 2010. 802

Figura 15-15 – Ordenamento Urbanos nos domicílios de São Joaquim de Bicas, 2010.**Fonte**: IBGE, Censo Demográfico, 2010. 802

Figura 15-16 – Unidade de Pronto Atendimento em Igarapé.**Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 814

Figura 15-17 – Unidade de Pronto Atendimento em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 814

Figura 15-18 – Morbidade hospitalar nos municípios da área de estudo- 2016 a 2021.**Fonte:** DATASUS, 2022. 815

Figura 15-19 – Distribuição etária e por sexo dos casos confirmados em a. Brumadinho, b. Igarapé e c. São Joaquim de Bicas. **Fonte:** Secretária de Saúde de Minas Gerais. 822

Figura 15-20 – Número de unidades de ensino da Educação Básica nos municípios da Área de Estudo, 2007 a 2021. **Fonte:** INEP, Censo Escolar - 2021. Data de Atualização: 10/08/2022. 824

Figura 15-21 – Unidades de graduação e ensino à distância em igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 831

Figura 15-22 – Escola Estadual em Igarapé**. Fonte:** Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022 831

Figura 15-23 – Unidade de CRAS "Casa de Família" em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 837

Figura 15-24 – Unidade de CRAS "Casa de Família" em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 837

Figura 15-25 – Sede da ASSECIG em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022 838

Figura 15-26 – Biblioteca da ASSECIG. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022 838

Figura 15-27 – Sede da ASSECIG em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022 838

Figura 15-28 – Biblioteca itinerante (kombi) da ASSECIG. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022..... 838

Figura 15-29 – Unidade da PM em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 840

Figura 15-30 – Unidade da IgaraTrans em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022..... 842

Figura 15-31 – Infraestrutura de Transporte e Acessos da região de inserção do empreendimento..... 843

Figura 15-32 – Evolução do valor PIB nominal e real nos municípios da Área de Estudo (em mil reais) – 2010 a 2019. **Fonte**: FJP, 2021. Consulta realizada em 16/08/2022.. 846

Figura 15-33 – Taxa de crescimento do PIB nominal nos municípios da Área de Estudo, Microrregião e Estado (em %) – 2010 a 2014, 2014 a 2019 e 2010 a 2019. **Fonte**: FJP, 2021. Consulta realizada em 16/08/2022. 846

Figura 15-34 – Taxa de crescimento do PIB real nos municípios da Área de Estudo, Microrregião e Estado (em %) – 2010 a 2014, 2014 a 2019 e 2010 a 2019. **Fonte**: FJP, 2021. Consulta realizada em 16/08/2022. 847

Figura 15-35 – Sede da Associação dos Produtores de Horticultura de Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 848

Figura 15-36 – Sede da Associação dos Produtores de Horticultura de Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 848

Figura 15-37 – Distribuição Percentual do Valor Adicionado Bruto por Setor Econômico – Municípios da Área de Estudo – 2019. **Fonte**: FJP, 2021. Consulta realizada em 16/08/2022. 849

Figura 15-38 – Comportamento do Valor adicionado bruto pelos setores econômicos – Brumadinho – 2010 a 2019 (em milhões de reais a preços correntes).**Fonte**: IBGE, 2021. Consulta realizada em 16/08/2022..... 850

Figura 15-39 – Comportamento do Valor adicionado bruto pelos setores econômicos – Igarapé – 2010 a 2019 (em milhões de reais a preços correntes).**Fonte**: IBGE, 2021. Consulta realizada em 16/08/2022.....851

Figura 15-40 – Comportamento do Valor adicionado bruto pelos setores econômicos – São Joaquim de Bicas – 2010 a 2019 (em milhões de reais a preços correntes).**Fonte**: IBGE, 2021. Consulta realizada em 16/08/2022. 852

Figura 15-41 – Comportamento do Valor adicionado bruto pelos setores econômicos – Área de Estudo – 2010 a 2019 (em milhões de reais a preços correntes). **Fonte**: IBGE, 2021. Consulta realizada em 16/08/2022. 853

Figura 15-42 – Estabelecimentos comerciais em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 853

Figura 15-43 – Estabelecimentos comerciais e de serviços em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 853

Figura 15-44 – Estabelecimentos comerciais em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 854

Figura 15-45 – Estabelecimentos comerciais e de serviços em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 854

Figura 15-46 – Estabelecimentos comerciais em São Joaquim de Bicas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 854

Figura 15-47 – Estabelecimentos comerciais e de serviços em São Joaquim de Bicas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 854

Figura 15-48 – Percentual de homens e mulheres empregados, segundo setores econômicos – Área de Estudo – 31/12/2020 (em milhões de reais a preços correntes).**Fonte**: RAIS/MTPS, 2022. Consulta realizada em 17/08/2022. 857

Figura 15-49 – Estoque de emprego – Área de Estudo – julho de 2020, 2021 e 2022. **Fonte**: Caged/MTPS, 2022. Consulta realizada em 17/08/2022. 859

Figura 15-50 – Saldo do emprego (diferença entre número acumulado de contratações e desligamentos no ano) – Área de Estudo – . julho de 2020, 2021 e 2022. 859

Figura 15-51 – Arrecadação da CFEM repassada aos municípios da Área de Estudo - 2018 a 2021 (em mil reais correntes). **Fonte**: Agência Nacional de Mineração (ANM), 2022. Consulta realizada em 16/08/2022. 861

Figura 15-52 – Área total colhida, segundo produto da lavoura temporária – 2017. **Fonte**: IBGE. Censo Agropecuário, 2017. 867

Figura 15-53 – Área plantada nas lavouras temporárias– 1997 – 2021. **Fonte**: IBGE. Pesquisa Agrícola Municipal, 2022. 868

Figura 15-54 – Área colhida nas lavouras permanentes nos estabelecimentos agropecuários com 50 pés e mais existentes– 2017, segundo produto da lavoura temporária – 2017. **Fonte**: IBGE. Censo Agropecuário, 2017. 869

Figura 15-55 – Localização do Projeto de Assentamento Pastorinhas – 2022. 871

Figura 15-56 – Zoneamento na Área de Inserção do empreendimento, segundo os planos diretores municipais. 877

Figura 15-57 – Zoneamento na Área de Inserção do empreendimento, segundo o plano diretor metropolitano - PDDI. 878

Figura 15-58 – Bens culturais protegidos no estado de Minas Gerais na Área de Estudo – 2024. 882

Figura 15-59 – Locais de interesse turístico na Área de Estudo – 2022. 3-884

Figura 15-60 – Comunidades Tradicionais na Área de Estudo – 2024. 888

Figura 15-61 – Localização dos Sítios Arqueológicos na Área de Estudo – 2022. 894

Figura 15-62 – Localização das localidades da AEL. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 897

Figura 15-63 – Localização do Bairro Cidade Nova. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 900

Figura 15-64 – Entrada para o Bairro Cidade Nova. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 901

Figura 15-65 – Comércio no Bairro Cidade Nova. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 901

Figura 15-66 – Ruas asfaltadas, com presença de meio fio e iluminação, e residências no bairro Cidade Nova. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 902

Figura 15-67 – Condomínio residencial no bairro Cidade Nova. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 902

Figura 15-68 – Unidade Básica de Saúde (UBS) Cidade Nova. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 902

Figura 15-69 – Localização do Bairro Aparecida. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 903

Figura 15-70 – Entrada para o bairro Aparecida. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 904

Figura 15-71 – Habitações do bairro Aparecida. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 904

Figura 15-72 – Área de Laser no Bairro Aparecida. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 904

Figura 15-73 – Comércio no Bairro Aparecida. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 904

Figura 15-74 – Ruas asfaltadas, com presença de meio fio e iluminação, e igreja no bairro Aparecida. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 905

Figura 15-75 – Ruas asfaltadas, com presença de meio fio e iluminação. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 905

Figura 15-76 – Localização do bairro Maracanã. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 906

Figura 15-77 - Habitações do bairro Maracanã. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 907

Figura 15-78 – Rua e habitações do bairro Maracanã. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 907

Figura 15-79 – Escola Municipal Maria das Graças Dias Maldonado no bairro Maracanã. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 907

Figura 15-80 – Transporte escolar no bairro Maracanã. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 907

Figura 15-81 – Localização do bairro Nova Esperança. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 908

Figura 15-82 – Habitação no bairro Nova Esperança. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 909

Figura 15-83 – Arruamento sem asfaltamento e habitações no bairro Nova Esperança. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 909

Figura 15-84 – Arruamento sem asfaltamento e habitações no bairro Nova Esperança. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 909

Figura 15-85 – Habitação no bairro Nova Esperança. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 909

Figura 15-86 – Localização do distrito de Nossa Senhora da Paz (Farofas). **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 910

Figura 15-87 – igreja em Farofas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 911

Figura 15-88 – Rua e habitações em Farofas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 911

Figura 15-89 – Rua, ponto de ônibus e habitações em Farofas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 911

Figura 15-90 – Rua e habitações em Farofas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 911

Figura 15-91 –Unidade Básica de Saúde – UBS, no distrito de Farofas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 912

Figura 15-92 – Igreja em Farofas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 912

Figura 15-93 – Escola em Farofas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 912

Figura 15-94 – Comércio em Farofas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022. 912

1 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO FÍSICO

1.1 CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

A climatologia estuda os padrões de comportamento da atmosfera e suas interações com as atividades humanas e a superfície do planeta, enquanto a meteorologia trata, de maneira individualizada, fenômenos meteorológicos como raios, trovões, descargas elétricas, nuvens, composição físico-química do ar, previsão do tempo, entre outros (MENDONÇA, 2005).

Conforme mencionado no Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais, o zoneamento climático é de extrema importância para subsidiar a implantação e planejamento de diversas áreas de desenvolvimento socioeconômico e ecológico de uma região, pois permite não só estabelecer os indicadores do potencial do meio físico e biótico para a região em estudo, mas também, juntamente com as delimitações das áreas homogêneas sob o ponto de vista socioeconômico, contribui para o desenvolvimento sustentável da região (VIANELLO & ALVES, 1991).

A caracterização do clima e meteorologia da área em estudo, que contempla a AER da MMI, localizada entre os municípios de Igarapé, Brumadinho e São Joaquim de Bicas mostra-se relevante, pois está direta ou indiretamente associado a fatores como: (1) Dispersão de poluentes atmosféricos, (2) Dispersão de ruídos; (3) Eventos de inundações e cheias; (4) Processos erosivos; e (5) Assoreamento de cursos d'água. Essas informações (sobre o clima e meteorologia) também auxiliam na execução das obras e operação do empreendimento, ao indicar os períodos do ano mais adequados ou de maiores cuidados necessários, para ações construtivas, de movimentação de solo e produtos derivados do processamento mineral, de recuperação de áreas degradadas, incluindo o plantio de espécies vegetais, entre outros.

1.1.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo foi elaborado a partir da avaliação de dados climáticos obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e classificação proposta por Köppen e Geiger (1928), aplicada ao território Brasileiro por Alvares et al (2013). Para avaliação de circulação atmosférica, foram considerados os dados disponibilizados por Nimer (1979).

Os aspectos meteorológicos tiveram como referência os dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), relativos à temperatura (média, máxima e mínima mensal e anual), precipitação média acumulada, umidade relativa, evaporação total e balanço hídrico[1]. Neste caso, foram considerados os dados de normais climatológicas da estação meteorológica convencional de Belo Horizonte (83587), a

[1] https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377

qual está mais próxima da área de estudo[2], a 38km de distância.
De modo complementar foram utilizados dados pluviométricos de estação localizada nas imediações do empreendimento e disponível no Banco de Dados Hidroweb da ANA[3]. Trata-se das estações pluviométricas 2044053 (Escola de Veterinária), localizada em Mateus Leme, à 5km da ADA (**Tabela 1-1**).

Neste caso são considerados os totais diários de chuvas de 19 anos, entre os anos de 1986 e 2005. Os dados são consistidos e foram avaliados com auxílio do software Hidro 1.4.0.83[4]. Para este período foram avaliados os totais mensais e diários máximos, médios e mínimos de precipitação e números de dias de chuva médios, mensais e anuais.

Tabela 1-1 - Descrição das estações utilizadas para a caracterização meteorológica regional.

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA	PROPRIEDADE / OPERAÇÃO	COORDENADAS UTM (DATUM SIRGAS 2000)	ALTITUDE (M)	DISTÂNCIA DA ADA	PERÍODO DE DADOS	MUNICÍPIO	BACIA HIDROGRÁFICA
Belo Horizonte (83587)	INMET	609.888m E / 7795921m N	885	38 km		Belo Horizonte	Rio das Velhas / Rio São Francisco
Escola de Veterinária (2044053)	ANA / CPRM	569010.06 m E / 7780636.06 m S	796	5 km	01/02/1986 a 01/01/2020	Mateus Leme	Rio das Velhas / Rio São Francisco

Para as avaliações de dados de ventos, foram observados os dados regionais de direção, frequência e velocidade dos ventos modelados segundo o Atlas Eólico Mineiro, segundo AMARANTE (2010). De acordo com o estudo, os dados brutos foram obtidos a partir do Sistema de Telemetria e Monitoramento Hidrometeorológico (STH) administrados pela CEMIG, cuja rede de estações é composta por 51 postos anemométricos, que operam desde 1999.

Ainda para a avaliação dos ventos regionais, foram considerados os dados da Estação Meteorológica de Belo Horizonte (A521) referentes a todo o ano de 2021. Estes dados permitiram maior precisão em relação os ventos mais fortes e de rajadas ao longo do ano, considerando-se as respectivas direções.

---

[2] https://mapas.inmet.gov.br/

[3] https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas

[4] https://www.snirh.gov.br/hidroweb/download

1.1.2 RESULTADOS

1.1.2.1 CLIMA

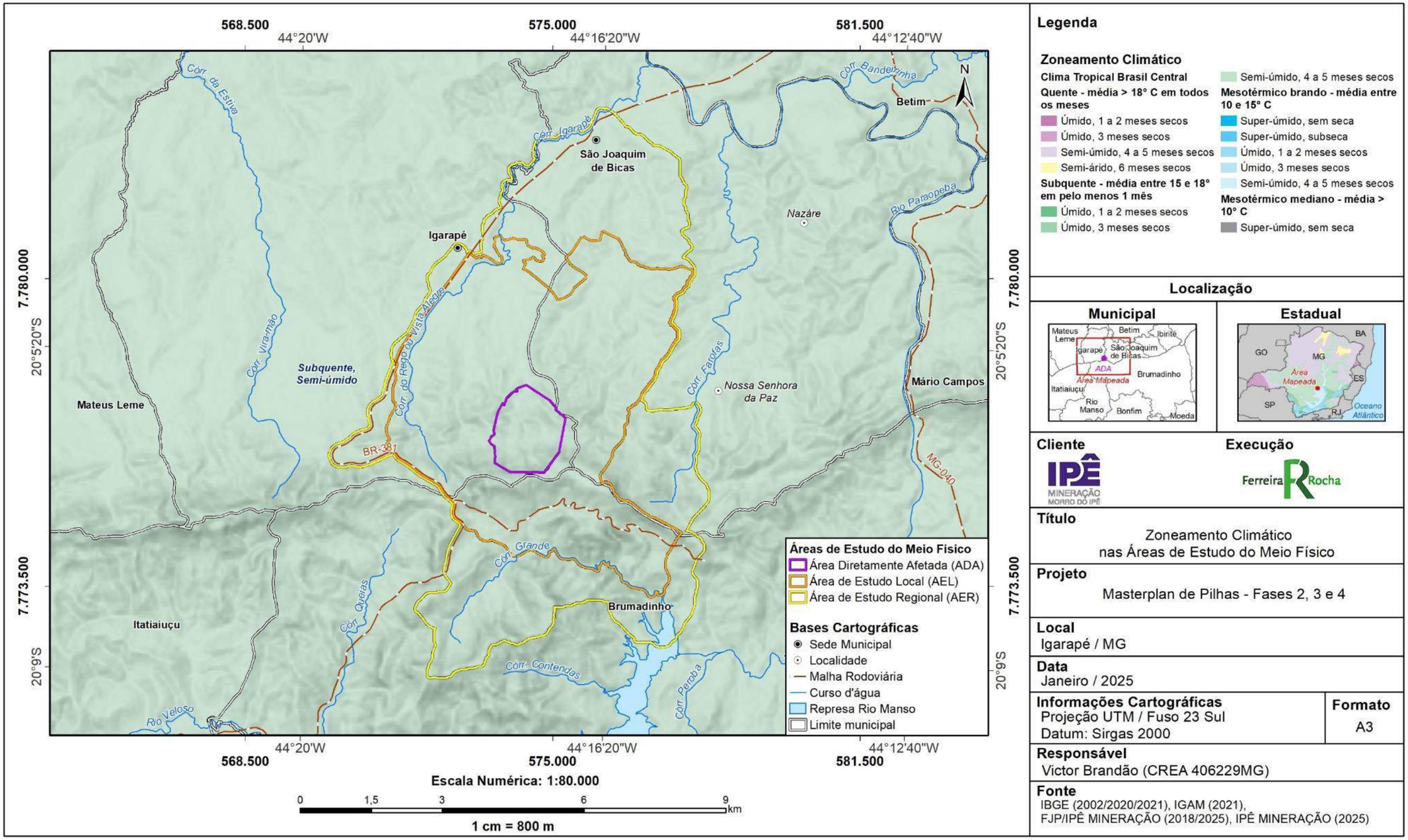
Para a classificação climática da região em estudo, foram consideradas duas classificações. A primeira é do IBGE[5], na escala de 1:5.000.000, cuja área de estudo encontra-se na zona Tropical Brasil Central, semiúmido, com média de temperatura entre 15 e 18°C em pelo menos um mês e tempo seco entre 4 e 5 meses.

Seguindo a classificação climática por Köppen e Geiger (1928), Álvares et al (2013) indicam para a área do empreendimento, a presença de dois climas caracterizados como Cwb (na ADA) e Cwa (em áreas mais baixas da Área de Estudo Regional) (**Figura 1-1).** Estas classes, seguem as respectivas definições, segundo a Embrapa[6]:

- **Cwa** – Clima subtropical de inverno seco (com temperaturas inferiores a 18ºC) e verão quente (com temperaturas superiores a 22ºC).
- **Cwb** - Clima subtropical de altitude, com inverno seco e verão ameno. A temperatura média do mês mais quente é inferior a 22ºC.

Em âmbito regional, Álvares et. al. (2013) indicam que o clima Cwa também é observado na Serra do Espinhaço em altitudes entre 500 e 800 m, entre outras partes do país. Enquanto o clima Cwb é um clima típico do sudeste do Brasil, ocorrendo no centro-sul em cerca de 26% de Minas Gerais, cujas características marcantes são o inverno frio e seco e o verão quente e úmido. Na área de estudo o clima Cwa compreende as imediações do rio São João, enquanto o Cwb compreende as áreas de média e alta encosta daquela bacia hidrográfica.

[5]https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/climatologia/mapas/brasil/Map_BR_clima_2002.pdf
[6]https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm#:~:text=Cwb%20%2D%20Clima%20subtropical%20de%20altitude,quente%20%C3%A9%20inferior%20a%2022%C2%BAC.



Legenda

Zoneamento Climático

Clima Tropical Brasil Central

Quente - média > 18° C em todos os meses
- Úmido, 1 a 2 meses secos
- Úmido, 3 meses secos
- Semi-úmido, 4 a 5 meses secos
- Semi-árido, 6 meses secos

Subquente - média entre 15 e 18° em pelo menos 1 mês
- Úmido, 1 a 2 meses secos
- Úmido, 3 meses secos
- Semi-úmido, 4 a 5 meses secos

Mesotérmico brando - média entre 10 e 15° C
- Super-úmido, sem seca
- Super-úmido, subseca
- Úmido, 1 a 2 meses secos
- Úmido, 3 meses secos
- Semi-úmido, 4 a 5 meses secos

Mesotérmico mediano - média > 10° C
- Super-úmido, sem seca

Localização

Municipal

Estadual

Cliente

IPÊ MINERAÇÃO MORRO DO IPÊ

Execução

Ferreira Rocha

Título

Zoneamento Climático
nas Áreas de Estudo do Meio Físico

Projeto

Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4

Local

Igarapé / MG

Data

Janeiro / 2025

Informações Cartográficas

Projeção UTM / Fuso 23 Sul
Datum: Sirgas 2000

Formato

A3

Responsável

Victor Brandão (CREA 406229MG)

Fonte

IBGE (2002/2020/2021), IGAM (2021),
FJP/IPÊ MINERAÇÃO (2018/2025), IPÊ MINERAÇÃO (2025)

Figura 1-1 - Mapa de Caracterização Climática das Áreas de Estudo.

A respeito da circulação atmosférica (**Figura 1-2**), infere-se que o anticiclone semifixo Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), que dá origem à Massa Tropical Atlântica (mTa), ganha força durante o inverno e estende seu domínio sobre o continente, elevando a pressão da atmosfera e assegurando tempo estável na área em estudo. Os raros eventos de precipitação registrados nesta estação do ano estão relacionados ao avanço da Massa Polar Atlântica (mPa), oriunda dos domínios do anticiclone Subpolar do Atlântico Sul (APAS). Assim, a precipitação distribui-se por uma linha frontal convectiva, a Frente Polar, que se origina do encontro entre a mTa e a mPa, quando esta possui umidade suficiente para condensação (NIMER,1979).

No verão, em virtude do maior aquecimento do continente em relação ao oceano, ocorre o enfraquecimento do ASAS e do APAS, propiciando a atuação da Massa Equatorial Continental (mEc) por quase todo o território brasileiro. A mEc tem sua origem no regime depressionário da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e dos ventos alísios oriundos do nordeste e sudeste, sendo característica de intensa atividade de ascensão de ar, o que, consequentemente, emprega-lhe um caráter de instabilidade convectiva (NIMER,1979).

Ressalta-se que no outono e na primavera é comum a ocorrência de decréscimos acentuados na temperatura, devido aos movimentos ondulatórios na alta atmosfera, oriundos das invasões da Massa Polar Atlântica (mPa) no sul do Brasil. Estes episódios, geralmente, vêm acompanhados de precipitações intensas (NIMER,1979).

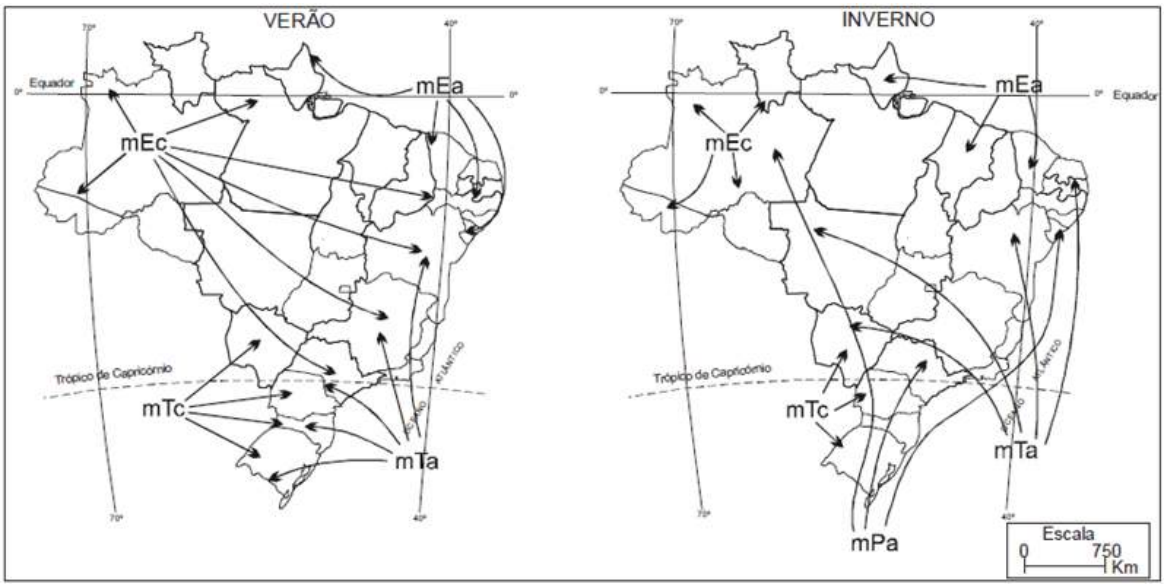


Figura 1-2 - Dinâmica de Massas de Ar no Brasil (Verão e Inverno). **Fonte:** Ferreira Rocha (2014), adaptado de Tubelis & Nascimento (1980).

1.1.2.2 TEMPERATURA

A seguir são apresentados dados de normais de temperatura média, mínima e máxima mensal registrados na estação meteorológica de Belo Horizonte, do Inmet, que,

correspondente a três períodos distintos: (i) 1931 – 1960; (ii) de 1961 a 1990 e (iii) de 1981 – 2010. A estação está a cerca de 38km da área de estudo.

De modo geral nota-se que a temperatura média vem aumentando em torno de 1°C entre 1931 e 2010. Ao longo do ano, nota-se que os maiores registros médios ocorrem entre os meses de outubro a abril, chegando-se a temperaturas médias mensais em torno de 23°C. Nos meses de maio a agosto são registradas as menores temperaturas médias na região, chegando a cerca de 19°C (**Figura 1-3**). As temperaturas máximas médias apresentam variação ao longo do ano, chegando a 29°C no mês de fevereiro e 25°C em julho (**Figura 1-4**). Já as temperaturas mínimas médias apresentam maior variação ao longo do ano, quando comparadas com as temperaturas médias e máximas, chegando a 20 °C no mês de fevereiro e 15°C em julho (**Figura 1-5**).

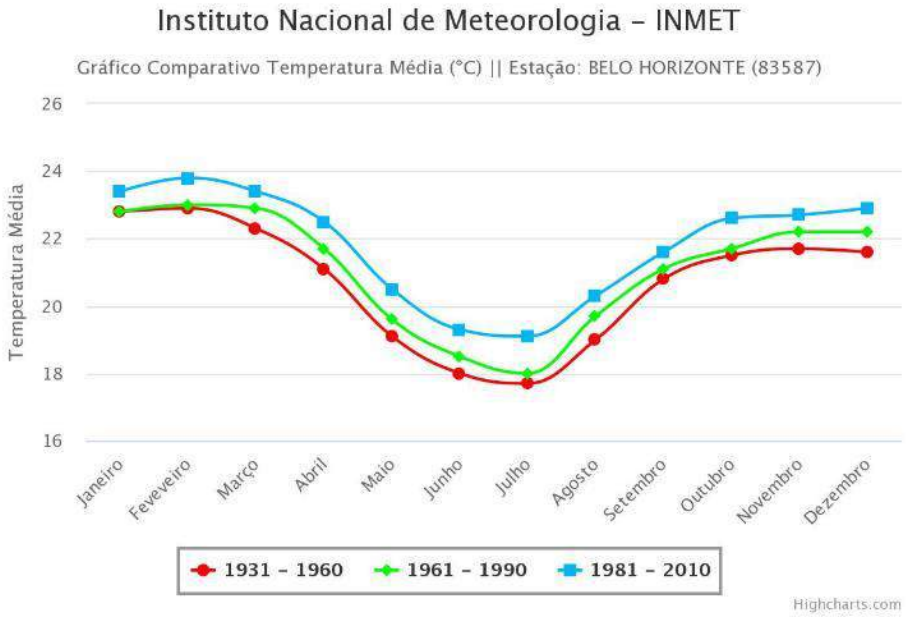


Figura 1-3 - Temperatura Média (°C) – estação Belo Horizonte.

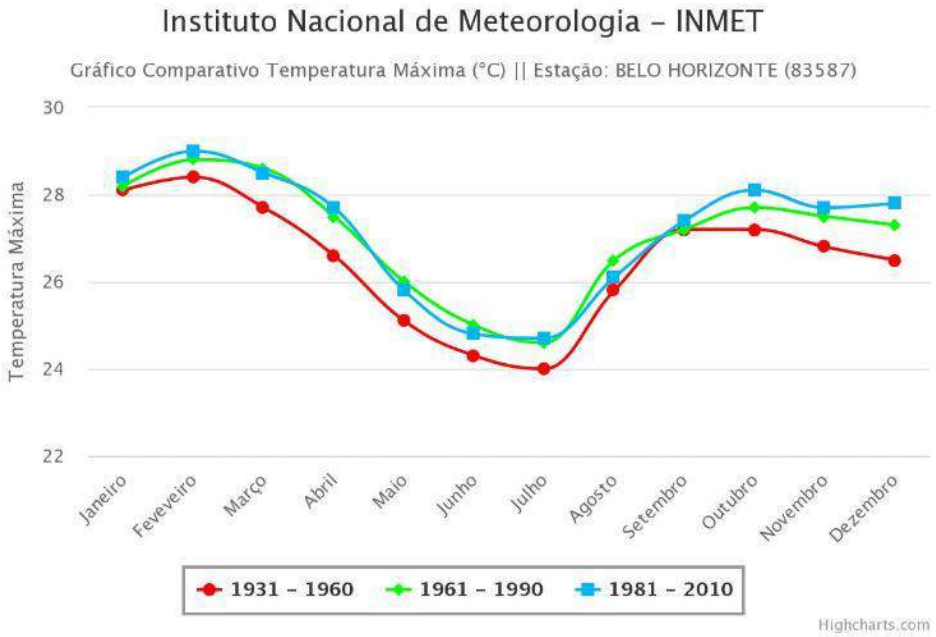


Figura 1-4 - Temperatura Máxima (°C) – estação Belo Horizonte.

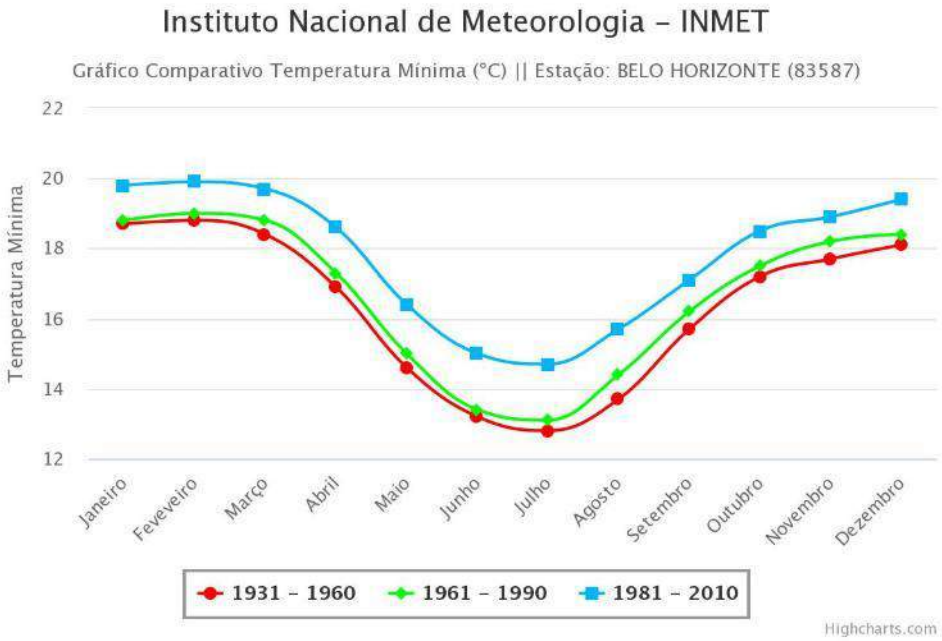


Figura 1-5 - Temperatura Mínima (°C) – estação Belo Horizonte.

1.1.2.3 PRECIPTAÇÃO

A precipitação constitui um dos principais parâmetros meteorológicos analisados, por sua relevância no desenvolvimento de atividades antrópicas, sobretudo, ao longo de eventos extremos, como secas e cheias. A média anual apresenta-se com maior valor em dezembro (358,9 mm), entre 1981 e 2010 na estação de Belo Horizonte. Já, os menores registros médios de precipitação são concentrados entre os meses de junho a

agosto, com médias abaixo de 7,9 mm em julho, entre 1981 e 2010, segundo o INMET (**Figura 1-6**).

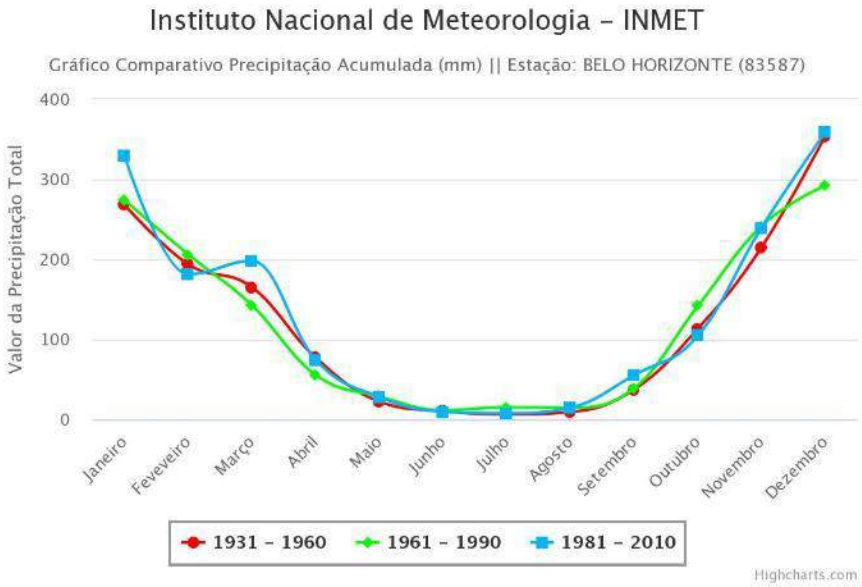


Figura 1-6 - Precipitação Média Acumulada (mm) – estação Belo Horizonte.

Também foram observados os totais diários de chuvas (mm) a partir de dados consistidos da Estação Escola de Veterinária (Mateus Leme), operada pelo CPRM entre 1986 e 2005, que fica a cerca de 5km da MMI. Notam-se os registros extremos com precipitações variando aproximadamente entre 115 e 130 mm, por dia. O máximo diário registrado foi em 16 de janeiro de 2003, quando chegou a 130 mm em um único dia naquela estação (**Figura 1-7**).

Quando observados os registros médios mensais da Estação Escola de Veterinária, nota-se que o mês com maior precipitação acumulada na série temporal observada, foi em janeiro de 2003 chegando a 679,4 mm, enquanto o total mínimo neste mesmo mês foi de apenas 92,6 mm em 1989. As médias mensais, considerando-se o total precipitado no mês, variam de 340.6 mm em dezembro a 7.8 mm em julho. Quando observadas as médias das máximas precipitações mensais entre 1986 e 2005, nota-se que os maiores registros ocorrem em dezembro, com média de máximas mensais de 73,2 mm e os menores registros, em julho, com média de máximas mensais de 4,1 mm (**Tabela 1-2**).

Ainda no **Tabela 1-2** em relação aos registros médios de dias de chuvas por mês, os maiores registros ocorrem em dezembro (18 dias de chuva), enquanto os menores ocorrem entre junho, com um dia de chuva, em média.

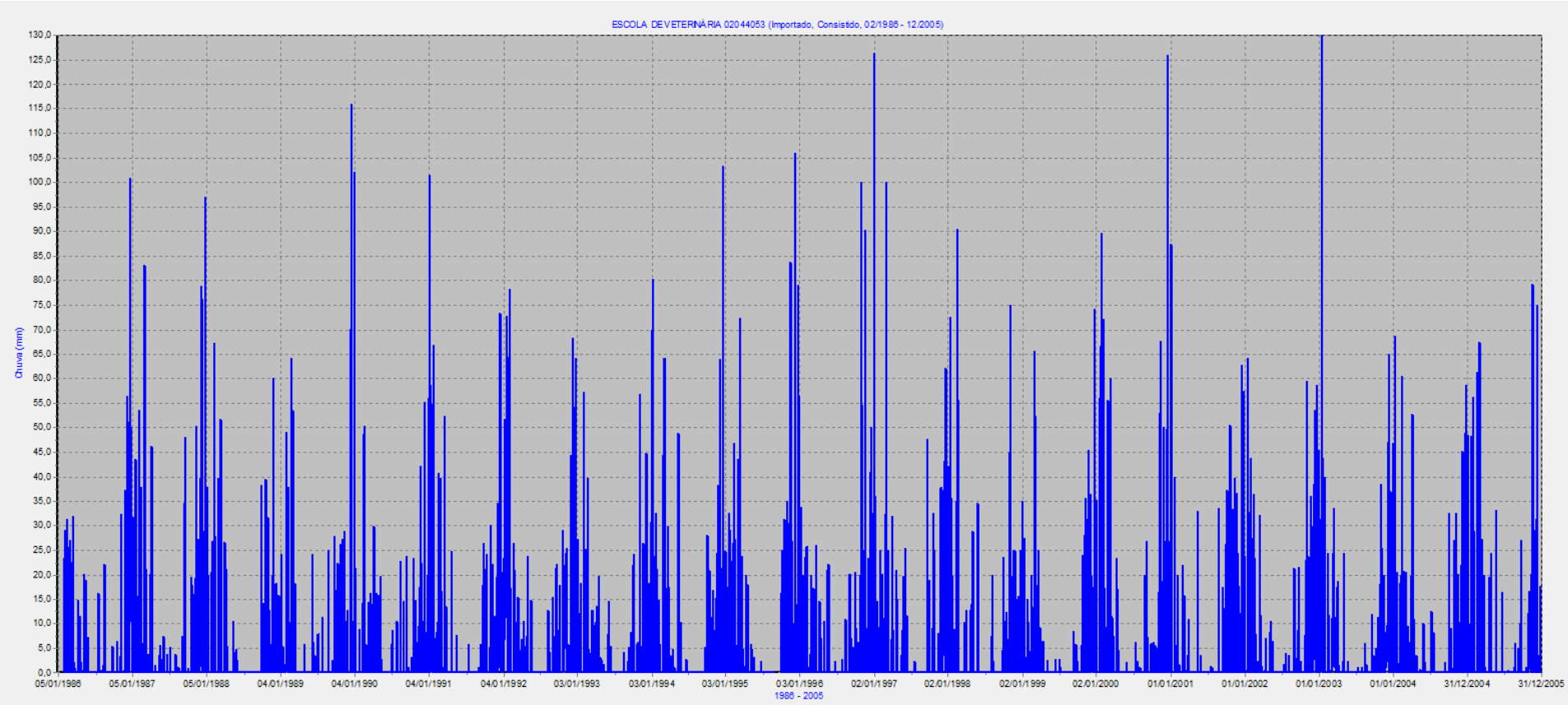


Figura 1-7 - Totais diários de chuvas a partir de dados consistidos da Estação Escola de Veterinária (Mateus Leme), entre 1986 e 2005. Fonte: Hidroweb ANA.

Tabela 1-2 - Totais mensais de chuvas a partir de dados consistidos da Estação Escola de Veterinária entre 1986 e 2005.

PARÂMETRO / MÊS		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
Totais Mensais	Máx	673,8	331,4	342,2	113	80,6	58,8	37,2	45,1	122,2	186	470,3	560,3	1949,8
	Média	331,6	182,7	162,2	51,3	33,6	10	7,8	12,9	49	76,9	214,3	340,6	1478,0
	Min	92,6	44,3	18,5	0	2	0	0	0	2	9,1	66,5	161,8	1025,7
Máx. Mensais	Média	70,9	48,9	44,2	20,2	17,1	6	4,1	9,5	20,2	24,5	49,7	73,2	93,6
-	Média de Dias de Chuva	17	12	12	6	4	1	2	2	5	8	16	18	102

Fonte: Hidroweb ANA.

1.1.2.4 UMIDADE RELATIVA

Na sequência são apresentados registros de umidade reativa, entre 1931 e 2010, na estação climatológica de Belo Horizonte. Destacam-se os maiores valores médios obtidos no mês de dezembro, chegando a 74%, entre 1981 e 2010, enquanto no período entre 1931 e 1960, estes registros eram bem maiores no mesmo mês, alcançando 79,8% (**Figura 1-8**). O que pode ter ocorrido por alguns fatores como pela mudança do uso e cobertura do solo na região e mudanças das condições climáticas globais. Ainda de acordo com o INMET, os valores mínimos de umidade relativa ocorreram (na estação de Belo Horizonte), no mês de agosto, com 57,8% entre 1981 e 2010 e 64,5% entre 1961 e 1990, justamente quando há menores precipitações e maiores incidências de ventos, que também contribuem para a redução da umidade relativa do ar.

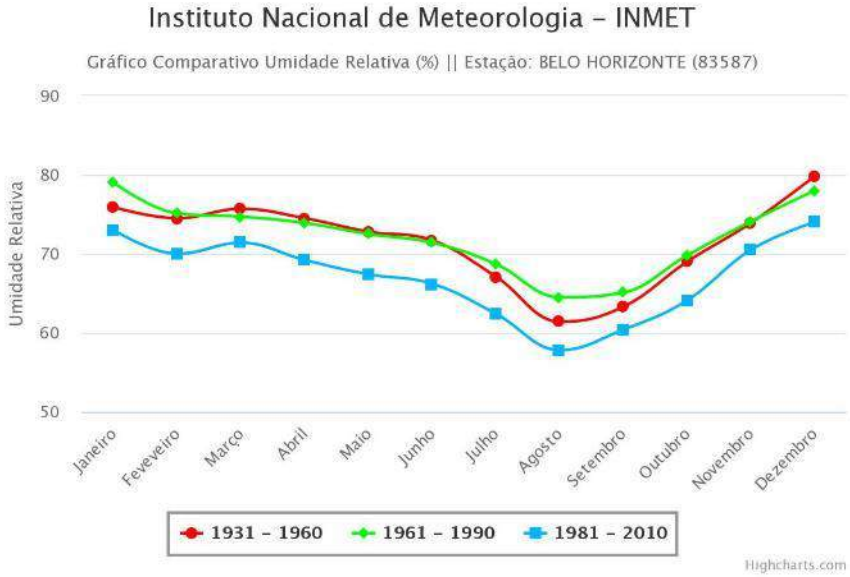


Figura 1-8 - Umidade relativa (%) – estação Ibirité.

1.1.2.5 EVAPORAÇÃO TOTAL

A evaporação total segue as tendências derivadas dos registros de precipitação e temperatura anteriormente apresentados ao longo do ano, nos períodos seco e chuvoso. Ressaltam-se os maiores valores médios entre agosto e setembro, chegando a 180,8mm neste último mês, no período entre 1981 e 1990. Os menores registros ocorreram em fevereiro, com 80,1mm entre 1931 e 1960. (**Figura 1-9**).

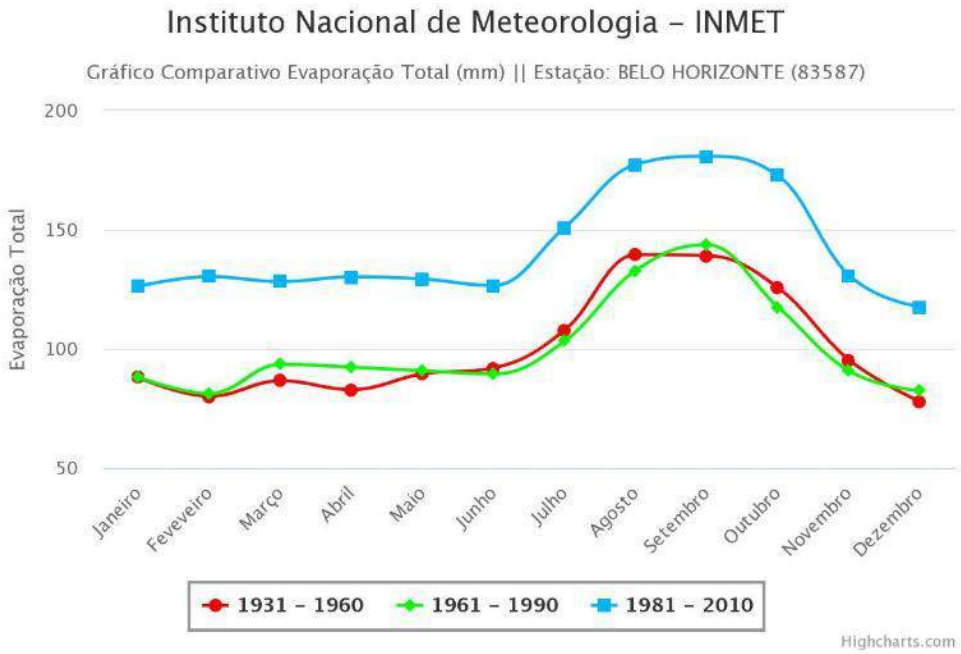


Figura 1-9 - Evapotranspiração Potencial (mm) – estação Ibirité.

1.1.2.6 BALANÇO HÍDRICO

Em concordância com os registros anteriormente apresentados, apresenta-se a seguir os resultados de balanço hídrico na estação climatológicas de Belo Horizonte, correspondente ao período de 1961 a 1990, de acordo com o INMET.

Entre abril e outubro é verificado *déficit* hídrico na região, de modo mais acentuado no mês de agosto. Enquanto no período entre outubro e novembro, destacam-se como os meses de reposição de água no solo (**Figura 1-10**).

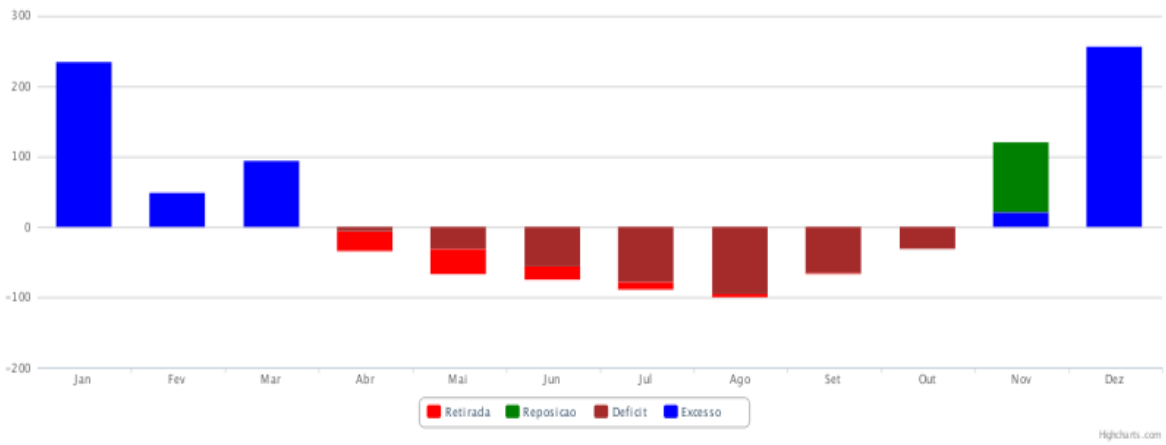


Figura 1-10 - Balanço hídrico climatológico registrado na estação de Belo Horizonte.

1.1.2.7 VENTO

Segundo Reis (2005), a direção média anual predominante dos ventos em Minas Gerais é de NE, E SE. O anticiclone do Atlântico Sul é o principal fator responsável pela predominância dos ventos nessas três direções, sendo que as variações nas direções dependem também da latitude, da longitude e da topografia da estação climatológica. Ventos nas direções W, SW e S normalmente indicam perturbações causadas por frentes frias ou quentes e linhas de instabilidade.

Os dados dos ventos apresentados no Atlas Eólico Mineiro (Amarante, 2010), indicam para a área de estudo direções predominantes de NE, E SE, mas também são representativos os ventos de NW, embora apresentem menor frequência. De modo geral, são registrados ventos predominantes de baixa intensidade na região, inferiores a 2m/s, conforme pode ser verificado na **Figura 1-11** e na **Figura 1-12**.

Os resultados de ventos da Estação Meteorológica de Belo Horizonte (A521) afetos ao ano de 2021 indicam ventos predominantes de E E-SE, com intensidades médias predominantes inferiores a 3,6 m/s (**Figura 1-13**). Em relação os ventos de rajadas ao longo do ano, nota-se um predomínio de intensidades entre 5,7 e 8,8 m/s, podendo chegar a cerca de 11 m/s, com direções de E a SE (**Figura 1-14**).

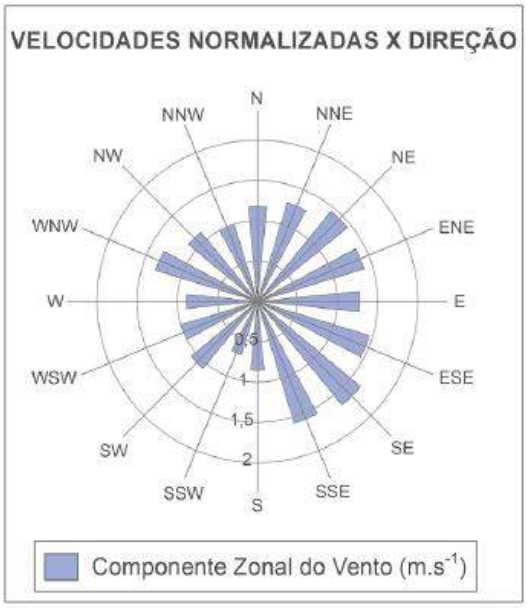


Figura 1-11 - Velocidades normalizadas x direção dos ventos. **Fonte:** Adaptado do Atlas Eólico Mineiro (2008).

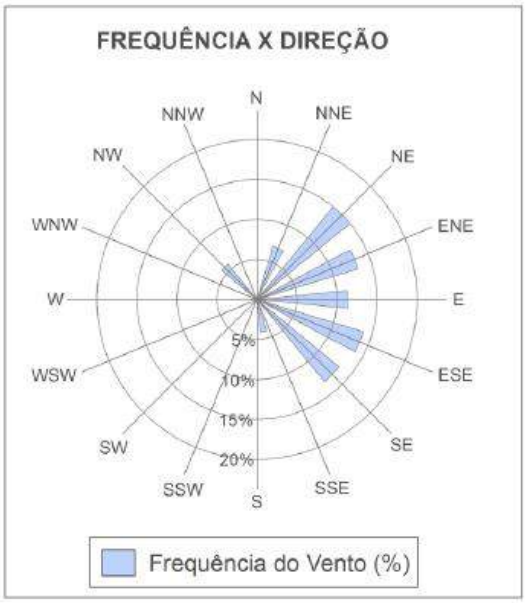


Figura 1-12 - Frequência x direção dos ventos. **Fonte:** Adaptado do Atlas Eólico Mineiro (2008).

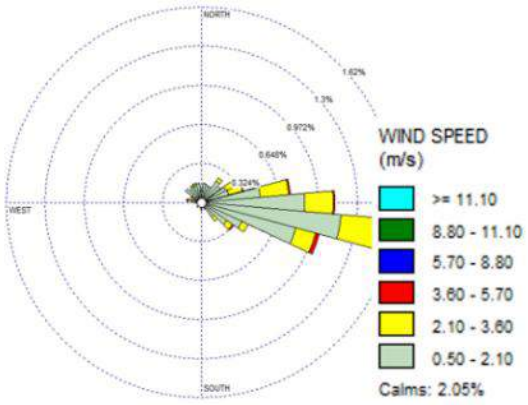


Figura 1-13 - Ventos Médios na Estação de Belo Horizonte. **Fonte:** Dados brutos do Inmet (2021).

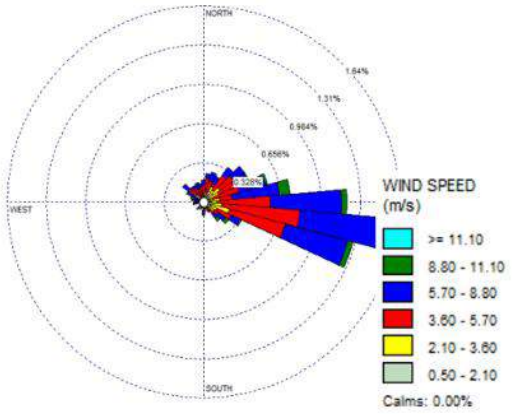


Figura 1-14 - Ventos fortes (rajadas) na Estação de Belo Horizonte. **Fonte:** Dados brutos do Inmet (2021).

Por fim, foram observados alguns dados disponibilizados pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), por meio do IDE-SISEMA (Infraestrutura de Dados Espaciais). São dados do Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais (ZEE-MG), afetos ao tema "Clima e Meteorologia", a saber: Vulnerabilidade às mudanças climáticas (FEAM), que envolve o Índice de Vulnerabilidade; o Nível de Sensibilidade; o Nível de Exposição e o Nível de Capacidade de Adaptação. Também foram avaliados os dados de Anomalia de Precipitações, associado à Anomalia Hidrológica na área em estudo segundo metodologia igualmente disponibilizada pelo órgão ambiental de Minas Gerais. A metodologia adotada nessas avaliações está disponível no site da FEAM[7].

1.2 QUALIDADE DO AR

Neste item são apresentados os resultados do monitoramento da qualidade do ar na área de estudo da Mineração Morro do Ipê S/A, em áreas sobre a influência das Minas Ipê e Tico-Tico, localizadas na divisa entre os municípios de Igarapé, Brumadinho e São Joaquim de Bicas. O monitoramento foi realizado pela equipe técnica da empresa Ecoar Monitoramento Ambiental. As amostragens da qualidade do ar foram realizadas entre os dias 26 de setembro e 07 de outubro de 2022, nas estações de monitoramento P01 a P08, indicadas na **Figura 1-15**.

[7] https://drive.google.com/drive/folders/1M3_Au9dNU3EKxGRgiEpOpYybBbv_F8Ht

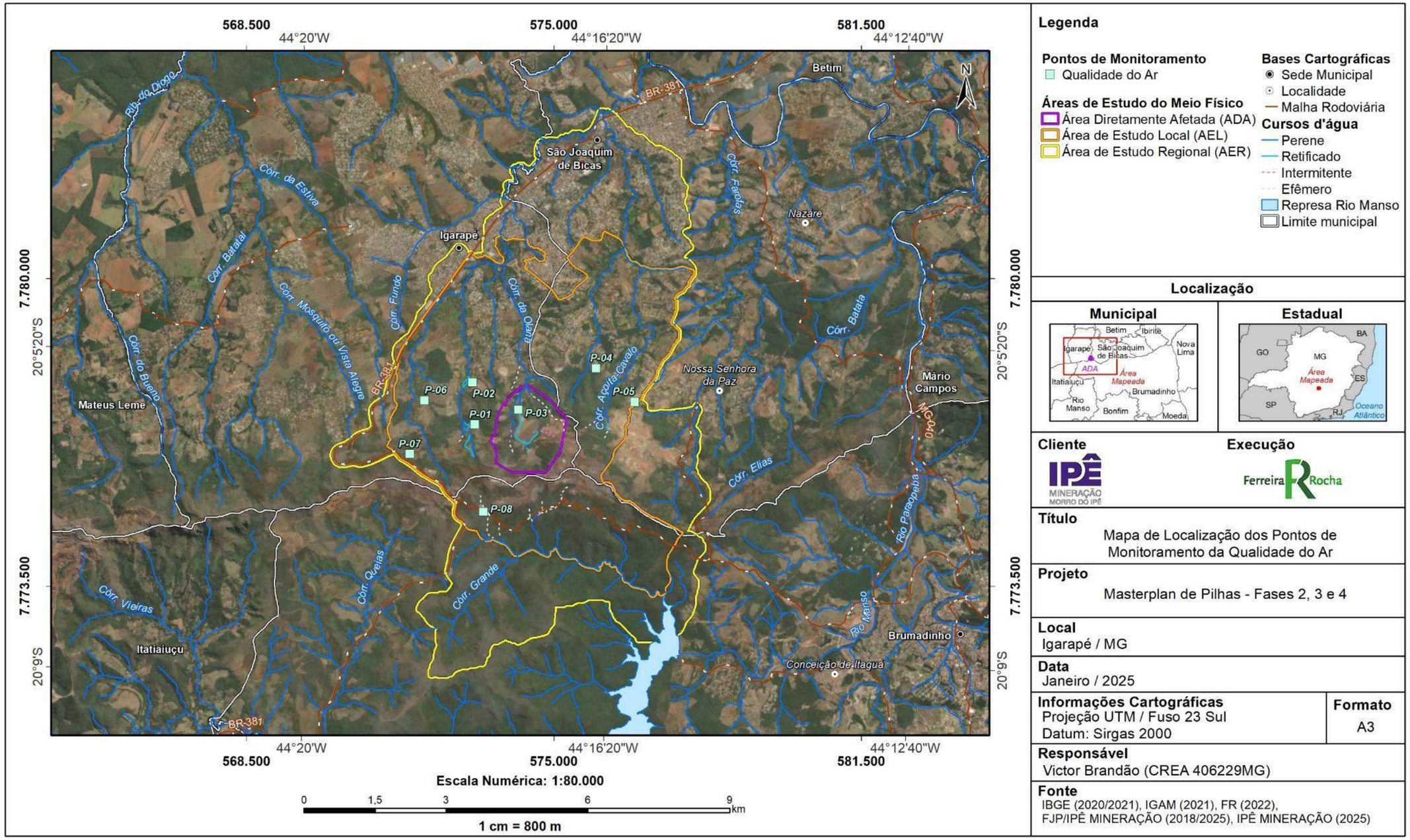


Figura 1-15 - Localização dos Pontos de Monitoramento da Qualidade do Ar.

Foram monitorados os seguintes parâmetros: Partículas Totais em Suspensão (PTS), por meio do Amostrador de Grandes Volumes - AGV PTS; Partículas Inaláveis (PM10), por meio do Amostrador de Grandes Volumes - AGV PM10; e Partículas Inaláveis (PM2,5) através do Amostrador de Grandes Volumes - AGV PM2,5.

Para simplificar o processo de divulgação dos dados levantados nesta campanha de monitoramento foi utilizado o Índice de Qualidade do Ar (IQ_{Ar}), para os parâmetros PM10 e PM2,5.

1.2.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1.2.1.1 MÉTODOS DE REFERÊNCIA

A seguir são apresentados os métodos de referência técnica adotada para a avaliação da qualidade do ar (**Tabela 1-3**):

Tabela 1-3 - Métodos de referência técnica adotados para a avaliação da qualidade do ar.

PARÂMETRO	MÉTODO	DESCRIÇÃO	LQ
PTS	ABNT NBR 9.547:1997	Material Particulado em Suspensão no Ar Ambiente - Determinação da Concentração Total pelo Método do Amostrador de Grande Volume	2 µg/m³
PM10	ABNT NBR 13.412:1995	Material Particulado em Suspensão na Atmosfera - Determinação da Concentração de Partículas Inaláveis pelo Método Amostrador de Grande Volume Acoplado ao Separador Inercial de Partículas.	2 µg/m³
PM2,5	PN039	Amostragem e determinação de PM10, PM2,5 e metais em gases e poluentes da atmosfera	2 µg/m³

1.2.1.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR - IQAr

O Índice de Qualidade do Ar - IQAr foi criado pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos - EPA, com base na experiência acumulada de vários anos, e possui o objetivo de simplificar e padronizar a divulgação dos resultados de monitoramento da qualidade do ar ambiente pelos meios de comunicação. O Índice é obtido através de uma função linear segmentada, onde os pontos de inflexão são os padrões de qualidade do ar. Desta função, que relaciona a concentração do poluente, com o valor do índice, resulta um número adimensional referido a uma escala com base em padrões de qualidade do ar. Para cada poluente medido é calculado um índice. Para efeito de divulgação, é utilizado o índice mais elevado, isto é, a qualidade do ar de uma estação é determinada pelo pior caso, havendo o monitoramento de mais de um poluente.

A Resolução Conama n° 506 de 05 de julho de 2024, sobre os padrões de qualidade do ar em território nacional, em seu Artigo 8°, definiu como responsabilidade do Ministério do Meio Ambiente, juntamente com os órgãos ambientais estaduais e distrital, a

divulgação do índice de Qualidade do Ar (IQAr), calculado de acordo com a Anexo II, daquela Resolução. Este anexo contém a primeira faixa de IQAr, baseada no limite superior da concentração adotado como Padrão Final (PF) para cada poluente. Ainda de acordo com a Resolução 506/2024, as demais faixas de concentração de IQAr serão definidas de acordo com um guia técnico a ser elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente e órgãos ambientais estaduais e distrital. Ressalta-se que após a publicação da Resolução 506/2024 o guia técnico ainda não foi atualizado para os novos padrões adotados, portanto o IQAr será analisado conforme representando na **Tabela 1-4**.

Tabela 1-4 - Estrutura do IQAr.

Qualidade do Ar	Índice	MP_{10} (µg/m³) 24h	$MP_{2,5}$ (µg/m³) 24h
N1 - Boa	0 – 40	0 – 50	0 – 25
N2 – Moderada	41 – 80	>50 - 100	>25 - 50
N3 – Ruim	81 – 120	>100 - 150	>50 – 75
N4 – Muito Ruim	121 – 200	>150 - 250	>75 - 125
N5 – Péssima	201 - 400	>250 - 600	>125 - 300

Fonte: Guia técnico para o monitoramento e avaliação da qualidade do ar, MMA, 2019.

1.2.1.3 LEGISALAÇÃO VIGENTE

1.2.1.3.1 *LEGISLAÇÃO FEDERAL*

Atualmente no Brasil, a Legislação Ambiental que regulamenta e estabelece padrões para a qualidade do ar ambiente é a Resolução 506 de 05 de julho de 2024 e a Resolução n° 491 de 19 de novembro de 2018 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. Esta última teve seus art. 1º ao 8º, os art. 12 a 14 e o Anexo I revogados pela CONAMA 506/2024.

Com a publicação da nova Resolução CONAMA 506/2024, foram definidos novos padrões de qualidade do ar intermediários (PI), estabelecidos como valores temporários a serem cumpridos em etapas e padrão de qualidade do ar final (PF), que são valores guia definidos pela Organização Mundial da Saúde – OMS em 2021.

O Artigo 4º da Resolução 506/2024, estabelece que os padrões de qualidade do ar serão adotados sequencialmente, em cinco etapas, conforme abaixo:

- 1ª Etapa – Compreende os Padrões de Qualidade do Ar Intermediários PI-1 e vigora até dezembro de 2024;
- 2ª Etapa – Os padrões de qualidade do ar intermediários PI-2 entrarão em vigor em 1º de janeiro de 2025.

- 3ª Etapa – Os padrões de qualidade do ar Intermediários PI-3 entrarão em vigor em 1º de janeiro de 2033.
- 4ª Etapa – Os padrões de qualidade do ar intermediários PI-4 entrarão em vigor em 1º de janeiro de 2044, sendo possível a antecipação ou prorrogação desta data, uma única vez, por um período máximo de quatro anos, desde que observado o procedimento e verificados os requisitos previstos no art. 6º da referida Resolução.
- 5ª Etapa – Os padrões de qualidade do ar finais - PF entrarão em vigor em data a ser definida em resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama, conforme estabelecido no art. 6º da referida Resolução.

Observar que para os poluentes Monóxido de Carbono - CO, Partículas Totais em Suspensão - PTS e Chumbo - Pb será adotado o padrão de qualidade do ar final, a partir da publicação da referida Resolução.

A **Tabela 1-5** contém os padrões de qualidade do ar definidos pelo Artigo 3º da Resolução n°305/2024 do CONAMA.

Tabela 1-5 - Padrões de Qualidade do Ar.

Poluente Atmosférico	Período de referência	PI-2 (µg/m³)	PI-3 (µg/m³)	PI-4 (µg/m³)	PF (µg/m³)
Material Particulado - MP10	24 horas	100	75	50	45
	Anual[1]	35	30	20	15
Material Particulado - MP2,5	24 horas	50	37	25	15
	Anual[1]	17	15	10	5
Partículas Totais em Suspensão - PTS	24 horas	-	-	-	240
	Anual2	-	-	-	8
1 - Média aritmética anual 2 - Média geométrica anual					

Fonte: CONAMA 506/2024.

No **Anexo I** é apresentado o relatório de campo apresentado pela empresa Ecoar Monitoramento Ambiental, bem como a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) da sua equipe técnica, responsável pelo presente estudo. Também são apresentados (i) o Certificado de calibração do calibrador padrão de vazão – CPV; e (ii) os Certificados de Calibração dos Equipamentos utilizados para medição dos parâmetros: PTS, PM_{10} e $PM_{2,5}$. Ressalta-se que, como as amostragens e o relatório foram feitas no ano de 2022, portanto, o anexo foi analisado a luz da Resolução CONAMA 491/2018.

1.2.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na sequência são apresentados os resultados da medição da qualidade do ar para os parâmetros PTS (**Tabela 1-6**), PM10 (**Tabela 1-7**) e PM2,5 (**Tabela 1-8**).

Tabela 1-6 - Resultados do monitoramento de Partículas Totais em Suspensão (PTS).

Ponto	Código amostra	Data Amostragem	Data Recebimento	Data Ensaio	Concentração µg/m³	Limite CONAMA 506/2024
P-01	12258/22-01	27/09/2022	29/10/2022	01/11/2022	21	240 µg/m³ (Concentração Máxima Diária)
P-02	12258/22-02	28/09/2022	29/10/2022	01/11/2022	38	
P-03	10544/22-01	26/09/2022	30/09/2022	03/10/2022	103	
P-04	12258/22-04	03/10/2022	15/10/2022	01/11/2022	43	
P-05	12258/22-05	06/10/2022	04/11/2022	06/10/2022	145	
P-06	12258/22-06	29/09/2022	15/10/2022	01/11/2022	32	
P-07	12258/22-07	05/10/2022	15/10/2022	01/11/2022	818	
P-08	12258/22-08	07/10/2022	15/10/2022	01/11/2022	164	

Tabela 1-7 - Resultados do monitoramento Partículas Inaláveis (PM10).

Ponto	Código amostra	Data Amostragem	Data Recebimento	Data Ensaio	Concentração µg/m³	IQAr	IQAr (classificação)	Limite CONAMA 506/2024
P-01	12257/22-01	27/09/2022	29/10/2022	01/11/2022	17	14	Boa	100 µg/m³ (Concentração Máxima Diária)
P-02	12257/22-02	28/09/2022	29/10/2022	01/11/2022	24	19	Boa	
P-03	10539/22-01	26/09/2022	29/10/2022	03/10/2022	45	36	Boa	
P-04	12257/22-04	03/10/2022	30/09/2022	01/11/2022	26	21	Boa	
P-05	12257/22-05	06/10/2022	29/10/2022	01/11/2022	70	56	Moderada	

Ponto	Código amostra	Data Amostragem	Data Recebimento	Data Ensaio	Concentração µg/m³	IQAr	IQAr (classificação)	Limite CONAMA 506/2024
P-06	12257/22-06	29/09/2022	29/10/2022	01/11/2022	20	16	Boa	
P-07	12257/22-07	05/10/2022	29/10/2022	01/11/2022	558	376	Péssima	
P-08	12257/22-08	07/10/2022	29/10/2022	01/11/2022	90	72	Moderada	

Tabela 1-8 - Resultados do monitoramento Partículas Inaláveis (PM2,5).

Ponto	Código amostra	Data Amostragem	Data Recebimento	Data Ensaio	Concentração µg/m³	IQAr	IQAr (classificação)	Limite CONAMA 506/2024
P-01	12256/22-01	27/09/2022	29/10/2022	01/11/2022	14	23	Boa	50 µg/m³ (Concentração Máxima Diária)
P-02	12256/22-02	28/09/2022	29/10/2022	01/11/2022	15	24	Boa	
P-03	10534/22-01	26/09/2022	30/09/2022	03/10/2022	30	49	Moderada	
P-04	12257/22-04	03/10/2022	29/10/2022	01/11/2022	18	29	Boa	
P-05	12257/22-05	06/10/2022	29/10/2022	01/11/2022	41	65	Moderada	
P-06	12257/22-06	29/09/2022	29/10/2022	01/11/2022	12	19	Boa	
P-07	12257/22-07	05/10/2022	29/10/2022	01/11/2022	434	554	Péssima	
P-08	12257/22-08	07/10/2022	29/10/2022	01/11/2022	41	65	Moderada	

Para a melhor avaliação dos resultados alcançados em relação aos limites legais em vigor, são apresentados os gráficos a seguir (**Figura 1-16** à **Figura 1-18**).

Em relação à concentração máxima diária de Partículas Totais em Suspensão (PTS), verifica-se que o limite máximo diário de 240 µg/m³ para o padrão de qualidade do ar final (PF), estabelecido pela Resolução CONAMA nº 506/2024, foi ultrapassado na amostragem realizada no ponto P-07, no dia 05/10/22, chegando a 818 µg/m³ (**Figura 1-16**).

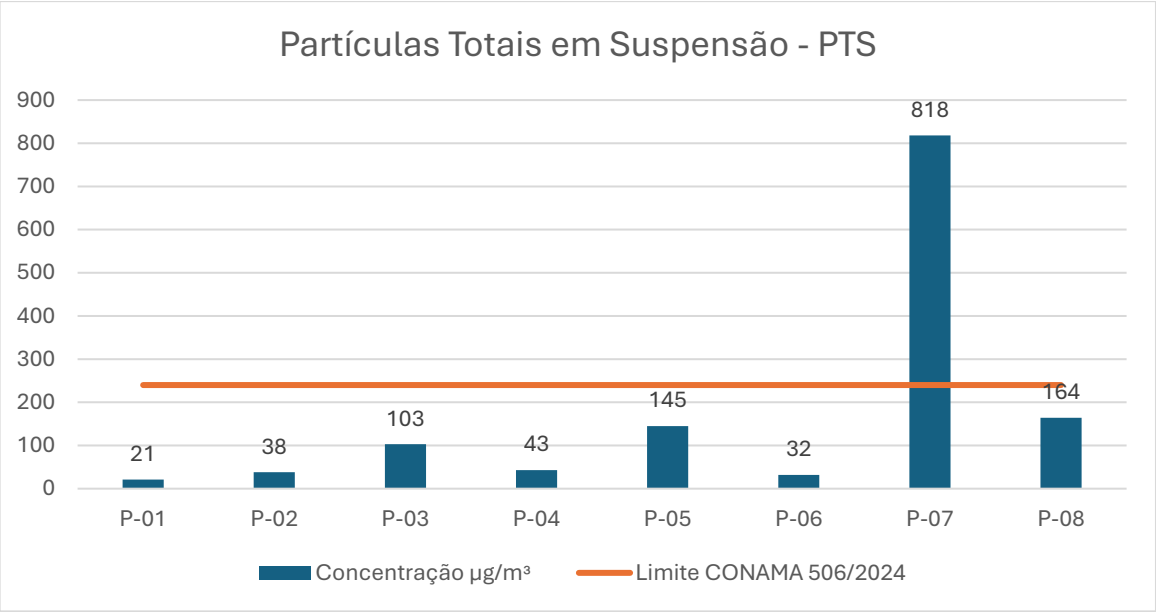


Figura 1-16 - Concentrações de Partículas Totais em Suspensão - PTS.

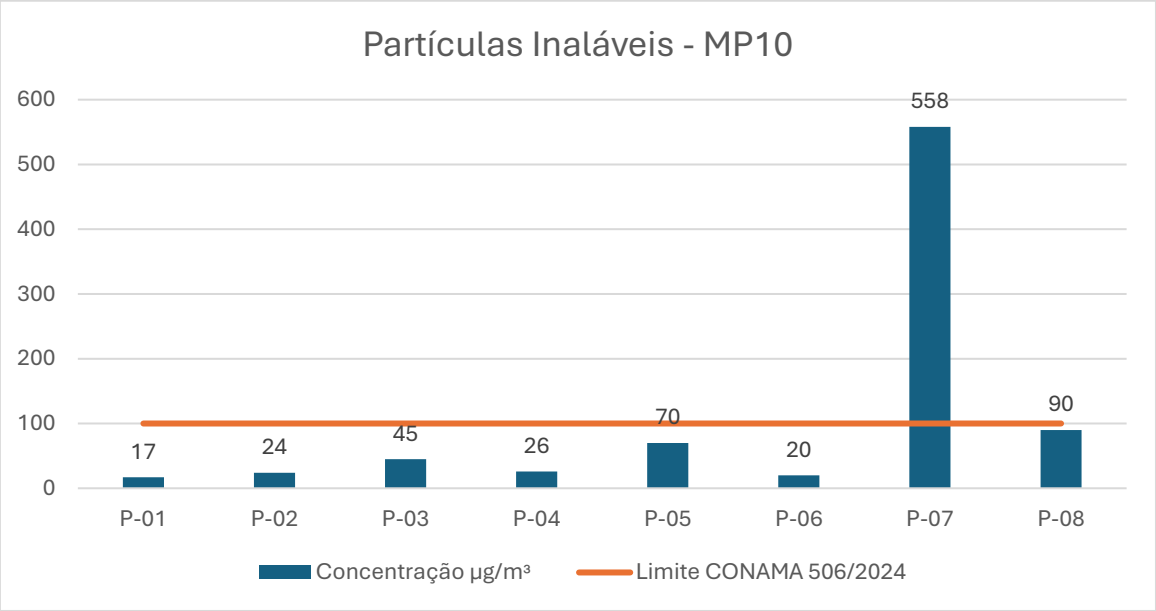


Figura 1-17 - Concentrações de Partículas Inaláveis - PM10.

Os resultados de concentração máxima diária de Partículas Inaláveis (PM10) revelam que o limite máximo previsto na legislação de 100 µg/m³ para o padrão intermediário (PI-2), na amostragem realizada no Ponto 07 no dia 05/10/22 foi ultrapassado, chegando a 558 µg/m³ (**Figura 1-17**).

Por sua vez, os resultados de concentração máxima diária de Partículas Inaláveis (PM2,5) revelam que o limite máximo previsto na legislação de 50 µg/m³ para o padrão intermediário (PI-2), na amostragem realizada no Ponto 07 no dia 05/10/22 também foi ultrapassado, chegando a 434 µg/m³ (**Figura 1-18**).

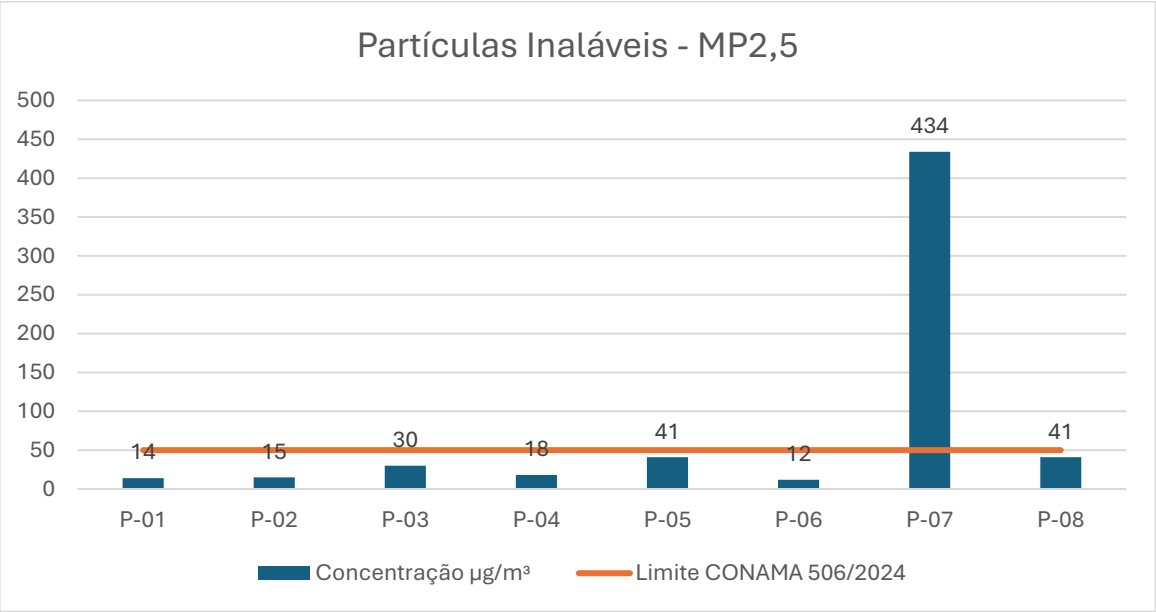


Figura 1-18 - Concentrações de Partículas Inaláveis - PM2,5.

O Ponto P-07 está localizado nas imediações da BR-381 próximo ao topo da serra Azul, em seu flanco norte, em um trecho que recebe forte influência dos ventos locais, especialmente dos ventos de sudeste, predominantes na região. Esses ventos ao transporem a serra, tendem a concentrarem-se parcialmente no local por onde passa a BR, onde a linha de cumeada do divisor topográfico presenta uma discreta redução da declividade, favorecendo a concentração desses ventos em superfície. Esse trecho é utilizado para a mineração, não apenas das estruturas minerárias indicadas neste estudo, mas também por outras do entorno, onde há solo exposto, que contribui para a suspensão de material particulado na atmosférica, em elevadas concentrações naquela localidade.

Os demais resultados estão em conformidade com o limite máximo definido pela referida legislação.

1.3 ESTUDO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA

O Estudo de Dispersão Atmosferica para a área de estudo foi conduzido pela empresa Engear Consultoria Ltda. A seguir são apresentadas as conclusões de tal estudo, para tanto, ressalta-se que o documento complento encontra-se no **Anexo II.**

O presente estudo avaliou, a partir de um estudo da dispersão atmosférica por modelagem computacional, o impacto causado na qualidade do ar pela emissão das três frações de material particulado, dióxido de nitrogênio, dióxido de enxofre e monóxido de carbono originados do processo produtivo da Mineração Morro do Ipê S.A, localizada na Zona Rural do município de Brumadinho no estado de Minas Gerais.

Foi utilizado o software AERMOD para simulação da dispersão atmosférica e seus processadores AERMAP para análise topográfica e AERMET para análise meteorológica. Os arquivos topográficos foram gerados automaticamente pela versão atual do modelo de dispersão já os dados meteorológicos foram obtidos pela simulação com o modelo WRF em virtude da ausência de uma estação meteorológica dentro do raio de 50 km de distância relativo ao sítio da Mineração Morro do Ipê S.A com pelo menos 90% de dados válidos anuais requeridos pelo órgão ambiental. Utilizaram-se dados horários de três anos consecutivos (janeiro de 2021 a dezembro 2023), sendo os mesmos avaliados e validados por um meteorologista de forma a comprovar a validade representativa do local de estudo.

As taxas de emissão dos poluentes emitidos pelas vias não pavimentadas, movimentação de material, arraste eólico, correias, britagem e perfuratriz foram estimadas com base na norma americana AP42 da USEPA, na qual é definido um fator de emissão para cada tipo de fonte. A taxa de emissão dos poluentes provenientes do uso de equipamentos pesados e detonação foi determinada conforme os fatores disponibilizados pela norma australiana NPI. Por sua vez, a emissão decorrente do tráfego de veículos automotores foi estimada com referência ao determinado pela CETESB (2024).

Os resultados da simulação indicaram que as fontes presentes na Mineração Morro do Ipê S.A provocam regiões de concentrações de curto e longo período das três frações de particulados (PTS, PM10 e PM2,5) e do poluente NO_2 superiores aos limites de qualidade do ar estabelecidos pela CONAMA 506/2024. No que diz respeito ao demais poluentes (SO_2 e CO), não foram registradas concentrações de que ultrapassassem os limites estipulados pela legislação.

Em relação aos receptores sensíveis analisados, foram registradas concentrações acima dos limites diários para as três frações de material particulado (PTS, PM_{10} e $PM_{2,5}$) e do limite horário para o poluente NO_2. Sendo que, para o referencial de longo período (anual) nenhum receptor apresentou concentrações que ultrapassassem os padrões estipulados.

Vale ressaltar que as regiões que registraram concentrações acima do permitido pela normativa estão localizadas dentro dos limites do empreendimento, onde regem as leis de saúde e segurança ocupacional e em áreas de baixa contingência populacional,

sendo regiões de vegetação. Portanto, essas áreas não são consideradas como locais sensíveis do ponto de vista ambiental, que demandam uma maior atenção.

Além disso, os resultados de curta duração (diário, horário e oito horas) apresentados refletem o pior cenário observado dentro do período simulado de três anos. Este cenário retrata dias com atmosfera estável, baixa velocidade do vento, baixas temperaturas e baixos índices pluviométricos.

Diante disso, recomenda-se a continuidade do monitoramento da qualidade do ar na região, conforme a rede de monitoramento atual do empreendimento, para os poluentes PTS, PM10 e PM2,5. Adicionalmente, sugere-se a implementação de medidas mitigatórias para a redução das emissões de particulados e do gás NO_2 nas principais fontes do empreendimento, bem como a inclusão do monitoramento de NO_2 nos pontos atualmente monitorados. A adoção dessas ações fica a critério do empreendedor.

1.4 RUÍDO AMBIENTAL

Neste item são apresentados os resultados das medições dos níveis de ruído ambiental, avaliados na área de estudo da Mineração Morro do Ipê S/A, em áreas sobre a influência das Minas Ipê e Tico-Tico, localizadas na divisa entre os municípios de Igarapé, Brumadinho e São Joaquim de Bicas. O monitoramento foi realizado pela equipe técnica da empresa Ecoar Monitoramento Ambiental. As medições de ruido ocorreram entre os dias 26 de setembro e 07 de outubro de 2022 em oito pontos, a saber (**Figura 1-19**):

- **P-01** - Área de residências rurais (Latitude: -20.103468°; Longitude: -44.298548°);
- **P-02** - Área mista, predominantemente residencial (Latitude: -20.095410°; Longitude: -44.299053°);
- **P-03** - Área mista, predominantemente residencial (Latitude: -20.100589°; Longitude: -44.289750°);
- **P-04** - Área mista, predominantemente residencial (Latitude: -20.092636°; e Longitude: -44.274088°);
- **P-05** - Área mista, predominantemente residencial (Latitude: -20.099025°; Longitude: -44.266165°);
- **P-06** - Área de residências rurais (Latitude: -20.098885°; Longitude: -44.308774°);
- **P-07** - Área de residências rurais (Latitude: -20.109148°; Longitude: -44.311728°);
- **P-08** - Área predominantemente industrial (Latitude: -20.120127°; Longitude: -44.296744°).

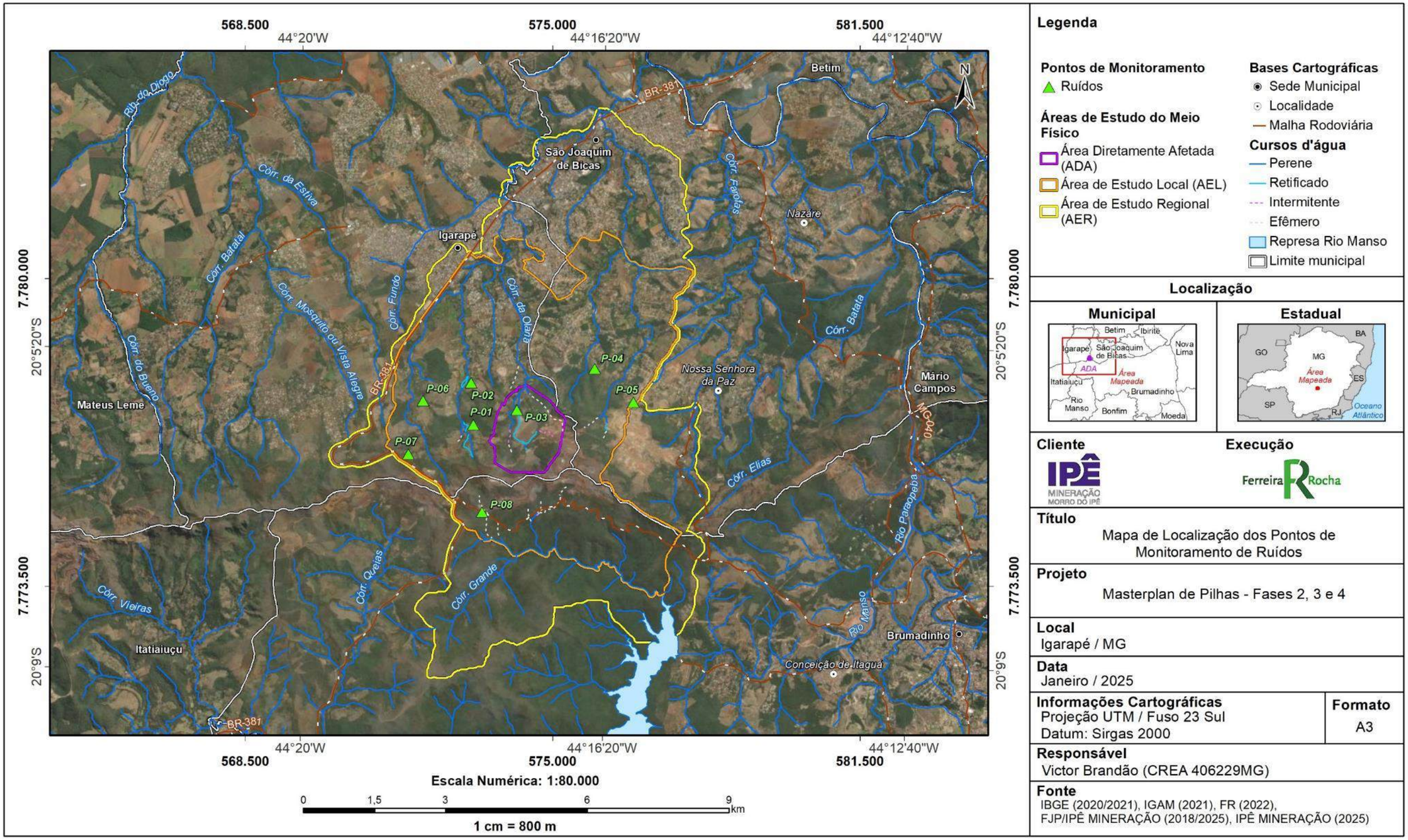


Figura 1-19 - Pontos de medição de ruído ambiental.

1.4.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1.4.1.1 MÉTODOS DE REFERÊNCIA

A referência metodológica adotada para o monitoramento dos níveis de pressão sonora é a **ABNT NBR 10151:2019 Errata 1:2020** - Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral.

1.4.1.2 ABREVIAÇÕES / DEFINIÇÕES

Nível de pressão sonora contínuo ponderada em A - $L_{AEQ,T}$: Nível de pressão sonora contínuo ponderada em A no espectro global, obtido por integração no tempo T ($L_{AEQ,T}$), deve ser medido diretamente ou calculado pela média logarítmica ponderada no tempo de resultados integrados em intervalos de tempo parciais, sendo o resultado expresso por meio do descritor LAEQ,T, em decibéis (dB). Esse descritor é necessário para a avaliação de sons contínuos e intermitentes, de som impulsivo e para a avaliação sonora ambiental em ambientes externos de edificações;

Nível máximo de pressão sonora em A e em F, L_{AFmax}: O nível máximo de pressão sonora ponderada em A e em F no espectro global, obtido durante a medição do $L_{AEQ,T,}$ deve ser expresso pelo descritor L_{AFmax}, em decibéis;

Nível de pressão sonora contínuo em bandas proporcionais de 1/1 de oitava $L_{ZeqT,fHz(1/1)}$: Os níveis de pressão contínuos equivalentes nas bandas proporcionais de 1/1 de oitava devem ser medidos na ponderação Z em frequência, conforme a IEC61672-1, pelo menos nas bandas de frequências nominais 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 KHz, 2 KHz, 4 KHz e 8 KHz;

Nível de pressão sonora contínuo em bandas proporcionais de 1/3 de oitava $L_{ZeqT,fHz(1/3)}$: Os níveis de pressão contínuos equivalentes nas bandas proporcionais de 1/3 de oitava devem ser medidos na ponderação Z em frequência, conforme a IEC61672-1, pelo menos nas bandas de frequências nominais 50 Hz, 63 Hz, 80 Hz, 100 Hz, 125 Hz, 160 Hz, 200 Hz, 250 Hz, 315 Hz, 400 Hz, 500 Hz, 630 Hz, 800 Hz, 1 KHz, 1,2 KHz, 1,6 KHz, 2 KHz, 2,5 KHz, 3,15 KHz, 4 KHz, 5 KHz, 6,3 KHz, 8 KHz e 10 KHz;

L_{esp}: Nível de pressão sonora de um som específico referente às fontes sonoras contribuintes. Pode ser medido diretamente, quando este for predominante sobre as fontes sonoras residuais ou calculado indiretamente, subtraindo-se do som total a influência do som residual, conforme a equação abaixo:

$$Lesp = 10.\log10(10^{\frac{Ltotal}{10}} - 10^{\frac{Lresidual}{10}})$$

$L_{Aeq(tonal)}$: Nível de pressão sonora do som tonal.

$L_{Aeq(res)}$: Nível de pressão sonora do som residual.

1.4.1.3 OUTRAS DEFINIÇÕES TÉCNICAS

No **Tabela 1-9** são apresentados os símbolos e significados adotados nesta avaliação de ruídos. Já no **Tabela 1-10** é apresentada a caracterização do som tonal.

Tabela 1-9 - Símbolos e Significados.

Grandeza	Símbolo
Nível de pressão sonora equivalente, ponderada em A e integrado em um intervalo T	$L_{Aeq,\ T}$
Nível máximo de pressão sonora ponderada em A e em F	L_{AFmax}
Nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em Z, em banda proporcional de frequência nominal f Hz, de oitava e integrado em um intervalo de tempo T	$L_{Zeq,T,fHz(1/1)}$
Nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em Z, em banda proporcional de frequência nominal f Hz, de 1/3 de oitava e integrado em um intervalo de tempo T	$L_{Zeq,T,fHz(1/3)}$
Exemplos de notação: $L_{Aeq,\ 30s}$ = 45,6 dB, quando T = 30 s L_{AFmax} = 45,6 dB $L_{Zeq,30s,8kHz(1/1)}$ = 45,6 dB, onde f = 8 KHz em banda de 1/1 oitava e t = 30 s $L_{Zeq,30s,8kHz(1/3)}$ = 45,6 dB, onde f = 8 KHz em banda de 1/3 oitava e t = 30 s	

Tabela 1-10 - Características do som tonal.

Banda de 1/3 de oitava de interesse	Diferença aritmética entre o $L_{Zeq,T,fHz(1/3)}$ da banda de interesse e o $L_{Zeq,T,fHz(1/3)}$ de cada banda adjacente
25 Hz a 125 Hz	≥ 15 dB
160 Hz a 400 Hz	≥ 8 dB
500 Hz a 10.000 Hz	≥ 5 dB

1.4.1.4 INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Foi utilizado o medidor de pressão sonora, calibrador e software descritos na **Figura 1-20** abaixo. No **Anexo III** são apresentados: (A) os Certificados de Calibração dos Instrumentos Utilizados; (B) os Histogramas das Medições; e (C) a Caracterização das Fontes Sonoras.

Medidor de Ruído	Calibrador do Medidor de Ruído	Software
Código: ECOMR006	Código: ECOCA009	
Marca: 01dB	Marca: 01dB	
Tipo: 02	Tipo: 02	
Modelo: Solo Master 01	Modelo: Cal31	
Nº. de Série: 65.280	Nº. de Série: 95011	
Data da Calibração: 26/02/2021	Data da Calibração: 30/03/21	
Validade da Calibração: 26/02/23	Validade da Calibração: 30/03/23	
Organismo Calibrador: Total Safety Ltda	Organismo Calibrador: Total Safety Ltda	
Nº. do Certificado: RBC1-11379-578	Nº. do Certificado: RBC2-11411-570	

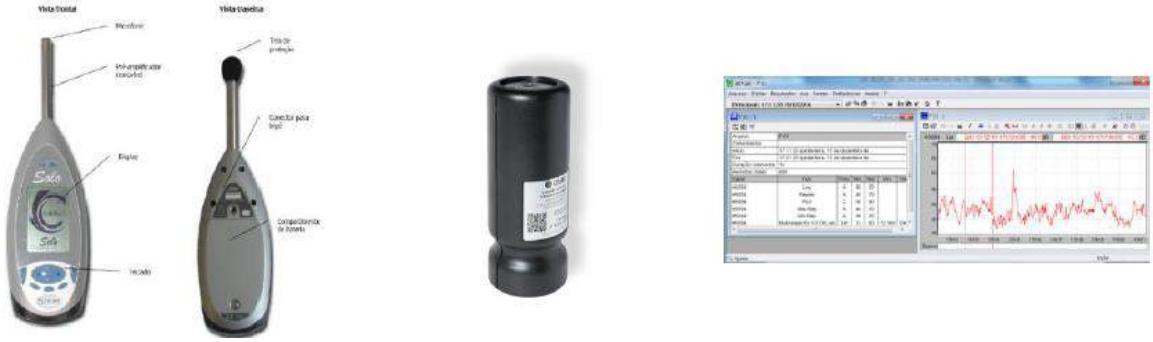


Figura 1-20: Equipamentos utilizados para a medição de ruído.

1.4.1.5 ESTRATÉGIAS DE MEDIÇÕES

As medições dos níveis de ruídos foram realizadas no entorno da Mineração Morro do Ipê S/A, em áreas sobre a influência das Minas Ipê e Tico-Tico, localizadas na divisa entre os municípios de Igarapé, Brumadinho e São Joaquim de Bicas, em 8 (oito) pontos. Com essa distribuição espacial, foi possível verificar os níveis de pressão sonora local, e comparar estes níveis com os limites legais aplicáveis.

Foram realizadas medições nos períodos diurno e noturno. A duração da medição foi definida de forma a permitir a caracterização das fontes objeto de medição.

As medições foram realizadas em modo contínuo, registrando nível de pressão sonora contínuo ponderada em A no espectro global, obtido por integração no tempo T ($L_{Aeq,T}$), de um em um segundo, para determinar os níveis sonoros provenientes do empreendimento.

Foi usado em todas as avaliações o protetor para o microfone, evitando a interferência do vento. Bem como, o anemômetro para monitoramento da velocidade dos ventos.

Após a realização das medições, foi realizada a análise e tratamento dos dados, para verificar se as fontes sonoras em estudo apresentam características de sons tonais ou impulsivos, conforme os critérios definidos pela norma ABNT NBR 10151:2019. Esses critérios são apresentados em maior detalhe no relatório emitido pela empresa Ecoar com a caracterização do monitoramento em tela, disponível no **Anexo III**.

1.4.1.6 DESVIOS, ADIÇÕES OU EXCLUSÕES AOS MÉTODOS DE ENSAIO

Não ocorreram desvios, adições ou exclusões aos métodos de ensaio executados.

1.4.1.7 LEGISALAÇÃO VIGENTE

1.4.1.7.1 *LEGISLAÇÃO FEDERAL*

A Resolução nº 001 de 08 de março de 1990 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de

quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política, em todo o Território Nacional.

Com isso, os níveis de ruído gerados pelo empreendimento serão comparados com os limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período (R_{LAeq}), definidos pela ABNT NBR 10151:2019 Errata 1:2020 - Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral, conforme o **Tabela 1-11** abaixo.

Tabela 1-11 - limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período, em dB, de acordo com a NBR 10151:2019 Errata 1:2020.

Tipos de áreas	Diurno	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 administrativa	60	55
Área mista, com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: ABNT NBR 10151:2019 Errata 1:2020 - Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral.

A avaliação é realizada pela comparação do LAeq,T(total) medido com a contribuição do(s) som(ns) proveniente(s) da(s) fonte(s) objeto de avaliação, no respectivo período-horário, com os limites de RLAeq em função do uso e ocupação do solo no local da medição. Considera-se aceitável o resultado quando este for menor ou igual ao estabelecido no **Tabela 1-11**.

Quando a $_{LAeq,T(total)}$ medido for superior ao limite R_{LAeq} para a área e o horário em questão, estabelecido na Tabela 4.1, deve-se calcular o nível de pressão sonora específico $L_{Aeq(específico)}$ da fonte sonora objeto de avaliação, conforme 2.2. Considera-se aceitável o resultado do $L_{Aeq(específico)}$ quando este for menor ou igual ao indicado no **Tabela 1-12** e no **Tabela 1-13** (resultados).

O enquadramento dos pontos monitorados nesta campanha de monitoramento, de acordo com os tipos de áreas, definidas pela ABNT NBR 10151:2019, está descrito no início deste item, quando apresentados os pontos de monitoramento.

Cumpre ressaltar que esses padrões legais se referem a ruído ambiental, ou seja, que ocorre fora dos limites do empreendimento em questão.

Os limites de horário para o período diurno e noturno da tabela acima podem ser definidos pelas autoridades de acordo com os hábitos da população. Porém, o período noturno deve começar depois das 22hs e não deve terminar antes das 7hs do dia seguinte. Se o dia seguinte for domingo ou feriado o término do período noturno não deve ser antes das 9 horas.

A classificação do tipo de área nos pontos receptores medidos deve ser realizada por observação local imediata durante as medições dos níveis de ruído. A classificação do tipo de uso e ocupação pode não estar correspondente com o zoneamento oficial do município, pois há alterações frequentes na ocupação e uso, havendo alterações no tipo de uso e zoneamento local.

Conforme já adiantado anteriormente, as fontes sonoras monitoradas não apresentaram características de sons tonais ou impulsivos, com isso foi adotado o método simplificado (8.1) da Norma ABNT NBR 10151:2019 para o monitoramento, sem a necessidade de correção, e, portanto, $L_{Aeq = LR}$.

1.4.1.7.2 *LEGISLAÇÃO ESTADUAL*

No estado de Minas Gerais, há duas leis que tratam dos limites legais para ruído ambiental, a saber:

A Lei Estadual nº 7.302 de 21 de julho de1978 dispõe sobre a proteção sonora dentro de Estado de Minas Gerais. Essa lei, dentre outras disposições, define em seu Artigo 2º, como limite legal o valor máximo de 85 dB medidos na ponderação "C" do medidor de pressão sonora.

Já a Lei Estadual 10.100 de 17 de janeiro de 1990, deu nova redação ao Artigo 2º da Lei 7.302/1978, definindo como novos limites legais de ruído os valores de 70 dB(A) para o período diurno e 60 dB(A) para o período noturno.

Ainda no seu Artigo 2º, consideram-se prejudiciais à saúde, à segurança ou sossego públicos quaisquer ruídos que:

I. atinjam, no ambiente exterior do recinto em que têm origem, nível de som superior a 10 (dez) decibéis- dB(A) acima do ruído de fundo existente no local, sem tráfego;

II. independentemente do ruído de fundo, atinjam, no ambiente exterior do recinto em que têm origem, nível sonoro superior a 70 (setenta) decibéis -dB(A), durante o dia, e 60 (sessenta) decibéis - dB(A), durante a noite, explicitado o horário noturno como aquele compreendido entre as 22 (vinte e duas) horas e as 6 (seis) horas, se outro não estiver estabelecido na legislação municipal pertinente.

1.4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na sequência são apresentados os resultados da medição de ruído ambiental no período diurno (**Tabela 1-12**) e noturno (**Tabela 1-13**), realizadas na Área de Estudo, relacionada ao licenciamento das atividades minerárias da Mineração Morro do Ipê S/A, entre os municípios de Igarapé, Brumadinho e São Joaquim de Bicas.

Tabela 1-12 - Resultados da medição de ruído no período diurno (07:01 às 22:00).

Ponto	Data do ensaio	Horário inicial	Velocidade dos Ventos (m/s)	Tempo Total de Medição (minutos)	Tempo Total de Integração (minutos)	L_{res} (som residual) dB	$L_{Aeq,T}$ dB	L_{Aeq} (esp.) [2] dB	Limite [3] dB
P-01	27/09/22	10:51	0,1	10:00	10:00	55,3 [1]	**55,3** [1]	-	40,0
P-02	28/09/22	08:59	0,4	10:00	10:00	45,7 [1]	**45,7** [1]	-	55,0
P-03	26/09/22	16:38	0,3	10:00	10:00	39,6 [1]	**39,6** [1]	-	55,0
P-04	03/10/22	16:25	0,3	10:00	10:00	41,0 [1]	**41,0** [1]	-	55,0
P-05	06/10/22	11:13	1,4	10:00	06:04	40,4 [1]	**40,4** [1]	-	55,0
P-06	29/09/22	13:51	0,5	10:00	04:09	49,1 [1]	**49,1** [1]	-	40,0
P-07	05/10/22	10:37	1,2	10:00	10:00	60,1 [1]	**60,1** [1]	-	40,0
P-08	07/10/22	11:04	0,7	10:00	10:05	52,6	**57,5**	-	70,0

[1] Não foi captado pelo medidor de pressão sonora nenhum tipo de ruído proveniente das atividades operacionais da Mineração Morro do Ipê S/A., e, portanto, os valores de som residual (Lres) são iguais aos valores de LAeq. Isso pode ser visualizado nos histogramas das medições em anexo. Com isso, constata-se que, nos pontos marcados com a Observação [1], não houve influência do empreendimento para os níveis de pressão sonora locais.

[2] Quando a $L_{Aeq,T(total)}$ medido for superior ao limite RL_{Aeq} para a área e o horário em questão, estabelecido na Tabela 5.2, deve-se calcular o nível de pressão sonora específico $L_{Aeq(específico)}$ da fonte sonora objeto de avaliação, conforme 3.2.3. Considera-se aceitável o resultado do $L_{Aeq(específico)}$ quando este for menor ou igual ao estabelecido na Tabela 5.2.

[3] Limite definido pela ABNT NBR 10151:2019.

Ensaio realizado nas instalações do cliente, na(s) data(s) acima, portanto a data de recebimento não se aplica.

Limite de Quantificação do Método: 20 dB.

Tabela 1-13 - Resultados da medição de ruído no período noturno (22:01 às 07:00).

Ponto	Data do ensaio	Horário inicial	Velocidade dos Ventos (m/s)	Tempo Total de Medição (minutos)	Tempo Total de Integração (minutos)	L_{res} (som residual) dB	$L_{Aeq,T}$ dB	L_{Aeq} (esp.) [2] dB	Limite [3] dB
P-01	28/09/22	22:03	0,3	10:00	07:27	36,1 [1]	**36,1** [1]	-	35,0
P-02	28/09/22	22:26	0,2	10:00	07:08	39,1 [1]	**39,1** [1]	-	50,0
P-03	26/09/22	22:05	0,2	10:00	10:00	44,3 [1]	**44,3** [1]	-	50,0
P-04	03/1022	22:24	0,5	10:00	05:25	34,9 [1]	**34,9** [1]	-	50,0
P-05	06/10/22	22:34	0,3	10:00	03:02	35,1 [1]	**35,1** [1]	-	50,0
P-06	29/09/22	22:00	0,8	10:00	10:01	40,1 [1]	**40,1** [1]	-	35,0
P-07	06/10/22	00:40	0,2	10:00	08:36	42,6 [1]	**42,6** [1]	-	35,0
P-08	07/10/22	22:09	0,4	10:00	06:35	37,8 [1]	**37,8** [1]	-	60,0

[1] Não foi captado pelo medidor de pressão sonora nenhum tipo de ruído proveniente das atividades operacionais da Mineração Morro do Ipê S/A., e, portanto, os valores de som residual (Lres) são iguais aos valores de LAeq. Isso pode ser visualizado nos histogramas das medições em anexo. Com isso, constata-se que, nos pontos marcados com a Observação [1], não houve influência do empreendimento para os níveis de pressão sonora locais.

[2] Quando a $L_{Aeq,T(total)}$ medido for superior ao limite RL_{Aeq} para a área e o horário em questão, estabelecido na Tabela 5.2, deve-se calcular o nível de pressão sonora específico $L_{Aeq(específico)}$ da fonte sonora objeto de avaliação, conforme 3.2.3. Considera-se aceitável o resultado do $L_{Aeq(específico)}$ quando este for menor ou igual ao estabelecido na Tabela 5.2.

[3] Limite definido pela ABNT NBR 10151:2019.

Ensaio realizado nas instalações do cliente, na(s) data(s) acima, portanto a data de recebimento não se aplica.

Limite de Quantificação do Método: 20 dB.

Comparando os resultados obtidos nas avaliações realizadas, visando conhecer o ruído na área da MMI, considerando as fontes geradoras, as circunstâncias e as situações dos locais no momento das medições, conclui-se que não foi captado pelo medidor de pressão sonora nenhum tipo de ruído proveniente das atividades operacionais da Mineração Morro do Ipê e, portanto, os valores de som residual (Lres) são iguais aos valores de LAeq.

Nota-se que em alguns pontos, os níveis de ruído são maiores que os limites definidos na ABNT NBR 10.151 para as áreas de residências rurais e áreas mistas, predominantemente rurais. Mas comparando-se os valores de som residual (Lres) aos valores de LAeq, nota-se que se trata de ruídos típicos daqueles ambientes. Por isso, pode-se concluir que os resultados obtidos para o monitoramento de pressão sonora, estão em conformidade com os limites legais em vigor. Os quais deverão ser utilizados como *background* para avaliações comparativas, em momentos futuros, quando são previstas as atividades de expansão das estruturas das Minas Ipê e Tico-Tico, tratadas neste estudo.

No **Anexo III** são apresentados: (A) os Certificados de Calibração dos Instrumentos Utilizados; (B) os Histogramas das Medições; e (C) a Caracterização das Fontes Sonoras.

1.5 VIBRAÇÃO

As amostragens das emissões de vibração foram realizadas pela empresa Ecoar Monitoramento Ambiental, no mês de setembro de 2023. O relatório técnico encontra-se disponível no **Anexo IV**. Neste item é apresentado uma síntese da metodologia e resultados, conforme apresentados na íntegra no relatório anexo.

1.5.1 METODOLOGIA

A medição foi feita por sismógrafo de engenharia, dotado de geofone triaxial, que realiza a medição simultânea de vibração nos três eixos de propagação (transversal, longitudinal e vertical), através da fixação do geofone diretamente sobre o solo com cravos de fixação, nivelado e orientado na direção dos desmontes, após a remoção da camada solta ou sobre o piso de concreto, por meio da fixação com gesso.

Durante a medição o sismógrafo foi programado para disparar com vibrações de velocidade a partir de 0,13 mm/s e 100 dB(L), e captarem eventos de 5 segundos de duração. As medições ocorreram no período diurno e noturno.

Após a medição o sismógrafo fornece dentre outros resultados, os valores individuais de velocidade de vibração de partícula de pico das componentes Transversal, Vertical e Longitudinal. Para efeito de divulgação dos resultados, caso alguma medição tenha gerado mais de um evento, foi reportado aquele que apresentou maiores valores de velocidade.

A amostragem foi feita em 09 pontos em possíveis receptores no entorno da Mineração Morro do Ipê.

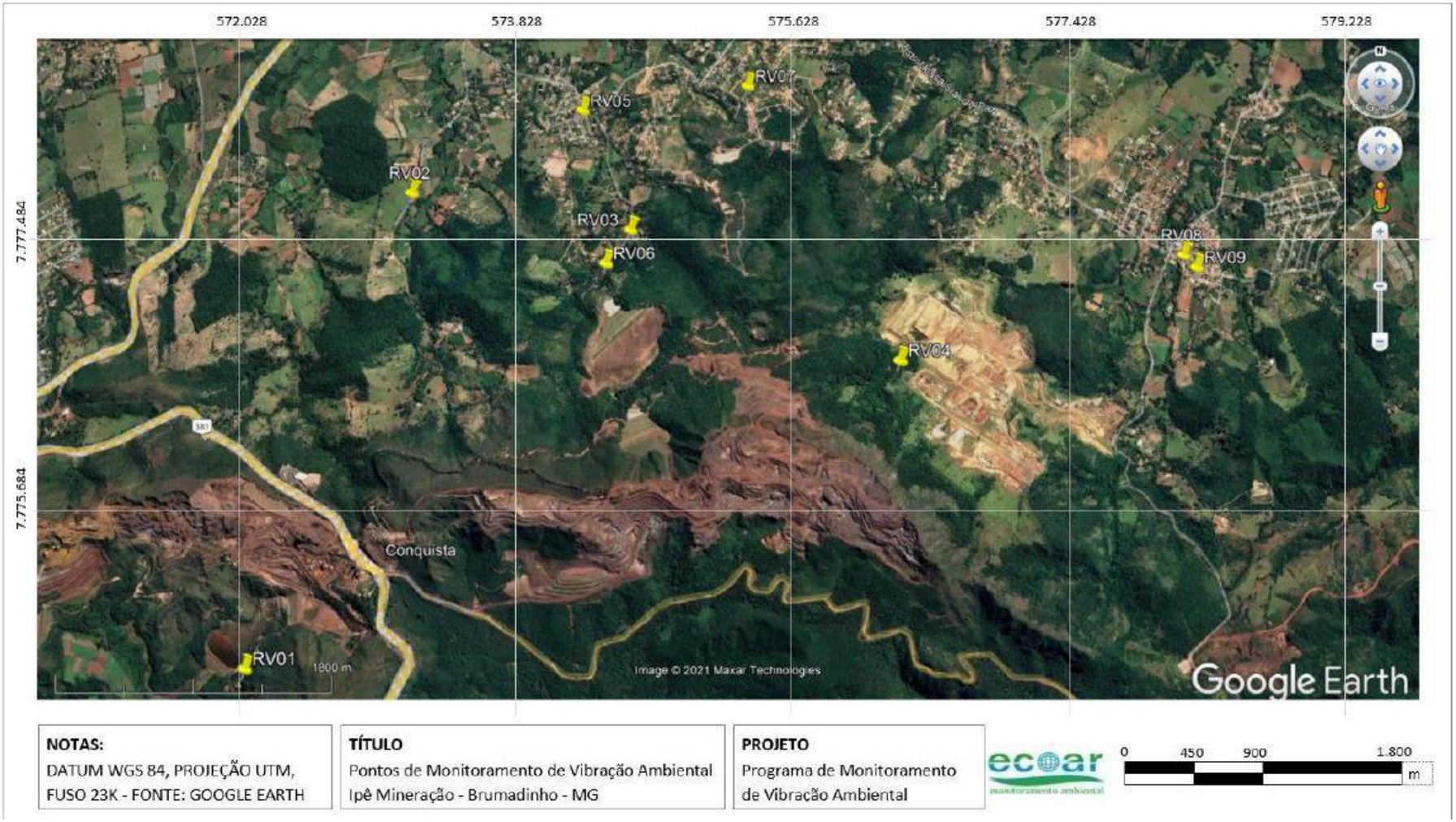


Figura 1-21 – Pontos de monitoramento de vibração ambiental. **Fonte:** Ecoar Monitoramento Ambiental, 2023.

A avaliação teve como referência a ABNT NBR 9653:2018 – Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas.

Os limites para velocidade de partículas de pico acima dos quais podem correr danos induzidos por vibração do terreno são apresentados numericamente na **Figura 1-22** e graficamente na **Figura 1-23**.

A Norma ABNT NBR 9653:2018 determina ainda que pressão acústica, medida além da área de operação, não deve ultrapassar o valor de 100 Pa, o que corresponde a um nível de pressão acústica de 134 dBL pico.

Tabela 3.1 - Limites de velocidade de vibração de partícula de pico por faixas de frequência	
Faixa de Frequência	**Limite de Velocidade de vibração de partícula de pico**
4 Hz a 15 Hz	Iniciando em 15 mm/s aumenta linearmente até 20 mm/s
15 Hz a 40 Hz	Acima de 20 mm/s aumenta linearmente até 50 mm/s
Acima de 40 Hz	50 mm/s
NOTA - Para valores de frequência abaixo de 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)	

Figura 1-22 – Limites de velocidade de vibração de partícula pico por faixas de frequência. Fonte: ABNT NBR 9653:2005, apud Ecoar Monitoramento Ambiental, 2023.

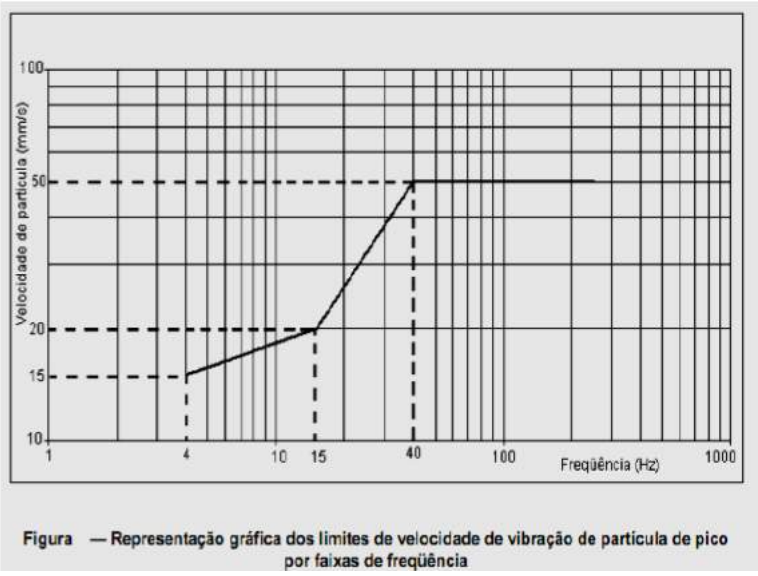


Figura 1-23 – Representação gráfica dos valores de referência para velocidade de vibração, de acordo com a faixa de frequência. **Fonte:** ABNT NBR 9653:2005, apud Ecoar Monitoramento Ambiental, 2023.

1.5.2 RESULTADOS

Na **Figura 1-24** são apresentadas as coordenadas e os pontos amostrados para vibração.

RV01 - Vale dos Quéias (Brumadinho)

Latitude	-20.123998°
Longitude	-44.310902°
Datum	WGS-84

RV02 – Em frente a Porteira da Fazenda

Latitude	-20.095996°
Longitude	-44.302033°
Datum	WGS-84

RV03 – Rua Mario Menezes, esquina com Rua Alevato

Latitude	-20.098277°
Longitude	-44.287944°
Datum	WGS-84

RV04 – Ponto Interno

Latitude	-20.106407°
Longitude	-44.271004°
Datum	WGS-84

RV05 – Rua Zequita em frente residência 46

Latitude	-20.090703°
Longitude	-44.291162°
Datum	WGS-84

RV06 - Bairro Candelária (Igarapé)

Latitude	-20.100363°
Longitude	-44.289480°
Datum	WGS-84

RV07 – Próximo a residência do Sr. Ronaldo

Latitude	-20.089168°
Longitude	-44.280409°
Datum	WGS-84

RV08 – Ao lado da Igreja Batista da Paz

Latitude	-20.099743°
Longitude	-44.252491°
Datum	WGS-84

RV09 – Rua Hesebe em frente residência n°.10

Latitude	-20.100516°
Longitude	-44.251747°
Datum	WGS-84

Figura 1-24 – Pontos amostrados para vibração

Os resultados obtidos nos pontos amostrados são apresentados, para o período diurno, na **Figura 1-25** e, para o período noturno, na **Figura 1-26**.

Ponto	Data	Velocidade [1]						Pressão Acústica [1]	
		Vp (Transversal)		Vp (Vertical)		Vp (Longitudinal)		Pressão Acústica [dB(L)]	Frequência (Hz)
		Velocidade (mm/s)	Frequência (Hz)	Velocidade (mm/s)	Frequência (Hz)	Velocidade (mm/s)	Frequência (Hz)		
RV01	27/09/23	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV02	27/09/23	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV03	27/09/23	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV04	27/09/23	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV05	27/09/23	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV06	27/09/23	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV07	27/09/23	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV08	27/09/23	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV09	27/09/23	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
[1] O evento reportado foi aquele que apresentou o maior valor individual de velocidade de vibração de partícula de pico, seja ele no eixo vertical, longitudinal ou transversal, ou pressão acústica em negrito.									
LQ: Limites de Quantificação do Método: 0,13 mm/s e 100 dBL; 2 a 250 Hz de frequência.									
Vp: Velocidade de Vibração de Partícula de Pico.									
Ensaio realizado nas instalações do cliente, na(s) data(s) acima, portanto a data de recebimento não se aplica.									

Figura 1-25 – Resultados de vibração dos pontos amostrados no período diurno.

Ponto	Data	Velocidade [1]						Pressão Acústica [1]	
		Vp (Transversal)		Vp (Vertical)		Vp (Longitudinal)		Pressão Acústica [dB(L)]	Frequência (Hz)
		Velocidade (mm/s)	Frequência (Hz)	Velocidade (mm/s)	Frequência (Hz)	Velocidade (mm/s)	Frequência (Hz)		
RV01	27/09/23	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV02	28/09/23	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV03	28/09/23	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV04	27/09/23	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV05	28/09/23	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV06	28/09/23	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV07	28/09/23	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV08	27/09/23	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV09	27/09/23	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
[1] O evento reportado foi aquele que apresentou o maior valor individual de velocidade de vibração de partícula de pico, seja ele no eixo vertical, longitudinal ou transversal, ou pressão acústica em negrito.									
LQ: Limites de Quantificação do Método: 0,13 mm/s e 100 dBL; 2 a 250 Hz de frequência.									
Vp: Velocidade de Vibração de Partícula de Pico.									
Ensaio realizado nas instalações do cliente, na(s) data(s) acima, portanto a data de recebimento não se aplica.									

Figura 1-26 – Resultados de vibração dos pontos amostrados no período noturno.

Conforme afirma a Ecoar Monitoramento Ambiental (2023), comparando-se os resultados encontrados nesse monitoramento com o limite estabelecido pela norma brasileira ABNT NBR 9653:2018 - Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas, conclui-se que os maiores valores de Velocidade de Vibração de Partícula de Pico e Pressão Acústica encontrados nos pontos monitorados durante as atividades da Mineração Morro do Ipê estão em conformidade com os limites definidos pela referida norma.

1.6 GEOLOGIA

O presente capítulo visa apresentar a caracterização do substrato rochoso da área em estudo, partindo do contexto geológico regional, até o contexto geológico local incluindo classificações litológicas e estruturais. Também são avaliados os comportamentos hidrogeológicos, que subsidiarão avaliações mais específicas sobre os recursos hídricos subterrâneos, usos destes recursos e potenciais contaminações, em capítulos seguintes. Além disso, serão apresentadas correlações das características geológicas com a estabilidade geodinâmica do terreno e processos minerários em escalas regionais e locais.

1.6.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A caracterização geológica foi realizada inicialmente por meio de pesquisa bibliográfica, considerando trabalhos anteriores que abordam a história geológica e a distribuição das unidades litológicas da área de estudo, em escala regional e local, além de mapas geológicos disponibilizados por órgãos competentes, que apresentam essas informações de forma georreferenciada.

Entre os referidos estudos estão:

- o “Projeto Expansão Serra Azul Cavas Tico-Tico e Ipê e Pilha de Estéril Grota das Cobras” (AMPLO, 2012);
- o “Estudo de Impacto Ambiental (EIA) Expansão Serra Azul – Sistema de Disposição de Rejeito” (ECOLOGY BRASIL, 2012); e
- o “Projeto Mineração Morro do Ipê 6 MTPA” (AMPLO, 2017).
- Quadrilátero Ferrífero: Avanços do conhecimento nos últimos 50 anos. Belo Horizonte, Universidade Federal de Ouro Preto, (ENDO et. al., 2020).

Assim, este diagnóstico reproduz, parcialmente, textos constantes nos estudos anteriores.

Em relação aos mapeamentos geológicos, foram utilizadas as seguintes fontes:

- Mapa geológico do Estado de Minas Gerais. Escala 1:1.000.000. Belo Horizonte (CPRM; CODEMIG, 2014) – utilizado para a contextualização regional (incluindo a Área de Estudo Regional – AER);
- Mapa geológico. Folha Igarapé. Escala 1:50.000. Projeto Quadrilátero Ferrífero. Belo Horizonte (CODEMIG, 2005) – utilizado para a contextualização local (incluindo a Área de Estudo Local – AEL e a Área Diretamente Afetada - ADA);
- Projeto APA Sul Estudos do Meio Físico. Geologia (texto e mapas) (CPRM, 2005a).

Também foi realizada atividade de campo na área de estudo entre os dias 07 e 11 de fevereiro de 2022, que permitiram avaliações comparativas e atualizações entre os registros geológicos previamente identificados na literatura, com as condições locais e interfaces com demais temas de interesse, sejam vinculados ao meio físico, biótico ou socioeconômico.

1.6.2 RESULTADOS

1.6.2.1 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

A área de estudo faz parte do Quadrilátero Ferrífero (QF), localizado no centro sul do Cráton do São Francisco (**Figura 1-27**), uma porção antiga da crosta, formando escudos cristalinos parcialmente cobertos por sequências paleo e mesoproterozóicas, cujas unidades estratigráficas registram complexa evolução durante o Arqueano e o Paleoproterozóico, com retrabalhamento parcial no Neoproterozóico (ALKMIM, F.F. & MARSHAK, S.,1998).

Segundo Azevedo (2007), o QF representa parte da exposição do substrato do Cráton São Francisco Meridional o qual foi palco de vários eventos geotectônicos. Nesse sentido, o Cráton São Francisco seria compreendido por uma porção continental que restou ativa a partir de uma grande placa litosférica neoproterozóica que passou por processos de subducção e colisão (ALKIMIM *et al.*, 1993).

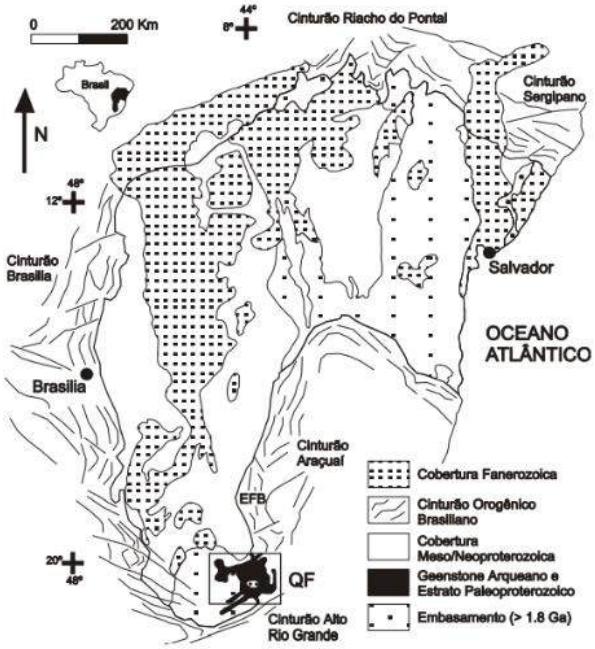


Figura 1-27 - Mapa das principais províncias geológicas da América do Sul como do cráton São Francisco. **Fonte:** Adaptado de Alkmim, F.F. & Marshak, S. (1998).

De acordo com CPRM (2005), em relação ao seu arcabouço estrutural, o QF é caracterizado pela geometria derivada de megadobras sinformes e antiformes, truncadas por cinturões de falhas de empurrão norte-sul, na sua parte oriental. A homoclinal da serra do Curral e as sinclinais Dom Bosco, Santa Rita e Moeda marcam, respectivamente, seus limites norte, sul, leste e oeste. A leste, as sinclinais do Gandarela, Ouro Fino, Conta História e Santa Rita dispõem-se segundo amplo arco de direção norte-sul afetadas pelos cinturões de cisalhamento brasilianos.

Ainda de acordo com CPRM (2005), todos as sinformais são preenchidas por metassedimentos do Supergrupo Minas. Justapostos às sinformes orientais, encontram-se a sinclinal Vargem do Lima e a anticlinal de Mariana, a primeira conformado por litótipos do Supergrupo Rio das Velhas e a segunda por estas rochas e pelo Supergrupo Minas. Assim, as sequências supracrustais dos supergrupos Rio das Velhas e Minas e do Grupo Itacolomi amoldam-se em torno de complexos granito-gnáissicos, como os do Bação, Bonfim, Caeté, Santa Rita e Santa Bárbara.

A seguir é apresentado o mapa geológico com as principais feições estruturais identificadas no Quadrilátero Ferrífero (**Figura 1-28**).

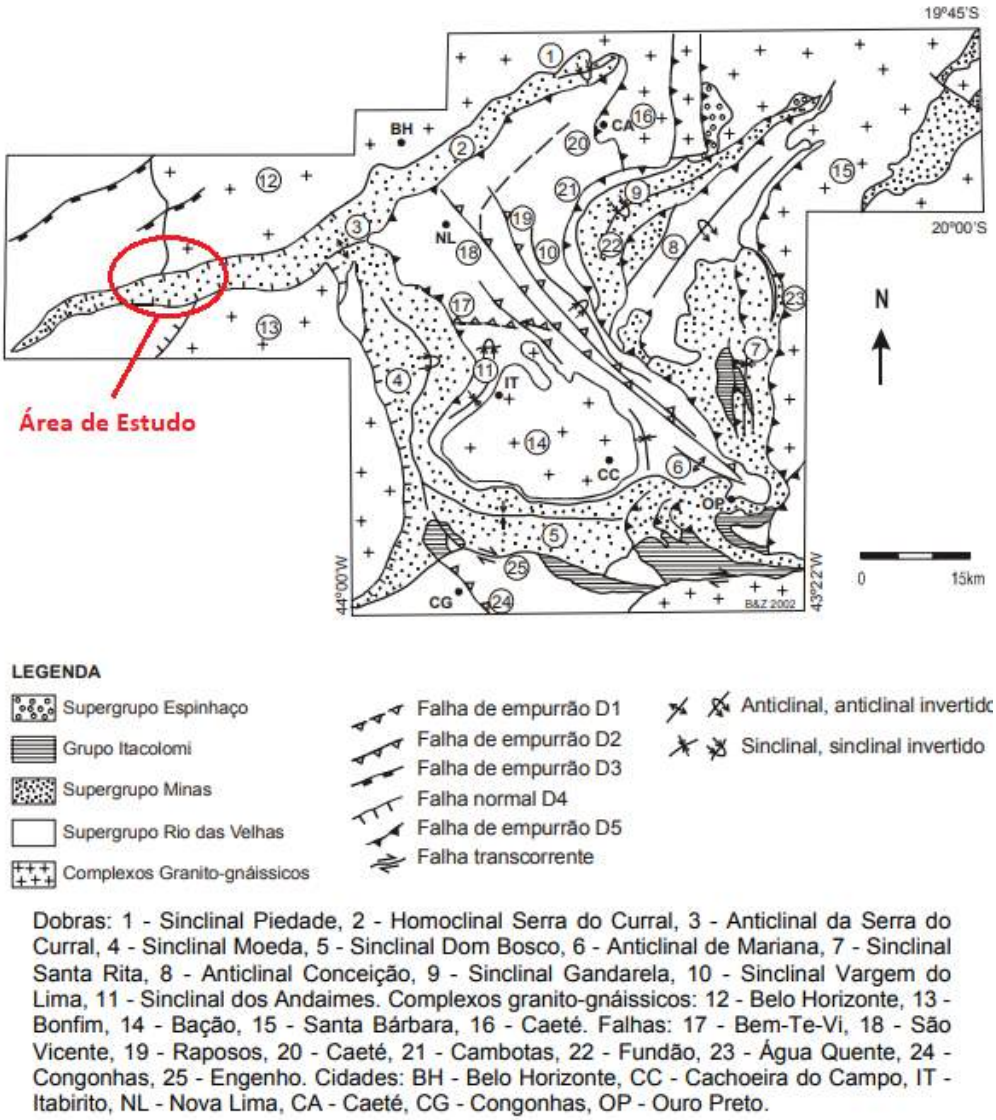


Figura 1-28 - Mapa de feições estruturais do Quadrilátero Ferrífero. **Fonte:** Modificado de Chemale Jr. et al. (1994).

Para Endo et al. (2020), o arcabouço estrutural do QFe é caracterizado por dobras de várias gerações e estilos, associadas a diferentes fases e eventos tectônicos, que atuaram na região. As dobras de escala regional são (**Figura 1-29**):

- Nappe Curral com vergência para N-NE (identificada na área de estudo);
- Sistema de Nappes Ouro Preto com vergência para S-SW;
- Dobras da terceira geração resultantes de amplificação e ou redobramento.

Ainda de acordo com Endo et al. (2020), a *Nappe* Curral é uma megadobra alóctone vergente para norte que domina o cenário estrutural da porção ocidental do QFe. A Nappe Curral caracteriza-se por constituir um arranjo geométrico e cinemático de uma tectônica epidérmica, envolvendo as unidades do *greenstone* do Supergrupo Rio das Velhas e do Supergrupo Minas sobre a superfície de descolamento basal Moeda-Bonfim,

seguida de uma tectônica do embasamento de antepaís com o envolvimento dos complexos metamórficos Bonfim e Bação (Seção Três Irmãos).

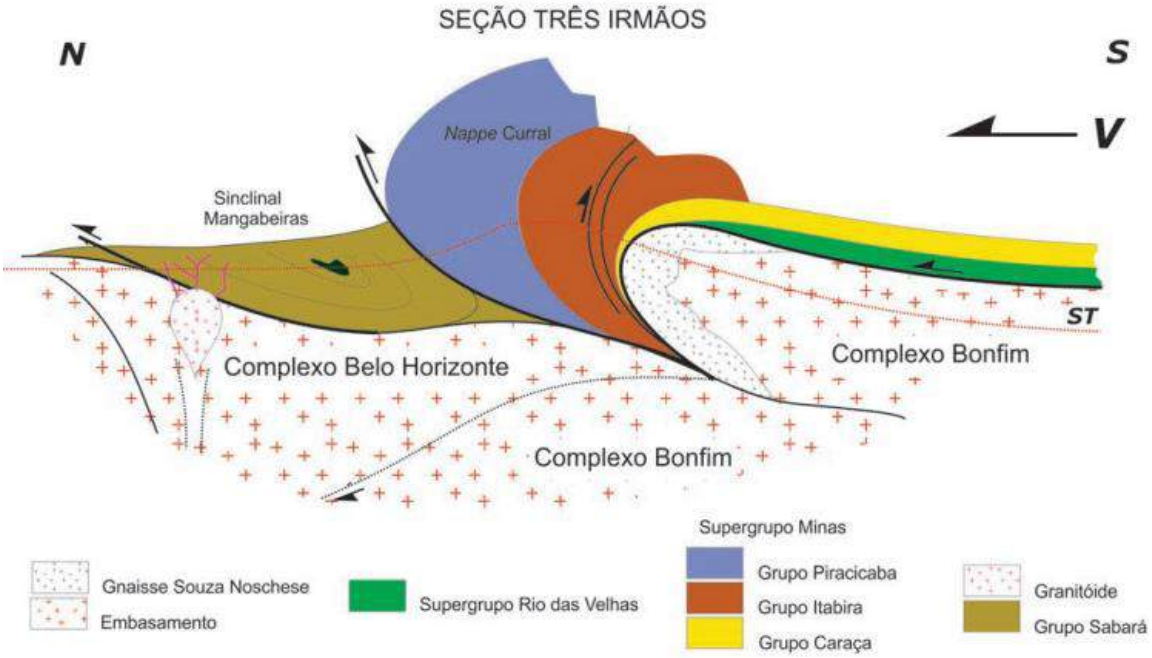


Figura 1-29 - Expressão ilustrativa da Nappe Curral, na altura da área de estudo, segundo Endo et. al. (2005). **Fonte:** Endo et al. (2020).

Segundo Endo et al., (2020), o QFe (**Figura 1-28**) é constituído por sete unidades litodêmicas e litoestratigráficas do Arqueano, do Paleo-Mesoproterozoico e do Cenozoico (**Figura 1-31**), a saber:

- Complexos Metamórficos;
- **Supergrupo Rio das Velhas;**
- **Supergrupo Minas**;
- **Supergrupo Estrada Real;**
- Grupo Barbacena;
- Supergrupo Espinhaço; e
- Unidades sedimentares.

Entre elas podem ser identificadas na área de estudo as unidades Super Grupo Minas; Supergrupo Rio das Velhas; e Supergrupo Estrada Real, as quais serão discriminadas na sequência.

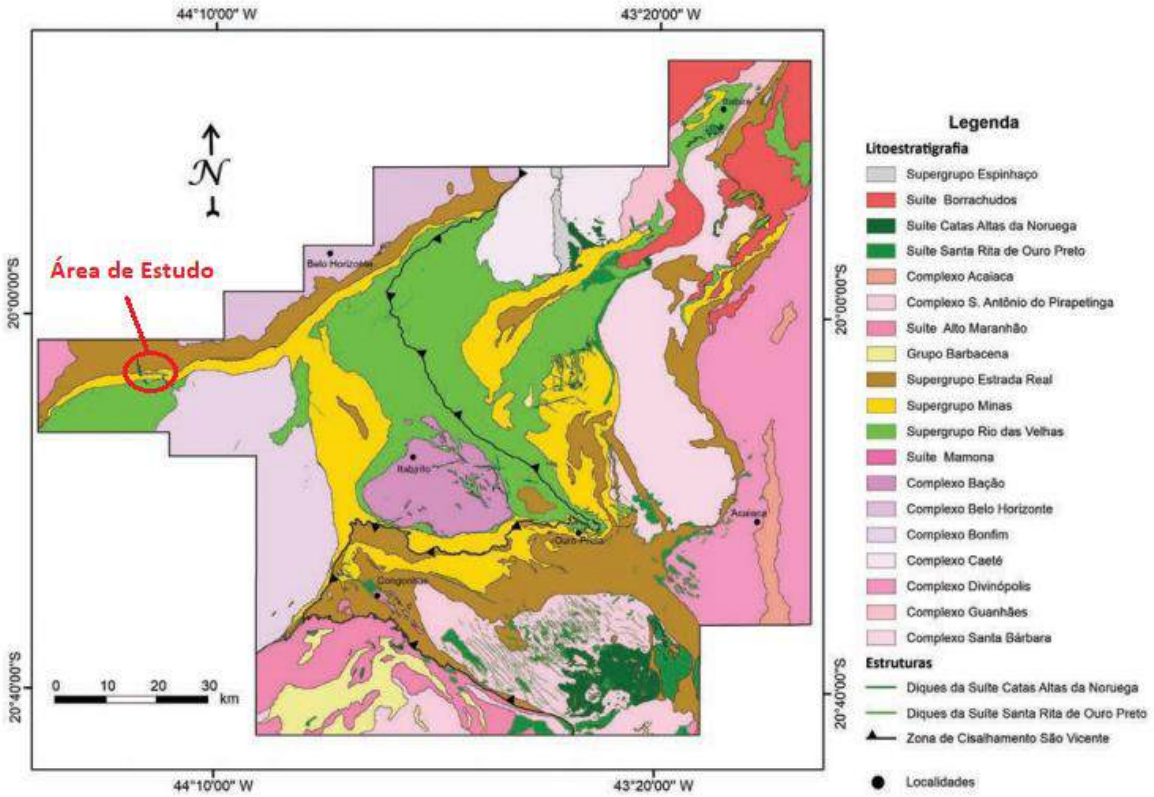


Figura 1-30 - Croqui geológico simplificado do Quadrilátero Ferrífero com indicação da localização da AER. **Fonte:** Endo et al. (2019).

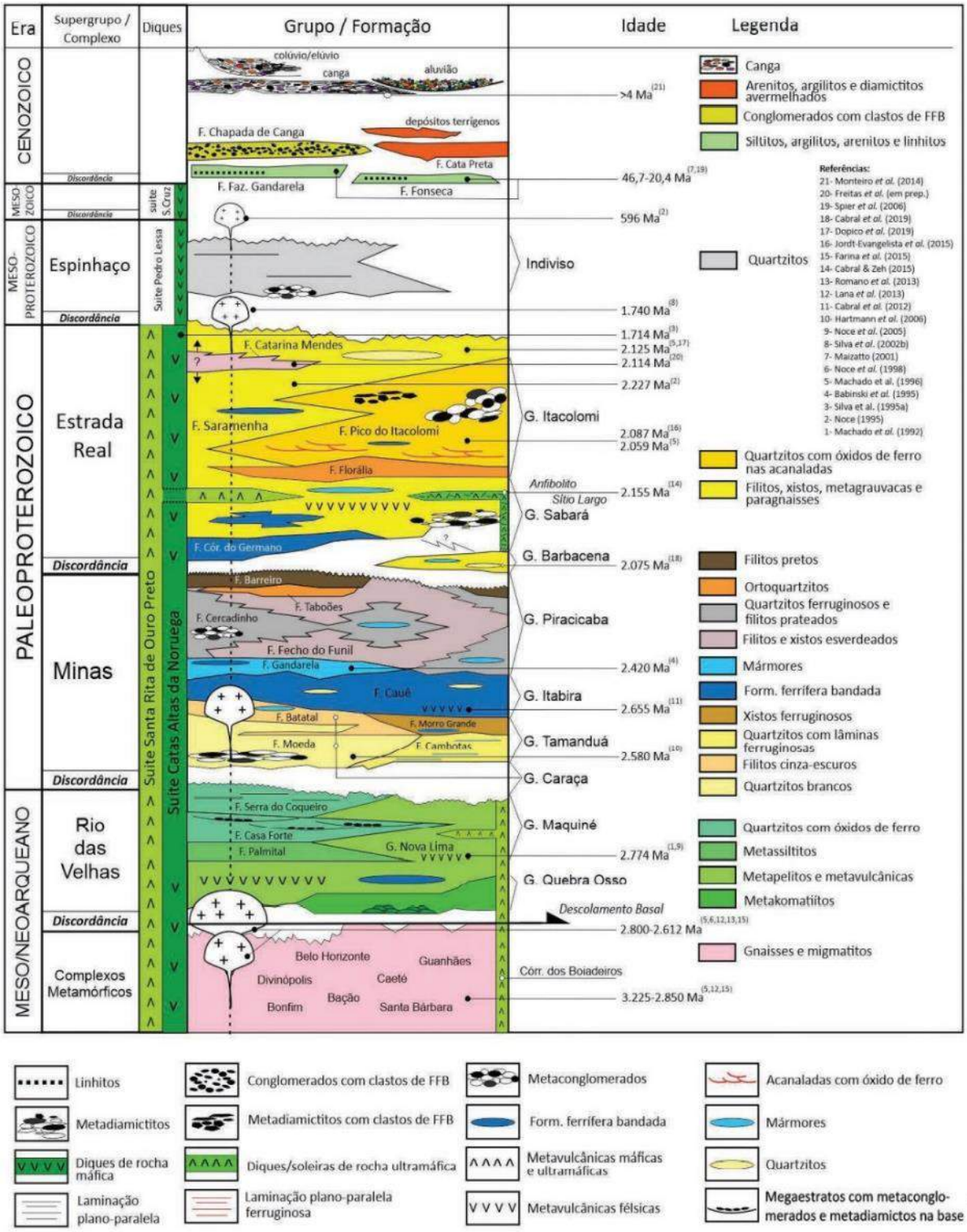


Figura 1-31 - Coluna estratigráfica da região do Quadrilátero Ferrífero. **Fonte:** Adaptado de Alkmim & Marshak (1998).

1.6.2.1.1 *SUPERGRUPO MINAS*

O Supergrupo Minas é composto por quatro grupos de rochas segregadas de acordo com seu modo de sedimentação: Tamanduá, Caraça, Itabira e Piracicaba, sendo que na Área de Estudo Regional são identificados os três últimos.

Os dois Grupos inferiores (Grupo Tamanduá e Caraça) são caracterizados por sedimentos clásticos, em ambiente transgressivo, que, gradam para sedimentos químicos (Grupo Itabira).

Os sedimentos do Grupo Itabira, que abrange a ADA do empreendimento, são cobertos por sedimentos tipo "*flysch*" (rocha clástica com pequena contribuição vulcânica), e, ainda por clásticos grosseiros, tipo molassa (Grupo Piracicaba).

A unidade superior do Supergrupo Minas é constituída pelo Grupo Sabará, também identificado na área de estudo e atribuído por alguns pesquisadores ao Supergrupo Estrada Real (Endo et al. 2020). Segundo Dorr (1969), as unidades deste grupo afloram praticamente em todo o Quadrilátero Ferrífero. Ele repousa diretamente sobre as diferentes formações (Barreiro, Taboões, Fecho do Funil e Cercadinho) do Grupo Piracicaba. Resumidamente, o grupo químico é constituído por itabiritos na base e dolomitos no topo.

1.6.2.1.2 *SUPERGRUPO RIO DAS VELHAS (ABRANGE O GRUPO NOVA LIMA)*

É composto, da base para o topo, pelos grupos Nova Lima (inferior), presente na área de estudo, e Maquiné (superior) (DORR, 1969). O Grupo Nova Lima é identificado, principalmente, por intercalação de rochas de origem sedimentar e vulcânica que, com a imposição de uma forte deformação cisalhante e ação de processos hidrotermais, foram transformadas em xistos, xistos cloríticos e filitos. Ocorrem, ainda, de forma subordinada e descontínua, camadas ou lentes de filitos grafitosos, formações ferríferas, dolomitos e quartzo-ankerita xisto (Lapa Seca), metagrauvacas e quartzitos (ENDO et. al. 2020).

O que está de acordo com Dorr (1969) e Maxwell (1972) que associam este grupo a filitos, filitos grafitosos, clorita xistos, sericita xistos, metagrauvacas, rochas máficas e ultramáficas, formações ferríferas do tipo algoma, metacherts e dolomitos. Estas rochas sobrepõem-se em discordância erosional, com níveis conglomeráticos na base, quartzitos maciços e sericíticos, sericita-quartzo xistos, metaconglomerados oligo e polimíticos e filitos do Grupo Maquiné

Cabe mencionar ainda as observações de Herz (1978), que aponta o metamorfismo original das rochas do Supergrupo Rio das Velhas como discutível, não havendo indícios de ocorrência de metamorfismo retrógrado nos xistos e filitos do Grupo Nova Lima. De forma global, as rochas desta unidade encontram-se no domínio da fácies xisto-verde, na zona da biotita e clorita. Fácies metamórfico mais elevado tem sido registrado nas auréolas metamórficas dos complexos metamórficos Bação e Belo Horizonte.

1.6.2.1.3 *SUPERGRUPO RIO DAS VELHAS (ABRANGE O GRUPO NOVA LIMA)*

Conforme apresentado em Endo et. al. (2020), a designação Estrada Real provém da redefinição do Grupo Sabará de Almeida et al. (2005), sendo composto pelos grupos Sabará e Itacolomi, seguindo a proposição de Teixeira da Costa (1961).

As rochas do Grupo Sabará, presentes na AER são metassedimentares marinhas, enquanto do Grupo Itacolomi são continentais. O Grupo Sabará é composto por diferentes formações as quais ocorrem em todo o QFe. Ainda de acordo com Endo et. al. (2020), Pomerene (1964) descreve o contato com as unidades do Grupo Piracicaba como estruturalmente concordante e gradacional, localmente, e, em outras áreas, como sendo marcado por uma discordância erosiva (SIMMNONS, 1968; PIRES, 1979 E ENDO et al. 2019) descrevem na serra do Curral a presença da falha do Curral no contato entre as unidades dos grupos Sabará e Piracicaba e a falha Mário Campos entre o Grupo Sabará e o Complexo Metamórfico Belo Horizonte.

1.6.2.2 CONTEXTO GEOLÓGICO LOCAL

A caracterização geológica local é realizada a partir do mapeamento apresentado na Folha Igarapé (SF.23-X-A-II-1), em escala de 1:50.000, segundo Baltazar et al. (2005). O mapeamento faz parte do Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero, disponibilizado pela Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (CODEMIG), por meio do Portal da Geologia[8]. O referido mapeamento é representado na **Figura 1-32**.

Para essa caracterização também foram feitas observações em campo, realizadas em agosto de 2022, seja de afloramentos rochosos presentes na Área Diretamente Afetada, bem como, a sua correlação com outras feições da paisagem e sua relação geodinâmica, necessária ao diagnóstico ambiental do empreendimento em tela.

Na sequência é apresentada a caracterização das formações geológicas, segundo Baltazar *et al.* (2005), no contexto da ADA e do seu entorno, representado pela Área de Estudo Local. Essa avaliação é complementada pelas avaliações geotécnicas das formações geológicas classificadas em Pimentel *et al.* (2005), no âmbito do Projeto APA Sul RMBH, já que remetem aos mesmos grupos e formações geológicas com aquelas identificadas na ADA.

[8] http://www.portalgeologia.com.br/index.php/mapa/#col-form-download-tab

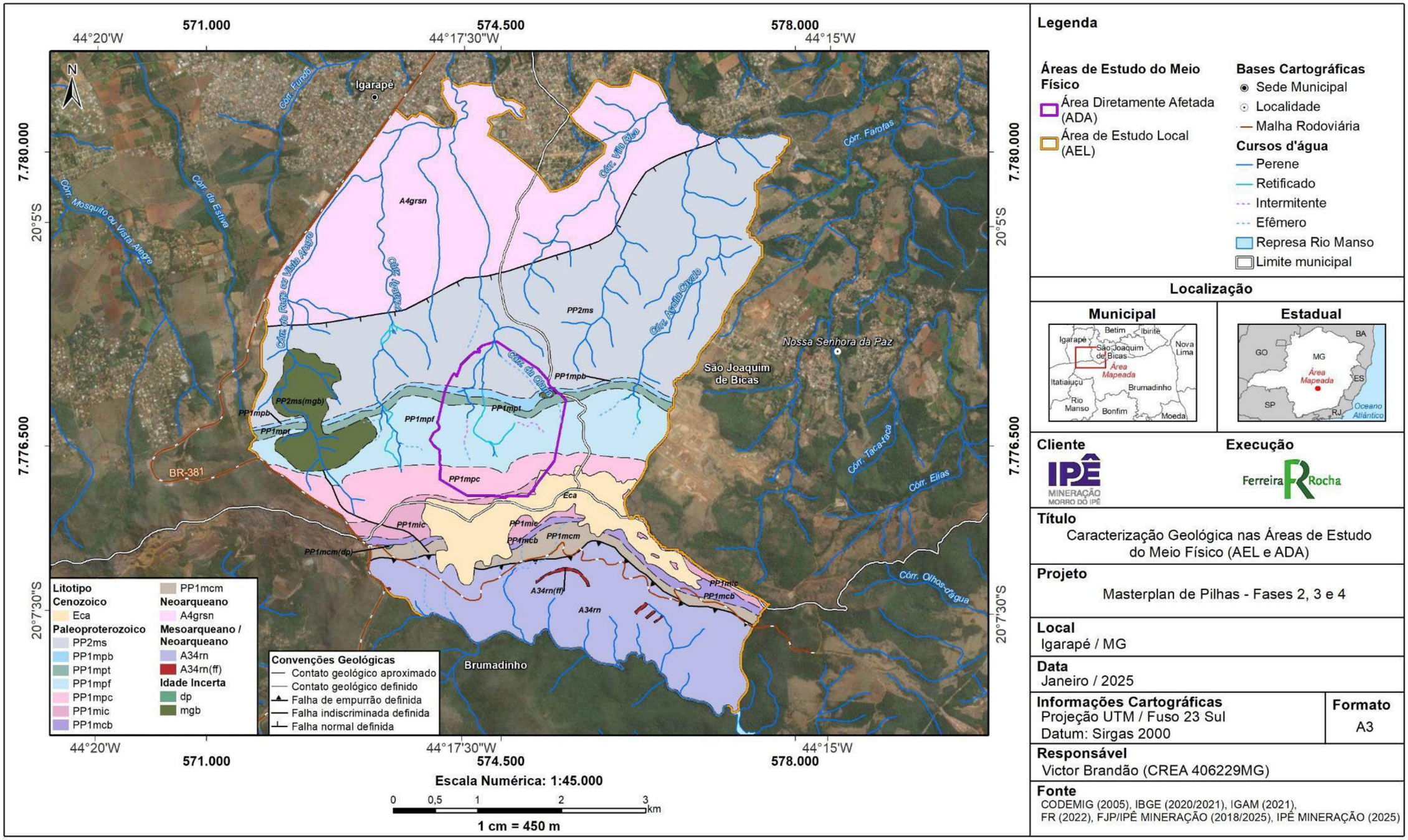


Figura 1-32 - Mapa Geológico da Área de Estudo.

1.6.2.2.1 *FORMAÇÃO CERCADINHO (PP1mpc)*

No flanco norte, a ADA encontra-se compreendida majoritariamente em áreas com formações geológicas do Supergrupo Minas, Grupo Piracicaba e **formação Cercadinho,** em trechos mais elevados e de maior declividade – entre cerca de 1.270m e 1.100m de altitude. Localmente, trata-se de quartzito ferruginoso com especularita, filito cinzento-prateado com especularita muito fina e filito marrom.

Figura 1-33 - Afloramento rochoso em área da Formação Cercadinho na AEL. Coordenadas: 573173.00 m E; e 7776021.00 m N.

Figura 1-34 - Paisagem da área no sentido de Igarapé.

Segundo Pimentel *et al.* (2005), essas áreas da formação Cercadinho pertencem à **Unidade Geoténica Filitos e Quartzitos ferruginosos (Uf_Fqf).** Segundo os autores, a unidade é constituída por rochas estratificadas, cujo comportamento geotécnico é de difícil previsibilidade. Ocorre em relevo de colinas, serras, esporões e morros. Os principais solos consistem dos Cambissolos típicos, secundariamente Cambissolos lépticos e os solos litólicos. A capacidade de suporte é variável, em geral baixa, condicionada pela intercalação de horizontes e/ou lentes de litologias com diferentes comportamentos geomecânicos, como as intercalações de quartzitos nos filitos, os quais podem elevar a capacidade de suporte para moderada ou mesmo alta.

A escavabilidade é fácil, podendo, em função das intercalações de quartzitos, ser moderada ou mesmo difícil. A suscetibilidade a movimentos de massa e de rupturas de taludes é alta, sendo controlada pelas relações estruturais entre a foliação e outras descontinuidades e a face do talude, e ainda pelo grau de fraturamento, grau de alteração e pelas superfícies, geralmente lisas, dos planos da foliação e descontinuidades. A suscetibilidade aos processos erosivos é alta a muito alta, condicionada pelas relações espaciais entre os planos da foliação e os planos das fraturas e falhas que cortam esses terrenos. É condicionada também pelo escoamento das águas superficiais e pelo nível do lençol freático, o qual, uma vez alcançado pelo ravinamento, evolui rapidamente para feições do tipo voçorocas. A alta friabilidade e textura siltosa dos produtos de intemperismo das rochas dessa unidade, favorecem o desenvolvimento de processos erosivos.

1.6.2.2.2 *FORMAÇÃO FECHO DO FUNIL (PP1mpf)*

Em trecho adjacente à Formação Cercadinho, em direção a Igarapé - entre cerca de 1.100m e 950m de altitude, nota-se em ampla parte da área caracterizada por rochas da **formação Fecho do Funil,** também pertencente ao Supergrupo Minas, Grupo Piracicaba. Correspondem a filito síltico-dolomítico cinza e marrom e siltito dolomítico quartzoso.

Segundo Pimentel et al. (2005), essas áreas da formação Fecho do Funil pertencem à **Unidade Geoténica Filitos e Quartzitos ferruginosos (Uf_Fqf),** assim como caracterizada anteriormente quando abordada a formação Cercadinho.

Figura 1-35 - Afloramento rochoso da formação Fecho do Funil. Coordenadas: 574433.00 m E; e 7776402.00 m N.

Figura 1-36 - Detalhe de rocha identificada na área prevista para a PDE, da formação Fecho do Funil.

Figura 1-37 - Paisagem de área no limite oeste da ADA, com relevo declivoso, compreendida por rochas da formação Fecho do Funil. Coordenadas: 573376.00 m E; e 7776449.00 m N.

1.6.2.2.3 *FORMAÇÃO TABOÕES (PP1mpt)*

Na sequência, seguindo no sentido Norte, são verificadas duas formações estreitas e alongadas na base da serra Azul que também pertencem ao Supergrupo Minas, Grupo Piracicaba. São as **Formações Taboões (PP1mpt)** e a Barreiro (PP1mpb). A primeira é caracterizada por quartzito de granulação muito fina, cinza-esverdeado a pardo, e quartzito branco. Enquanto a segunda, será caracterizada na sequência.

Segundo Pimentel *et al.* (2005), as áreas da formação Taboões, que corre em platôs quartzíticos, patamares, serras e morros de topo arredondado, principalmente. Os

afloramentos rochosos, com pouca ou nenhuma cobertura superficial, dominam a unidade. De modo mais restrito ocorrem os afloramentos rochosos associados a solos pouco espessos. Os tipos pedológicos consistem dos Cambissolos lépticos e os solos Litólicos. A capacidade de suporte é elevada a muito elevada. A escavabilidade é, em geral, difícil a muito difícil, condicionada pelo topo rochoso elevado ou aflorante e pela presença de blocos imersos em solo pouco espesso. A escavabilidade pode ser moderada nas áreas com coberturas de Cambissolos mais espessos. A suscetibilidade a movimentos de massa é fortemente controlada pelas estruturas geológicas como falhas, fraturas e foliação. As relações espaciais entre essas feições podem gerar cunhas e blocos desconfinados e ocasionar rupturas no maciço quartzítico. A suscetibilidade a erosão é baixa. Entretanto, em áreas de acumulação de Cambissolos e solos Litólicos, a suscetibilidade a erosão pode ser elevada.

1.6.2.2.4 *FORMAÇÃO BARREIRO (PP1mpb)*

As rochas do Supergrupo Minas, Grupo Piracicaba, Formação Barreiro são caracterizadas por filito carbonoso cinza-escuro, lentes de filito vermelho-escuro e pardo. São estruturalmente concordantes com o Grupo Sabará e, em algumas áreas, o contato é gradacional enquanto em outras é marcado por uma discordância erosiva (Dorr 1969).

Pimentel et al. (2005), classifica as áreas da formação Barreiro como Unidade Geotécnica Filitos (Ug_Fil), que ocorre em relevo de colinas, em serras e cristas homoclinais. Os tipos pedológicos consistem dos Cambissolos típicos, Cambissolos lépticos e dos solos Litólicos.

As propriedades geotécnicas são fortemente influenciadas pelas características litológicas, sendo dependentes das relações estruturais, das atitudes das descontinuidades e da foliação metamórfica frente os esforços solicitados.

A capacidade de suporte varia de baixa, quando paralela à foliação, a alta, quando perpendicular. A escavabilidade é fácil a moderada, quando paralela a foliação e moderada a difícil, quando perpendicular a foliação, sendo condicionada também pelo grau de intemperismo dos materiais.

A suscetibilidade a movimentos de massa é alta, sendo controlada pelas relações estruturais entre a foliação e descontinuidades e a face do talude; pelo grau de fraturamento, grau de alteração e pelas superfícies, geralmente lisas, dos planos da foliação e descontinuidades.

A suscetibilidade aos processos erosivos é muito alta, condicionada pelas relações espaciais entre os planos da foliação e os planos das interseções das fraturas e falhas que cortam esses terrenos. É condicionada também pelo escoamento das águas superficiais e pelo nível do lençol freático, o qual, uma vez alcançado pelo ravinamento, evolui rapidamente para feições do tipo voçorocas. A alta friabilidade e textura siltosa dos produtos de intemperismo das rochas dessa unidade, favorecem o desenvolvimento de processos erosivos.

1.6.2.2.5 *FORMAÇÃO SABARÁ (PP2ms)*

Mais a norte encontram-se as rochas do Supergrupo Minas, **Grupo Sabará,** em trechos cuja topografia apresenta menor declividade em relação às formações anteriormente apresentadas. São constituídas por filito vermelho claro a escuro e marrom, saprolitizado.

De acordo com Pimentel et al. (2005), essas rochas pertencem à Unidade Geoténica Filitos e Quartzitos ferruginosos (Uf_Fqf), assim como discriminado para as **formações Cercadinho e Fecho do Funil.**

Figura 1-38 - Afloramento em corte de estrada, expondo rochas do Grupo Sabará. Coordenadas: 574131.00 m E; e 7777374.00 m S.

Figura 1-39 - Detalhe de filitos saprolizados do Grupo Sabará.

Figura 1-40 - Paisagem de área com formações rochosas típicas do Grupo Sabará. Coordenadas: 573138.00 m E; e 7777755.00 m S.

Por fim, no flanco norte da serra Azul cabe destacar a presença de um trecho de **Rochas Intrusiva PP2ms (mgb),** que abarca parte oeste da AEL. São plugs de metagabros, intrusivos, de granulação média, equigranulares, com epidoto e plagioclásio.

No flanco sul da serra Azul são identificadas as formações geológicas indicadas na sequência. Para contextualização da avaliação são apresentadas imagens da paisagem neste trecho da serra Azul na **Figura 1-41** e **Figura 1-42**.

Figura 1-41 - Paisagem da ADA, no flanco sul da serra Azul.

Figura 1-42 - Paisagem vista da serra Azul, no seu flanco sul, no sentido de Brumadinho (SE).

1.6.2.2.6 *FORMAÇÃO CAUÊ (PP1mic)*

As rochas do Supergrupo Minas, Grupo Itabira, **Formação Cauê** são compostas por Itabirito dolomítico, itabirito e filito. Compreende parte significativa do flanco sul da serra Azul, em trechos de maior altimetria. Nesta área destaca-se ainda a presença de uma falha geológica, na direção NO-SE.

A Formação está contemplada pela Unidade Geotécnica Itabiritos (Ug_Ita), segundo Pimentel *et al.* (2005), que ocorre em relevos de cristas homoclinais, serras, platôs lateríticos e escarpas, e desempenham importante papel na manutenção da morfologia da região. Os tipos de solos predominantes consistem dos solos Litólicos férricos e Litólicos, Cambissolos férricos e Cambissolos lépticos.

A capacidade de suporte é em geral muito elevada, sendo dependente da intensidade de atuação dos agentes intempéricos e das condições de confinamento do terreno. A escavabilidade, em geral, é muito difícil, podendo variar de moderada a fácil em locais de ocorrências de dolomitos e filitos e onde os processos intempéricos desenvolveram perfis de solos mais profundos.

A suscetibilidade a movimentos de massa é variável de baixa a elevada, sendo dependente da atitude da foliação, das falhas e das fraturas, e sua relação espacial com a face do talude. A suscetibilidade a erosão é baixa a muito baixa.

1.6.2.2.7 *FORMAÇÃO BATATAL (PP1mcb)*

As rochas do Supergrupo Minas, Grupo Caraça, **Formação Batatal** são compostas por Filito cinza e marrom, filito vermelho-escuro as vezes carbonoso. Elas estão associadas à **Unidade Geotécnica Filitos (Ug_Fil)** (PIMENTEL et al., 2005)**,** descrita anteriormente para a Supergrupo Minas, Grupo Piracicaba, Formação Barreiro (PP1mpb).

Figura 1-43 - Estratificação de filitos em trecho de contato de rochas da Formação Cauê e da Formação Batatal no flanco sul da serra Azul. Coordenadas: 574604.00 m E; e 7775315.00 m S.

Figura 1-44 - Detalhes do afloramento de filitos em trecho de contato de rochas da Formação Cauê e da Formação Batatal.

1.6.2.2.8 *FORMAÇÃO MOEDA (PP1mcm)*

As rochas do Supergrupo Minas, Grupo Caraça, **Formação Moeda** são compostas por Quartzito cinza claro, fino a médio; filito síltico cinzento, verde-acinzentado e pardo; filito síltico pardo-avermelhado. Compreende o trecho mais baixo do flanco sul da serra Azul. Estão contempladas na **Unidade Geotécnica Quartzitos (Ug_Qz)** (PIMENTEL et al., 2005)**,** assim como as áreas do Grupo Piracicaba, Formação Taboões, discriminada anteriormente.

Cabe destacar que a Formação Moeda se distingue da Formação Batatal, também pertencente ao Grupo Caraça, pois a Formação Moeda é uma unidade basal de quartzitos, enquanto a Formação Batatal, superior, é composta predominantemente por xistos e filitos.

1.6.2.2.9 *DEPÓSITO ELÚVIO COLUVIAIS (Eca)*

Os Depósitos Elúvio-Coluviais são formados por Canga: fragmentos de itabirito e hematita compacta, cimentados por limonita. Compreende parte do flanco sul da serra Azul.

1.6.2.2.10 *GRUPO NOVA LIMA (A34rn)*

As rochas do Supergrupo Rio das Velhas, Grupo Nova Lima, compreendem a base da serra Azul, em seu flanco sul, onde há o predomínio de xisto saprolítico vermelho-pardacento, marrom e cinza; quartzo-moscovita xisto fresco. Nessa área encontra-se o terreno da COPASA. Esta área apresenta cobertura vegetal com elevado estágio de preservação, sem a identificação de afloramentos rochosos destacados ou formações de processos erosivos representativos.

Figura 1-45 - Detalhe de rocha do Grupo Nova Lima. Coordenadas: 574909.00 m E; e 7774224.00 m N.

Figura 1-46 - Rocha do Grupo Nova Lima no nível de base da bacia do córrego Grande. Coordenadas: 574744.00 m E; e 7774285.00 m N.

Segundo Pimentel *et al.* (2005), elas pertencem à Unidade Geotécnica Xistos (Ug_X), que ocupam áreas de morros alongados de topos arredondados, morros de cristas aguçadas e colinas.

Os solos são, em geral, pouco espessos e pouco desenvolvidos, predominando os Cambissolos típicos (espessuras superiores a 1 m), Cambissolos lépticos (espessuras inferiores a 1 m) e solos Litólicos. O limitado desenvolvimento pedogenético tem reflexos diretos sobre o comportamento geomecânico dos materiais, os quais são condicionados pela compartimentação e estruturação das litologias que compõem a unidade. A capacidade de suporte é moderada a alta, cuja variabilidade é dependente das relações espaciais entre o carregamento e os planos da foliação, sendo maior quando aplicada perpendicularmente aos planos e menor quando aplicada paralelamente a eles.

A escavabilidade é variável de fácil a moderada, sendo igualmente influenciada pelas relações espaciais entre os planos da foliação e o plano de corte, sendo fácil quando paralela e mais difícil quando perpendicular à foliação. Localmente a escavabilidade pode ser difícil a muito difícil, devido a possível presença de horizontes ou níveis de formação ferrífera, quartzitos e rochas muito silicificadas.

A suscetibilidade a movimentos de massa é variável de moderada a muito alta, sendo fortemente condicionada pelas relações espaciais entre a face do talude de corte e os planos da foliação (ou acamamento) e de estruturas geológicas como falhas e fraturas.

A suscetibilidade à erosão é alta, condicionada pela textura dos materiais de intemperismo, dominantemente siltosa, e pela pequena espessura dos Cambissolos lépticos e solos Litólicos, os quais, geralmente, são facilmente mobilizados. A prática do motocross, realizada em diversos locais da unidade, favorecem o desenvolvimento e aceleração dos processos erosivos.

De acordo com o IDE-Sisema, são apresentadas algumas avaliações desenvolvidas pelo CPRM que retratam áreas com maiores riscos geológicos. A maior parte da ADA do empreendimento, em seu flanco norte, encontra-se em área de Risco de Subsidência e movimentação de rochas. De acordo com os registros do Mapa de Geodiversidade do Estado de Minas Gerais (CPRM, 2010), o referido risco está associado a rochas de filito, xisto, dolomito e quartzito, com características metamórficas e/ou sedimentares, relacionadas ao Supergrupo Minas, Grupo Piracicaba.

Deve-se observar que o abaulamento da superfície do terreno pode ocorrer por processos naturais ou ser induzido por atividades antrópicas, principalmente aquelas relacionadas com a atividades que exercem influências sobre os recursos hídricos subterrâneos (Galve *et al.* 2009). Neste caso, as avaliações apresentadas no capítulo de hidrogeologia deste estudo deverão subsidiar tais análises.

A partir de campanhas de campo na área do empreendimento também foi possível identificar a ocorrência de formações de processos erosivos nos trechos indicados no mapeamento disponibilizado pelo IDE Sisema, ratificando a classificação apresentada. Este tema será retratado em maior detalhe a seguir, nos itens afetos à caracterização pedológica e sobre passivos ambientais, deste diagnóstico.

1.6.2.3 PROCESSOS MINERÁRIOS

A Agência Nacional de Mineração (ANM) é a instituição de pesquisa que regulamenta e fiscaliza a exploração dos recursos minerais no Brasil, a qual possui um banco de dados georreferenciado, onde é possível ter acesso aos dados referentes à pesquisa mineral e conhecer o status dos decretos minerários no território brasileiro. Esses dados podem ser acessados via IDE-Sisema, os quais são apresentados na sequência, na **Figura 1-47** e **Figura 1-48**, bem como no **Tabela 1-14**, para a AER da MMI. Os dados foram consultados em 10/10/2022.

Para melhor visualização dos direitos minerários, cuja exploração mineral encontra-se autorizada ou em processo avançado de licenciamento, foram discriminadas as seguintes fases: “Concessão de Lavra”; Requerimento de Lavra”; “Direito de Requerer”.

Por outro lado, foram agrupadas e classificadas como “Outros”, as seguintes fases: “Apto para Disponibilidade”; “Autorização de Pesquisa”; “Disponibilidade”, e “Requerimento de Pesquisa”. Nestes casos foram observados todos os direitos minerários que apresentam interface com a Área de Estudo Regional. E no **Tabela 1-14**, são destacados aqueles Direitos Minerários que apresentam interface com a ADA do empreendimento em tela.

Os processos minerários de interesse na área que abrange a AER são majoritariamente voltados para a exploração de minério de ferro (48%), Filito (19%), Areia (15%), Água (15%) e Quartzito (3%). Os usos destes recursos são voltados para o setor industrial e construção civil. Na ADA da MMI destaca-se nas áreas previstas para a PDE, no flanco norte da serra Azul, a presença majoritária de processos minerários em fase de “Autorização de Pesquisa”, “Requerimento de Pesquisa” e “Disponibilidade”, de minério de ferro.

Já no flanco sul da serra Azul, os processos minerários estão basicamente em fase de “Concessão de Lavra” e “Requerimento de Pesquisa” de minério de ferro. Essa área em fase de Concessão de Lavra, encontra-se em trecho abrangido pelo processo minerário 801908 de 1968. O direito minerário encontra-se em fase de Concessão de Lavra, para a substância Ferro, para a empresa Cia de Mineração Serra da Farofa.

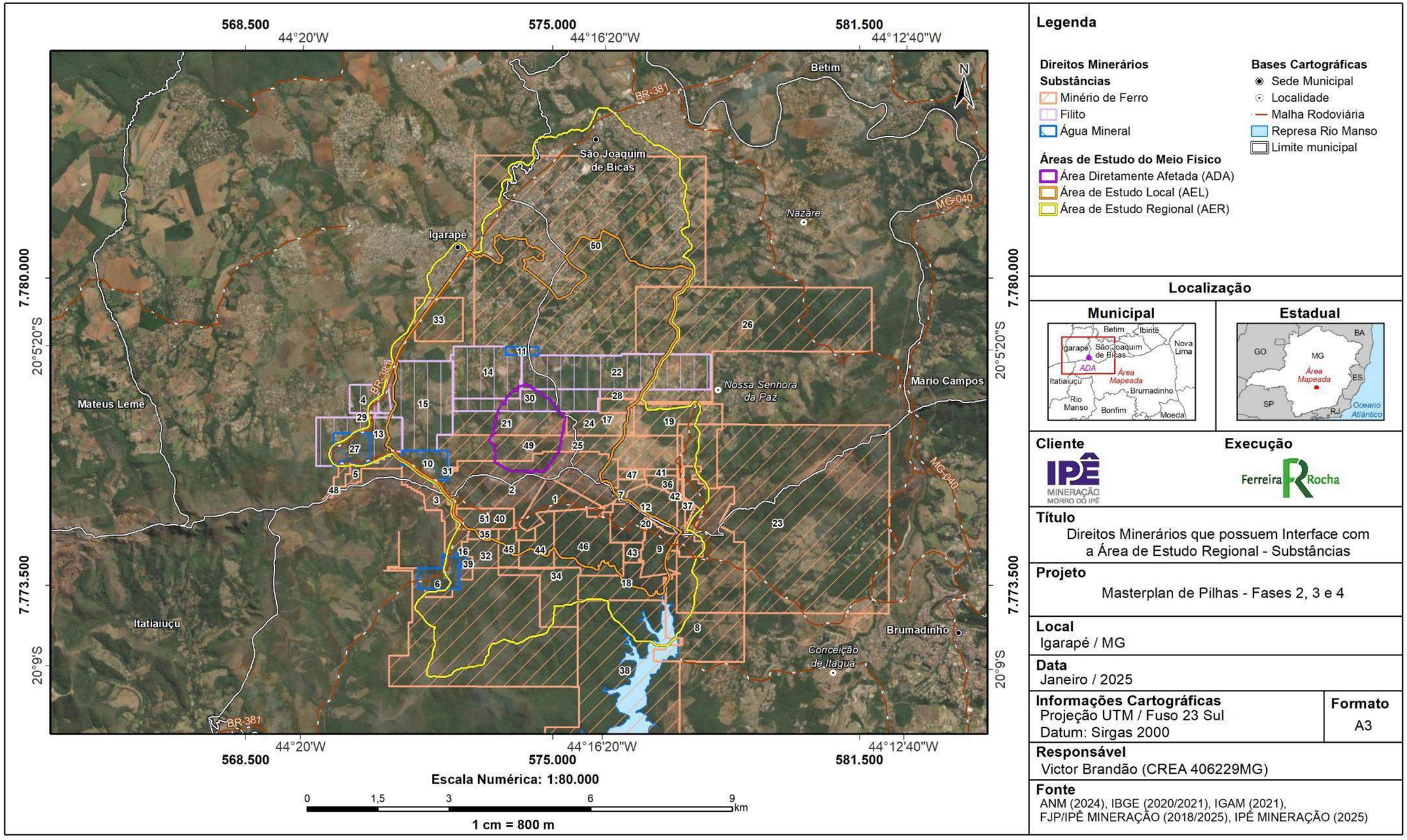


Figura 1-47 - Mapa de Direitos Minerários nas Áreas de Estudo - Substância.

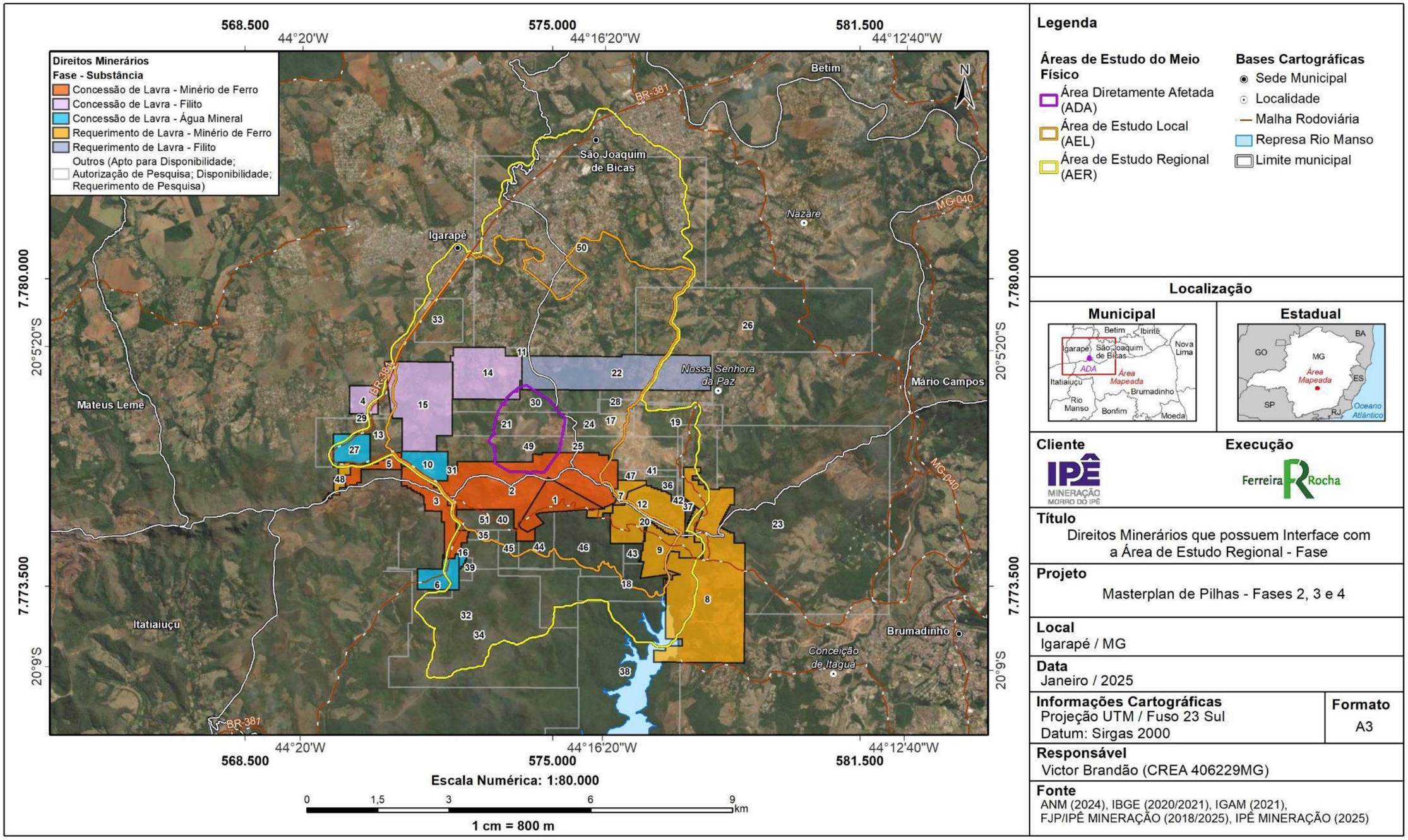


Figura 1-48 - Mapa de Direitos Minerários nas Áreas de Estudo - Fase.

Tabela 1-14 - Processos Minerários na área de estudo.

ID	PROCESSO	ANO	ÁREA (HA)	FASE	ÚLTIMO EVENTO	NOME	SUBSTÂNCIA	USO
1	5182	1958	74.7	CONCESSÃO DE LAVRA	473 - CONC LAV/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 12/04/2023	Cia de Mineração Serra da Farofa	MINÉRIO DE FERRO	Não informado
2	801908	1968	351.95	CONCESSÃO DE LAVRA	473 - CONC LAV/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 12/04/2023	Cia de Mineração Serra da Farofa	FERRO	Não informado
3	805374	1971	83.37	CONCESSÃO DE LAVRA	2717 - CONC LAV/BARRAGENS ARQUIVAMENTO AUTO INFRAÇÃO PUBLICADO EM 11/06/2024	Cia de Mineração Serra da Farofa	FERRO	Não informado
4	830376	1979	36	CONCESSÃO DE LAVRA	459 - CONC LAV/AUTO INFRAÇÃO MULTA PUBLICADA EM 31/05/2022	Aglofilito Indústria e Comércio Ltda.	FILITO	Não informado
5	830468	1980	30.27	CONCESSÃO DE LAVRA	473 - CONC LAV/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 06/05/2024	MINERACAO COMISA LTDA	FERRO	Não informado
6	831015	1980	47.59	CONCESSÃO DE LAVRA	1094 - CONC LAV/ESTUDO IN LOCO (LAMIN) PROTOCOLIZADO EM 21/06/2024	Hidrobrás Águas Minerais do Brasil Ltda.	ÁGUA MINERAL	Não informado
7	830343	1982	28.78	REQUERIMENTO DE LAVRA	362 - REQ LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 11/06/2024	MINERACAO USIMINAS S.A.	FERRO	Não informado
8	830410	1982	499.56	REQUERIMENTO DE LAVRA	2350 - REQ LAV/SIGILO INFORMAÇÃO MINERÁRIA- REQUERIDA EM 05/04/2019	MINERACAO USIMINAS S.A.	MINÉRIO DE FERRO	Não informado
9	831182	1988	99.66	REQUERIMENTO DE LAVRA	362 - REQ LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 16/01/2024	MINERACAO USIMINAS S.A.	FERRO	Não informado
10	831947	1988	49.98	CONCESSÃO DE LAVRA	440 - CONC LAV/ROTULO ÁGUA MINERAL APROVADO PUB EM 11/04/2024	UNIAO BOSCATTI PARTICIPACAO E ADMINISTRACAO S/A.	ÁGUA MINERAL	Não informado
11	830634	1989	12.11	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	282 - AUT PESQ/TRANSF DIREITOS -CESSÃO TOTAL EFETIVADA EM 02/08/2001	ITASUL MINERAÇÃO E TRANSPORTES LTDA	ÁGUA MINERAL	Não informado
12	834338	1994	137.64	REQUERIMENTO DE LAVRA	362 - REQ LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 16/01/2024	MINERACAO USIMINAS S.A.	FERRO	Não informado
13	831530	1999	121.72	APTO PARA DISPONIBILIDADE	2275 - APTO DISP/ÁREA APTA PARA DISPONIBILIDADE EM 25/04/2023	JAMIL SARAIVA FRAIHA	FILITO	Não informado
14	830735	2001	153.91	CONCESSÃO DE LAVRA	436 - CONC LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 17/01/2019	MPG MINERACAO PEDRA GRANDE LTDA	FILITO	Construção civil
15	830691	1995	225.92	CONCESSÃO DE LAVRA	459 - CONC LAV/AUTO INFRAÇÃO MULTA PUBLICADA EM 31/05/2022	Aglofilito Indústria e Comércio Ltda.	FILITO	Não informado
16	831254	2004	3.66	CONCESSÃO DE LAVRA	1094 - CONC LAV/ESTUDO IN LOCO (LAMIN) PROTOCOLIZADO EM 21/06/2024	Hidrobrás Águas Minerais do Brasil Ltda.	ÁGUA MINERAL	Engarrafamento
17	830961	2009	93.74	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	645 - AUT PESQ/PAGAMENTO MULTA EFETUADO-REL PESQ EM 30/03/2015	Eni Fátima Dias Campolina	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
18	830632	2006	107.32	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	265 - AUT PESQ/PRORROGAÇÃO PRAZO ALVARÁ SOLICITADO EM 03/05/2016	Mmx Sudeste Mineração S.a.	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
19	832183	2006	193.5	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	265 - AUT PESQ/PRORROGAÇÃO PRAZO ALVARÁ SOLICITADO EM 08/05/2015	Mmx Sudeste Mineração S.a.	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
20	832947	2005	1.94	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 24/05/2024	MTRANSMINAS MINERACOES LTDA	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
21	834226	2010	122.98	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	667 - PARCELAMENTO MULTA QUITADO EM 26/07/2023	José Moreira Filho	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
22	831755	2004	292.44	REQUERIMENTO DE LAVRA	1764 - REQ LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 17/02/2024	DOCA TRANSPORTES E LOCACAO DE MAQUINAS LTDA	FILITO	Construção civil
23	833211	2013	1793.77	REQUERIMENTO DE PESQUISA	136 - REQ PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 05/09/2014	EMPRESA DE MINERACAO ESPERANCA S A	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
24	830526	2015	93.6	REQUERIMENTO DE PESQUISA	136 - REQ PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 12/03/2015	EMBRAMINE-EMPRESA BRASILEIRA DE MINERACAO LTDA	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
25	832634	2015	273.08	REQUERIMENTO DE PESQUISA	136 - REQ PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 07/10/2015	THIAGO DE CASTRO SOUSA	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
26	832584	2011	735.73	REQUERIMENTO DE PESQUISA	157 - REQ PESQ/DESISTÊNCIA REQ PESQ HOMOLOGADA PUB EM 10/07/2019	JOVELINO MARCIAL	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
27	832791	2003	48.89	CONCESSÃO DE LAVRA	418 - CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 14/03/2024	BITARAES INDUSTRIA E COMERCIO DE AGUA MINERAL LTDA	ÁGUA MINERAL	Engarrafamento
28	833317	2013	35.74	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	662 - NOTIFICAÇÃO ADM PGTO DÉBITO MULTA EM 23/05/2023	Edgard Teixeira de Mello Neto	MINÉRIO DE FERRO	Industrial

ID	PROCESSO	ANO	ÁREA (HA)	FASE	ÚLTIMO EVENTO	NOME	SUBSTÂNCIA	USO
29	830697	2013	2.54	REQUERIMENTO DE PESQUISA	157 - REQ PESQ/DESISTÊNCIA REQ PESQ HOMOLOGADA PUB EM 21/10/2020	GOLD MINERACAO, PARTICIPACOES E EMPREENDIMENTOS S/A	FILITO	Industrial
30	832840	2013	116.67	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	2481 - AUT PESQ/VENCIMENTO ALVARÁ ALTERADO RESOLUÇÃO 76/2021- COVID EM 01/10/2021	M Ruiz A Costa	FILITO	Industrial
31	830159	2020	1.67	REQUERIMENTO DE PESQUISA	100 - REQ PESQ/REQUERIMENTO PESQUISA PROTOCOLIZADO EM 11/02/2020	WL MINERACAO LTDA	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
32	830553	2020	793.32	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 06/03/2024	Gilson de Maio Reis	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
33	830134	2021	93.66	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 31/07/2023	L & D AREIAS LTDA	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
34	831734	2018	884.94	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 26/07/2023	VG7 PARTICIPACOES LTDA	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
35	830421	2019	14.09	APTO PARA DISPONIBILIDADE	2481 - AUT PESQ/VENCIMENTO ALVARÁ ALTERADO RESOLUÇÃO 76/2021- COVID EM 01/10/2021	José Francisco Pereira da Silva de Pádua	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
36	830502	2010	24.07	REQUERIMENTO DE PESQUISA	157 - REQ PESQ/DESISTÊNCIA REQ PESQ HOMOLOGADA PUB EM 01/03/2023	Rubens de Faria Rezende	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
37	832715	2010	6.62	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 12/07/2023	USINAS SIDERURGICAS DE MINAS GERAIS S/A. USIMINAS	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
38	832090	2022	807.31	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 31/07/2023	Arlei Pinto da Silva	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
39	832285	2022	4.31	REQUERIMENTO DE PESQUISA	100 - REQ PESQ/REQUERIMENTO PESQUISA PROTOCOLIZADO EM 17/10/2022	QUANTUM BRASIL LTDA.	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
40	832499	2022	52.52	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 24/07/2023	MINERACAO MORRO DO IPE S.A.	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
41	832480	2011	9.59	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 27/07/2023	ELETRICA HELP LTDA ME	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
42	834659	2010	2.13	REQUERIMENTO DE PESQUISA	135 - REQ PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 16/11/2023	MTRANSMINAS MINERACOES LTDA	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
43	834659	2010	16.47	REQUERIMENTO DE PESQUISA	135 - REQ PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 16/11/2023	MTRANSMINAS MINERACOES LTDA	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
44	832607	2010	66.19	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	323 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 03 ANOS PUBL EM 12/12/2023	Mmx Sudeste Mineração S.a.	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
45	832055	2023	33.47	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 27/05/2024	MINERACAO VALE DO RIO PIRANGA EIRELI	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
46	831341	2023	169.41	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 31/05/2024	Depósitos Minerais Serviços Ltda	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
47	833200	2023	12.54	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	209 - AUT PESQ/INICIO DE PESQUISA COMUNICADO EM 19/03/2024	MINERALS STONE BRAZIL LTDA	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
48	831341	1984	16.48	REQUERIMENTO DE LAVRA	361 - REQ LAV/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 12/06/2024	MINERACAO COMISA LTDA	FERRO	Não informado
49	830380	1989	272.85	DISPONIBILIDADE	315 - DISPONIB/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 15/05/2018	INDAQUICÉ INDÚSTRIA COMÉRCIO E TRANSPORTES DE MINERAIS LTDA-ME	MINÉRIO DE FERRO	Não informado
50	832053	2014	1830.16	DISPONIBILIDADE	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 04/12/2020	DADIVA EDIFICACOES LTDA	MINÉRIO DE FERRO	Industrial
51	830633	2006	52.52	DISPONIBILIDADE	2653 - DISPONIB/EDITAL DISPONIBILIDADE CANCELADO EM 17/02/2023	Mmx Sudeste Mineração S.a.	MINÉRIO DE FERRO	Industrial

Fonte: Agência Nacional de Mineração (ANM).

Obs.: Os processos de direitos minerários em destaque apresentam interface com a ADA da MMI.

1.7 HIDROGEOLOGIA

A caracterização hidrogeológica foi baseado no estudo realizado pela empresa Potamos Engenharia e Hidrogeologia (2011) em área que abrange a Mineração Morro do Ipê e entorno.

1.7.1 METODOLOGIA

A metodologia consistiu no levantamento e compilação de dados hidrogeológico e análise crítica da literatura e das informações disponibilizadas sobre a área.

No estudo da Potamos (2011) foram estabelecidas as características hidrodinâmicas das unidades hidrogeológicas identificadas, fornecendo as bases para o entendimento da dinâmica aquífera e suas relações com as águas superficiais da área. Para a determinação das unidades hidrogeológicas da área, foram agrupados os litotipos com propriedades físicas semelhantes, conforme padrões e premissas apresentadas por MOURÃO (2007) para áreas similares no Quadrilátero Ferrífero.

1.7.2 RESULTADOS

Foram definidas sete principais unidades hidrogeológicas para a área de interesse: Unidade Rochas Cristalinas, Unidade Xisto, Unidade Quartzítica, Unidade Formações Ferríferas, Unidade Carbonática, Unidades Confinantes e Unidade Coberturas (**Figura 1-49**). A Unidade Rochas Cristalinas e a Unidade Carbonática não coincidem com a ADA, mas abrangem a AE.

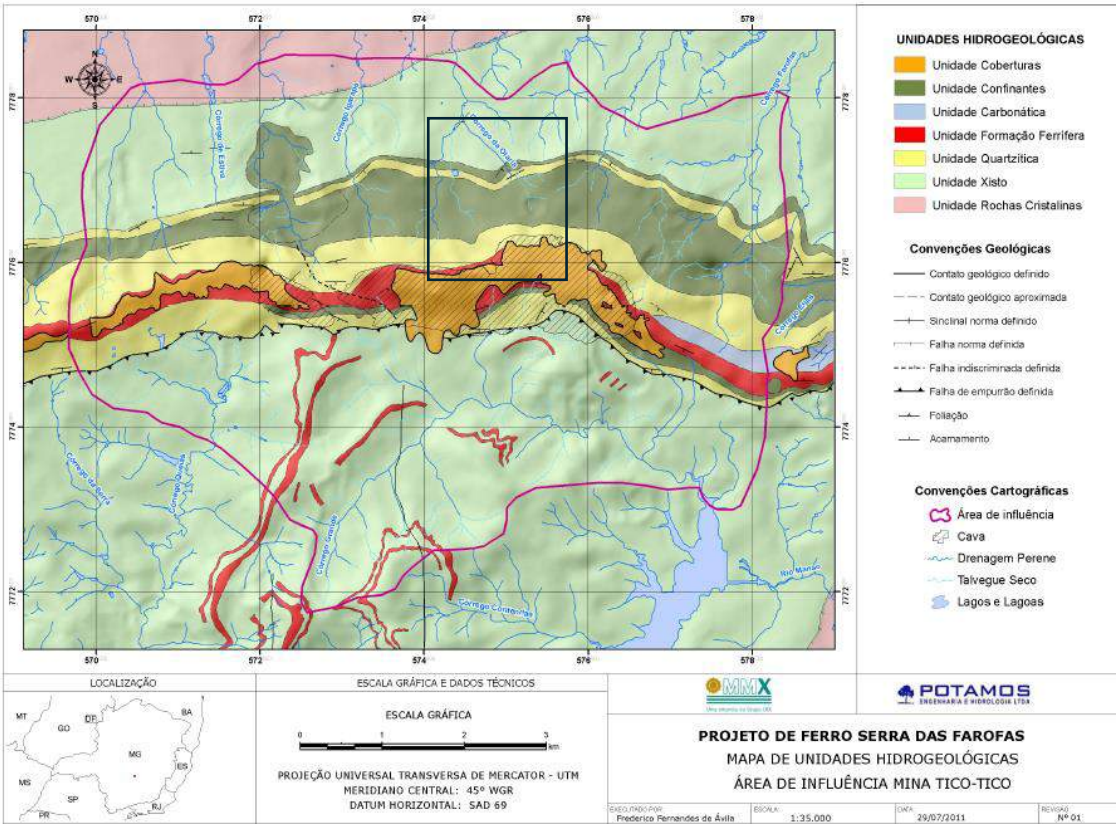


Figura 1-49 – Mapa das unidades hidrogeológicas do estudo da Potamos (2011) para a área da Mineração Morro do Ipê. Em destaque, o polígono da área de implantação das PDER fase 2, 3 e 4. Fonte: Potamos, 2011.

1.7.2.1 UNIDADE ROCHAS CRISTALINAS

A Unidade Rochas Cristalinas é representada pelo Gnaisse Souza Noschese. Os gnaisses constituem predominantemente aquíferos do tipo fissurado e têm como peculiaridade o espesso manto de intemperismo, que desempenha o papel de um aquífero poroso livre e que contribui para a recarga da rocha sã fratura sotoposta. Assim, do ponto de vista hidrogeológico conceitual, considera-se que esta unidade possa ser representada por três pacotes distintos. Quais sejam: superior; intermediário; e inferior.

A porção superior é constituída por um espesso pacote de solo argilo-arenoso, geralmente homogêneo, contendo frações de granulométria média a fina, onde predominam os fluxos em meio essencialmente poroso. Apresenta espessura variável, sendo mais espesso nas zonas aplainadas e mais raso em terrenos onde há elevada declividade. Pode estar conformada ainda por depósitos de tálus em locais onde o transporte de detritos provenientes dos topos dos morros acomoda-se no sopé das encostas, dando origem a expressivos aquíferos temporários.

A porção intermediária, localizada nas zonas mais profundas do manto de alteração, apresenta uma característica mais heterogênea, pois são representados por saprolitos (rochas semi-alteradas onde se podem observar minerais e estruturas primárias das rochas pré-existentes que formam o embasamento da região) em meio a uma matriz areno-argilosa. Essa zona intermediária representa uma faixa de transição entre o

pacote superior e inferior, sendo que em direção à porção superior predominam os fluxos porosos; e, em direção à porção inferior, na passagem para faixas de material mais compacto, se iniciam os processos de fluxo em meio fissural. Dessa maneira, a porção intermediária corresponde a uma faixa onde ocorrem de fluxos mistos.

Por sua vez, a porção inferior corresponde à faixa de ocorrência das descontinuidades presentes na rocha cristalina sã, as quais são representadas por falhas ou família de juntas que comandam todo o aporte de recarga proveniente da porção superior e intermediária. Assim, todo o fluxo subterrâneo que corre nestas zonas de porosidade secundária é materializado por planos de fraturas que se intercomunicam numa complexa rede hidráulica, a qual é denominada de aqüífero fissural cristalino. Quanto maior a densidade, a extensão e o grau de comunicação hidráulica entre as fraturas, maior será a capacidade de armazenamento e de transmissividade do referido meio aqüífero. Deste modo, a potencialidade hidrogeológica desta unidade fica restringida ao tipo de condicionamento das estruturas secundárias, por onde se dá o escoamento preferencial.

1.7.2.2 UNIDADE XISTO

A unidade hidrogeológica formada a partir dos xistos está relacionada às rochas dos Grupos Nova Lima e Sabará. De maneira geral, os aqüíferos em xistos exibem porosidade fissural e baixo potencial hidrogeológico. Esta unidade é formada por xistos de composições variadas que em profundidade se comportam como aquitardos e/ou aquicludes. Superficialmente, as rochas desta unidade, quando alteradas, dão origem a sistemas aquíferos locais de pouca expressão (baixa permeabilidade) e bastante susceptíveis às variações sazonais. Ocorre na porção norte da ADA.

1.7.2.3 UNIDADE QUARTZÍTICA

Esta unidade caracteriza-se por ser, predominantemente, aquífero livre a semiconfinado, relacionados às rochas quartzíticas das formações Moeda, Cercadinho, Taboões e Caraça Indiviso. Na ADA, a ocorrência desta unidade hidrogeológica é registrada em um faixa central e uma faixa sul contínua, intercalada pelas unidades hidrogeológicas Confinantes (entre as duas faixas), Carbonáticas (fora da ADA) e Formações Ferríferas. Esta unidade hidrogeológica caracteriza-se por obter boa capacidade de armazenamento e condução hídrica subterrânea. As suas características hidrogeológicas também revelam comportamentos de aquíferos mistos, fissural e poroso, podendo, no entanto, representarem o papel de aquitardos e aquicludes em determinadas porções de predomínio de rochas mais compactas.

Neste sentido, reconhece-se que as rochas das formações Moeda e Taboões constituem-se, predominantemente, em aquíferos do tipo fraturado, que pode ser considerado de bom potencial hidrogeológico devido a sua boa capacidade de armazenamento e transmissão de água subterrânea. Isso se deve ao fato de que a circulação e armazenamento de água nesse aquífero ocorrem nas descontinuidades presentes nos quartzitos, representadas por falhas ou família de juntas e fraturas

existentes em grande quantidade na área em apreço. Além do aquífero fissural, nos domínios de quartzitos puros da Formação Taboões e de quartzitos ferruginosos, intercalados com filitos, da Formação Cercadinho é atribuído um manto de intemperismo de espessura considerável, onde também haveria fluxo em meio poroso, caracterizando esta unidade como um aquífero de fluxo misto.

1.7.2.4 UNIDADE FORMAÇÃO FERRÍFERA

Esta unidade, cuja ocorrência é registrada numa faixa contínua abrangendo a pequena área da porção sul da ADA, compõe-se essencialmente pelas rochas da Formação Cauê e formações ferríferas do Grupo Nova Lima. É o principal sistema aquífero do Quadrilátero Ferrífero, tratando-se de um sistema bastante complexo e controverso pelas particularidades geológicas que vêm sendo progressivamente identificadas e quantificadas nos últimos anos com os estudos hidrogeológicos nas cavas das minas de ferro.

Na área em estudo, a Formação Cauê constitui o principal condutor e armazenador de água subterrânea. As rochas itabiríticas da Formação Cauê, de modo geral, constituem bons sistemas aquíferos, em função da elevada porosidade e permeabilidade quando as rochas se apresentam alteradas e/ou fraturadas. De fato, este sistema pode ser considerado como um aquífero do tipo misto, com porosidade primária (granular) onde as rochas encontram-se friáveis e com porosidade secundária (resultante de fraturas e de falhas) onde as rochas são mais compactas.

Em geral, as camadas mais superiores estão associadas às coberturas de cangas e são caracterizadas por aquíferos porosos originários de processos de lixiviação, principalmente dos minerais de carbonato e sílica. Além disso, nas porções mais inferiores, em domínios de rochas sãs, os aquíferos apresentam um contexto litoestrutural complexo, refletindo propriedades hidrogeológicas bastante heterogêneas, onde o fluxo de água subterrânea fica condicionado às estruturas e descontinuidades compostas por fraturas ou famílias de juntas que lhe servem como conduto. Em geral, esse aquífero passa de granular a fraturado de acordo com a profundidade.

1.7.2.5 UNIDADE CARBONÁTICA

Esta unidade hidrogeológica ocorre na porção oeste da área de estudo, sem ocorrência na ADA e é representada por dolomitos da Formação Gandarela. Na área em apreço, o potencial hidrogeológico desta unidade é restrito e está relacionado ao seu grau de alteração/carstificação. Em todo o Quadrilátero Ferrífero são poucas as regiões conhecidas onde o processo de carstificação potencializou este aquífero. De modo geral, este sistema apresenta um baixo grau de carstificação, apresentando-se como um aquífero bastante heterogêneo, anisotrópico e pouco desenvolvido. As formas cársticas superficiais indicam uma circulação preferencial das águas subterrâneas ao longo da foliação ou bandamento destes dolomitos.

1.7.2.6 UNIDADE CONFINANTE

A Unidade Confinante é composta por rochas das formações Batatal, Fecho do Funil e Barreiro. Estas rochas constituem aquitardos e aquicludes e se caracterizam como barreiras hidráulicas localizadas, podendo influenciar na dinâmica hídrica local e regional. Ocorrem no domínio central da área estudada.

Além dos filitos, a unidade compõe-se ainda por intrusivas básicas pós-Minas representadas por inúmeros corpos de rochas máficas (Dique Porfirítico, Diabásio e Plugs de Metagabro) que cortam toda a seção precambriana exposta na área. Estas rochas apresentam grande importância nos domínios de mina, pois se comportam, em geral, como barreiras hidráulicas em forma de diques, promovendo localmente a compartimentação de unidades aquíferas. Estes diques, quando alterados, apresentam-se como camadas de argila que funcionam como excelentes unidades confinadoras, mas quando ainda são rochas sãs, podem apresentar descontinuidades que favorecem a percolação da água, imprimindo-lhes a característica de aquitardo.

1.7.2.7 UNIDADE COBERTURAS

Esta unidade está associada às ocorrências de coberturas terciárias e quaternárias reportadas no contexto geológico da área de estudo. Estas coberturas compreendem crostas de canga que recobrem predominantemente as rochas da Formação Cauê, mas também ocorrem recobrindo as rochas da Formação Cercadinho. De modo geral, as cangas apresentam um papel muito importante na recarga dos aqüíferos sotopostos, devido a sua alta porosidade e capacidade de transmissão de água. Entretanto, os depósitos de canga constituem meios muito heterogêneos, pois o potencial hidrogeológico associado a eles está diretamente ligado à espessura dos pacotes e ao percentual de material pelítico.

1.7.2.8 PARÂMTEROS HIDRODINÂMICOS

Os valores típicos de condutividade hidráulica foram obtidos por Potamos (2011) a partir da compilação de dados da literatura e dos trabalhos hidrogeológicos já realizados em áreas semelhantes do Quadrilátero Ferrífero. Na **Tabela 1-15** são apresentados os intervalos dos valores típicos de condutividade hidráulica, K, para as unidades hidrogeológicas definidas em função do tipo litológico.

Tabela 1-15 – Intervalos de valores típicos de condutividade hidráulica

UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS PRINCIPAIS	TIPO DE UNIDADE	INTERVALOS DOS VALORES TÍPICOS DE K (CM/S)
Cobertura	Aquífero Poroso	1,0 x 10-3 a 5,0 x 10-2
Confinantes	Aquiclude/Aquitardo	1,0 x 10-7 a 1,0 x 10-5
Carbonática	Aquífero Misto	5,0 x 10-5 a 5,0 x 10-2

Formações Ferríferas	Aquífero Misto	5,0 x 10-4 a 5,0 x 10-2
Quartzíticas	Aquífero Misto	5,0 x 10-5 a 5,0 x 10-2
Xisto	Aquífero Misto	1,0 x 10-6 a 1,0 x 10-2
Rochas Cristalinas	Aquífero Misto	1,0 x 10-6 a 1,0 x 10-2

Fonte: Compilado de ANDERSON & WOESSNER (1992), *apud* Potamos (2011).

1.7.2.9 TIPOLOGIAS AQUÍFERAS

A caracterização de tipologias aquíferas pode ser feita a partir de critérios de identificação de suas estruturas principais, modo de ocorrência, condições de armazenamento e de circulação de água e variação dos parâmetros hidrodinâmicos, os quais podem ser referenciados aos tipos de porosidade existente no meio. Nas áreas de interesse, ocorrem essencialmente dois tipos principais de porosidade: o domínio poroso e o fraturado, relacionados respectivamente aos domínios de porosidade intersticial e aos de porosidade secundária fissural.

Os tipos de rochas que apresentam maior potencial hidrogeológico, em termos de aquiferos, são comumente reconhecidos na natureza. Da mesma forma, as rochas que apresentam pequena predisposição natural para servirem como aquíferos podem ser facilmente identificadas. Frequentemente, os grupos de rochas mapeados em certo domínio denotam ainda a presença de alguns tipos com capacidade intermediária de armazenamento e de condução de água, conferindo, desse modo, a existência de ambientes com potencial hidrogeológico moderado.

Diante da existência destes três cenários possíveis quanto ao potencial hidrogeológico, ou seja, quanto à maior, menor ou média capacidade aquífera, adotou-se uma terminologia similar para distribuir espacialmente os agrupamentos de unidades geológicas e hidrogeológicas que podem representar tais cenários, conforme idealizado por MOURÃO (2007, *apud* Potamos, 2011).

Assim, diante do vasto leque composicional atribuído aos inúmeros tipos de rochas existentes, a classificação de tipologias aqüíferas pode ser feita da seguinte maneira:

- Zonas Aquíferas (ZA);
- Zonas de Aquíferos Pobres (ZAP); e,
- Zonas Não-Aquíferas (ZNA).

A **Tabela 1-16** exibe o resultado desta metodologia em termos de agrupamentos hidrogeológicos e de suas respectivas associações com as tipologias aquíferas. Na **Figura 1-50**, por sua vez, é apresentada a distribuição destes domínios na área do projeto.

Tabela 1-16 – Caracterização de tipologias aquíferas pela relação entre unidades hidrogeológicas.

TIPOLOGIAS AQUÍFERAS	UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS PRINCIPAIS	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS
Zonas Aquíferas (ZA)	Unidade Coberturas	Cangas
	Unidade Formação Ferrífera	Formação Cauê, Grupo Nova Lima
	Unidade Quartizítica	Formação Taboões, Formação Cercadinho, Caraça Indiviso, Formação Moeda
Zona de Aquíferos Pobres (ZAP)	Unidade Carbonática	Formação Gandarela
	Unidade Xisto	Grupo Sabará, Grupo Nova Lima, xisto e filito
	Unidade Rochas Cristalinas	Gnaisse
Zona Não-Aquífera (ZNA)	Unidade Confinante	Dique porfirítico, Diabásio, Plugs de Metagrabo, Formação Barreiro, Formação Fecho do Funil, Formação Batatal

Fonte: Potamos (2011).

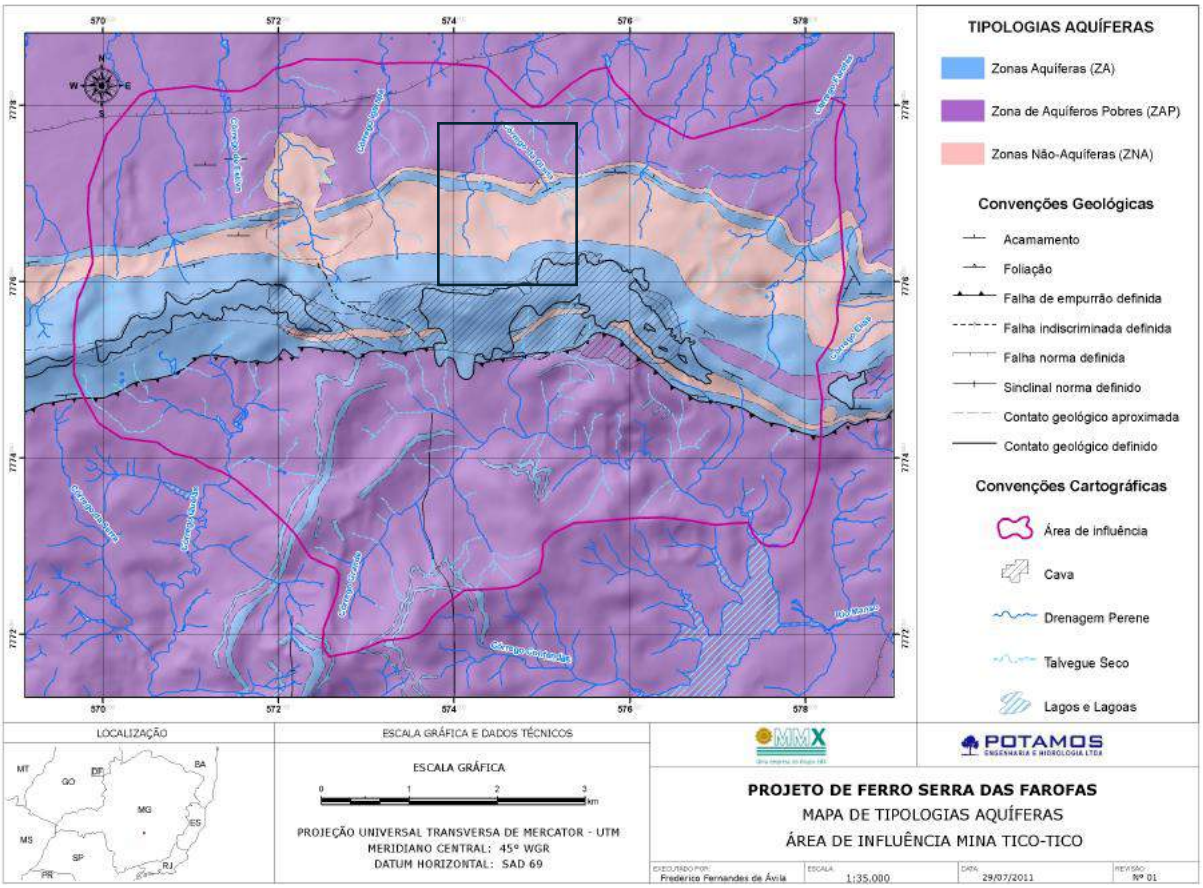


Figura 1-50 – Mapa das tipologias aquíferas do estudo da Potamos (2011) para a área da Mineração Morro do Ipê. Em destaque, o polígono da área de implantação das PDER fase 2, 3 e 4. **Fonte:** Potamos, 2011.

1.7.2.9.1 ZONAS AQUÍFERAS

As Zonas Aquíferas perfazem todos os domínios abrangidos pelos litotipos que, de modo agrupado ou não, sejam representados pelos materiais de maior potencial hidrogeológico quais sejam, as formações ferríferas, as cangas e as rochas quartzíticas. Esses materiais conformam notadamente as expressões de maior potencial hidrogeológico, reunindo as propriedades hidráulicas de maior capacidade ao armazenamento e à condução das águas subterrâneas.

Nesta tipologia, os Aquíferos em Formações Ferríferas são responsáveis pela maior parcela da descarga de água subterrânea que abastece as principais drenagens localizadas na região. Nesse domínio, as zonas de recarga relacionam-se às porções com cotas topográficas mais elevadas. Já as principais zonas de descarga correspondem às porções de cotas topográficas mais baixas, representadas pelas cabeceiras e talvegues de drenagens. Assim, pode-se dizer que o nível d'água subterrânea destes aquíferos tende a acompanhar a topografia, em direção aos cursos de água superficial.

As zonas aquíferas em cangas constituem aquíferos livres sobrepostos predominantemente àqueles de formações ferríferas. Apresentam elevado potencial hidrogeológico, além de servirem como fonte de recarga para aquíferos sotopostos.

As zonas aquíferas vinculadas aos Aquíferos Quartzíticos podem ser consideradas como de elevado potencial hidrogeológico devido às suas condições de condutividade hidráulica e capacidade de armazenamento. Isso se deve ao fato de que a circulação e armazenamento de água nesse aquífero ocorrem nas descontinuidades presentes nos quartzitos, representadas por seus planos de fissuras e fraturas interconectadas, além de falhas estruturais presentes em nível local e regional.

Assim, as características hidrogeológicas relacionadas ao armazenamento e ao fluxo subterrâneo na tipologia de zona aquífera ficam condicionadas por fluxos mistos, representados pelo meio fissural e poroso. Em geral as camadas superiores são caracterizadas por aquíferos porosos em unidades de coberturas. Já nas porções inferiores, junto à porção sã da rocha, o meio aquífero apresenta-se bastante complexo, em função de seu caráter fissural.

1.7.2.9.2 ZONAS DE AQUÍFEROS POBRES

Na área de estudo em questão, os materiais representados pelas rochas xistosas são abundantes, sobrepujando em muito, outros materiais considerados também de média a baixa capacidade, tais como as rochas cristalinas e dolomíticas. Em geral, a associação desses materiais com determinados atributos estruturais; tais como: falhas, diaclases e fraturas; proporcionam um acréscimo do potencial hídrico subterrâneo, atuando como porosidade secundária da rocha e aumentando a capacidade de circulação e armazenamento da água subterrânea de acordo com o grau de interconectividade entre as mesmas. No caso de rochas dolomíticas, eleva-se ainda mais esse potencial, em função da propensão dos carbonatos à dissolução, principalmente junto às zonas de contato com outros materiais.

Em nível regional, as rochas cristalinas consistem em um aquífero fraturado cuja capacidade armazenadora de água subterrânea com potencialidade aquífera está vinculada ao manto de alteração que capeia a porção de rocha sã. Assim, esse manto poroso favorece a infiltração dos aportes meteóricos até atingirem as zonas de porosidade secundária materializadas pelas fraturas da rocha sã, por onde se dá preferencialmente o escoamento de fluxos subterrâneos.

As rochas xistosas são desprovidas de porosidade primária. Desenvolvem zonas aquíferas localizadas em foliações ou fraturas na rocha sã. Desta forma, nos xistos a circulação de água subterrânea ocorre apenas nas descontinuidades. Os mantos de alteração dos xistos, devido ao elevado conteúdo de argilas, são classificados como aquitardos.

1.7.2.9.3 ZONAS NÃO-AQUÍFERAS

Estas zonas restringem-se aos domínios em que as rochas representadas por filitos e diques básicos, em geral, expressam seu caráter hidrogeológico relativo às baixíssimas condições de armazenabilidade e de condutância de água subterrânea, o que os imputa essencialmente as características de aquicludes ou aquitardos, e até mesmo aquifugos.

Devido às baixas permeabilidade e porosidade próprias desses materiais, esses meios comportam-se majoritariamente como faixas impermeáveis ou confinantes, implicando em aproveitamentos muito baixos ou nulos.

1.8 GEOMORFOLOGIA

Segundo Casseti (2007), a geomorfologia é um conhecimento específico, sistematizado, que tem por objetivo analisar as formas do relevo, buscando compreender os processos pretéritos e atuais modeladores da paisagem. Como componente disciplinar da temática geográfica, a geomorfologia constitui importante subsídio para a apropriação racional do terreno, como recurso ou suporte, considerando a conversão das propriedades geoecológicas em sócio reprodutoras. Seu objeto de estudo é a superfície da crosta terrestre, apresentando uma forma específica de análise que se refere ao relevo.

A análise geomorfológica incorpora o necessário conhecimento do jogo de forças antagônicas, sistematizadas pelas atividades tectogenéticas (endógenas) e mecanismos morfoclimáticos (exógenos), responsáveis pelas formas resultantes. Para a avaliação diagnóstica em tela, a avaliação geomorfológica contribui principalmente na avaliação de áreas susceptíveis a processos erosivos e deposicionais; mas também é significativa para análises integradas do relevo a diversos outros condicionantes ambientais, afetos ao meio físico, biótico e socioeconômico.

1.8.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Serão abordados os principais aspectos relacionados à dinâmica geomorfológica responsável pela esculturação das formas de relevo que ocorrem na região do empreendimento. Neste contexto, o relevo é entendido como o produto da dialética que se faz entre os fatores endógenos, responsáveis pela geração dos fatos geomorfológicos, e os fatores exógenos, aos quais se atribuem sua esculturação e retrabalhamento ao longo do tempo.

Este estudo foi subsidiado por mapas temáticos cuja análise possibilitou a interpretação da paisagem onde se insere o empreendimento, a partir da perspectiva geomorfológica regional, com a identificação de domínios morfoestruturais e morfoclimáticos, segundo metodologia proposta por Azis Ab'Saber (1965), discriminada em IBGE (2008); e de Unidades de Relevo do Brasil, também discriminadas em IBGE (2008). Os quais contribuíram para a confecção do Mapa Geomorfológico do Estado de Minas Gerais, na escala de 1:250.000, segundo o IBGE[9], disponibilizado no IDE-Sisema[10]. Outros estudos identificados na literatura também foram utilizados para a caracterização geomorfológica regional, como Varejão (1991) e RADAMBRASIL (1983).

---

[9]https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geomorfologia/10870-geomorfologia.html?=&t=acesso-ao-produto

[10] https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis

Para a caracterização da geomorfologia local foram adotados dados altimétricos do terreno gerados por Modelo Digital de Elevação (MDE), oriundo do satélite ALOS e do seu sensor radar PALSAR, chegando a 12,5 m de "resolução espacial". O "MDE-PALSAR" está disponível pela ASF (*Alaska Satellite Facility*)[11].

A partir dos referidos dados altimétricos do terreno, representados no mapa altimétrico da AER foram processados os dados de declividade do terreno, com auxílio da ferramenta "*Slope*" do "*Spatial Analyst Tools*", disponível no software ArcGis. As classes de declividade estão de acordo com as classes propostas em Embrapa (1979). De modo complementar foram gerados perfis altimétricos na ADA e seu entorno, com auxílio do Google Earth, permitindo a melhor representação da altimétrica e das declividades dessas áreas, em relação às principais estruturas do empreendimento.

Também foram processados dados do Projeto Topodata / INPE[12] para a caracterização das "Formas de Relevo", em escala local, a partir dos dados SRTM disponibilizados pelo *United States Geological Survey* (USGS) (VALERIANO, 2005).

Por fim, foram realizadas Análises Morfométricas das principais Bacias Hidrográficas da área de estudo, seguindo diretrizes técnicas disponíveis na literatura especializada. No Flanco norte da serra Azul, foram consideradas as bacias do córrego Igarapé, do córrego Olaria e do córrego Açoita Cavalo. No flanco sul, as Análises Morfométricas foram realizadas para o córrego Grande. Os índices calculados foram: (i) Fator de Forma; (ii) Índice de Circularidade; Coeficiente de Compacidade; e Tempo de Concentração.
Os dados cartográficos foram editados, de modo a permitir a obtenção das métricas afetas à extensão dos cursos hídricos, áreas e perímetros de bacias hidrográficas. Estes dados, associados a registros topográficos, possibilitaram avaliações de elevação das nascentes e exutórios de corpos hídricos principais, bem como, a avaliação do desnível e declividade do terreno, necessários para a obtenção dos seguintes índices morfométricos: do Fator de Forma (Kf); Índice de Circularidade (Ic); Coeficiente de Compacidade (Kc); e o Tempo de Concentração (Tc).

O detalhamento das unidades de medidas, fórmulas e fontes de referências bibliográficas é apresentado junto aos resultados da avaliação, assim como a análise comparativa das classificações e dos atributos morfométricos.

Por fim, cabe mencionar que foi realizada uma pesquisa sobre sítios arqueológicos cadastrados na base de dados do IPHAN[13]. Bem como, a presença de sítios paleontológicos na área diretamente afetada pelo empreendimento junto ao Serviço Geológico do Brasil – CPRM[14] e a Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e

[11] https://search.asf.alaska.edu/#/
[12] http://www.dsr.inpe.br/topodata/documentos.php
[13] http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1701/
[14] http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Estratigrafia%2C-Paleontologia-e-Sedimentologia-28

Paleobiológicos – SIGEP[15]. Mas não foram encontrados registros na Área de Estudo Regional.

1.8.2 RESULTADOS

1.8.2.1 CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO REGIONAL

Partindo de uma análise regional, pode-se dizer que, em primeiro nível, o empreendimento se situa no domínio morfoestrutural dos Crátons Neoproterozóicos (IBGE, 2008). Este domínio morfoestrutural compreende planaltos residuais, chapadas e depressões interplanálticas, tendo como embasamento metamorfitos e granitóides associados e incluindo como cobertura rochas sedimentares e/ou vulcano-plutonismo, deformados ou não. (**Figura 1-51**).

De acordo com Ab'Sáber (1965) *apud* IBGE (2008) o empreendimento está localizado em "Faixa de Transição" dos Domínio Morfoclimáticos Mares de Morro, com terrenos mamelonares tropicais-atlânticas florestadas; e o Domínio do Cerrado, com chapadões tropicais interiores com cerrados e florestas – galerias.

[15] http://sigep.cprm.gov.br/

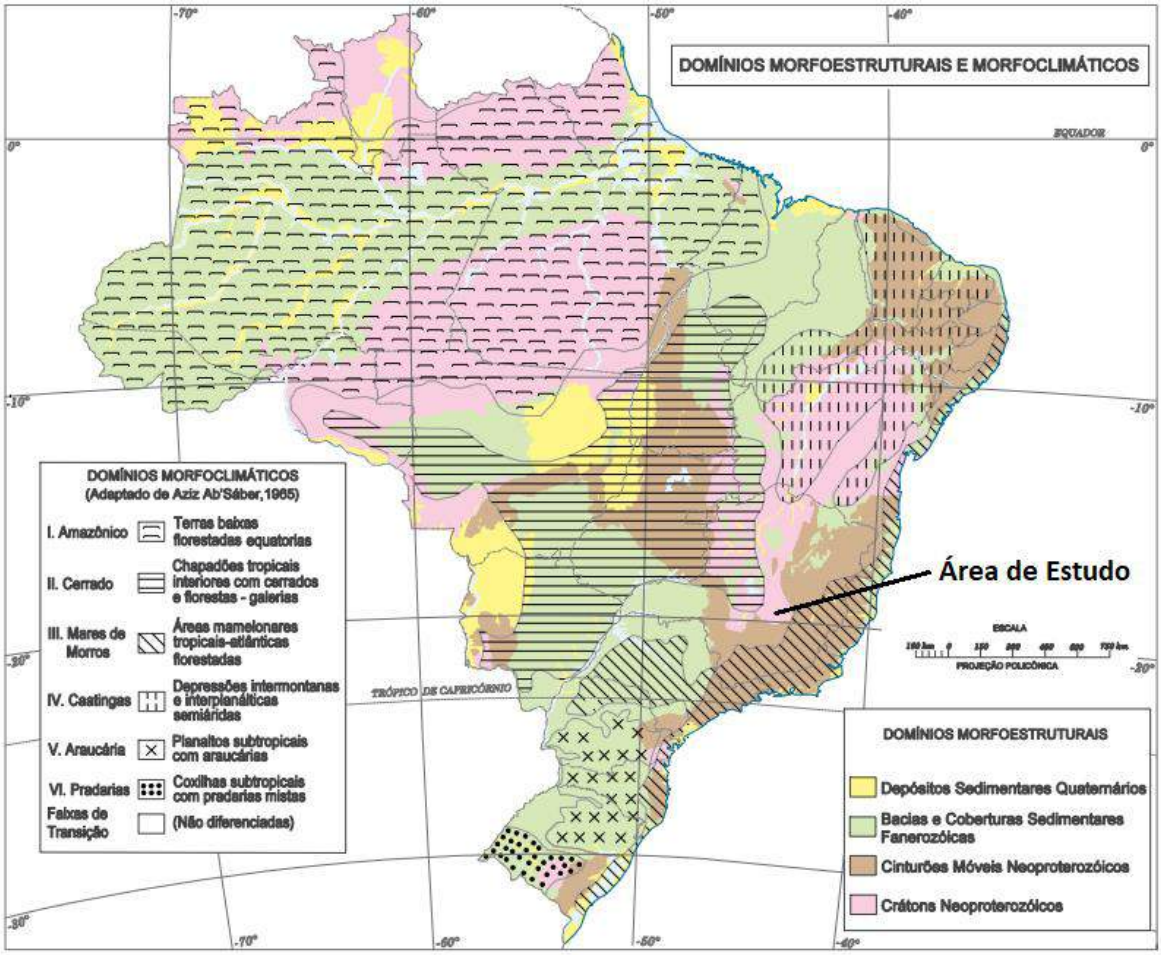


Figura 1-51 - Mapa dos domínios morfoestruturais e morfoclimáticos do território brasileiro. **Fonte**: adaptado de IBGE (2008).

Também foram consideradas as Regiões Geomorfológicas (IBGE, 2008) que correspondem ao segundo nível hierárquico da classificação do relevo. Representam compartimentos inseridos nos conjuntos litomorfoestruturais que, sob a ação dos fatores climáticos pretéritos e atuais, lhes conferem características genéticas comuns, agrupando feições semelhantes, associadas às formações superficiais e às fitofisionomias. Neste caso, a área que contempla o empreendimento MMI está inserida na região do Quadrilátero Ferrífero, em um trecho denominado regionalmente de serra do Curral ou serra Azul (**Figura 1-52**).

O relevo do quadrilátero ferrífero se divide em dois tipos: linhas e cristas de cumeadas, constituindo modelados de dissecação diferencial, isolados em meio a modelados de dissecação homogênea (SALGADO, 2006 *apud* SILVA, 2007). Os primeiros são distintos pela sua altimetria elevada, assim como pela continuidade e extensão da forma, geralmente, estão associados a processos estruturais de elaboração do relevo, tais como: as falhas normais e de empurrão e os fatores litológicos (itabiritos e quartzitos). Os relevos de dissecação homogênea constituem a parte central e o entorno do Quadrilátero Ferrífero, abrangendo colinas um pouco alongadas e de topos convexos e tabulares dos Complexos Metamórficos (RADAMBRASIL, 1983 *apud* SILVA, 2007).

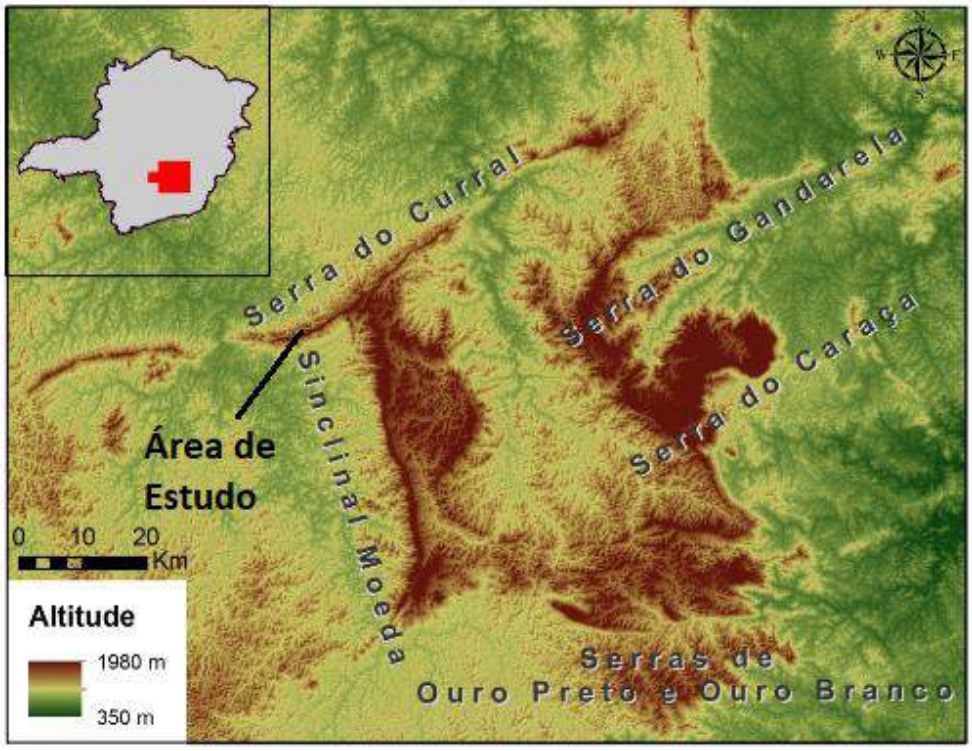


Figura 1-52 - Localização da área de estudo em parte da Serra do Curral, na unidade das Serras do Quadrilátero Ferrífero. **Fonte**: Adaptado de Instituto Prístimo[16].

Para Varejão (1991), o Quadrilátero Ferrífero consiste em um conjunto de feições didáticas marcadas por um forte controle estrutural e produzidas por processos de erosão diferencial. Tal controle estrutural condiciona a fisiografia deste conjunto orográfico por meio de grandes estruturas dobradas como sinclinais suspensos, anticlinais erodidos e cristas do tipo *hogback*. Portanto, o principal processo envolvido na geração desta morfologia, marcada pela intensa variação topográfica, é a erosão diferencial (BARBOSA, 1980).

Medina et al. (2005) também retratam a serra do Curral como um “hogback” extenso, constituindo o resto de uma dobra sinclinal invertida das rochas do Supergrupo Minas sobre as rochas graníticas da região de Belo Horizonte (Depressão Periférica de Belo Horizonte). Ainda de acordo com os autores, os desnivelamentos totais atingem amplitudes topográficas entre 300 e 500 m acima das depressões de Belo Horizonte e do rio Paraopeba, com declividades variando entre 30 e 45°. A densidade de drenagem é alta, com padrão dendrítico à treliça, por vezes, condicionada por estruturas de direção N-S ou seguindo patamares litoestruturais.

Nesse sentido, o relevo da região obedece aos seguintes arranjos: as rochas mais resistentes do ponto de vista químico e mecânico - quartzitos (Grupo Maquiné e Caraça) e itabiritos (Grupo Itabira) - apresentam imponentes cristas, que, devido aos efeitos da

[16] https://institutopristino.org.br/inicio-do-projeto-geotecnologias-para-gestao-hidrica-do-sinclinal-moeda-mg-2/

erosão diferencial, destacam-se na topografia regional. Em uma posição intermediária no relevo encontram-se os conjuntos de encostas esculpidas sobre os filitos e xistos. E, por último, situadas nas regiões mais deprimidas, localizam-se as chamadas "terras baixas", formadas por complexos metamórficos caracterizados pela presença de gnaisses e migmatitos (MEDINA *et al.*, 2005).

O terceiro nível taxonômico de classificação do relevo refere-se às Unidades Geomorfológicas. Elas são definidas como um arranjo de formas altimétrica e fisionomicamente semelhantes em seus diversos tipos de modelados. A geomorfogênese e a similitude de formas podem ser explicadas por fatores paleoclimáticos e por condicionantes litológica e estrutural. Cada unidade geomorfológica evidencia seus processos originários, formações superficiais e tipos de modelados diferenciados dos demais. O comportamento da drenagem, seus padrões e anomalias são tomados como referencial à medida que revelam as relações entre os ambientes climáticos atuais ou passados e as condicionantes litológicas ou tectônicas (IBGE, 2008).

De acordo com o Mapa de Unidades de Relevo do Brasil (**Figura 1-53**), a área de estudo apresenta-se sobre o compartimento de relevo classificado como "Serras", que constituem relevos acidentados, elaborados em rochas diversas, formando cristas e cumeadas ou as bordas escarpadas de planaltos.

Neste mapeamento são consideradas as formas de relevo que apresentam definição geométrica similar em função de uma gênese comum e dos processos morfogenéticos atuantes. Segundo a metodologia definida em IBGE (2009) a quarta ordem de grandeza constitui a dos Modelados. Nesse sentido, nas Serra do Quadrilátero Ferrífero, incluindo a área de estudo, predominam os processos de dissecação estrutural do terreno, definido pela forma do topo do terreno e pelo aprofundamento e densidade da drenagem.

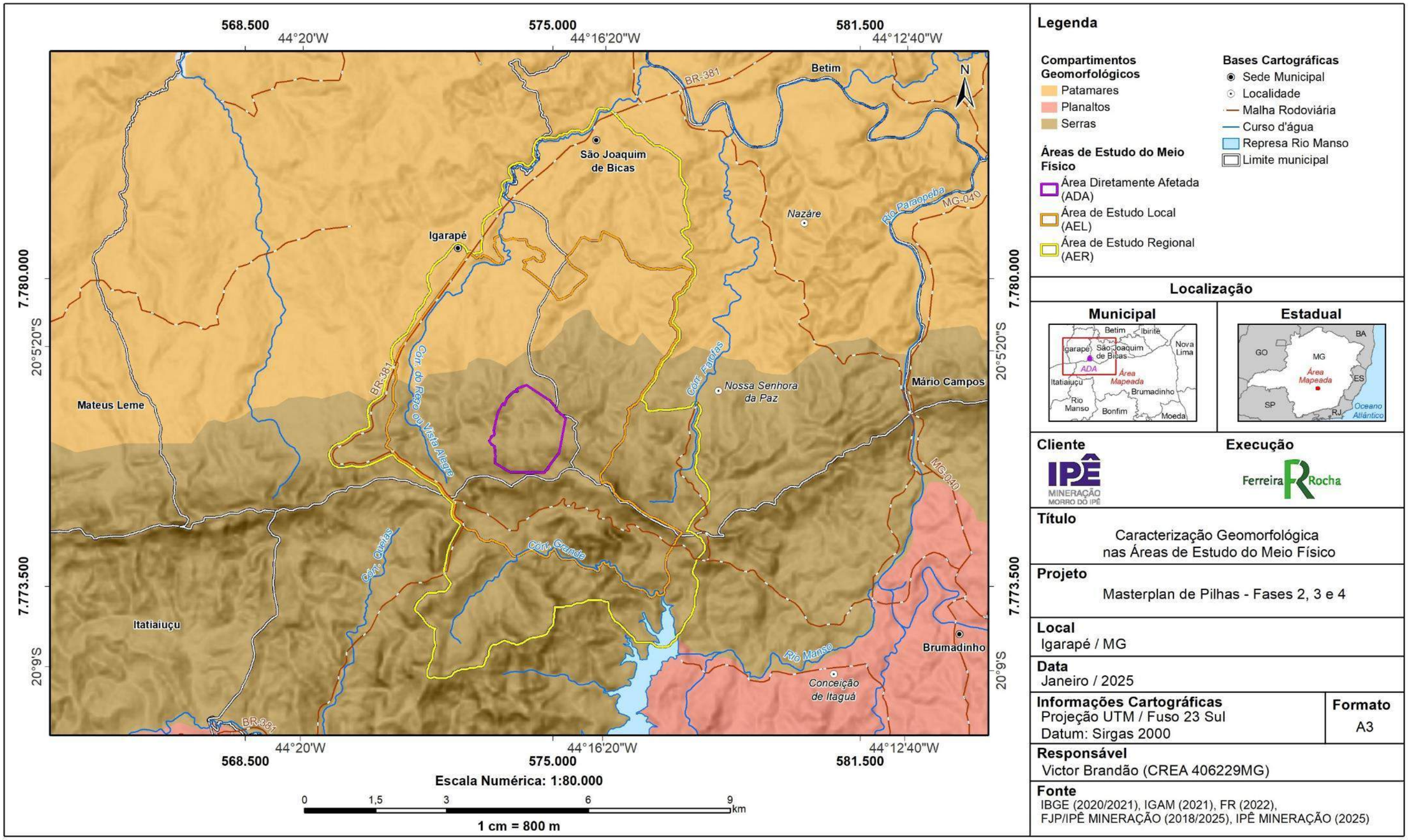


Figura 1-53 - Mapa de compartimentação do relevo.

Conforme verificado na **Figura 1-54** à **Figura 1-57**, as feições de topo do relevo na AER são classificadas em convexas, esculpidas em rochas metamórficas, denotando controle estrutural. São caracterizadas por vertentes de declividades acentuadas, entalhadas por sulcos e cabeceiras de drenagem de primeira ordem.

Figura 1-54 - Vista da serra Azul (ADA), em trecho voltado para norte.

Figura 1-55 - Vista de Igarapé no flanco norte da serra Azul.

Figura 1-56 - Vista da serra Azul (ADA), em trecho voltado para sul.

Figura 1-57 - Vista de Brumadinho no flanco sul da serra Azul.

1.8.2.2 CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO LOCAL

A ADA do empreendimento encontra-se entre 1264 m e 870 m, conforme identificado no mapa altimétrico da **Figura 1-58**. No mapa também são apresentados os perfis altimétricos gerados com auxílio do Google Earth, para quatro trechos representativos, conforme apresentado na sequência, na **Figura 1-59** e **Figura 1-60**. Nas figuras também são apresentadas indicações dos trechos a serem abrangidos pelas principais estruturas do empreendimento.

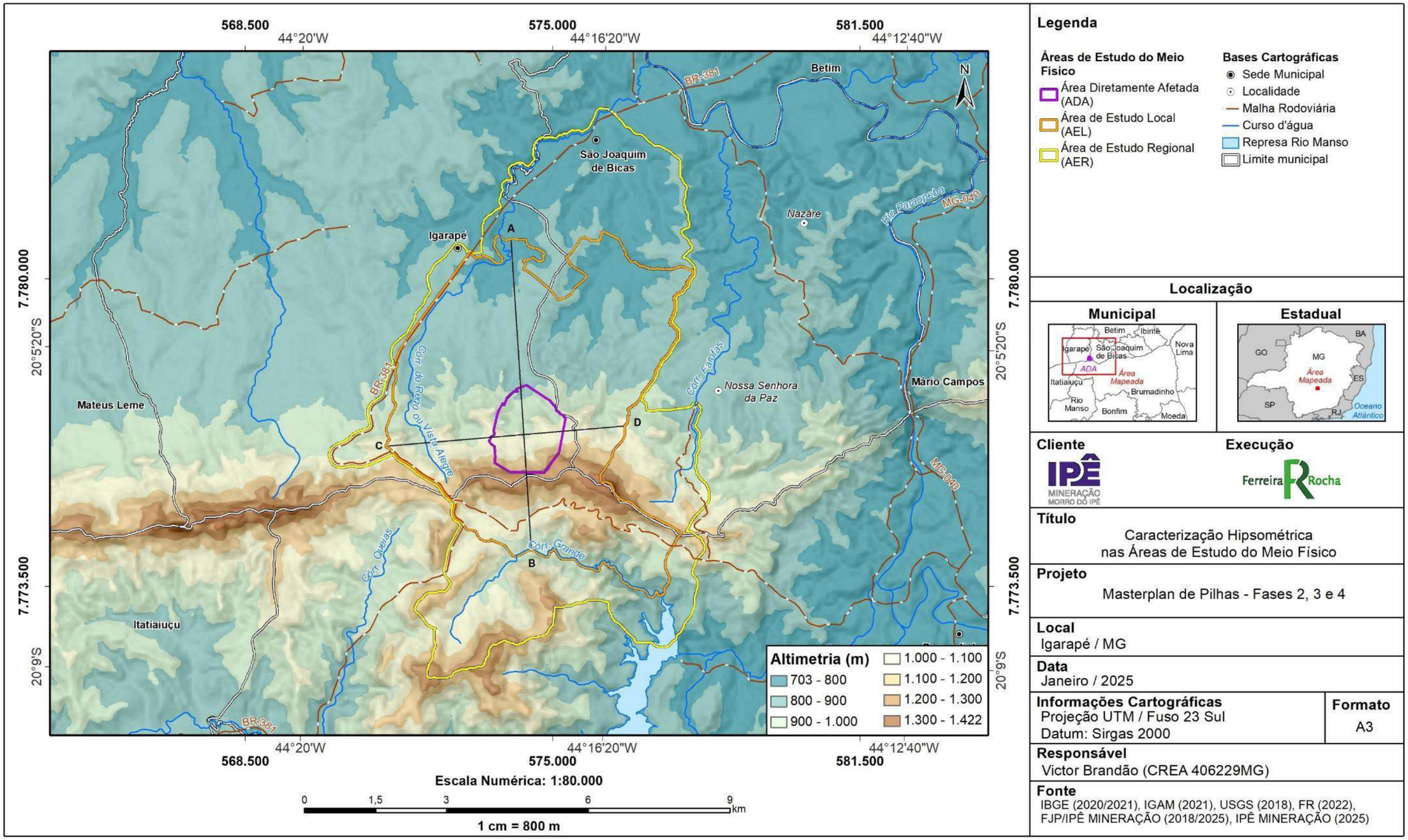


Figura 1-58 - Mapa hipsométrico das Áreas de Estudo.

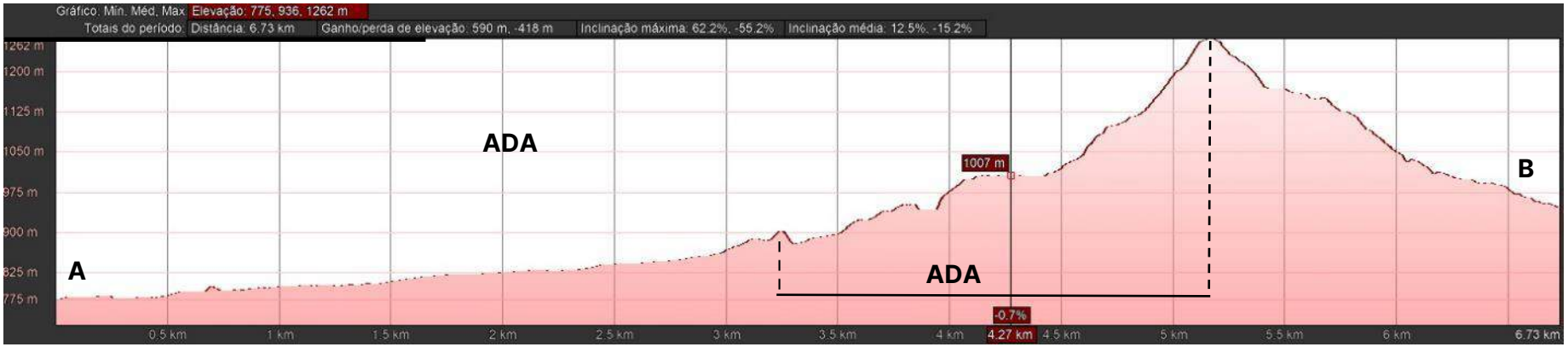


Figura 1-59 - Perfil altimétrico no sentido norte-sul (do Ponto A ao Ponto B).

Figura 1-60 - Perfil altimétrico no sentido nordeste-sudoeste (do Ponto C ao Ponto D).

As informações referentes à declividade foram analisadas com base nos dados quantitativos advindos do gradiente topográfico da área de estudo. A análise se baseou na proposição intervalar de classes de declividade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1979). Esta categorização estabelece seis classes de declividade com intervalos pré-definidos: plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado, montanhoso e escarpado. Os intervalos, em percentil, aos quais correspondem essas classes são os seguintes, respectivamente: 0-3%; 3-8%; 8-20%; 20-45%; 45-75%; >75% (**Figura 1-61**).

A declividade foi convertida em área para se conhecer qual a proporção do terreno que se enquadra cada uma das classes de declividade, conforme representado na **Tabela 1-17**. Nota-se que na AER há predominância de terrenos ondulados a fortemente ondulados. As maiores declividades estão mais próximas à linha de cumeada da serra Azul, quando formam trechos classificados como montanhosos e escarpados (acima de 45%).

Tabela 1-17 - Área ocupada por cada classe de declividade na AER em termos absolutos e relativos.

IPÊ MINERAÇÃO - DECLIVIDADE NA AER				
CLASSE	**INTERVALO**	**AREA_HA**	**AREA_KM2**	**PERCENTUAL (%)**
Plano	0 - 3	211.56	2.12	3.93
Suave-ondulado	3 - 8	862.07	8.62	16.00
Ondulado	8 - 20	2098.92	20.99	38.96
Forte-ondulado	20 - 45	1791.51	17.92	33.26
Montanhoso	45 - 75	401.04	4.01	7.44
Forte-montanhoso	>75	21.67	0.22	0.40
Total		5386.77	53.87	100.00

Quanto aos aspectos legais, o novo Código Florestal, instituído pela Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 e posteriormente alterado pela Lei Federal Nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, determina que as encostas ou partes destas, com declividade superior a 45° (equivalente a 100%) na linha de maior declive, são APPs, sendo, por isso, restritas à ocupação.

De acordo com o Decreto Estadual 44.646/2007, para construções deve-se verificar o cumprimento do item que trata das áreas de declividade entre 30% e 47%, que necessitam de laudo geotécnico que comprove a estabilidade do solo nessas áreas, se parceladas para o mencionado fim. As áreas com declividades a 47% são restritivas.

Em âmbito municipal, nota-se de modo geral que os Planos Diretores seguem as determinações estaduais. Mas deve-se considerar que estes valores devem ser considerados apenas como referência, especialmente de condições de ocupação do solo em áreas do entorno do empreendimento, já que as intervenções minerárias pretendidas contam com estudos específicos para fins de licenciamento de obra de grande porte

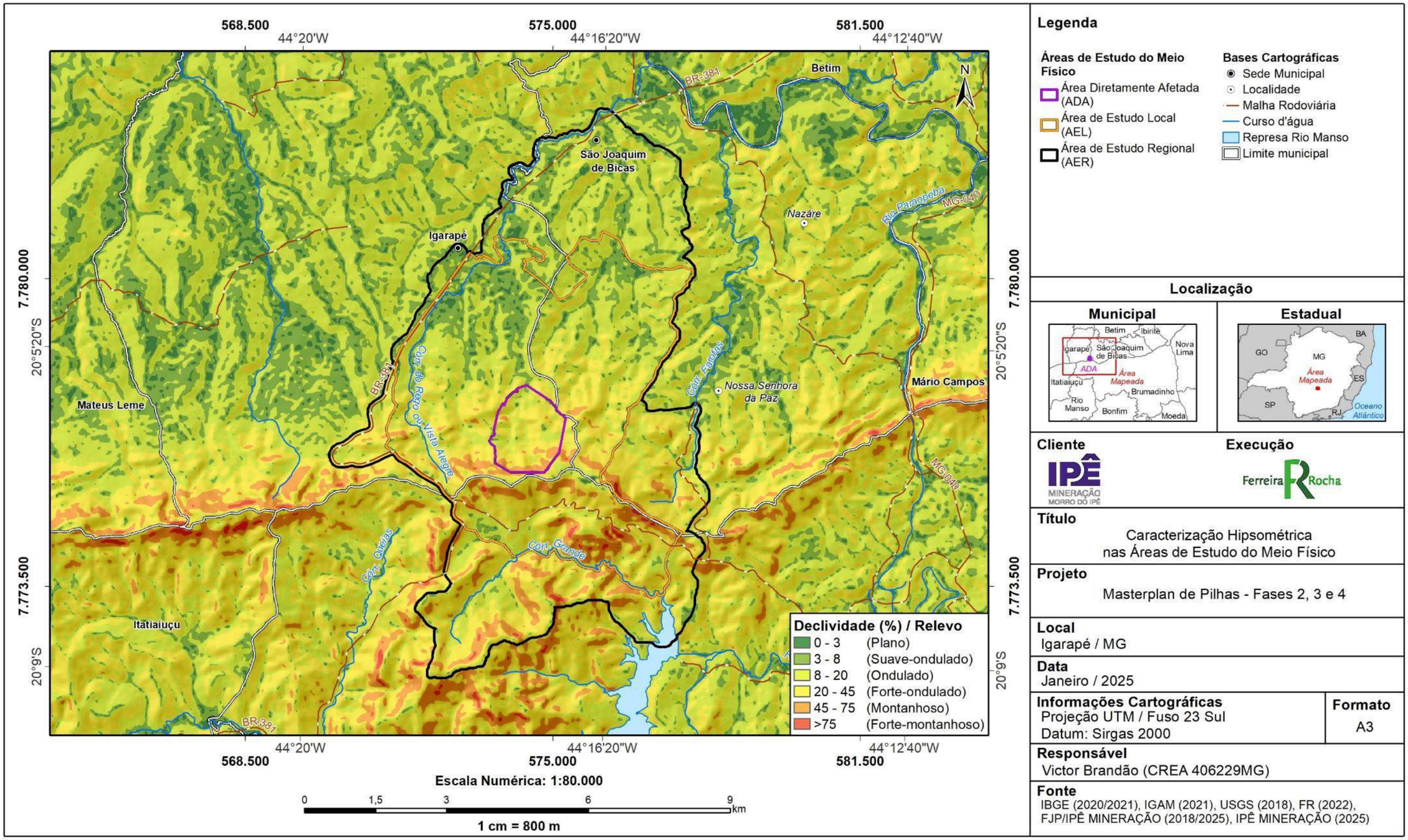


Figura 1-61 - Mapa de Declividade.

Na ADA nota-se que o relevo é fortemente ondulado, onde a declividade varia entre 20 e 45%, embora existam trechos pontuais com áreas planas a onduladas, especialmente. Verifica-se a presença de trechos com declividades superiores a 45%, retratando terrenos montanhoso e forte-montanhoso principalmente nas áreas mais elevadas do flanco norte e no flanco sul da serra Azul.

De acordo com o IBGE (2009), o relevo pode influenciar de diferentes formas a erosão dos solos, seja pela influência da declividade, do comprimento das encostas e da forma que elas apresentam. A importância da declividade e do comprimento das vertentes para a erosão é atribuída à influência que estes fatores exercem sobre a velocidade e o volume do escoamento superficial. Por sua vez, a forma das vertentes, atua direta e indiretamente no escoamento superficial e na erosão, com importantes implicações para o balanço de materiais e natureza dos processos. Assim, é apresentado o mapa de Formas de Relevo na área de estudo (**Figura 1-62**), segundo dados processados do Projeto Topodata / INPE (VALERIANO, 2005).

No que se refere à forma das vertentes, nota-se a sua estreita correlação em relação à malha hidrográfica local, com formação de vertentes côncavas próximas aos canais de drenagem e vertentes convexas em meia encosta e topos de morros da área de estudo. Na ADA, há trechos compreendidos principalmente por vertentes côncavas e convergentes nas imediações de corpos hídricos e convexas nos limites das áreas previstas para a PDE.

Nessas áreas deve-se ter um especial cuidado em relação à velocidade de drenagem pluvial e formação de trechos erosivos. Conforme apresentado no capítulo de pedologia (na caracterização de susceptibilidade erosiva), foram identificados expressivos processos erosivos nessas áreas, certamente pela influência da declividade e forma do terreno.

Segundo IBGE (2009), nos trechos de forma convexa há tendência destes setores apresentarem dispersão de água pluvial e a serem mais secos que as concavidades. E ainda, a superfície superior convexa do perfil de uma determinada vertente é controlada por escorregamentos, em especial o rastejamento. Ao contrário, as vertentes de contornos côncavos são consideradas coletoras de água, cujo transporte pela água podem influenciar a ocorrência de erosões laminares ou fluviais.

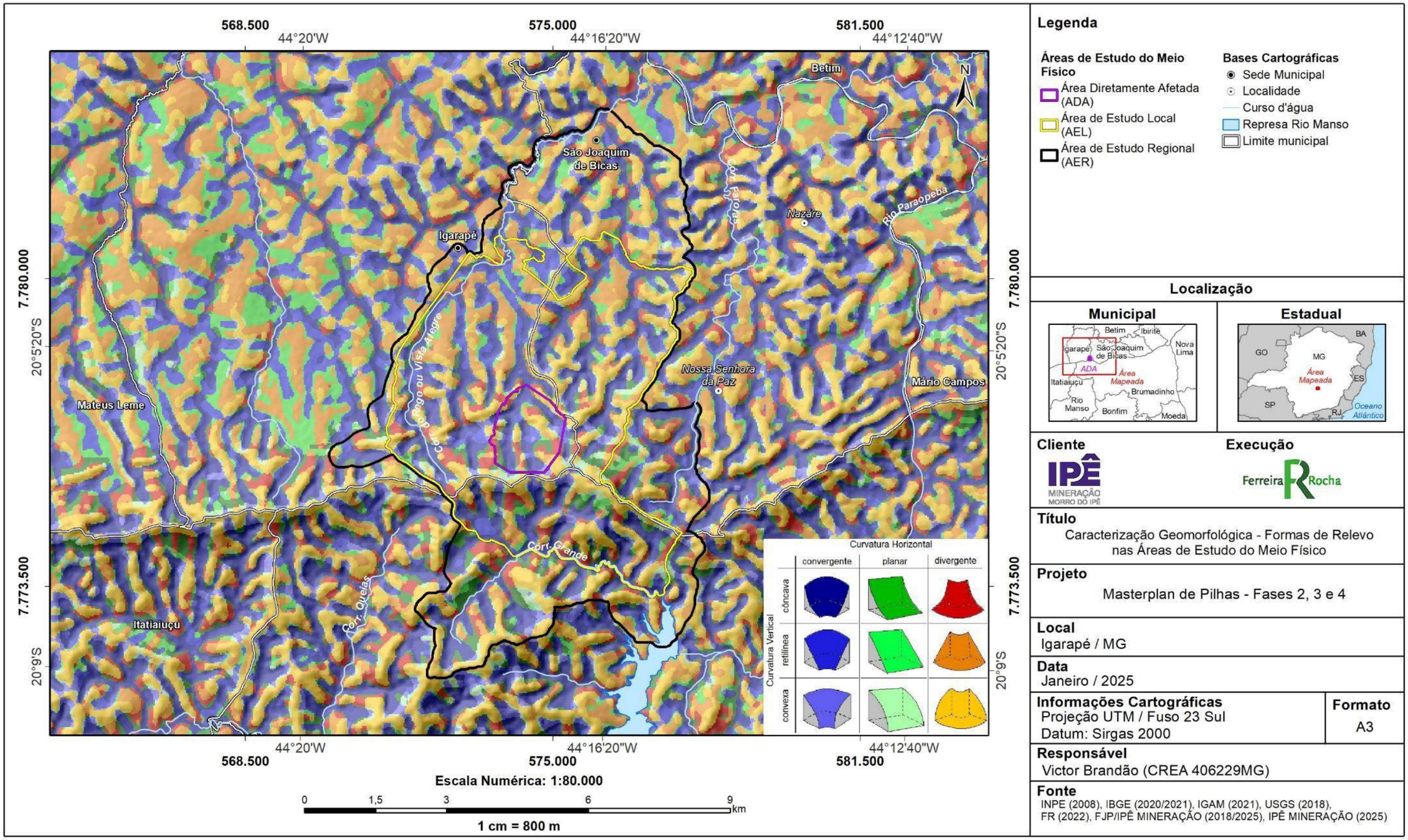


Figura 1-62 - Mapa de Formas de Relevo.

1.8.2.3 ANÁLISE MORFOMÉTRICA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

As características físicas das bacias hidrográficas são elementos fisiográficos da paisagem, estreitamente associados às condições geomorfológicas da área mapeada, que podem ser relevantes para a avaliação do comportamento hidrológico associado. Na prática, o conhecimento destes elementos auxilia na determinação indireta dos valores de descargas extremas em seções da bacia onde não existem informações do regime dos cursos d'água, além de permitir o estabelecimento de relações e comparações entre dados hidrológicos conhecidos.

Neste sentido, Lindner et al. (2007), ressaltam que os índices morfométricos são importantes pressupostos para a elaboração de projetos de prevenção e defesa contra eventos hidrológicos como estiagens e enchentes, que ocorrem em bacia hidrográfica. E segundo Embrapa (2012), podem ser utilizados para apontar áreas de maior suscetibilidade a processos erosivos, configurando instrumentos para o planejamento e gestão territorial. Bem como, podem contribuir para um melhor aproveitamento dos recursos naturais e a prevenção da degradação ambiental.

A metodologia adotada para os cálculos de índices morfométricos das bacias hidrográficas abrangidas pela AER e AEL pode ser agrupada de acordo com as seguintes etapas principais: (i) Processamento e edição de dados cartográficos, com a delimitação de bacias hidrográficas em Sistema de Informação Geográfica; (ii) cálculo de atributos morfométricos de acordo com referenciais teóricos; e (iii) análise comparativa das classificações e dos atributos morfométricos.

Os resultados da análise geométrica da bacia, que corresponde à análise dos atributos da rede de drenagem e da morfologia, segundo Christofoletti (1969) são apresentados no mapa da **Figura 1-63** e na **Tabela 1-18**.

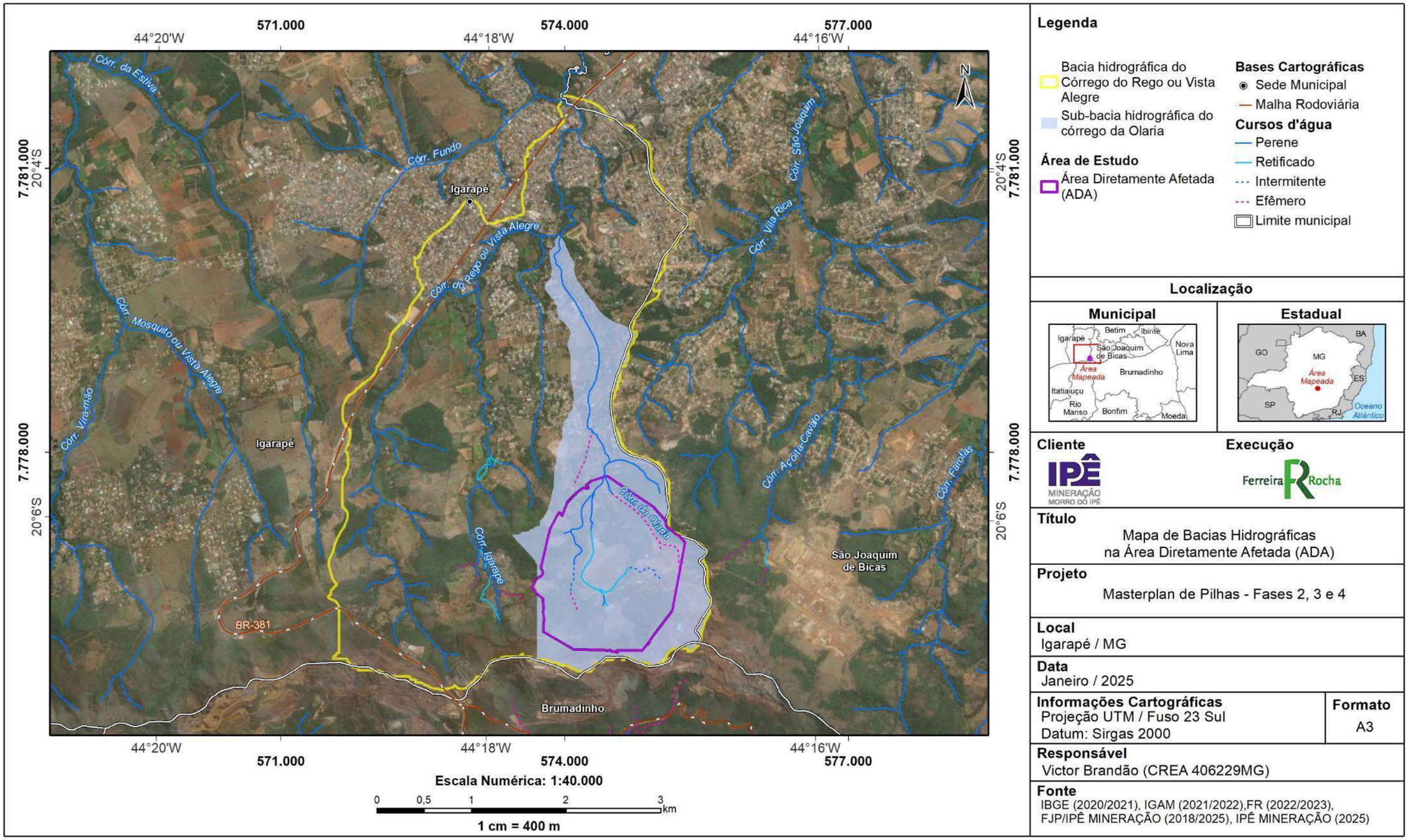


Figura 1-63 - Mapa de bacias hidrográficas na ADA, adotadas para a análise morfométrica.

Tabela 1-18 - Caracterização Fisiográfica – Resultados Numéricos para as bacias hidrográficas da Área de Estudo Regional.

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	FÓRMULA	FONTE DE REFERÊNCIA	CÓRREGO DA OLARIA
Área de drenagem da bacia de interesse (A)	km^2	-	IDE-Sisema	4,53
Perímetro da bacia de interesse (P)	km	-	IDE-Sisema	12,63
Comprimento do eixo da bacia (C)	km	-	IDE-Sisema	4,67
Comprimento do canal principal (L)	km	-	IDE-Sisema	4,22
Maior elevação do curso d'água – nascente (Hmax)	m	-	Medina et al. (2005); Shinato & Carvalho-Filho (2005)	1.040
Altura média (cota média – cota mínima) (Hmed)	m	-	Medina et al. (2005); Shinato & Carvalho-Filho (2005)	133,10
Elevação do ponto de interesse (Hponto)	m	-	Medina et al. (2005); Shinato & Carvalho-Filho (2005)	781,00
Desnível natural total até o ponto de interesse (H)	m	-	Medina et al. (2005); Shinato & Carvalho-Filho (2005)	259,00
Declividade do curso d'água (até o ponto de interesse (S)	m/km	-	Medina et al. (2005); Shinato & Carvalho-Filho (2005)	61,35
Fator de Forma (Kf)	-	$Kf = A/C^2$	Cardoso et al. (2006); Embrapa (2012)	0,21
Índice de Circularidade (Ic)	-	$Ic = 12,57 \times A/P^2$	Schumm (1956); Embrapa (2012)	0,36
Coeficiente de Compacidade (Kc)	-	$Kc = 0,28 \times P/\sqrt{A}$,	Villela e Mattos (1975), Embrapa (2012)	1,66
Tempo de concentração (Tc)	horas	$Tc = 4\sqrt{A} + 1.5L / 0.80\sqrt{Hmed}$	Lindner et. al (2007)	1,61

O **fator de forma (K_f)** é obtido a partir da razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (do exultório ao ponto mais distante do divisor de água, em sua cabeceira), conforme estabelecido por Cardoso et al. (2006). Os resultados entre 0,75 e 1 indicam que a área tem elevada potencialidade a sofrer processos de inundação/enchente. Entre 0,5 e 0,75 a tendência é mediana e abaixo de 0,5, a área tem baixa potencialidade a sofrer processos de inundação/enchente. O Kf pode ser calculado a partir da seguinte fórmula:

$Kf = A/C^2$,

Onde: *Kf é adimensional; A = Área de drenagem (km²); e C = comprimento do eixo da bacia (km).*

Os resultados revelam índices abaixo de 0,21 nas microbacias do flanco norte, ou seja, de acordo com o Kf, com baixa potencialidade para incidência de processos de inundação/enchente. A bacia do córrego Grande (no flanco sul) apresenta índice de 0,52, ou seja, com mediana tendência a sofrer processos de inundação e enchente. Neste último caso, cabe observar que o resultado se encontra no limite entre a tendência mediana e baixa. O fato de a microbacia ser caracterizada quase em sua totalidade por fragmentos florestais em estágios mais avançados de regeneração, influencia ainda mais na diminuição da tendência para a ocorrência desses eventos. O fato de tratar-se de bacias com baixas vazões hídricas também é outro fator que influencia a análise.

O **Índice de circularidade (Ic)** proposto por Schumm (1956), também faz correlação entre a forma da bacia com a potencialidade de incidência de processos de inundação/enchente, a partir da área da bacia hidrográfica e do seu perímetro. De acordo com este índice, valores maiores que 0,51 indicam que a bacia tende à forma circular, e por isso, tende a sofrer estes processos, especialmente durante os períodos de picos de cheias. Já os resultados menores que 0,51 indicam que a bacia tende a ser mais alongada, favorecendo o processo de escoamento. Esse índice pode ser calculado a partir da seguinte fórmula:

$Ic = 12,57 \times A/P^2$

Onde: *A = Área de Drenagem (km²); e P = Perímetro (km).*

Os resultados revelam índices abaixo de 0,51, indicando formas mais alongadas, com baixos riscos de incidência de inundações e enchentes. A bacia do córrego Grande (no flanco sul) apresenta índice de 0,49, ou seja, mesmo com baixa tendência a sofrer processos de inundação e enchente, é a que mais se aproxima da forma circular.

O **coeficiente de compacidade (Kc),** é outro índice que indica, segundo Villela e Mattos (1975), a suscetibilidade de ocorrência de inundação/enchente, a partir da área da bacia hidrográfica e do seu perímetro. O Kc é um valor maior que 1 e quanto mais próximo a um, mais a bacia se assemelha a um círculo perfeito e maior a tendência de haver picos de inundação/enchente. Assim, entre 1,0 e 1,25 a potencialidade a enchentes é considerada alta; entre 1,25 e 1,5 é média; e acima de 1,50, é classificada como baixa.

Esse índice pode ser calculado a partir da seguinte fórmula:

Kc = 0,28 x P/√A,

Onde: *Kc é adimensional; P = Perímetro (km); e A = Área de Drenagem (km²).*

Os resultados do coeficiente de compacidade apresentam resultados semelhantes ao índice de forma. Os resultados revelam índices acima de 1,66 nas microbacias do flanco norte, ou seja, de acordo com o **Kc**, com baixa potencialidade para incidência de processos de inundação/enchente (quando acima de 1,50). A bacia do córrego Grande (no flanco sul) apresenta índice de 0,42, ou seja, com média tendência a sofrer processos de inundação e enchente (quando entre 1,25 e 1,5).

O **Tempo de Concentração (Tc)** pode ser compreendido como o tempo (em horas), necessário para que toda a precipitação incidente em uma bacia hidrográfica seja escoada, em forma de vazão, em uma seção de controle de menor altimetria (exultório). Quanto menor o Tc, maior é a tendência de haver picos de enchente. O índice pode ser calculado a partir da seguinte fórmula, conforme apresentado em Lindner et. al (2007):

Tc = 4√A + 1.5L / 0.80√Hmed

Onde: *A = Área de Drenagem (km²); L= Comprimento do canal principal; e Hmed= altura média (cota média – cota mínima).*

Nota-se que o Tc estimado para as microbacias da vertente norte da serra Azul serem de cerca de uma hora e meia, enquanto na vertente sul é de quase três horas. Assim, embora os índices que revelam as potencialidades de eventos de enchentes e inundações serem baixos e menores que da bacia do córrego Grande no flanco sul, apresentam menores tempos de concentrações, cabendo medidas com menores tempos de respostas, caso necessárias.

Por outro lado, embora as potencialidades de eventos de enchentes e inundações na bacia do córrego Grande sejam maiores (entre medianas e baixas), o tempo de resposta pode ser maior que nas bacias do flanco norte (aproximadamente o dobro do tempo).

1.9 ESPELEOLOGIA

O estudo de prospcção espeleológica foi realizado pela empresa Carste Ciência Ambiental (2024) e encontra-se no **Anexo V**. Neste item, apresenta-se uma síntese das informações apresentadas no relatório de propspecção.

O estudo atende ao Termo de Referência para o Estudo de Prospecção Espeleológica da Instrução de Serviço (IS) do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA) m° 08/2017 – Re4visão 01.

1.9.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo de prospecção foi elaborado conforme os seguintes passos metodológicos:

- Levantamento bibliográfico e organização de dados cartográficos;

- Mapeamento de loteamentos e sítios localizados na parte norte da área do projeto e exploração desses locais por meio de VANT (veículo aéreo não tripulado) com a obtenção de foto;
- Definição de potencial espeléologico a partir de análise multicritério considerando as variáveis: litologia, presença de drenagem, usos do solo e presença de estruturas geológicas;
- Realização de caminhamento espeleológico à partir de prévia definição de densidade e formato da malha de caminhamento, considenrando o potencial espeleológico, tipo de relevo, tipo de vegetação e visibilidade do terreno. Grande parte da área já teve seu licenciamento aprovado em etapas anteriores de modo que foi realizado prospecção complementas em duas campanhas. A primeira ocorreu entre os dias 10 a 13 de março de 2022 e a segunda campanha ocorreu entre os dias 24 e 28 de junho de 2024.

1.9.2 RESULTADOS

Os estudos espeleológicos focaram na área que não foi licenciada, o que corresponde a 120,8 hectares. A **Figura 1-64** apresenta o mapa de potencial espeleológico. A **Tabela 1-19** apresenta o quantitativo de cada classe de potencial espeleológico e as principais características das áreas.

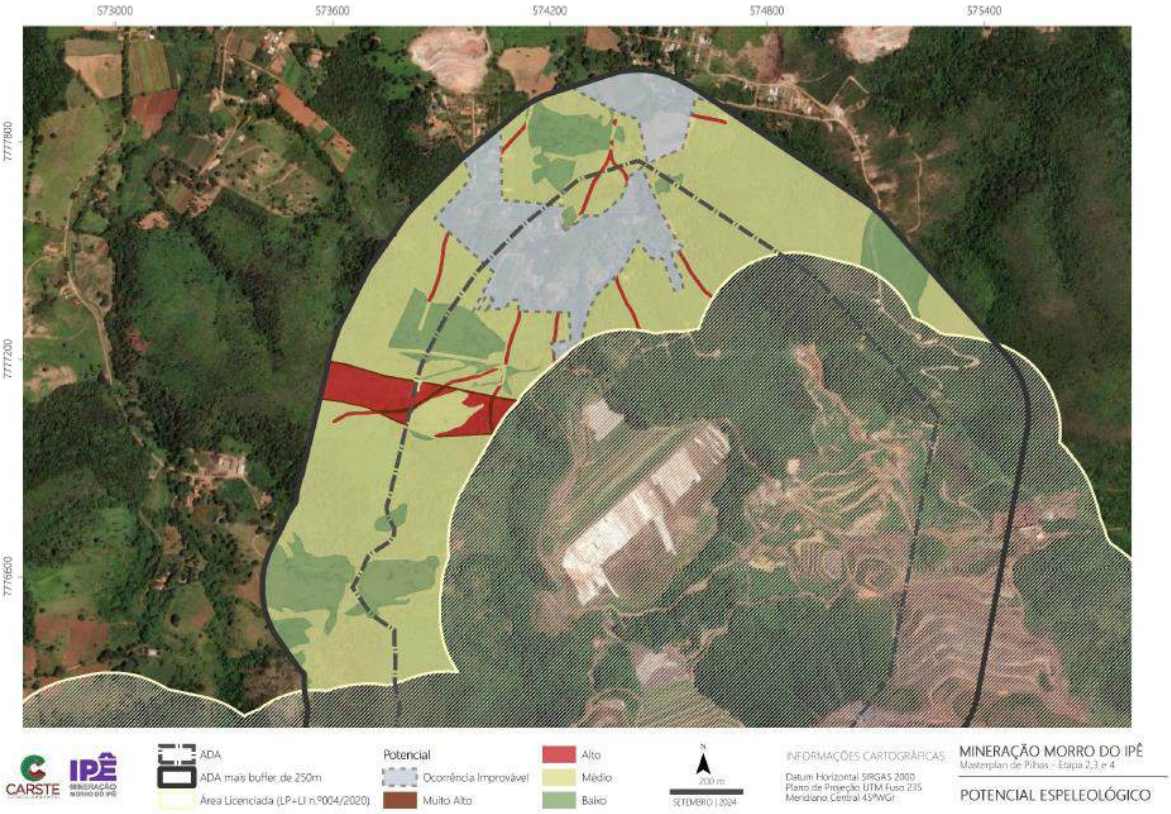


Figura 1-64 – Mapa de potencial espeleológico. Fonte: Carte Ciência Ambiental, 2024.

Tabela 1-19 – Potencial espeleológico da área e principais características

POTENCIAL	ÁREA (HA)	PORECENTAGEM (%)	CARACTERÍSTICAS
Ocorrência improvável	21,1	17,4	Áreas com interferências antrópicas, representada por sítios e loteamentos.
Baixo	18,8	15,6	Ocorre de forma descontínua geralmente associada a filitos do Grupo Sabará, Formação Barreiro e Formação Fecho do Funil.
Médio	74,7	61,9	Coincide com as áreas de filito da Formação Sabará e com escassa ocorrência de corpos hídricos, de estruturas geológicas e profunda cobertura do manto saprolítico pedogenético.
Alto	5,4	4,5	Localizada na porção oeste da área está associada a zonas de contato litológico (aproximado) onde são mapeadas rochas quartzíticas da Formação Taboões. Não foram verificados afloramentos em campo.
Muito Alto	0,8	0,6	Área onde, topograficamente, pode concentrar fluxos de drenagem, não ocorrendo, necessariamente cursos d'água. Não foram identificados cursos d'água ativos durante as campanhas de campo e afloramentos rochosos
Total	**120,8**	**100**	-

O caminhamento espeleológico ocorreu de forma sistemática na maior parte da área, de acordo com a classificação do potencial espeleológico, enfatizando áreas com maior potencial de ocorrência de cavidades. Ressalta-se que duas propriedades de terceiros não foram prospectadas em função da não liberação de acesso por parte dos proprietários do terreno. A área não prospectada por caminhamento é de 7,9 hectares (6,5% da área de estudo). Neste caso utilizou fotos oblíquas obtidas por drone (VANT).

A **Tabela 1-20** apresenta a síntese do caminhamento na área de estudo, conforme as classes de potencial de ocorrência de cavidades. A **Figura 1-65** apresenta o mapa de caminhamento e potencial espeleológico.

Tabela 1-20 – Síntese do caminhamento na área de estudo

POTENCIAL	ÁREA (HA)	CAMINHAMENTO (KM)	DENSIDADE DE CAMINAHMENTO (KM/KM²)
Baixo	18,8	4,8	25,4
Médio	74,7	24,5	32,9
Alto	5,4	1,8	33,3
Muito Alto	0,8	0,2	25,7

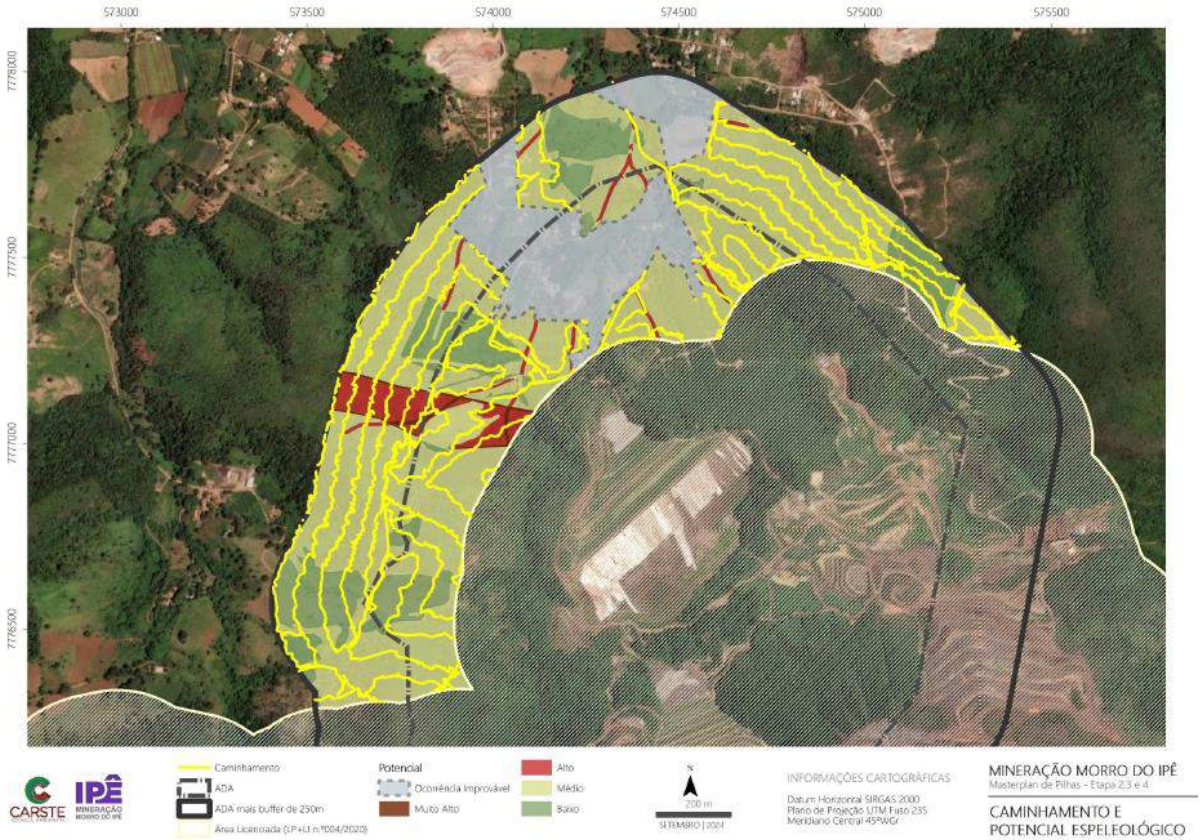


Figura 1-65 – Caminhamento e potencial espeleológico. **Fonte:** Carte Ciência Ambiental, 2024.

Durante o caminhamento da prospecção espeleológica foram obtidos pontos de controle terrestre com o objetivo de evidenciar as características ambientais fisiográficas e vegetacionais observados na área de estudo. Os pontos foram selecionados como representativos dos diferentes tipos de paisagem da área, os quais, por sua vez, são elementos indicativos do potencial espeleológico identificado. A **Figura 1-66** apresenta os pontos de controle levantados em campo. O relatório fotográfico é apresentado no **Anexo V**. A **Figura 1-67** apresenta vista geral da área do Projeto.

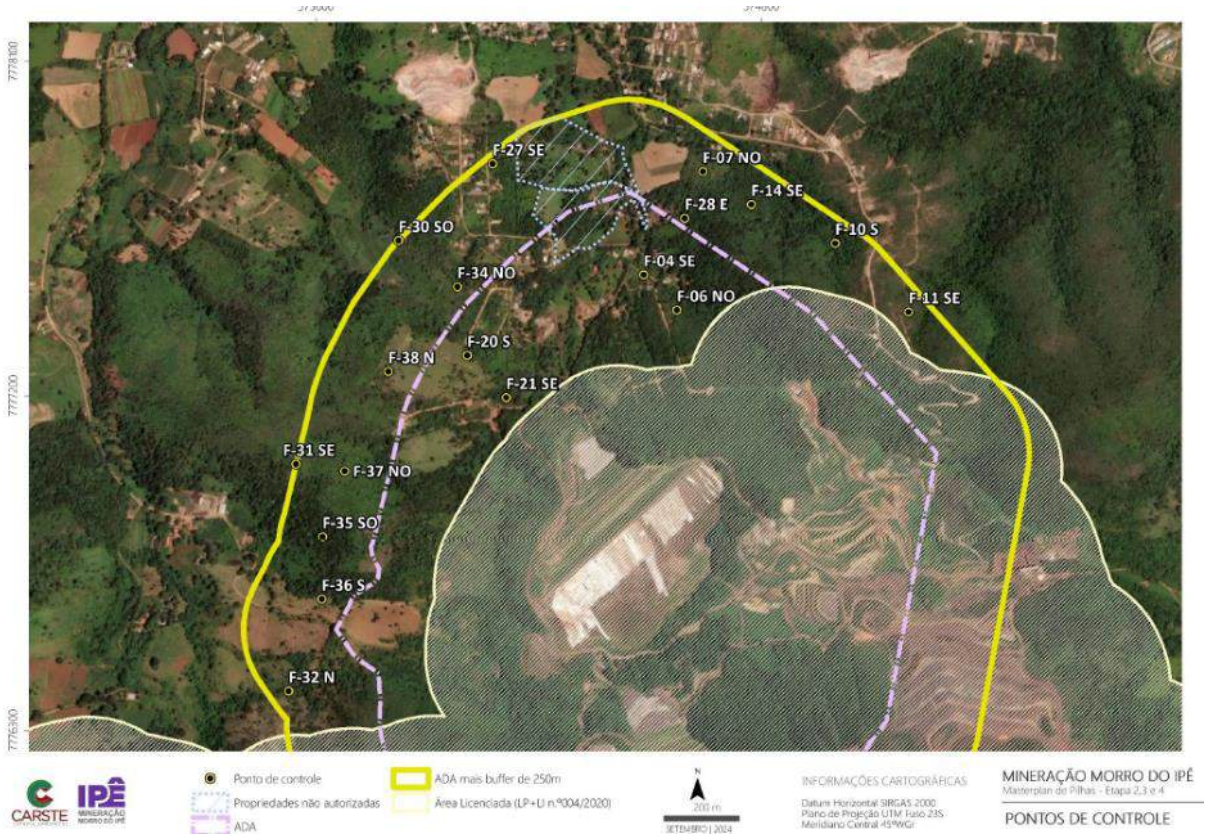
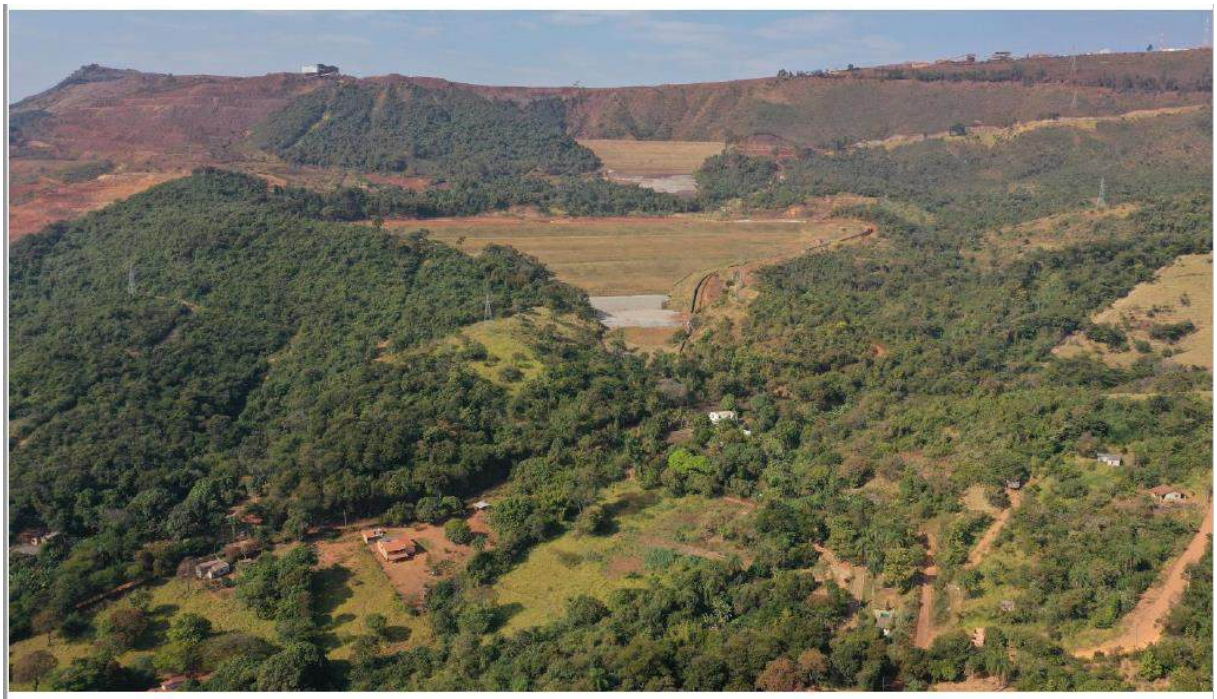


Figura 1-66 – Pontos de controle. **Fonte:** Carte Ciência Ambiental, 2024.



Visão ampla da área setentrional do Projeto. Segundo plano estão as estruturas do empreendimento destacando a serra. No primeiro plano é apresentada áreas de condomínios e loteamentos e área florestal na parte esquerda da foto

Figura 1-67 – Vista da área do projeto**. Fonte:** Carte Ciência Ambiental, 2024.

Durante as etapas mais recentes de prospecção não foram identificadas feições espeleológicas. Contudo, oito registros já eram conhecidos na área de abrangência do Projeto, sendo seis deles localizados no interior da ADA. As feições EPIG-0004, EPIG-0007, EPIG-0009, EPIG-0010 e EPIG-0012 foram classificadas em Carste (2022) como reentrância. A classificação foi confirmada em vistoria realizada pela SUPRI (Auto de Fiscalização nº 223197/2022) e finalmente formalizada no Parecer Único n° 13/2023. As demais feições "configuram ambiente subterrâneo, sendo essas classificadas como cavidades" (p. 53, PU n°13/2023).

A **Figura 1-68** apresenta os registros espeleológicos da área de estudo e a **Figura 1-69** apresenta o cadastro espeleológico.

NOME	UTM E	UTM N	COTA (m)	PARÂMETROS ESPELEOMÉTRICOS					CLASSIFICAÇÃO[5]	RELEVÂNCIA
				DL[2] (m)	PH[3] (m)	DESNÍVEL (m)	ÁREA (m^2)	VOLUME (m^3)[4]		
EPIG-0001	574447	7776384	1035	6,0	5,7	3,5	19,9	17	Cavidade	Alta
EPIG-0004	574379	7775868	1250	2,9	2,6	1,2	7,7	4	Reentrância	-
EPIG-0005	574396	7775892	1246	2,1	2,0	0,2	2,9	2	Cavidade	Baixa
EPIG-0007	574937	7776356	1120	2,1	1,8	0,8	6,9	6	Reentrância	-
EPIG-0009	574750	7776164	1126	2,7	2,5	0,1	2,9	2	Reentrância	-
EPIG-0010	574951	7776208	1230	2,5	2,4	2,4	5,6	4	Reentrância	-
EPIG-0011	574946	7776216	1215	3,0	2,6	0,5	7,0	4	Cavidade	Baixa
EPIG-0012	574946	7776209	1230	3,8	3,0	1,8	11,8	13	Reentrância	-

Figura 1-68 – Registros espeleológicos da área de estudo. **Fonte:** Carte Ciência Ambiental, 2024.

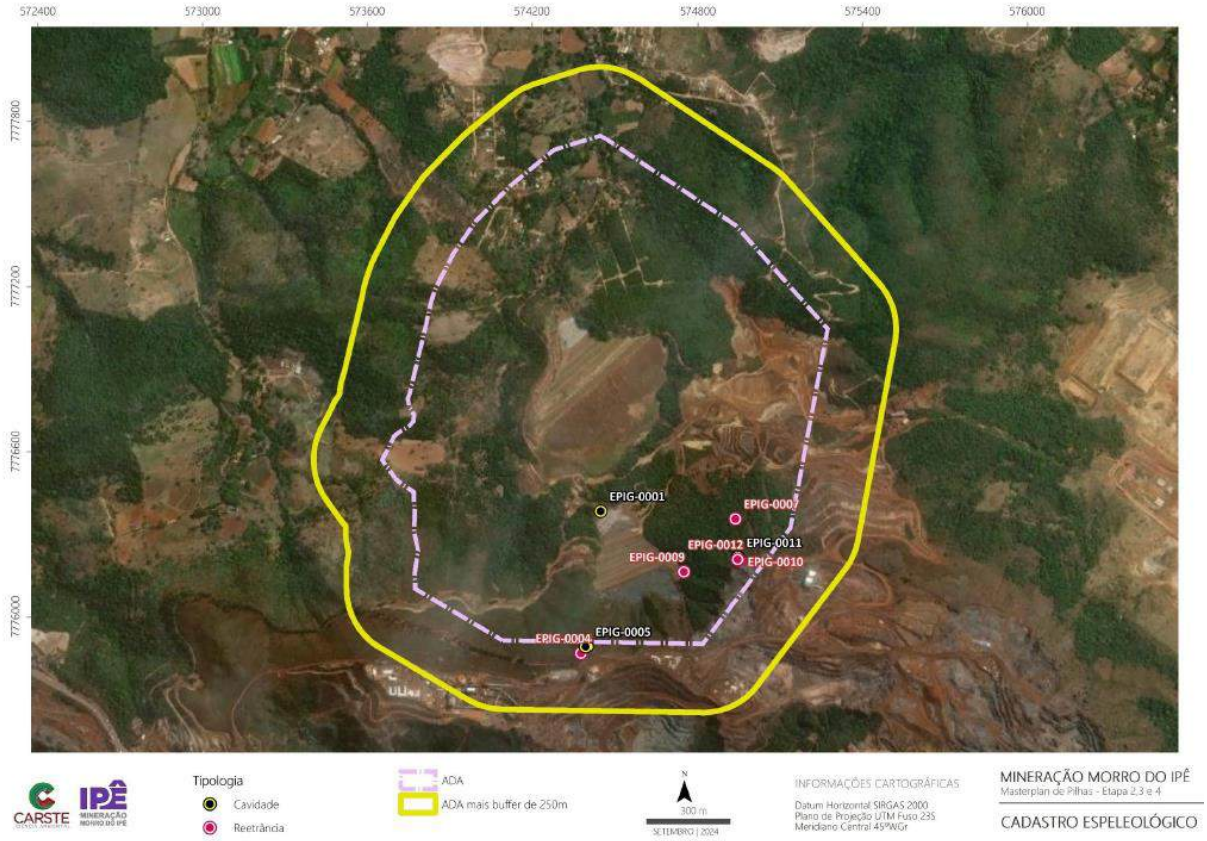


Figura 1-69 – Cadastro espeleológico. Fonte: Carte Ciência Ambiental, 2024.

Em etapas anteriores foram cadastradas três cavidades. Duas delas (EPIG-0005 e EPIG-0011) possuem baixa relevância, com suas supressões já autorizadas. A cavidade EPIG-0001 sofreu impactos irreversíveis devido a uma obra emergencial e as ações de indenização e compensação estão em fase de negociação, de maneira que as tratativas de indenização se encontram em curso. Diante do exposto, considera-se que em relação a espeleologia não há empecilhos legais para a implantação do projeto, mediante a devida compensação ambiental e indenização do dano gerado na EPIG-0001, que já está em negociação com o órgão licenciador, conforme afirmado no relatório da Carste Ciência Ambiental (2024).

1.10 PEDOLOGIA

A caracterização do solo de uma determinada região revela a complexa interação de diferentes fatores genéticos responsáveis por sua formação: clima, organismos e topografia que agem durante certo período sobre o material de origem, produzindo solos com características físico-químicas específicas.

Sendo o solo um componente do ecossistema e, em última instância, o receptáculo de uma vasta variedade de detritos, além de local de reações de compostos potencialmente poluentes do ambiente (RESENDE *et al.*, 2002), sua caracterização mostra-se de significativa importância para a avaliação ambiental, bem como, para o

controle e mitigação de possíveis impactos gerados com a construção e operação de empreendimentos como da MMI. Neste caso, destaca-se a aplicação das ciências pedológicas para a identificação e avaliação de processos erosivos e sedimentares, para avaliações geotécnicas, contaminação dos solos e recursos hídricos e para a avaliação de técnicas de recuperação de áreas degradadas e aptidão agrícola.

1.10.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os estudos de caracterização pedológica da AER da MMI se basearam em pesquisa bibliográfica. A classificação dos solos foi obtida do Mapa de Solos de Minas Gerais, elaborado a partir de um consórcio formado pela Fundação CETEC, FEAM, UFV e UFLA, gerado na escala de 1:650.000, em 2010.

Em vistoria de campo, realizada no período de 08 a 12 de agosto de 2022, foi feita avaliação de perfis pedológicos em cortes de estrada, bem como, a avaliação de processos erosivos e movimentos de massa na ADA e AEL.

Para a avaliação da aptidão agrícola, o método utilizado na produção dos dados referiu-se ao Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, conforme preconizado por Ramalho Filho *et al.* (1983) e discriminado a seguir.

1.10.1.1 NÍVEIS DE MANEJO CONSIDERADOS

Tendo em vista práticas agrícolas ao alcance da maioria dos agricultores, num contexto específico, técnico, social e econômico, são considerados três níveis de manejo, visando diagnosticar o comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos. Sua indicação é feita através das letras A, B e C, que podem aparecer escritas de diferentes formas, na simbologia da classificação, conforme as classes de aptidão em que se apresentem as terras, em cada um dos níveis adotados.

- **Nível de manejo A (Primitivo)** - baseado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível técnico cultural. Praticamente não há aplicação de capital para manejo, melhoramento e conservação das terras e das lavouras. As práticas agrícolas dependem fundamentalmente do trabalho braçal, podendo ser utilizada alguma tração animal com implementos agrícolas simples.
- **Nível de manejo B (Pouco desenvolvido)** - caracterizado pela adoção de práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico intermediário. Baseia-se em modesta aplicação de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas, neste nível de manejo, incluem calagem e adubação com NPK; tratamentos fitossanitários simples; e mecanização com base na tração animal, ou na tração motorizada, apenas para desbravamento e preparo inicial do solo.
- **Nível de manejo C (Desenvolvido)** - baseado em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico. Caracteriza-se pela aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. A moto mecanização está presente nas diversas fases da operação agrícola.

Os níveis de manejo B e C envolvem melhoramentos tecnológicos em diferentes modalidades. Contudo, não levam em conta a irrigação na avaliação da aptidão agrícola das terras. Apenas são assinaladas, através de convenção especial em mapas, as áreas com irrigação instalada ou programada.

No caso das atividades referentes à pastagem plantada e à silvicultura, considera-se uma modesta aplicação de fertilizantes, defensivos e corretivos, que corresponde ao nível de manejo B. Para a pastagem natural, está implícita uma utilização sem melhoramentos tecnológicos, condição que caracteriza o nível de manejo A.

1.10.2 RESULTADOS

Os solos da região do Quadrilátero Ferrífero são, em geral, incipientes, e sua origem está normalmente associada ao substrato de rochas compostas por elevadas concentrações de ferro. O caráter incipiente se deve a pelo menos dois fatores: à condição do relevo da região e à constituição litológica do substrato. Nesse sentido, os ambientes de geodinâmica instável, típicos da área em tela, caracterizam-se por uma velocidade de evolução de processos morfogenéticos que impede a formação de solos bem desenvolvidos, especialmente nas áreas de maiores declividades, embora também sejam identificadas formações pedológicas espessas, mais evoluídas na AER.

A classificação regional dos solos das áreas de estudo do empreendimento, obtida do Mapa de Solos de Minas Gerais (FEAM, 2010), gerado na escala de 1:650.000, é representada no mapa da **Figura 1-70**. São identificados na área de estudo três classes de solo, com destaque para o NEOSSOLO LITÓLICO distrófico (RLd4), LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico (LVAd8) e o CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico (CXbd21).

Os Pontos 1 a 5 apresentados no mapa representam processos erosivos e/ou movimentos de massa, que serão abordados a seguir, no item que trata especificamente sobre “Susceptibilidade a Processos Erosivos”.

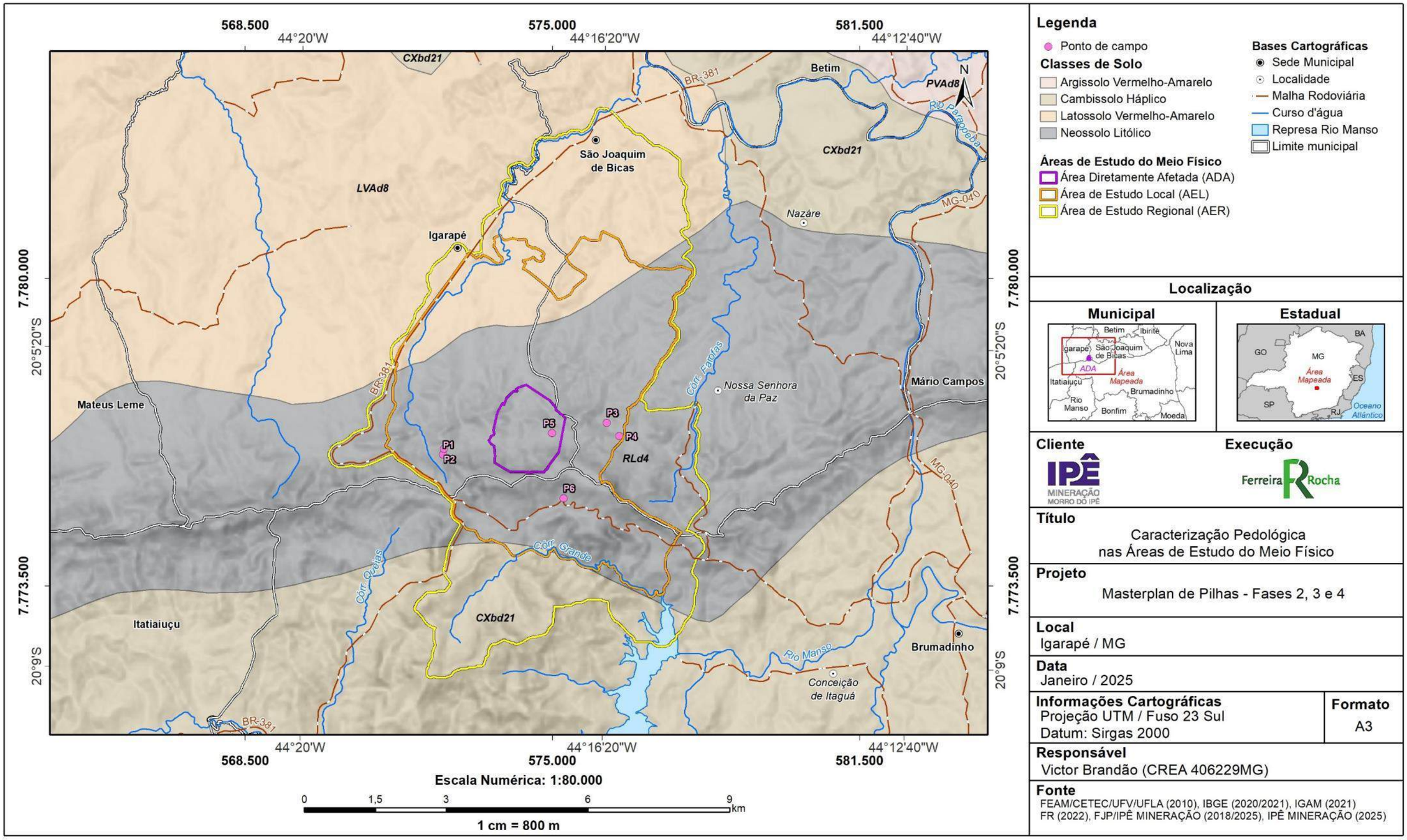


Figura 1-70 - Mapa de Caracterização Pedológica das Áreas de Estudo.

1.10.2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

A seguir é apresentada a caracterização destes referidos solos. Entretanto, cabe indicar que a partir de avaliações de campo realizada em fevereiro de 2022, foi possível identificar perfis pedológicos em cortes de estrada cujas classificações, à princípio, são correspondentes aos dados de Amostra de Solo disponibilizados no IDE-Sisema, mas diferem do que é apresentado no mapeamento disponibilizado pela FEAM &UFV no IDE Sisema, possivelmente pela escala de análise utilizado neste mapeamento. Por isso, são apresentados após a caracterização dos referidos tipos de solo, registros de campo que contribuíram para a presente avaliação (**Figura 1-70**).

1.10.2.1.1 *CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS*

A seguir é apresentada a caracterização destes referidos solos. Entretanto, cabe indicar que a partir de avaliações de campo realizada em fevereiro de 2022, foi possível identificar perfis pedológicos em cortes de estrada cujas classificações, à princípio, são correspondentes aos dados de Amostra de Solo disponibilizados no IDE-Sisema, mas diferem do que é apresentado no mapeamento disponibilizado pela FEAM &UFV no IDE Sisema, possivelmente pela escala de análise utilizado neste mapeamento. Por isso, são apresentados após a caracterização dos referidos tipos de solo, registros de campo que contribuíram para a presente avaliação.

a) Neossolo Litólico disitrófico (RLd4)

Neossolos são solos pouco evoluídos, constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando nenhum tipo de horizonte B diagnóstico. Horizontes glei, plíntico, vértico e A chernozêmico, quando presentes, não ocorrem em condição diagnóstica para as classes Gleissolos, Plintossolos, Vertissolos e Chernossolos, respectivamente.

Seu caráter litólico revela solos com contato lítico ou lítico fragmentário dentro de 50 cm a partir da superfície, apresentando horizonte A ou hístico assente diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos grosseiros (por exemplo, cascalheira de quartzo) com diâmetro maior que 2 mm (cascalhos, calhaus e matacões). Admitem um horizonte B em início de formação, cuja espessura não satisfaz a nenhum tipo de horizonte B diagnóstico. Já, o caráter distrófico indica baixa fertilidade.

Na área de estudo as áreas classificadas com a nomenclatura **RLd4,** compreendem os NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico A fraco/moderado. Secundariamente também são identificadas nessa classe, trechos de afloramento rochoso. Ambos os ambientes correspondem à fase cerrado e caatinga hipoxerófila, relevo ondulado e forte ondulado e montanhoso.

Na área de estudo os NEOSSOLOS LITÓLICO distrófico, associados a trechos de afloramento rochoso abarcam toda a serra Azul e suas imediações, incluindo toda a ADA do empreendimento.

A seguir, são apresentados alguns perfis de solos representativos da ADA e AEL do empreendimento (**Figura 1-71** à **Figura 1-74**), em áreas mapeadas como **NEOSSOLO LITÓLICO** distrófico, segundo FEAM/CETEC/UFV/UFLA (2010).

Figura 1-71 - Solo argiloso identificado em perfil de estrada na área prevista para a PDE. Coordenadas 574668.00 m E; e 7776440.00 m N.

Figura 1-72 - Solo pedregoso e incipiente identificado em perfil de estrada na área prevista para a PDE. Coordenadas 573343.00 m E; 7776392.00 m N.

Figura 1-74 - Perfil de solo identificado em voçoroca localizada em área a oeste da PDE. Coordenadas: 572685.00 m E; e 7776271.00 m N.

Figura 1-73 - Afloramento rochoso identificado em perfil de estrada em área a oeste da PDE. Coordenadas: 574131.00 m E; e 7777374.00 m S.

b) Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd8)

Latossolos são solos constituídos por material mineral, apresentando 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. O caráter distrófico corresponde a solos de baixa fertilidade.

Na área de estudo as áreas classificadas com a nomenclatura LVAd8**,** compreendem os LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderada textura argilosa. Secundariamente também são identificadas nessa classe, trechos de LATOSSOLO AMARELO distrófica húmica textura argilosa. Ambos estão compreendidos em áreas caracterizadas por floresta caducifólia, relevo plano e suave ondulado.

Na área de estudo os trechos compreendidos por latossolos estão localizados em áreas mais planas ao norte da ERA e AEL do empreendimento (em Igarapé), em trechos que não deverão sofrer impactos relacionados ao componente solo.

c) Cambissolo Háplico distrófico (CXbd21)

Os **cambissolos** são caracterizados por apresentarem horizonte B diagnóstico incipiente. São solos rasos, jovens, imaturos, que possuem algum desenvolvimento pedológico, mas ainda insuficiente para que sejam enquadrados dentro de qualquer classe de solo. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, a classe cambissolo compreende solos constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, desde que em qualquer dos casos não satisfaçam os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes Vertissolos, Chernossolos, Plintossolos, Organossolos. Têm sequência de horizontes A ou hístico, Bi, C, com ou sem R (SiBCS, 2013).

Seu caráter distrófico indica baixa fertilidade. Assim, os Cambissolo Háplico Distrófico são solos de fertilidade natural variável. Apresentam como principais limitações para uso, o relevo com declives acentuados, a pequena profundidade e a ocorrência de pedras na massa do solo.

Na área de estudo as áreas classificadas com a nomenclatura **CXbd21,** compreendem os CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico e léptico A moderado, textura média/argilosa, pedregoso/ não pedregoso. Secundariamente também são identificadas nessa classe, trechos de NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico A moderado, bem como, de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado textura média/argilosa.

Na área de estudo os trechos compreendidos por cambissolos estão localizados em áreas moderadamente movimentadas ao sul da AER e AEL do empreendimento (em Brumadinho), em trechos que não deverão sofrer impactos relacionados ao componente solo. Também há um pequeno trecho identificado no limite nordeste da AER, mas sem representatividade para a avaliação em tela.

d) Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd10)

Argissolos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta, desde que conjugada com saturação por bases baixa ou com caráter alumínico na maior parte do horizonte B, e satisfazendo ainda aos seguintes requisitos:

- Horizonte plíntico, se presente, não satisfaz aos critérios para Plintossolos;
- Horizonte glei, se presente, não satisfaz aos critérios para Gleissolos.

Na área de estudo as áreas classificadas com a nomenclatura **PVAd10,** compreendem os ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado, textura média/argilosa. Secundariamente, também são identificadas nessa classe, trechos de LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico A moderado, textura argilosa. Bem como, são identificados trechos de NITOSSOLO VERMELHO distrófico típico A moderado, textura

argilosa. Todos estão compreendidos em áreas caracterizadas por fase caatinga hipoxerófila e floresta subcaducifólia, relevo ondulado e montanhoso.

Os argissolos predominam em um pequeno trecho identificado no limite sul da AER, sem representatividade para a avaliação em tela. Entretanto, revela que parte dos solos da área de estudo apresentam elevada concentração de argila. O que foi verificado em áreas adjacentes à ADA, mesmo onde há predomínio de outras classes de solos.

1.10.2.1.2 *SUSCEPTIBILIDADE A PROCESSOS EROSIVOS*

De acordo com o Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais - ZEE-MG (SCOLFORO *et al.*, 2008), a “erodibilidade” e o “risco potencial de erosão” do terreno compreendido pela MMI são classificados como “Muito Altos”. O que foi confirmado a partir de avaliações de campo realizadas em agosto de 2022, cujos registros são apresentados na sequência (**Figura 1-75** à **Figura 1-84**). Vale ressaltar que os processos erosivos apresentam estreita relação com as características dos solos locais, relevo, geologia e com o uso e cobertura do solo, atuais e pretéritos.

Figura 1-75 - Vista 1 da voçoroca identificada no **Ponto 01**, em área adjacente a oeste da PDE. Coordenadas: 572685.00 m E; e 7776271.00 m N.

Figura 1-76 - Vista 2 de movimento de massa identificado no **Ponto 01.**

Figura 1-77 - Superfície de ruptura de um movimento de massa do tipo escorregamento, em área a oeste da PDE, no Ponto 2 (coordenadas 572705.63 m E; e 7776398.45 m N).

Figura 1-78 - Paisagem do Ponto 2.

Figura 1-79 - Processo erosivo incipiente, do tipo laminar, na área do aterro da antiga MMX (leste da ADA). Coordenadas: 576154.00 m E; e 7776942.00 m N. **Ponto 3**.

Figura 1-80 - Vista 2 da ravina identificada no **Ponto 3**, em trecho de escoamento fluvial perene.

Figura 1-81 - Processos erosivos incipientes do tipo laminar em área de aterro, nas imediações da antiga área da MMX (leste da ADA). Coordenadas: 576414.00 m E; e 7776664.00 m N. **Ponto 4**.

Figura 1-82 - Processos erosivos incipientes do tipo laminar em área prevista para a instalação da PDE. Coordenadas: 574995.00 m E; e 7776724.00 m N. **Ponto 5**.

Figura 1-83 - Vista 2 do Ponto 5.

Figura 1-84 - Processo erosivo em corte de estrada (Estrada Ademir Ribeiro Neves, sentido Brumadinho), no flanco sul da serra Azul. Coordenadas: 575235 m E; e 7775345 m N (**Ponto 6**).

1.10.2.1.3 APTIDÃO AGRÍCOLA

Conforme observado na **Figura 1-85,** em toda a região abarcada pela MMI, incluindo a AER, encontram-se apenas terras classificadas como “muito baixa a média” aptidão para uso agrícola e apresentam nível de manejo B (pouco desenvolvido), segundo metodologia proposta por Ramalho Filho *et al.* (1983). Tais terras são caracterizadas por apresentarem alta salinidade, profundidade reduzida e altos teores de ferro no solo.

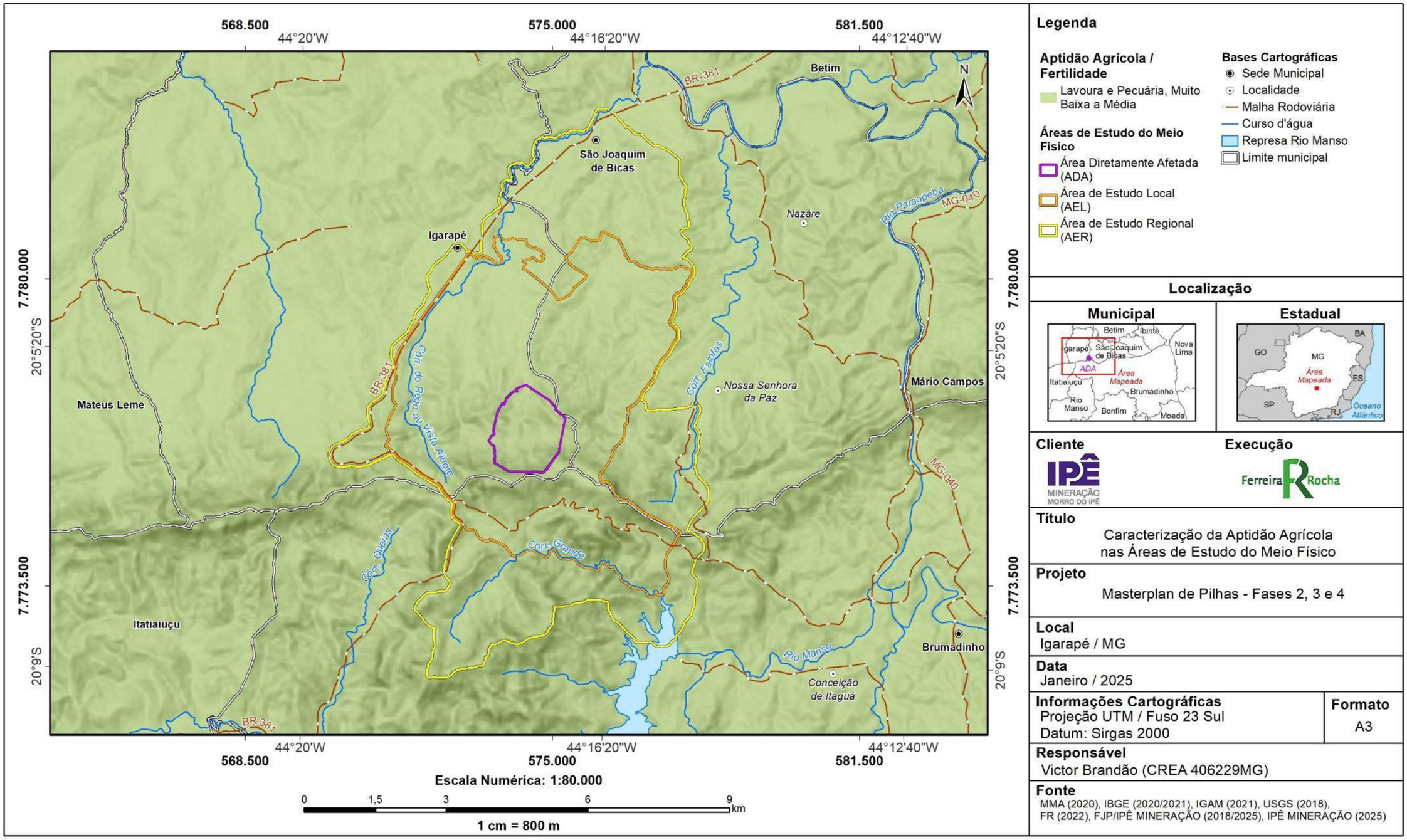


Figura 1-85 - Mapa de Aptidão Agrícola das Áreas de Estudo.

Embora as áreas mais elevadas da serra Azul sejam caracterizadas por um complexo minerário, nas áreas de entorno, no flanco norte da serra, são desenvolvidas atividades agropecuárias na região, de modo intensivo, em pequenas propriedades rurais.

Na bacia do córrego Igarapé encontra-se a sede da Fazenda Vista Alegre, onde atualmente verifica-se a criação de animais e plantios de menor expressão, como de milho, adotado como ração animal. Esta propriedade está à margem do córrego Igarapé, cuja nascente encontra-se na serra Azul, nas imediações da PDE.

Figura 1-86 - Área de pecuária na Fazenda Vista Alegre, a margem do córrego Igarapé. Coordenadas: 573120.00 m E; e 7776893.00 m N.

Figura 1-87 - Detalhe da atividade pecuária desenvolvida na Fazenda Vista Alegre. Coordenadas 573317.00 m E; e 7776881.00 m N.

A jusante da fazenda Vista Alegre, ainda na bacia do córrego Igarapé nota-se a intensa utilização do solo para cultivo de hortaliças e legumes (**Figura 1-88** e **Figura 1-89**), além de criações de animais. A seguir são identificadas algumas dessas áreas, especialmente voltadas para o plantio de alface, também identificado na margem do córrego da Olaria (**Figura 1-90**), cuja nascente na área prevista para a PDE e na área prevista para a córrego Açoita Cavalo (**Figura 1-91**).

Figura 1-88 - Cultivo de hortaliças na margem esquerda do córrego Igarapé.

Figura 1-89 - Cultivo de hortaliças na margem direita do córrego Igarapé.

Figura 1-90 - Cultivo de hortaliças, a margem do córrego da Olaria. Coordenadas: 574433.00 m E; e 7777842.00 m N.

Figura 1-91 - Cultivo de hortaliças, a margem do córrego Açoita-Cavalo. Coordenadas: 576482.00 m E; e 7777994.00 m N.

Na área do entorno da PDE, há ainda uma propriedade que utiliza água do córrego da Olaria para a criação de animais e pequenos plantios, entre outras propriedades do flanco norte da serra Azul. O que será caracterizado em maior detalhe no diagnóstico do Meio Socioeconômico deste EIA (**Figura 1-92**).

Figura 1-92 - Criação animal no entorno da PDE, próximo a uma nascente cujo escoamento é afluente do córrego Olaria.

No flanco sul da serra Azul as áreas são propriedades da COPASA, onde são destinadas a preservação, de modo a favorecer o abastecimento do reservatório de Rio Manso.

Na sequência são apresentadas algumas considerações gerais a respeito de práticas de manejo destes solos, que poderão consideradas para ações de recuperação ambiental.

De acordo com a Embrapa[17], quanto à aptidão agrícola, o manejo adequado dos Neossolos, em geral, requer correção de acidez e de teores nocivos de alumínio para a maioria das plantas e de adubação de acordo com a necessidade da cultura. Para os Neossolos de encostas, além destas, há necessidade do uso de práticas conservacionistas devido à forte suscetibilidade aos processos erosivos.

Para as áreas de cambissolo o manejo adequado implica a adoção de correção da acidez e de teores nocivos de alumínio à maioria das plantas, além de adubação de acordo com a necessidade da cultura. Para os Cambissolos das encostas, além destas, há necessidade das práticas conservacionistas devido a maior suscetibilidade aos processos erosivos.

Já os latossolos são passíveis de utilização com culturas anuais, perenes, pastagens e reflorestamento. Normalmente, estão situados em relevo plano a suave-ondulado, com declividade que raramente ultrapassa 7%, o que facilita a mecanização. São profundos, porosos, bem drenados, bem permeáveis mesmo quando muito argilosos, friáveis e de fácil preparo. Apesar do alto potencial para agropecuária, parte de sua área deve ser mantida com reserva para proteção da biodiversidade desses ambientes.

Para o manejo dos latossolos são recomendados alguns procedimentos pela Embrapa solos:

---

17 http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_10112005101956.html

- Usar o solo de acordo com a sua aptidão agrícola;
- Fazer as correções do solo no que diz respeito à acidez, à saturação por alumínio e à baixa fertilidade;
- Observar o teor de argila do latossolo; se estiver próximo do limite de 15%, cuidados especiais devem ser tomados com manejos muito intensivos, principalmente, em sistemas irrigados;
- Manter o solo coberto a maior parte do tempo possível, especialmente, no início das chuvas.
- Adotar, sempre que possível, manejos conservacionistas como cultivo mínimo e plantio direto.

1.11 RECURSOS HÍDRICOS

Segundo Guerra (2006), hidrografia é o ramo da ciência que estuda as águas correntes, águas paradas, águas oceânicas e as águas subterrâneas. Entretanto, a abordagem deste capítulo se restringirá à caracterização das águas superficiais correntes e paradas das áreas de influência do empreendimento. Assim como, deverão ser associados os diferentes usos destas águas, incluindo os usos potenciais, que nestes casos podem ser consideradas como recursos hídricos.

A aplicação do conhecimento da hidrografia em estudo de impacto ambiental de empreendimentos com potenciais poluidores é de fundamental importância, já que permite associar a ocorrência e abrangência de impactos gerados por fontes geradoras *in situ* ou em áreas vizinhas, seja por carreamento de poluentes, pela ação erosiva da água, ou pela alteração quantitativa e/ou qualitativa de mananciais e reservatórios. Por outro lado, destaca-se a necessária abordagem interdisciplinar pelo fato de a água estar associada diretamente a outros elementos físicos, bióticos e socioeconômicos formadores da paisagem.

1.11.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a **avaliação político-administrativa** de bacias hidrográficas, foram consideradas as diretrizes apresentadas na Deliberação Normativa CERH nº 66, de 17 de novembro de 2020, que estabelece as Unidades Estratégicas de Gestão (UEGs) do Estado de Minas Gerais e as Circunscrições Hidrográficas (CHs). Também foram avaliados os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH), bem como, os Zoneamentos Ecológicos Econômicos (ZEE) da AER, pertencentes às esferas federal e estadual. Nestes casos destacam-se os dados e estudos disponibilizados pela Secretaria de Estados de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD-MG), por meio do portal Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE-Sisema). Bem como, pelos CBHs do rio São Francisco e do rio Paraopeba.

A **caracterização hidrográfica** foi realizada em âmbito regional (para a AER) a partir de processamento de dados cartográficos gerados no mapeamento sistemático da Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) do rio São Francisco, derivada de base cartográfica gerada na escala 1:100.000 e 1:50.000, disponibilizada no IDE-Sisema. Os metadados deste levantamento estão disponíveis no catálogo de metadados da Agência Nacional de Águas (ANA)[18].

A partir destes dados foi realizada, com auxílio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), o ArcGis 10.5, bem como de dados cartográficos do relevo e hidrografia disponibilizados no IDE-Sisema[19], a delimitação de bacias hidrográficas na AER. A **análise morfométrica das bacias de drenagem** foi apresentada anteriormente no item que aborda o tema Geomorfologia, deste estudo. A base cartográfica adotada está disponível no IDE-Sisema, a qual foi gerada entre as escalas de 1:100.000 e 1:50.000. Essa base foi adaptada a partir de avaliações em campo, realizadas no período chuvoso (7 a 11 de fevereiro de 2022) e seco (8 a 12 de agosto de 2022) da região, permitindo a sua classificação quanto à regime hídrico (perene, intermitente e efêmero), assim como a classificação das nascentes e olhos d'água.

Já a base topográfica utilizada foi gerada no âmbito do Projeto da APA SUL RMBH/CPRM, escala 1:50.000 (MEDINA *et al.*, 2005); e do Projeto da APA SUL RMBH/CPRM, escala 1:50.000 (SHINZATO & CARVALHO-FILHO, 2005).

Para a **caracterização hidrológica** regional foram levantados inicialmente dados oriundos do Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio Paraopeba e Zoneamentos Ecológicos Econômicos existentes (de Minas Gerais e do Rio São Francisco), bem como, do Estudo de Regionalização de Vazão para o Aprimoramento do Processo de Outorga no Estado de Minas Gerais[20] (IGAM, 2012).

De acordo com o referido estudo do IGAM (2012), para qualquer seção fluvial, foram considerados dados estimados afetos às seguintes vazões características (em m^3/s):

- Q_{mld} – Vazão média de longa duração;
- $Q_{7,10}$ – Vazão mínima de sete dias e período de retorno de 10 anos;
- Q_{90} – Vazão mínima associada a uma permanência de 90%; e
- Q_{95} – Vazão mínima associada a uma permanência de 95%; e

Assim, foram definidos 6 pontos considerados de elevada representatividade para a caracterização hidrológica na AER e AEL, onde foram avaliados os parâmetros supracitados.

A caracterização hidrológica local contou com dados divulgados no IDE Sisema, do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), os quais foram processados e analisados,

---

[18]https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/663c3ccc-ab45-459b-8c1b-6852bd389a26

[19] https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis

[20] http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/865

por microbacias hidrográficas da AER. Estes dados permitiram a caracterização dos usos múltiplos e as demandas de uso prioritário da água a jusante dos empreendimentos em tela.

Posteriormente foram avaliados os dados de outorgas oficiais do Instituto Mineiro de Águas (IGAM), e da Agência Nacional de Águas (ANA), disponibilizados no IDE-Sisema, em fevereiro de 2023. Mas devido aos registros inferiores àqueles verificados em campo, foi realizada uma caracterização dos principais usos identificados em cada microbacia de drenagem que apresenta interface com a ADA do empreendimento.

Também foram observados os dados do Plano Diretor de Recursos Hídricos do Rio Paraopeba, em sua versão resumo e detalhada (COBRAPE, 2020), que conta, entre outros, com a caracterização dos usos dos recursos hídricos e com o balanço entre as vazões disponíveis.

De modo complementar, os corpos d 'água da AER e AEL foram enquadrados seguindo as diretrizes do Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM, respaldado pela Resolução CONAMA nº 20/86 (que e*stabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional)*, posteriormente revogada pela Resolução CONAMA nº 357/05 (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*). Esse enquadramento é discriminado na Deliberação Normativa COPAM n° 14 de 1995 (que *dispõe sobre o enquadramento das águas da bacia do rio Paraopeba*), o qual é representado em arquivo cartográfico georreferenciado disponível na plataforma do IDE Sisema.

O referido enquadramento objetiva assegurar a qualidade dos recursos hídricos, por meio de limites ambientais estabelecidos para diferentes Classes para que seja compatível com os seus usos mais exigentes e, por consequência, diminuir os custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes.

1.11.2 RESULTADOS

1.11.2.1 CARACTERIZAÇÃO REGIONAL

1.11.2.1.1 AVALIAÇÃO POLÍTICO-ADMINISTRATIVA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

A avaliação da subdivisão político-administrativa de bacias hidrográficas em escala regional, seguida pela Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais (SEMAD), considera as diretrizes apresentadas na Deliberação Normativa CERH nº 66, de 17 de novembro de 2020. Esta Deliberação estabelece as Unidades Estratégicas de Gestão (UEGs) do estado de Minas Gerais, com objetivo de orientar as ações relacionadas à aplicação da Política Estadual de Recursos Hídricos. As quais vêm substituir as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRHs), anteriormente adotadas pela SEMAD, para os mencionados fins.

Segundo a SEMAD[21], as UEGs são regiões hidrográficas com características comuns ou similares de usos, demandas e disponibilidades hídricas, para fins de gestão, com ênfase no planejamento e monitoramento e são compostas por Circunscrições Hidrográficas (CH). De acordo com o Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM[22], esta delimitação visa estabelecer diretrizes comuns para o planejamento e gestão na região hidrográfica e de um conjunto de instrumento de gestão, em especial, critérios de outorga de direito de uso de recursos hídricos, além de diretrizes de enquadramento, em conjunto com os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs).

Assim, quando considerado o mapeamento de UEGs de Minas Gerais, a Área de Estudo Regional é abrangida pela unidade "Afluentes do Alto Rio São Francisco" (**Figura 1-93**). De acordo com a SEMAD esta unidade é composta por "Circunscrições Hidrográficas do Estado de Minas Gerais" (vide a Deliberação Normativa CERH nº 66, de 2020). Neste sentido, a AER do empreendimento em tela está localizada na Circunscrição Hidrográfica da bacia do rio Paraopeba (SF3), abarcada pela Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (**Figura 1-94**).

Cabe lembrar ainda que a bacia do rio Paraopeba, assim como do rio das Velhas, abrange a maior parte da Região Metropolitana de Belo Horizonte, cabendo especial atenção em relação à gestão dos recursos hídricos da região.

De acordo com SEMAD (2015), a bacia hidrográfica do rio Paraopeba abrange um total de 48 municípios e 35 sedes municipais, e, possui uma população estimada de 1.318.885 milhão de habitantes (1.226.625 milhão urbana e 92.260 mil rural), em área de drenagem de 12.054,25 km². Em 25 de janeiro de 2019 ocorreu o rompimento de barragem em Brumadinho, um dos maiores desastres ambientais da mineração do país, a cerca de 10km da ADA, com despejo de rejeito no rio Paraopeba. Embora esteja fora da AER, o acidente destaca-se no contexto da bacia e deve ser considerado para fins de Gestão dos Recursos Hídricos da bacia do rio Paraopeba.

De acordo com o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba (SEMAD, 2020), a disponibilidade hídrica na bacia está entre 10 e 20 litros por segundo, por quilômetro quadrado. De acordo com o estudo, o IQA na bacia, apresentou-se predominantemente no nível "Médio".

---

[21] http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/unidades-de-planejamento

[22] http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/2384-divisao-territorial-de-unidades-estrategicas-de-gestao-e-aprovada-em-reuniao

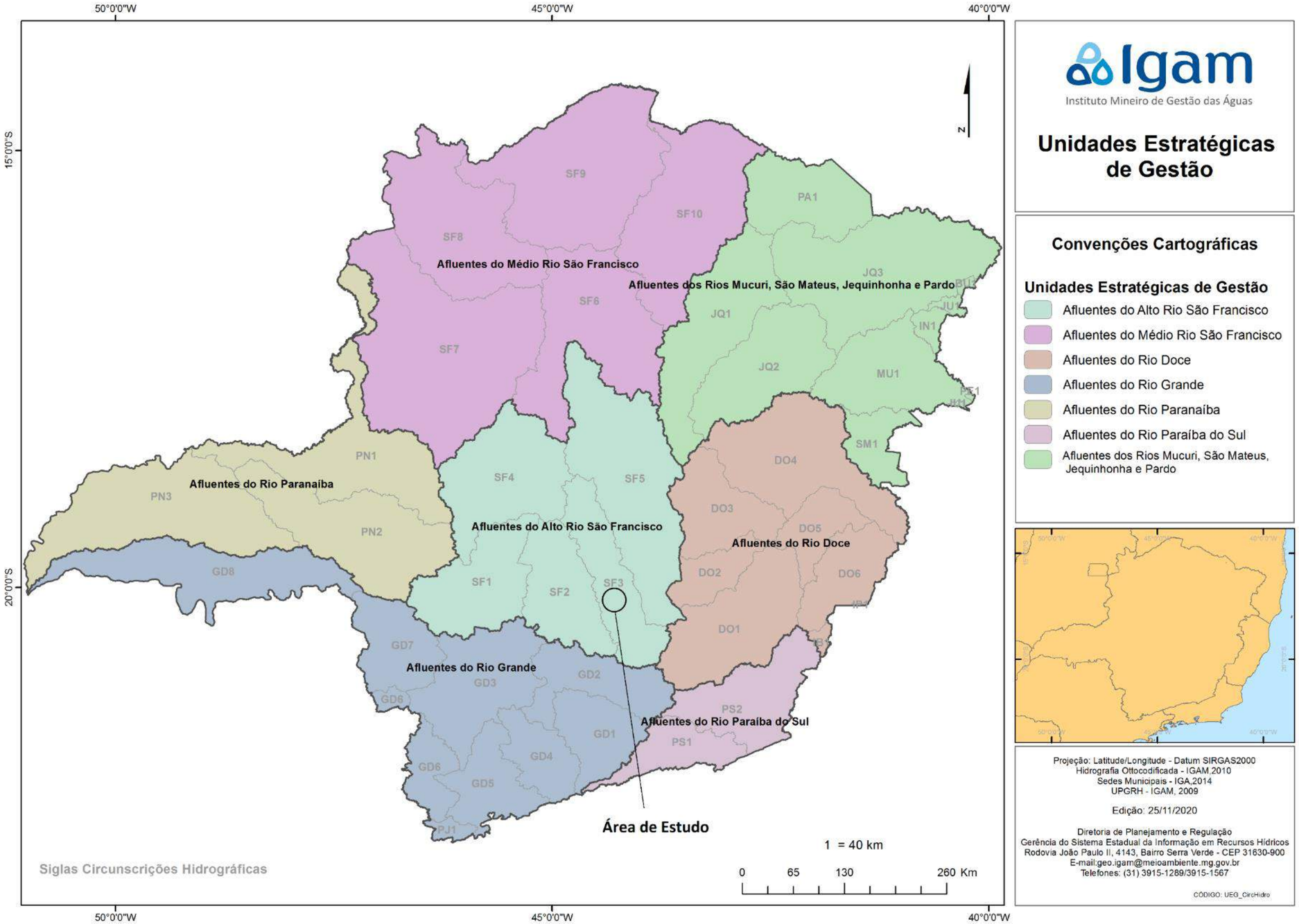


Figura 1-93 - Unidades Estratégicas de Gestão. **Fonte**: modificado de SEMAD (2021).

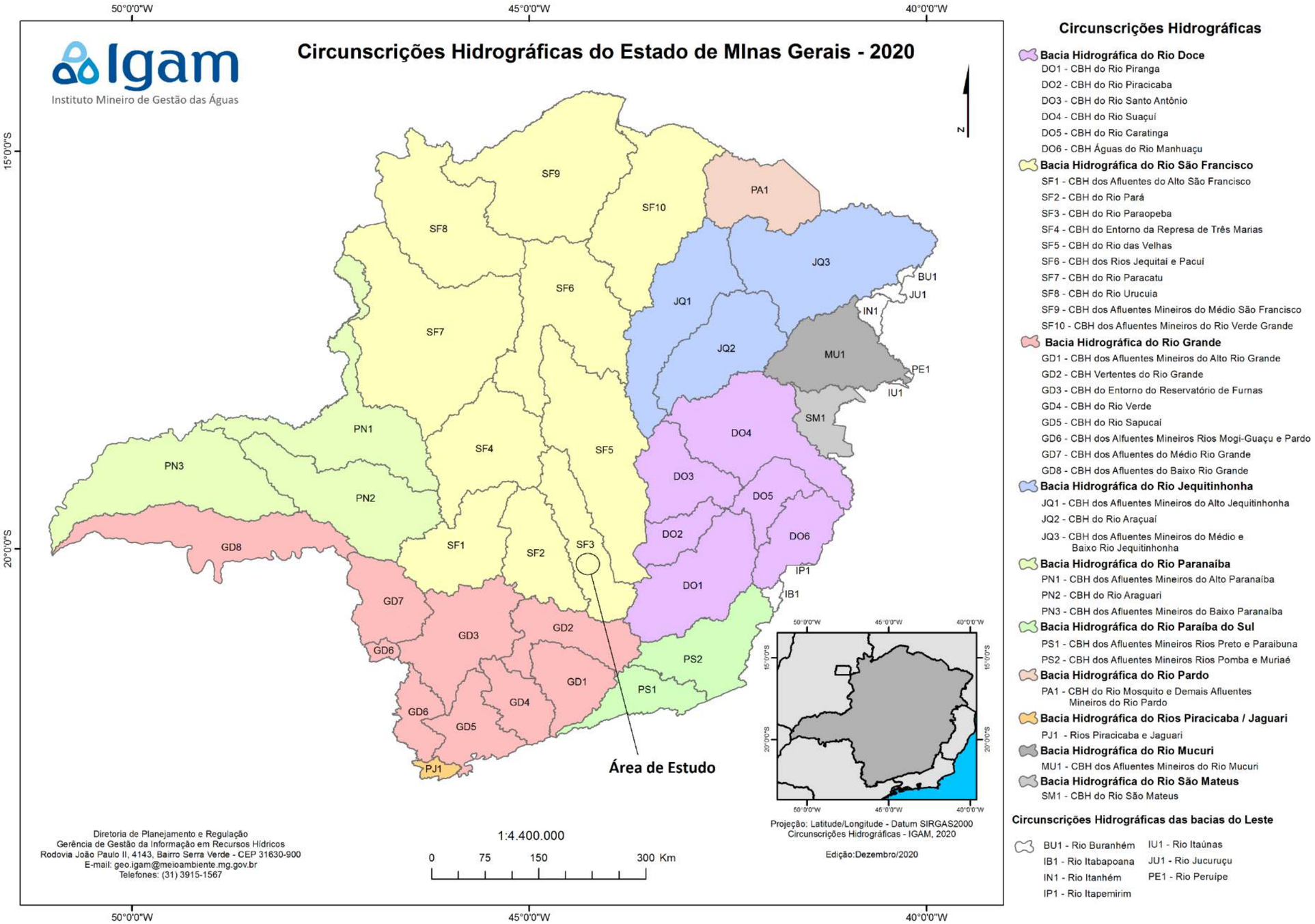


Figura 1-94 - Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) de Minas Gerais. **Fonte**: modificado de SEMAD (2021).

1.11.2.1.2 COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Os Comitês de Bacias Hidrográficas são órgãos de Estado, colegiados, compostos por representantes dos poderes públicos, sociedade civil e usuários de recursos hídricos (indústria, mineração, abastecimento, saneamento, dentre outros). Eles são responsáveis por discutir e deliberar sobre a gestão das águas em sua área de abrangência.

Na AER destaca-se a atuação do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Paraopeba (CBH do rio Paraopeba), de âmbito estadual[23] que, por sua vez, integram a bacia hidrográfica do rio São Francisco, a qual também possui um comitê[24], mas de âmbito federal.

- Comitê de bacia do rio São Francisco

O comitê foi criado por decreto presidencial em 5 de junho de 2001 e conta com 62 membros titulares e expressa, na sua composição tripartite, os interesses dos principais atores envolvidos na gestão dos recursos hídricos da bacia. Em termos numéricos, os usuários somam 38,7% do total de membros, o poder público (federal, estadual e municipal) representa 32,2%, a sociedade civil detém 25,8% e as comunidades tradicionais 3,3%.

- Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Paraopeba

O Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Paraopeba foi criado pelo Decreto nº 40.398 de 28/05/1999 e possui 72 conselheiros, dentre titulares e suplentes.

1.11.2.1.3 ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO

De acordo com a SEMAD[25], os dados do Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais (ZEE-MG) foram estruturados em um sistema de informações geográficas, denominado de "Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema)", instituído pela Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM nº 2.466/2017. Neste sistema são disponibilizados diversos dados temáticos e dados cartográficos de referência, considerados no presente estudo.

Destaca-se ainda o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) desenvolvido no âmbito do CBH do rio São Francisco[26], sendo um instrumento de planejamento territorial regulado pelo Decreto nº 4.297/2002, que tem como finalidade a viabilização do desenvolvimento sustentável, compatibilizando o crescimento socioeconômico com a preservação e a conservação dos ecossistemas da bacia.

---

[23] http://comites.igam.mg.gov.br/comites-estaduais-mg

[24] https://cbhsaofrancisco.org.br/o-cbhsf/

[25] http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/

[26] http://macrozeebhsf.nemus-consulting.com/#apresentacao

1.11.2.1.4 HIDROGRAFIA REGIONAL

A partir da base cartográfica gerada na escala 1:100.000 e 1:50.000, disponibilizada no IDE-Sisema e conferência em duas campanhas de campo, realizadas no período chuvoso (7 a 11 de fevereiro de 2022) e seco (8 a 12 de agosto) da região, foi delimitada hidrografia da AER. Na ADA e em trechos da AEL, onde há potencial influência do empreendimento, a hidrográfica foi classificada quanto à regime hídrico (perene, intermitente e efêmero), assim como em relação à classificação das áreas de nascentes e olhos d'água na ADA **Figura 1-95.**

A hidrografia da AER é fortemente controlada pela formação da serra Azul, uma extensão da serra do Curral que atravessa toda a região metropolitana de Belo Horizonte na direção Leste-Oeste. No flanco norte, voltado para o município de Igarapé e São Joaquim de Bicas (a nordeste), a hidrografia é distinta em três microbacias, que abarcam parte da ADA do empreendimento, a bacia do córrego Igarapé, a bacia do córrego da Olaria (onde está prevista a PDE) e a bacia do córrego Açoita Cavalo.

Na face sul da serra Azul, o empreendimento encontra-se nas bacias de drenagens da margem esquerda do córrego Grande. Essas drenagens são efêmeras na ADA.

Na sequência serão apresentados os resultados do mapeamento hidrográfico na ADA e no seu entorno (AEL), onde há maiores potencialidades de influência do empreendimento

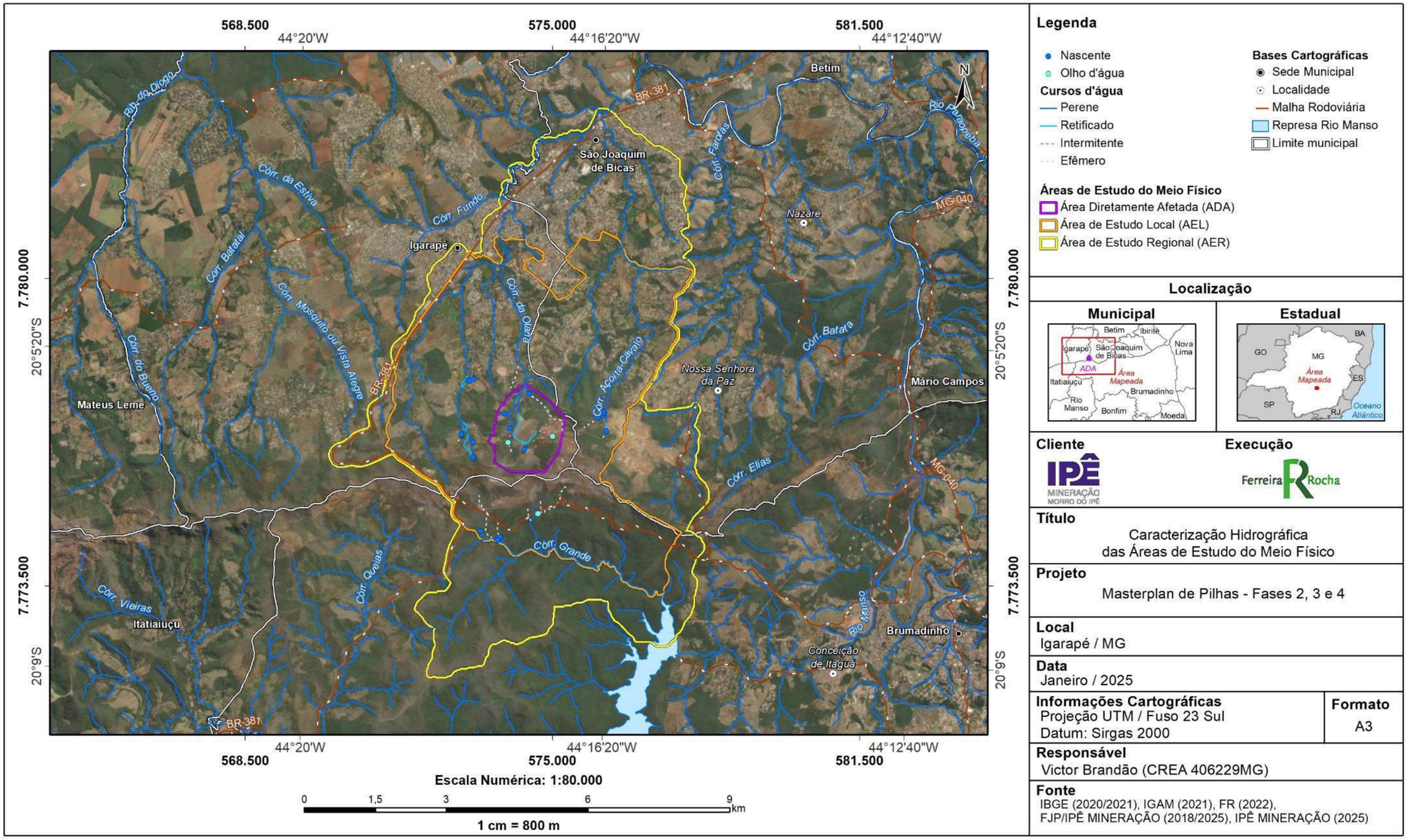


Figura 1-95 - Mapa hidrográfico regional.

1.11.2.2 CARACTERIZAÇÃO LOCAL

1.11.2.2.1 HIDROGRAFIA LOCAL

O mapeamento da hidrografia da ADA e do seu entorno (AEL), onde há maiores potencialidades de influência do empreendimento ocorreu no período chuvoso (7 a 11 de fevereiro de 2022) e seco (8 a 12 de agosto de 2022) da região. A hidrográfica foi classificada quanto ao seu regime hídrico (perene, intermitente e efêmero), assim como em relação à classificação das áreas de nascentes e olhos d'água na ADA (**Figura 1-96**).

De acordo com a Lei Federal 12.651 de maio de 2012, alterada pela Lei 12.727 de outubro de 2012:

> *XVII - **nascente:** afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água;*
>
> *XVIII - **olho d'água**: afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente;*

De acordo com o Art. 4º

> *"Considera-se **Área de Preservação Permanente**, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:*
>
> *IV - as áreas no entorno das **nascentes e dos olhos d'água <u>perenes</u>**, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de **50 (cinquenta) metros**; (Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012).*
>
> Por sua vez, segundo a Lei Estadual nº 20.922, de 16 de outubro de 2013:
>
> *XVI - **nascente** o afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água;*
>
> *XVII - **olho d'água** o afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente;*
>
> E de acordo com o seu Capítulo II (Das Áreas de Uso Restrito), Seção I (Das Áreas de Preservação Permanente),
>
> *Art. 9º Para os efeitos desta Lei, em zonas rurais ou urbanas**, são APPs:***
>
> *IV - as áreas no entorno das **nascentes e dos olhos d'água <u>perenes</u>**, no raio mínimo de **50m (cinquenta metros);***

Assim, tendo em vista que as diretrizes legais da esfera federal e estadual são correspondentes, fica evidente que os olhos d'água intermitentes não demandam APP. Assim, devem ser consideradas como APP de nascentes e olhos d'água perenes, as áreas do entorno de surgências do lençol freático, em um raio de 50m, identificadas no período seco da região. As faixas marginais de cursos d'água naturais perenes e intermitentes, excluídos os efêmeros, medidas a partir da borda da calha do leito regular, também são caracterizadas como APPs de acordo com as referidas diretrizes legais, em largura mínima de 30 metros para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura.

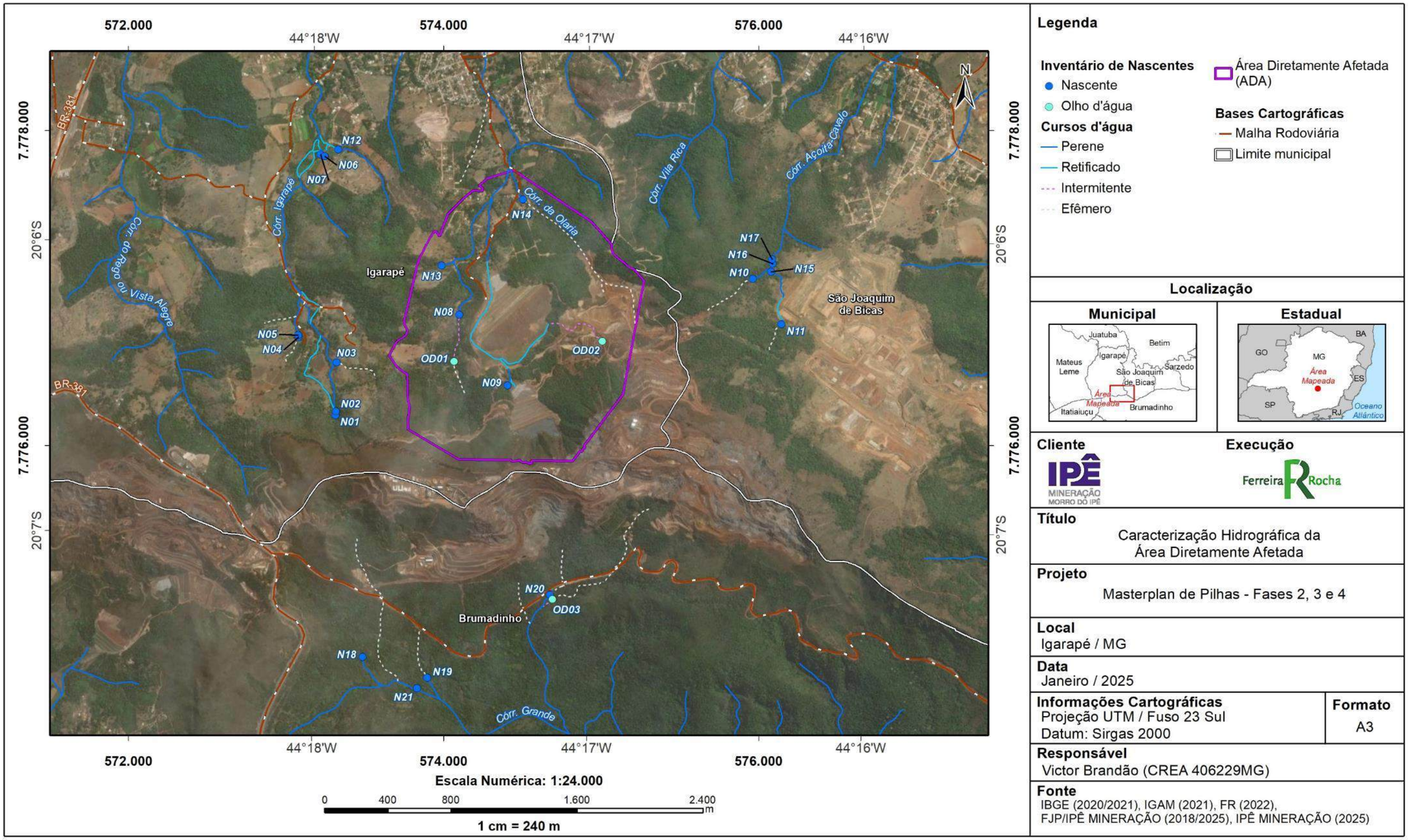


Figura 1-96 - Mapa hidrográfico local.

Na sequência é apresentada a caracterização hidrográfica em escala local, de acordo com as microbacias que abarcam a ADA do empreendimento.

(i) **córrego Igarapé** (Flanco Norte) - essa microbacia parte da Fazenda Vista Alegre na microbacia adjacente à PDE (a oeste). A nascente do córrego apresenta elevada vazão, com água de aparência límpida e aflora de modo difuso em dois pontos principais, localizados em área de cobertura florestal preservada. O córrego Igarapé segue no sentido sul-norte por cerca de 4,5km até encontrar o córrego da Olaria, já na área urbana de Igarapé. Mais adiante passa a ser denominado de córrego São Joaquim, em São Joaquim de Bicas, afluente da margem esquerda do rio Paraopeba, a cerca de 8km da ADA, em linha reta. Cabe enfatizar que ao longo do seu percurso o córrego é retificado em diversos pontos, visando o seu uso pela população local, especialmente para irrigação e dessedentação animal. A seguir são apresentados pontos representativos da hidrografia do córrego Igarapé (**Figura 1-97** à **Figura 1-104**).

Figura 1-97 - Nascente 01 do córrego Igarapé (coordenadas 7776187 N; e 573333 E);

Figura 1-98 - Nascente 02 do córrego Igarapé, a 20m da nascente 01 (coordenadas 7776218.00 N; e 573318.00 E).

Figura 1-99 - Córrego Igarapé a cerca de100m a jusante de sua nascente.

Figura 1-100 - Córrego Igarapé, no limite da ADA, na Fazenda Vista Alegre (Coordenadas 7776893.00 m N; e 573120.00 m E).

Figura 1-101 - Nascente 03 (Coordenadas 7776528.39 m S; e 573321.39 m E).

Figura 1-102 - Nascente 04 (coordenadas 7776599.00 m N; e 573050.00 m E).

Figura 1-103 - Nascente 05 a 20m da nascente 04 (coordenadas 7776705N; e 573081E).

Figura 1-104 - Córrego Igarapé, a cerca de 1.2km da ADA (Coordenadas: 7777703.00 m N; e 573085.00 m E).

Figura 1-105 - Nascente 08 identificada no período seco (agosto de 2022). Foto obtida no período chuvoso, quando o olho d'água se encontra mais a montante (OD01) (coordenadas: 7776831.00 m N; e 574099.00 m E).

Figura 1-106 - OD01, observado fevereiro de 2020, a 280m a montante do ponto da nascente N06.

Figura 1-107 - Nascente 09 (coordenadas 7776382.00 m S; e 574406.00 m E).

Figura 1-108 - Olho d'água OD-02 (coordenadas 7776654.84 m S; e 575002.43 m E).

(ii) **córrego da Olaria** (Flanco Norte) - essa microbacia parte da localidade prevista para a implantação da PDE, onde há duas barragens de minério da Ipê Mineração. Parte da drenagem que passa pela ADA, neste ponto encontra-se retificada pelas estruturas minerárias existentes. A jusante da ADA, o córrego Olaria apresenta trechos altamente antropizados pela comunidade local, em diferentes trechos. A 3,2km da ADA, o córrego se junta ao córrego Igarapé, área urbana de Igarapé. Mais adiante passa a ser denominado de córrego São Joaquim, em São Joaquim de Bicas, afluente da margem esquerda do rio Paraopeba, a cerca de 8km da ADA, em linha reta. A seguir são apresentados pontos representativos da hidrografia do córrego da Olaria (**Figura 1-105** à **Figura 1-109**).

Figura 1-109 - Córrego Olaria, altamente antropizado, a 500m a jusante da ADA (coordenadas 7777590.26 m N; e 574321.30 m E).

(ii) **córrego Açoita-Cavalo** (Flanco Norte) - essa microbacia encontra-se na imediação leste da PDR, onde há estruturas de processamento mineral da Ipê Mineração. Há dois cursos hídricos que nascem na serra Azul e se encontram formando o córrego Açoita-Cavalo. O córrego mais a oeste é majoritariamente classificado como efêmero. Sua nascente encontra-se próxima ao limite da ADA. O córrego mais a leste nasce a cerca de 20 metros a montante de uma obra abandonada pela empresa MMX, com extensa área de aterro. Por isso, a drenagem fica represada e infiltra pelo solo, aflorando a 150m. O córrego é um afluente do córrego São Joaquim, em São Joaquim de Bicas, afluente da margem esquerda do rio Paraopeba, a cerca de 8km da ADA, em linha reta. A seguir são apresentados pontos representativos da hidrografia do córrego Açoita-Cavalo (**Figura 1-110** à **Figura 1-114**).

Figura 1-110 - Nascente N10 (coordenadas 7777058.60 N; e 575978.79 E).

Figura 1-111 - Nascente N11 (coordenadas 7776766.99 N; e 576141.23 E)

Figura 1-112 - Ponto de infiltração da drenagem proveniente da nascente N11 (7776784.41 N; e 576167.97 E).

Figura 1-113 - Afloramento do canal de drenagem proveniente da nascente N11 (7776943.30 N; e 576150.23 E).

Figura 1-114 - Córrego Açoita-Cavalo em ponto próximo ao limite da ADA (coordenadas 7777132.97 N; e 576079.38 E).

(ii) **córrego Grande (Flanco Sul)** - essa microbacia está localizada no flanco Sul da serra Azul, no município de Brumadinho. As estruturas do empreendimento, localizadas nesta parte da serra, contam com drenagens efêmeras (apenas de água de chuva), cujos canais são afluentes da margem esquerda do córrego Grande. O qual encontra-se em propriedade da COPASA, de acesso restrito, em ambiente com vegetação preservada, que desagua no reservatório de abastecimento de água Rio Manso (um dos reservatórios que abastece a região metropolitana de Belo Horizonte). O reservatório encontra-se a 3km da ADA. A seguir são apresentadas algumas imagens dos canais

efêmeros mencionados e da nascente de um desses canais, localizada mais a jusante da ADA. A seguir são apresentados pontos representativos da hidrografia do córrego Grande (**Figura 1-115** à **Figura 1-117**).

Figura 1-115 - Trecho localizado na serra Azul, a oeste da AEL (coordenadas 7775248.87 N; e 573470.12 E), com drenagem efêmera.

Figura 1-116 - Sistema de drenagem da estrada Ademir Ribeiro Neves, na serra Azul, em trecho central da AEL. Coordenadas: 7775107.75 N; e 574749.57 E).

Figura 1-117 - Trecho de drenagem efêmera na serra Azul, a leste da AEL (coordenadas 7775418.00 N; e 575134.00 E).

1.11.2.2.2 HIDROLOGIA

De acordo com o Relatório de Proposta Preliminar de Gestão para a Bacia Hidrográfica do rio São Francisco, no âmbito do respectivo Macrozoneamento Ecológico-Econômico (MacroZEE)[27], a AER está localizada na Zona I que, em relação a questões hidrológicas, indica fragilidades ambientais derivadas da disponibilidade dos recursos hídricos, embora classificada como “baixa-média”. Neste caso, a vazão mínima, correspondente ao parâmetro Q_{95} é de 50,6 m^3/s, em média, na zona 1. Quanto à água subterrânea a fragilidade é classificada como “média-elevada”, pelas reservas explotáveis de 7,6 m^3/s,

[27] http://macrozeebhsf.nemus-consulting.com/files/PrognSubsImplem-MacroZEE-SF_R05v02.pdf

em média. Já em relação à poluição dos aquíferos, a vulnerabilidade é classificada como "baixa".

No Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais (ZEE-MG), disponibilizado na plataforma IDE-Sisema[28], a disponibilidade de água superficial e subterrânea é classificada como "alta" e o nível de comprometimento da água superficial é "médio" a "muito baixo", enquanto da água subterrânea é classificado como "baixo" a "muito baixo". Já a vulnerabilidade dos recursos hídricos é "média" a "alta".

Destaca-se ainda a caracterização hidrológica dos principais cursos hídricos da AER no Estudo de Regionalização de Vazão para o Aprimoramento do Processo de Outorga no Estado de Minas Gerais[29] (IGAM, 2012). Este estudo, como o próprio título revela, vem consolidar uma nova metodologia de regionalização de vazão em Minas, visando o aperfeiçoamento da análise técnica de outorga referente à obtenção de informações por meio de estudos prévios e a geração de cálculo para disponibilidade hídrica de forma pré-processada.

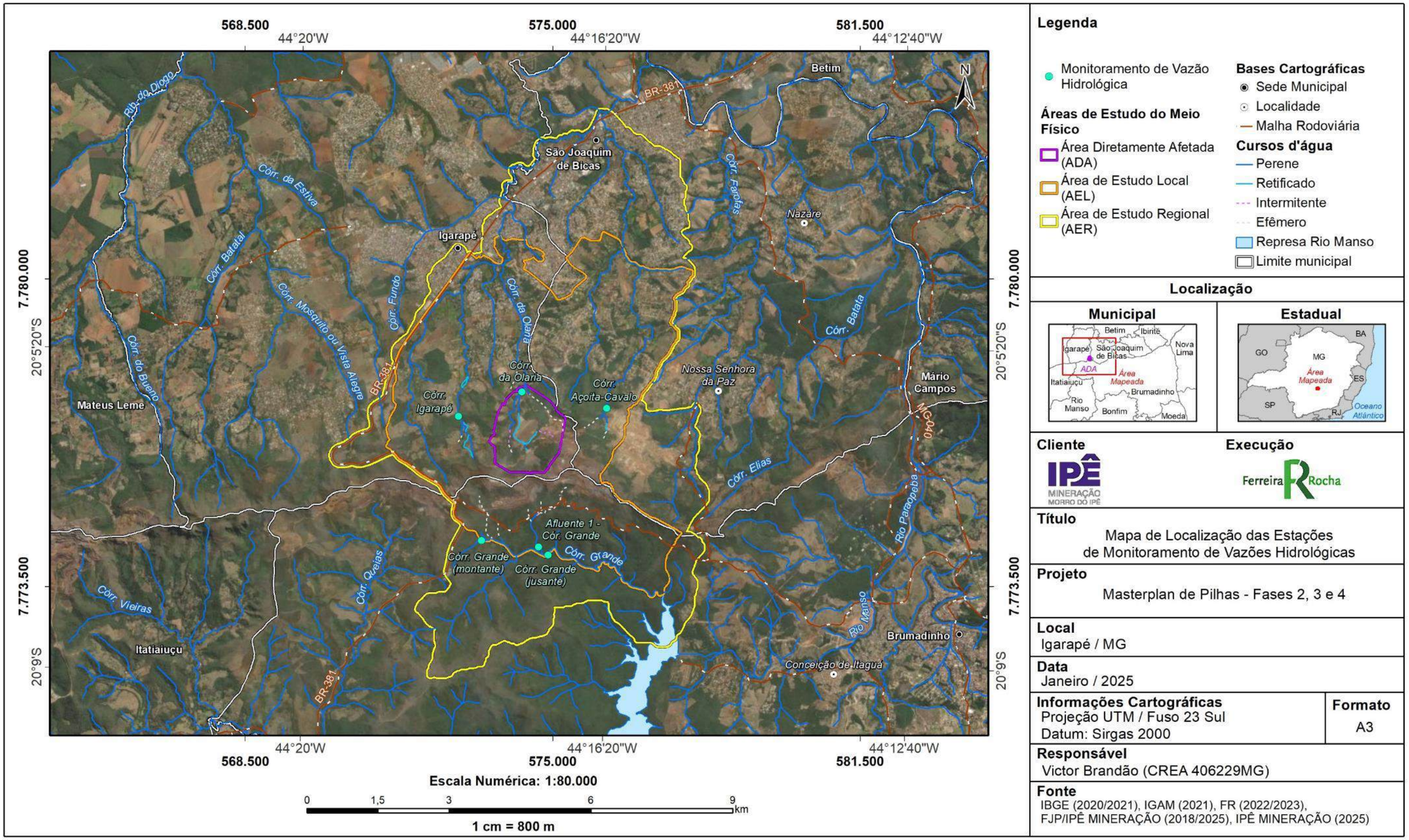
Assim, para qualquer seção fluvial, é possível identificar as seguintes vazões características (em m^3/s):

- Q_{mld} – Vazão média de longa duração;
- $Q_{7,10}$ – Vazão mínima de sete dias e período de retorno de 10 anos;
- Q_{90} – Vazão mínima associada a uma permanência de 90%; e
- Q_{95} – Vazão mínima associada a uma permanência de 95%.

Considerando-se as áreas de estudo do empreendimento, foram definidos 16 pontos considerados de elevada representatividade para a caracterização hidrológica, cujos resultados afetos aos parâmetros supracitados são discriminados na **Tabela 1-21** e na **Figura 1-118.** Como se trata de uma área localizada próxima a divisores de bacias hidrográficas, nota-se que as vazões dos principais cursos hídricos mapeados apresentam baixa vazão hidrográfica relativa, de modo geral, menores que $1m^3/s$, de primeira e segunda ordem, segundo classificação de Strahler (1952).

[28] https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis

[29] http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/865



Cliente

Execução

Título
Mapa de Localização das Estações de Monitoramento de Vazões Hidrológicas

Projeto
Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4

Local
Igarapé / MG

Data
Janeiro / 2025

Informações Cartográficas
Projeção UTM / Fuso 23 Sul
Datum: Sirgas 2000

Formato
A3

Responsável
Victor Brandão (CREA 406229MG)

Fonte
IBGE (2020/2021), IGAM (2021), FR (2022/2023), FJP/IPÊ MINERAÇÃO (2018/2025), IPÊ MINERAÇÃO (2025)

Figura 1-118 - Mapa dos pontos de levantamento de dados hidrológicos em cursos hídricos da AER, de acordo com a Regionalização de Vazão apresentada em IGAM (2012).

Tabela 1-21 - Vazões estimadas em pontos de controle na AER segundo IGAM (2012).

NOME DO PONTO / RIO	COORDENADAS		VAZÃO (M^3/S)			
	N	E	QMLD	Q95	Q90	Q7,10
Córrego Igarapé	7777096	573007	0,027297	0,007346	0,008871	0,003648
Córrego da Olaria	7777609	574347	0,038835	0,010494	0,012673	0,005246
Córrego Açoita-Cavalo	7777262	576142	0,020024	0,005436	0,006564	0,002684
Córrego Grande (montante)	7774468	573498	0,016259	0,004381	0,005290	0,002155
Córrego Grande (jusante)	7774158	574908	0,182353	0,049225	0,059441	0,025325
Afluente 1 - Cór. Grande	7774329	574705	0,044200	0,011964	0,014448	0,005996

Segundo o Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba, elaborado pela Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos (COBRAPE, 2020), foram mapeados os registros de eventos extremos na bacia. As inundações e enxurradas são eventos hidrológicos, naturais que podem ser agravados por ações antrópicas. Os alagamentos são ocasionados por deficiência da infraestrutura urbana, apresentam menores áreas atingidas e tempo de duração comparados às inundações e enxurradas. Na bacia do rio Paraopeba, o maior número de ocorrências desses eventos na Bacia é o de enxurradas, com destaque para os municípios de Ibirité, Contagem e Congonhas, não abarcados pela AER.

As inundações registradas caíram ao longo dos anos, sendo mais comuns até o ano de 2012, com dados de ocorrência para alguns municípios da bacia, inclusive para Igarapé. Eventos de secas e movimentos de massa não são registrados na AER.

1.11.2.2.3 HIDROSSEDIMENTOLOGIA

De acordo com a base de dados Hidroweb da Agência Nacional de Águas (ANA) e com os registros de dados de monitoramento do IDE Sisema, da Semad-MG, não foram identificadas estações de monitoramento hidrossedimentológico na área de influência do empreendimento, mas apenas no rio Paraopeba.

Segundo Cobrape (2020), a bacia do rio Paraopeba possui 9 estações sedimentométricas sendo que destas, apenas 4 contam com registros de medições de descarga sólida disponíveis no banco de dados da ANA. Entretanto, apenas 1 estação apresenta medição significativa, possibilitando a utilização dela para análise. Assim, para a análise foi observada a curva-chave dessa estação indicada, visando identificar a relação entre a descarga sólida e a líquida, a partir de dados históricos, de 1938 a 2018 (**Figura 1-119**).

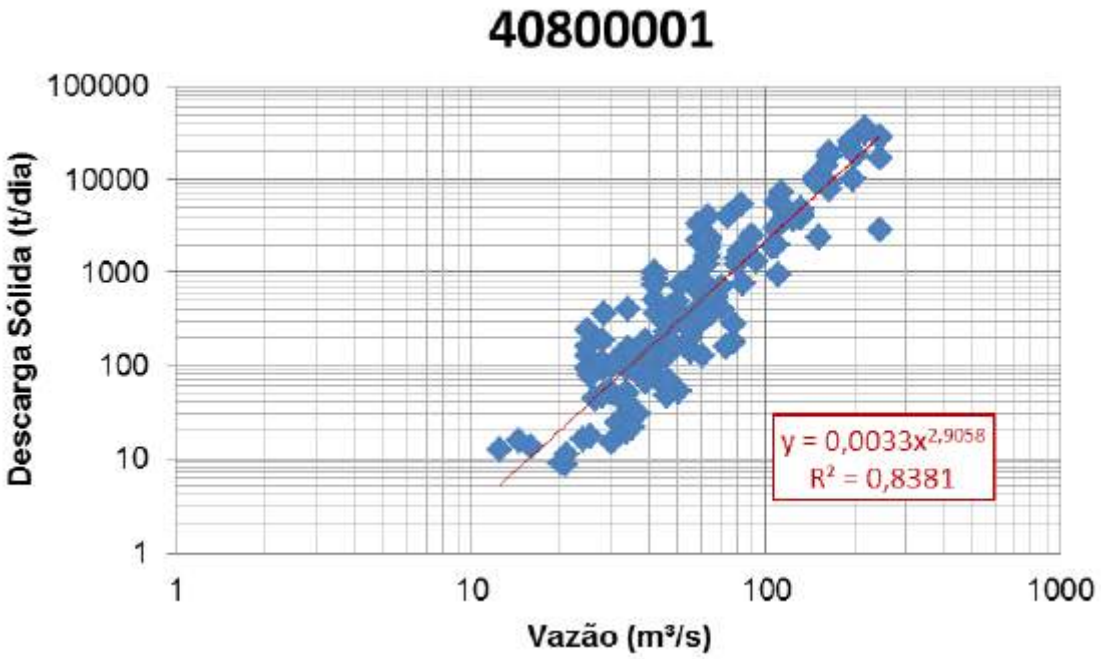


Figura 1-119 - Medições de Descarga Sólida da Estação Ponte Nova do Paraopeba. **Fonte:** Cobrape (2020).

A estação 40800001, denominada "Ponte Nova do Paraopeba", está localizada no município de Juatuba e apresenta Descarga Sólida em Suspensão (Qss) de 32.76 t/km².ano.

1.11.2.2.4 OUTORGAS E CADASTRO DE USOS INSIGNIFICANTES

O levantamento de processos de outorgas de usos de recursos hídricos, superficiais e subterrâneos foi realizado junto ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) de Minas Gerais, por meio da plataforma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE-Sisema). Nota-se que existem apenas dois processos de outorgas na AEL do empreendimento, de poços tubulares. Estes pontos de captação de água subterrânea estão localizados a cerca de 2 km ao norte da prevista PDE.

O primeiro, com número de **processo 26657/2017** e que está localizado na microbacia do córrego da Olaria (coordenadas 7779112 N e 574054 E) tem as finalidades de uso para irrigação, dessedentação de animais, consumo humano e aspersão de vias. O segundo, com número de **processo 37757/2016** e que está na bacia do córrego Açoita-Cavalo (coordenadas 7779093 N; e 576284 E) tem as finalidades de uso para consumo humano, consumo industrial, dessedentação de animais, lavagem de veículos e irrigação.

Certamente estes registros não refletem os usos destes recursos pela população local, já que em atividades de campo é possível identificar diversos pontos de captação de águas superficiais, especialmente para irrigação de culturas de hortaliças e

dessedentação de animais. No capítulo que trata sobre aptidão agrícola (item Pedologia) deste diagnóstico são apresentadas algumas dessas áreas.

Segundo Cobrape (2020), os Sistemas de Abastecimento de Água dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba não estão localizados na área do empreendimento.

Ao sul da ADA, na bacia do Córrego Grande, existe três poços de captação outorgados para a Mineração Morro do Ipê:

- Poço captação 02: Processo IGAM 35029/2024 (coordenadas 7775237 N; 574602 E), vazão outorgada 60 m^3/h.
- Poço captação 03: Processo IGAM 04269/2012 (coordenadas 7775362 N; 573797 E), vazão outorgada 17,5 m^3/h.
- Poço captação 05: Processo IGAM 04270/2012 (coordenadas 7775256 N; 573518 E), vazão outorgada 52,8 m^3/h.

1.11.2.2.5 OUTROS USOS DE RECURSOS HÍDRICOS

Na sequência é apresentada uma caracterização dos usos dos recursos hídricos em escala local, identificados em atividades de campo na AEL e ADA do empreendimento, no período chuvoso (7 a 11 de fevereiro de 2022) e seco (8 a 12 de agosto de 2022) da região, de acordo com as microbacias que abarcam essas áreas.

(i) córrego Igarapé (Flanco Norte)

No córrego Igarapé, ainda na ADA do empreendimento, nota-se a captação de água das nascentes N01 e N02 indicadas no item que retrata a hidrografia local, para a irrigação de cultivos de tomate. Bem como, parte destes recursos hídricos são utilizados para o abastecimento de tanques utilizados para cultivos de peixes e usos domésticos. Mas essas áreas deverão ser desapropriadas, à princípio. No limite da ADA encontra-se a Fazenda Boa Vista, onde há criação de animais (pequena escala) e algumas áreas de plantio, basicamente para a alimentação dos animais, como de milho.

Mais adiante, há práticas de irrigação, especialmente de horticultura, por diferentes proprietários de terra locais, que utilizam das águas do córrego Igarapé, inclusive para a criação de animais. Nessas áreas o córrego apresenta diversos desvios, assim como são identificadas bombas de captação, pela população local. Os canais de drenagem da bacia também apresentam uso para lançamento de efluentes de edificações desprovidas de serviços de saneamento na bacia hidrográfica.

Figura 1-120 - Cultivo de tomate na ADA do empreendimento, que recebe irrigação do córrego Igarapé (coordenadas: 572.881 E; e 7.776.401 N).

Figura 1-121 - Tanques para psicultura e lazer na ADA do empreendimento, que recebe irrigação do córrego Igarapé (Coordenadas: 573.175 E; e 7.776.576 N).

Figura 1-122 - Área de pecuária na Fazenda Vista Alegre, a margem do córrego Igarapé. Coordenadas: 573120.00 m E; e 7776893.00 m N.

Figura 1-123 - Cultivo de hortaliças na margem esquerda do córrego Igarapé, a cerca de 1,3km da ADA.

(ii) córrego da Olaria (Flanco Norte)

A microbacia do córrego Olaria, cuja nascente está localizada na área prevista para a PDE, apresenta três vertentes na área do empreendimento. Na vertente mais a oeste, verifica-se a nascente varia significativamente em relação à época do ano em um ambiente relativamente preservado de propriedade da Ipê Mineração. Na vertente proveniente da barragem B1 Auxiliar, a nascente encontra-se entre essa estrutura e a barragem B2. Já na vertente mais a leste, nota-se que a nascente está localizada em área antropizada, com canalização em suas imediações, recebendo aportes de efluentes diretos por edificações do entorno, fora da área da mina. Esses três passam por residências a margem do empreendimento, caracterizadas por pequenas propriedades rurais (com criações de animais e pequenas plantações, sítios de veraneio e residências de população de classes baixa a média, em geral. Os canais de drenagem da bacia também apresentam uso para lançamento de efluentes de edificações desprovidas de serviços de saneamento na bacia hidrográfica.

Figura 1-124 - Propriedade a jusante da ADA, no córrego Olaria (vertente mais a oeste), com uso de recursos hídricos para dessedentação de animais (Coordenadas: 574081.00 m E; e 7777137.00 m N).

Figura 1-125 - Nascente em um dos afluentes do córrego Olaria, em área antropizada com lançamento de efluentes domésticos (Coordenadas: 574505.00 m E; e 7777562.00 m N).

Figura 1-126 - Formação de pequenos barramentos a margem do córrego Olaria, nas imediações da ADA, pela população local. (Coordenadas: 574317.00 m E; e 7777595.00 m N).

Figura 1-127 - Uso dos recursos hídricos superficiais para irrigação de pequenas plantações a margem do córrego Olaria (Coordenadas: 574.413.00 m E; e 7.777.761.00 m N).

Figura 1-128 - Cultivo de hortaliças, a margem do córrego da Olaria. (Coordenadas: 574433.00 m E; e 7777842.00 m N).

Figura 1-129 - Trecho de confluência de um afluente da margem direita do córrego Olaria utilizado pela população local para fins diversos como lavar as roupas quando há períodos sem distribuição de água (Coordenadas: 574467.00 m E; e 7777892.00 m N).

Figura 1-130 - Uso de recursos hídricos para formação de tanques de peixes e lazer sem fins comerciais (Coordenadas: 574.171.00 m E; e 7.777.353.00 m N).

Figura 1-131 - Área antropizada, com uso do córrego Olaria para lançamento de efluentes domésticos (Coordenadas: 574345.00 m E; e 7778499.00 m N).

(iii) córrego Açoita-Cavalo (Flanco Norte)

A microbacia do córrego Açoita-Cavalo, cuja nascente está localizada na serra Azul está em parte localizada nas propriedades da Ipê, de acesso restrito, onde a cobertura florestal é relativamente preservada. Adiante, em cerca de 1km do limite da ADA, são identificados pequenos sítios e residências a margem do córrego com usos de recursos hídricos para plantios de hortaliças, com fins comerciais e dessedentação de animais, principalmente.

Figura 1-132 - Imediações da nascente do Córrego Açoita-Cavalo em área destinada à preservação Ambiental e serviços ecossistêmicos (Coordenadas: 575959.00 m E; e 7777057.00 m N).

Figura 1-133 - Usos para irrigação à margem do córrego Açoita-Cavalo, a cerca de 2.3km da ADA.

(iv) córrego Grande (Flanco Sul)

Conforme já indicado anteriormente, no flanco sul da serra Azul as áreas são propriedades da COPASA, onde são destinadas a preservação ambiental e serviços ecossistêmicos, de modo a favorecer o abastecimento do reservatório de Rio Manso.

Figura 1-134 - Córrego Grande em área localizada nas imediações do empreendimento destinada à preservação Ambiental e serviços ecossistêmicos (Coordenadas: 575959.00 m E; e 7777057.00 m N).

Figura 1-135 - Acesso ao reservatório de Rio Manso pela área da Copasa. Coordenadas: 576976.00 m E; e 7772630.00 m N.

1.11.2.2.6 BALANÇO HÍDRICO

Para a avaliação do balanço entre as vazões disponíveis e as demandas de água nos corpos d'água definidos para a captação e lançamento de efluentes, foram considerados os levantamentos dos usos e usuários de recursos hídricos superficiais e subterrâneos na bacia do rio Paraopeba, classificados em consuntivos e não-consuntivos, segundo o Plano de Recursos Hídricos da bacia do rio Paraopeba (COBRAPE, 2020).

Se enquadram como usos consuntivos, o abastecimento público, industrial, agrícola, pecuário e extração mineral, pesca e aquicultura, urbanização e paisagismo. Os usos não-consuntivos são associados aos usos destinados a geração de energia, turismo e lazer.

Os resultados indicam que em elação aos usos consuntivos, a vazão total captada na bacia hidrográfica do rio Paraopeba é de 64.502,12 L/s, com maior representatividade

do consumo de água pelo setor industrial, correspondente a cerca de 45,0% da demanda total da bacia. Em seguida, aparece o setor de extração mineral, com 23,2%, e o abastecimento público com 20,9%.

Considerando-se as demandas totais, os resultados variam de modo pouco significativo. O setor industrial permanece como sendo o uso mais representativo da bacia, com 41,5%, seguido do setor de extração mineral e do abastecimento público, com 21,4% e 19,3%, respectivamente. A demanda referente à urbanização e paisagismo é significativa, com cerca de 5.269,06 L/s, que corresponde a 7,0% da demanda total captada.

Tabela 1-22 - Demandas Captadas Totais.

SETOR USUÁRIO	DEMANDAS (L/S)			% DO TOTAL
	SUPERFICIAL	SUBTERRÂNEA	TOTAL	
Abastecimento Público	13.902,08	570,93	14.473,01	19,3%
Indústria	29.261,20	1.882,49	31.143,69	41,5%
Pecuária	237,72	35,32	273,04	0,4%
Agricultura	7.037,43	239,89	7.277,32	9,7%
Mineração	14.063,69	1.955,60	16.019,28	21,4%
Pesca e Aquicultura	553,10	3,35	556,45	0,7%
Urbanização e Paisagismo	5.252,20	16,86	5.269,06	7,0%
Total	**70.307,42**	**4.704,44**	**75.011,85**	**100,0%**

Fonte: Cobrape (2020).

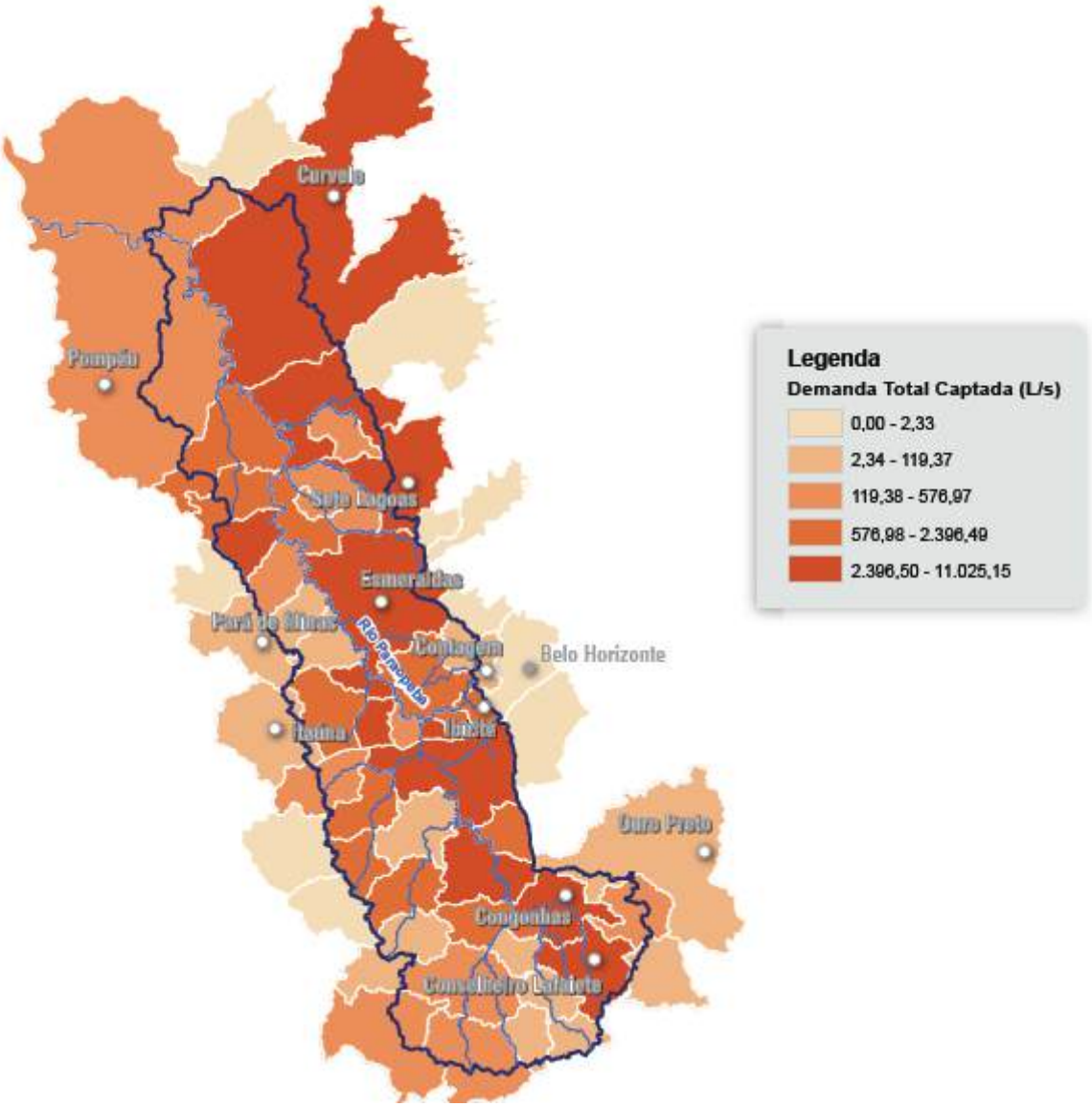


Figura 1-136 - Representação das Demandas Captadas Totais, por município da bacia do rio Paraopeba. **Fonte**: Cobrape (2020).

Para o cálculo do balanço hídrico, as vazões disponíveis consideradas foram as vazões médias de longo período (Q_{mld}), a vazão mínima de sete dias e período de 10 anos de recorrência ($Q_{7,10}$); e das vazões mínimas, com 95% ($Q_{95\%}$) e 90% ($Q_{90\%}$) de Permanência, segundo Cobrape (2020).

A Q_{mld} refere-se à média aritmética das vazões diárias das séries disponíveis, de profunda importância para conhecer o comportamento médio das disponibilidades hídricas da região. O resultado da análise, apresentou valores entre 14 e 23 L.s/km², os quais são compatíveis com a distribuição de precipitação e indicam uma produtividade alta, quando comparados aos valores do restante da Bacia do Rio São Francisco.

Os resultados das vazões $Q_{7,10}$, em termos de vazões específicas, apresentaram valores entre 2,5 e 3,5 L.s/ km². Os resultados das vazões com 95% de permanência,

apresentaram valores entre 4,2 e 5,5 L.s/km². Enquanto as vazões com 90% de permanência apresentam valores entre 5,0 e 6,5 L.s/km². Com isso, a vazão de referência na Bacia do Rio Paraopeba pode ser classificada com média, de acordo com a classificação do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais de 2008.

Ainda de acordo com Cobrape (2020), a disponibilidade hídrica subterrânea, foi calculada a partir das características dos sistemas aquíferos. A abordagem adotada envolveu a estimativa da parcela da chuva que se infiltra no solo, denominada RPD (Recarga Potencial Direta), e sua parcela que pode ser utilizada de forma a não interferir nas vazões mínimas ecológicas e de referência para outorga, determinada como RPE (Reserva Potencial Explotável) (CRPM, 2018). Os resultados para toda a bacia do rio Paraopeba podem ser observados na tabela a seguir.

Tabela 1-23 - Resultados RPD e RPE Específicos.

SISTEMA AQUÍFERO	ÁREA (KM²)	RPD ESP MÉDIO (L/S.KM²)	RPE ESP MÉDIO (L/S.KM²)
Cárstico	116,46	4,46	1,78
Cristalino	6.374,44	0,89	0,36
Formações Cenozóicas	1.336,36	9,54	3,82
Formações Ferríferas	65,02	4,98	1,99
Metassedimentos-Metavulcânicas	1.960,23	0,97	0,39
Poroso/Fissural - Aflorante	2.139,52	2,13	0,85
Poroso/Fissural - Não Aflorante	1.287,54	0,48	0,19

Fonte: Cobrape (2020) *apud* CRPM (2018).

Assim, foi possível calcular o balanço hídrico, superficial e subterrâneo da bacia, utilizado como referência para este estudo.

No balanço hídrico superficial foram realizadas quatro abordagens, sendo elas: (i) comparação da demanda de retirada com a Q_{95}%; (ii) comparação da demanda de retirada com a $Q_{7,10}$; (iii) comparação da demanda de consumo com a Q_{95}%; e (iv) comparação da demanda de consumo com a $Q_{7,10}$. Nestes casos, as demandas utilizadas nas análises foram compostas pelo somatório dos volumes consumidos por todos os setores usuários. Cabe mencionar ainda que para os cálculos, as taxas de retorno das demandas de mineração e indústria aos rios da região após sua utilização são significativas, em geral, de no mínimo 80%.

Os resultados são apresentados de modo georreferenciado, já que há uma expressiva variação dos valores ao longo da bacia. Neste caso, também foram considerados, mas representativos os registros de Balanço Hídrico a partir de disponibilidades associadas

a $Q_{7,10}$ e $Q_{95\%}$. Na área de estudo, nota-se resultados acima de 1, na vertente norte da Serra Azul, indicando que há um consumo superior à oferta de água (**Figura 1-137**).

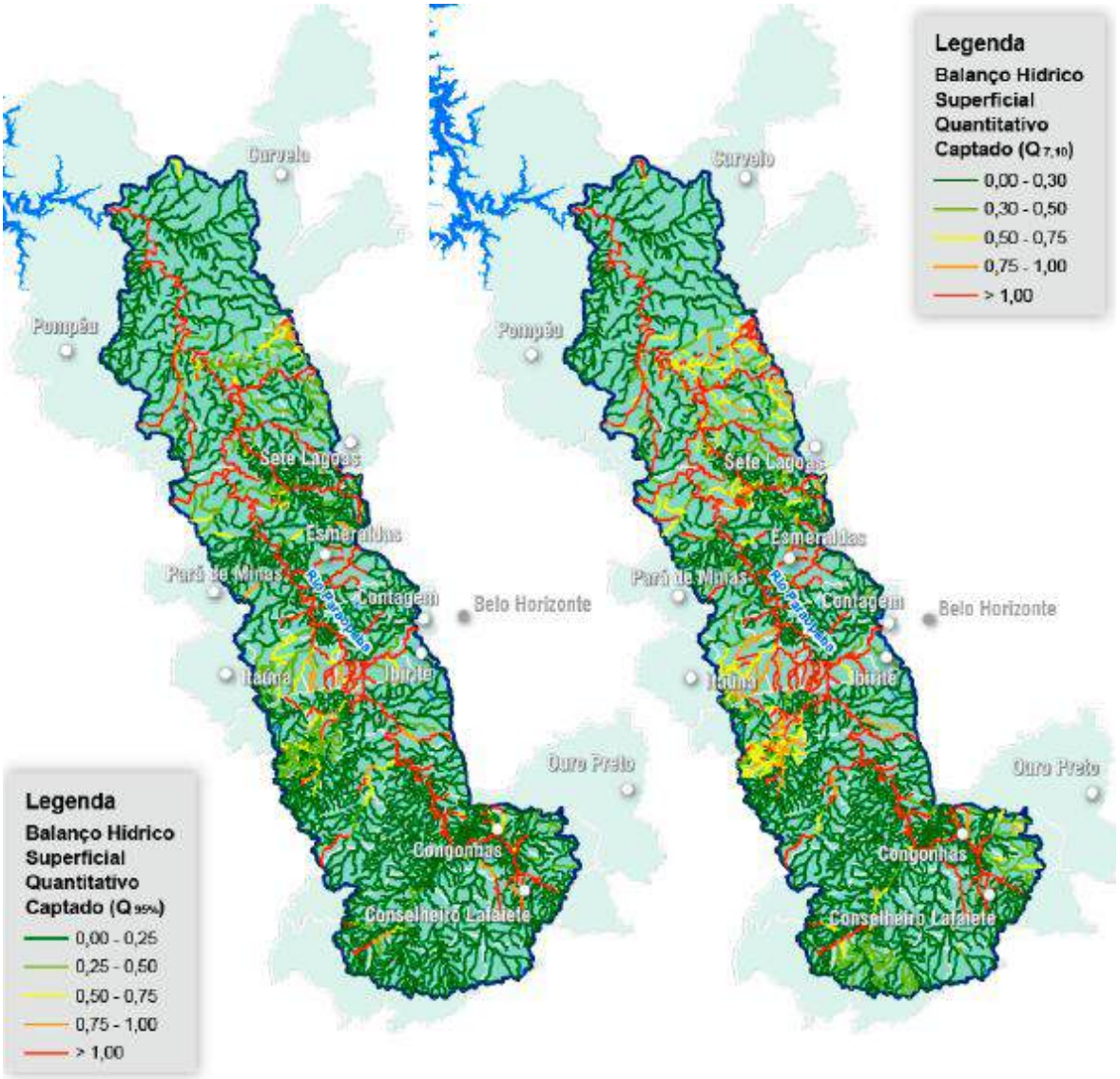


Figura 1-137 - Balanço Hídrico Superficial Quantitativo ($Q_{95\%}$) e ($Q_{7,10}$). **Fonte**: Cobrape (2020).

Entretanto, segundo o Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia (COBRAPE, 2020), não há nenhuma Declaração de Área Crítica (DAC) na região da bacia do rio Paraopeba. Neste caso, o IGAM verifica pode declarar uma possível situação de conflito pelo uso da água, quando o interessado em realizar captação de água em determinada bacia ou microbacia solicitar, por meio de ofício encaminhado à Diretoria de Instrumentalização e Controle, essa declaração. O órgão, por meio destas informações irá verificar se for constatada a situação, a partir de uma avaliação técnica mais aprofundada, com a possível emissão da DAC.

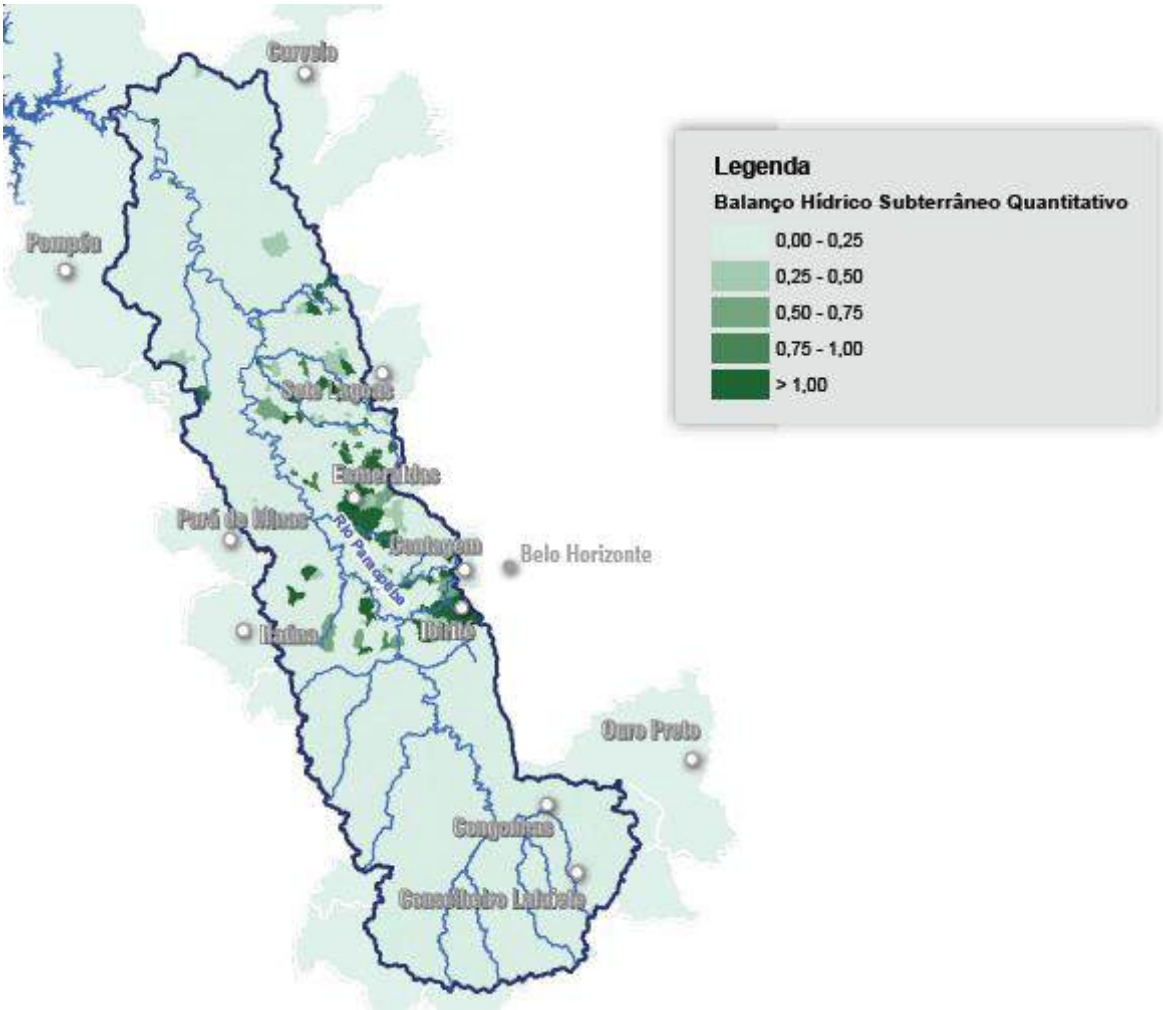


Figura 1-138 - Balanço Hídrico Subterrâneo. **Fonte:** Cobrape (2020).

Por sua vez, em relação ao balanço hídrico subterrâneo, é importante indicar algumas ressalvas sobre os resultados encontrados, seja pela influência da falta de poços de monitoramento, em malha apropriada para esse tipo de análises e pelos limites dos aquíferos não respeitam os limites superficiais de bacias hidrográficas, o que dificulta o gerenciamento desses recursos. Mas de modo geral, nota-se que os trechos da bacia com maiores pressões sobre os recursos hídricos subterrâneos, com resultados acima de 1, estão nos municípios de Esmeraldas e Ibirité. Outras áreas na bacia são pontuais e de menor representatividade regional (**Figura 1-138**).

1.11.2.2.7 ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA EM CLASSES

A partir de 1993, o Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM, respaldado pela Resolução CONAMA nº 20/86 priorizou, no estado de Minas Gerais, o enquadramento das águas, segundo os usos preponderantes, das águas das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Paraopeba, Paraibuna, Velhas, Pará, Verde e Gorutuba. Estas ações seguiram a Política Nacional do Meio Ambiente (Resolução CONAMA nº 20/86) e da

Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.

O enquadramento objetiva assegurar às águas qualidade compatível com os seus usos mais exigentes e, por consequência, diminuir os custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes.

Neste sentido, destacam-se a Deliberação Normativa COPAM n° 14 de 1995[30], que dispõe sobre o enquadramento das águas da Bacia do rio Paraopeba; e a Deliberação Normativa COPAM n° 08 de 2022[31], 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, em Minas Gerais.

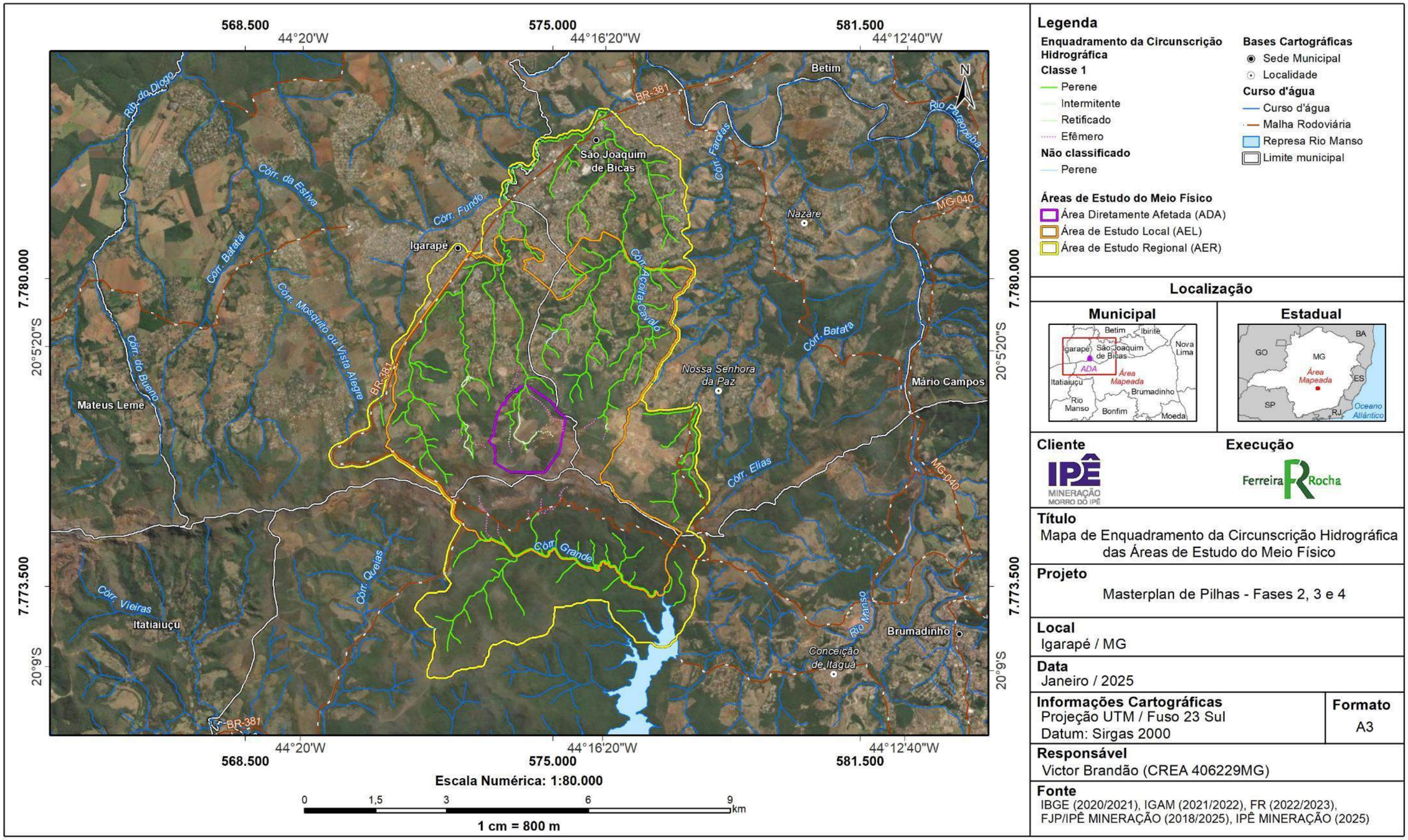
Assim, é possível visualizar na plataforma digital do IDE-SISEMA[32] o enquadramento dos corpos d'água da Circunscrição Hidrográfica do rio Paraopeba, que abarca a área em estudo. Todos os corpos d'água da Área de Estudo Regional são Classe 1 (**Figura 1-139)**.

---

[30] http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/Minas%20Gerais%20-%20Rio%20Paraopeba%20%20-%20Bacia%20do%20S%C3%A3o%20Franscisco.pdf

[31] https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=56521

[32] https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis



Legenda

Enquadramento da Circunscrição Hidrográfica

Classe 1

- Perene
- Intermitente
- Retificado
- Efêmero

Não classificado

- Perene

Áreas de Estudo do Meio Físico

- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Local (AEL)
- Área de Estudo Regional (AER)

Bases Cartográficas

- Sede Municipal
- Localidade

Curso d'água

- Curso d'água
- Malha Rodoviária
- Represa Rio Manso
- Limite municipal

Localização

Municipal

Estadual

Cliente

IPÊ MINERAÇÃO MORRO DO IPÊ

Execução

Ferreira Rocha

Título

Mapa de Enquadramento da Circunscrição Hidrográfica das Áreas de Estudo do Meio Físico

Projeto

Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4

Local

Igarapé / MG

Data

Janeiro / 2025

Informações Cartográficas

Projeção UTM / Fuso 23 Sul
Datum: Sirgas 2000

Formato

A3

Responsável

Victor Brandão (CREA 406229MG)

Fonte

IBGE (2020/2021), IGAM (2021/2022), FR (2022/2023), FJP/IPÊ MINERAÇÃO (2018/2025), IPÊ MINERAÇÃO (2025)

Figura 1-139 - Enquadramento dos Corpos de Água em Classes, segundo os usos preponderantes na AER.

De acordo com essa DN, os usos preponderantes das águas de Classe 1 (correspondente à área de estudo), bem como das outras quatro classes previstas são discriminadas a seguir:

- **Classe Especial**

a) ao abastecimento para consumo humano, com filtração e desinfecção;
b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;
c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

- **Classe 1**

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
b) à proteção das comunidades aquáticas, inclusive em Terras Indígenas;
c) à recreação de contato primário, conforme Resolução Conama n° 274, de 29 de novembro de 2000, ou norma que a substitua;
d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película.

- **Classe 2:**

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
b) à proteção das comunidades aquáticas;
c) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000, ou norma que a substitua;
d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;
e) à aquicultura e à atividade de pesca.

- **Classe 3:**

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
b) à pesca amadora;
c) à recreação de contato secundário; e
d) à dessedentação de animais.

1.12 QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS E SEDIMENTOS

1.12.1 INTRODUÇÃO

A qualidade das águas é um conceito bastante amplo devido às suas propriedades de solvente e capacidade de transportar partículas. Sua alteração pode estar relacionada a fenômenos naturais e da atuação do homem. Segundo Von Sperling (2005) "a qualidade de uma determinada água é função das condições naturais e do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica."

Nas últimas décadas os ecossistemas aquáticos têm sido alterados em função de múltiplos impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas. Muitos rios, córregos, lagos e até mesmo reservatórios têm sido impactados devido ao aumento desordenado de seu uso. Esta situação é particularmente notada nas áreas com elevadas densidades populacionais, especialmente em áreas urbanizadas, onde os cursos d'água recebem efluentes industriais e domésticos, eventualmente "in natura", além de sedimentos e resíduos sólidos, os quais podem alterar os padrões físico-químicos e biológicos da água. Consequentemente, os ecossistemas aquáticos vêm perdendo suas características naturais e sua diversidade biológica (MORENO & CALLISTO, 2010).

Os sedimentos fluviais são partes integrais, essenciais e dinâmicas das bacias hidrográficas e possuem valor ambiental, social e econômico. A quantidade e qualidade dos sedimentos têm importância fundamental para manter o adequado equilíbrio e funcionamento dos rios. Os estudos relacionados aos sedimentos focam os aspectos quantitativos e qualitativos e ambos têm impacto sobre as condições ecológico-ambientais de uma bacia hidrográfica (SALOMONS & BRILS, 2004).

Os sedimentos são reservatórios de elementos traço biodisponíveis que ficam retidos nos minerais por processos de adsorção, precipitação, oclusão e incorporação (AHLF & FÖRSTNER, 2001). Por esta razão, esta matriz possui a capacidade de estocar e imobilizar elementos tóxicos rastreáveis, funcionando então como bons bioindicadores de monitoramento da qualidade ambiental na bacia (ROSOLEN *et al.*, 2005). O estudo das interações entre o ambiente sedimentar, a coluna d'água e os organismos revela a complexa dinâmica dos ecossistemas aquáticos. A avaliação da qualidade dos sedimentos é, consequentemente, essencial para a compreensão dos processos que ordenam a disponibilidade e a destinação dos poluentes dispostos nos corpos hídricos, uma vez que é o compartimento final de armazenamento e transformação da maioria dos poluentes lançados pelo homem (ALMEIDA & ROCHA, 2006).

Atualmente, a bacia do Rio Paraopeba apresenta um cenário com alta taxa de urbanização. Neste sentido, a população residente em área urbana é superior à população que vive em área rural, dinâmica demográfica e distribuição territorial tal qual, iniciada no início da industrialização nesta bacia, processo comum ao país a partir da segunda metade do século XX. A abundância dos recursos minerais aliada aos investimentos no setor, tornou a atividade minerária de grande importância econômica e social para os municípios da bacia hidrográfica do rio Paraopeba. As atividades

industriais, embora também estejam distribuídas por toda bacia, destacam-se na sub-bacia do rio Maranhão, em Conselheiro Lafaiete, Ouro Branco e Congonhas, sub-bacia do ribeirão Sarzedo, em Ibirité, sub-bacia do rio Betim, em Betim, na sub-bacia do ribeirão São João, em Sete Lagoas e Cachoeira da Prata, bem como no município de Paraopeba, com destaque para indústrias têxteis, alimentícias, químicas e metalúrgicas (ARCADIS, 2019). Na bacia também são registradas indústrias voltadas aos minérios não metálicos, como beneficiamento da ardósia, que atendem tanto o mercado interno como o externo. Adicionalmente, a indústria alimentícia também possui relevância nas atividades econômicas da bacia hidrográfica do rio Paraopeba, especialmente a produção de leite e produtos de laticínios. Ainda, a região da serra Azul e da serra de Itatiaiuçu, possuem um importante polo minerador que englobam os municípios de Itatiaiuçu, Igarapé, Brumadinho e Matheus Leme.

1.12.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1.12.2.1 DADOS SECUNDÁRIOS

Para o diagnóstico secundário foram avaliados dois estudos realizados na região sendo um Diagnóstico de Estudo de Impacto Ambiental (AMPLO, 2017) e o outro um Estudo de Linha de Base (LUME, 2021) (**Tabela 1-24**).

Tabela 1-24 - Estudos consultados para composição do diagnóstico de dados secundários da qualidade das águas e sedimentos,

REFERÊNCIA	ESTUDO (TÍTULO DO ESTUDO)	ANO	MUNICÍPIO	COORDENADAS UTM
AMPLO	Projeto Mineração Morro Do Ipê 6 Mtpa - Diagnóstico Meio Físico	2017	Igarapé, São João de Bicas e Brumadinho	NA
LUME	Caracterização da de Linha de Base quanto à impactos Toxicológicos e Ecotoxicológicos – Água, Sedimentos e Biota - Ofício FEAM/Pre Nº 91/2020 -	2021	Itatiaiuçu	NA

REFERÊNCIA	ESTUDO (TÍTULO DO ESTUDO)	ANO	MUNICÍPIO	COORDENADAS UTM
	ArcelorMittal – Serra Azul			

1.12.2.2 DADOS PRIMÁRIOS

O **Anexo VI** apresenta os laudos da amostragem de qualidade de água superficiais e sedimentos.

1.12.2.2.1 PERÍODO DE AMOSTRAGEM

Para o estudo foram realizadas duas campanhas amostrais, a primeira campanha no período seco compreendendo os dias 22 a 25 de agosto de 2022 e a segunda campanha no período chuvoso compreendendo os dias 24 a 27 de outubro de 2022 (**Tabela 1-25**).

Tabela 1-25 - Período de amostragem de dados primários na área de estudo local.

CAMPANHA AMOSTRAL	SAZONALIDADE	PERÍODO DE AMOSTRAGEM
1	Seca	22 a 25 de agosto de 2022
2	Chuvosa	24 a 27 de outubro de 2022

1.12.2.2.2 EQUIPE EXECUTORA

Tabela 1-26 - Equipe executora das campanhas de campo da qualidade das águas e sedimentos.

NOME DO PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	RESPONSABILIDADE
Felipe Talin Normando	Biólogo, MSc.	Supervisão de campo e revisão final
Yuri Simões Martins	Biólogo, PhD.	Supervisão de campo e Amostragem em campo
Ana Clara Moreira da Silva	Bióloga	Amostragem em campo
Célio de Oliveira Guimarães	Químico	Supervisão de campo

NOME DO PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	RESPONSABILIDADE
Samuel Ricardo da Silva	Técnico	Amostragem em campo
Antony José dos Santos	Técnico	Amostragem em campo

1.12.2.2.3 COLETA DE DADOS

As técnicas de amostragem, preservação e análise utilizadas neste estudo levaram em consideração o *Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012) e NBR 9897: 1987 - Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento e ABNT NBR 9898:1987 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. As amostras foram preservadas e encaminhadas para análise laboratorial dentro do prazo conforme recomendado pelas normas supracitadas.

As análises laboratoriais dos parâmetros biológicos e físico-químicos das matrizes coletadas foram realizadas em laboratório certificado pelo RMMG de acordo com a DN-89/2005 do COPAM e acreditado pelo Inmetro de acordo com a norma ABNT NBR ISSO/IEC 17025/2005.

a) Qualidade das águas

As amostras de água foram coletadas na subsuperfície e acondicionadas em frascos adequados até o momento das análises em laboratório. Para análise dos parâmetros físico-químicos as amostras de água foram acondicionadas em recipientes plásticos específicos. Para análise de parâmetros microbiológicos as amostras foram acondicionadas em frascos de 250 ml autoclavados preparados com tiossulfato de sódio. As amostras foram entregues e analisadas em laboratório.

A mensuração dos parâmetros oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, temperatura e pH foram realizadas in loco através do medidor multiparâmetros. O aparelho foi calibrado anteriormente a medição conforme manual de instrução do fabricante.

b) Sedimentos

As amostras de água foram coletadas no substrato e acondicionadas em embalagens adequados até o momento das análises em laboratório.

Figura 1-140 – Coleta de amostras de água

Figura 1-141 – Coleta de amostras de sedimentos

1.12.2.2.4 PONTOS AMOSTRAIS

Durante as amostragens foram avaliados 12 pontos amostrais para avaliação da qualidade das águas e sedimentos (**Tabela 2-85**, **Figura 1-142** a **Figura 1-154**).

Tabela 1-27 - Pontos amostrados durante as campanhas de inventariamento da qualidade das águas e sedimentos.

MÉTODO APLICADO	PONTO	COORDENADAS – UTM		CLASSE DE USO	DESCRIÇÃO DO PONTO	CAMPANHA
		X	Y			
QA e SED	MMI - PT 01	573089	7776943	Classe 1	Sub-bacia do córrego São Joaquim, córrego Igarapé, com aproximadamente 1,3 metro de largura e 0,4 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar deteriorada.	Seca e Chuva
QA e SED	MMI - PT 02	573182	7778289	Classe 1	Sub-bacia do córrego São Joaquim, córrego Igarapé com aproximadamente 1,2 metro de largura e 0,5 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar deteriorada. .	Seca e Chuva
QA e SED	MMI - PT 03	574462	7777626	Classe 1	Sub-bacia do córrego São Joaquim, córrego da Olaria, com aproximadamente 1,10 metro de largura e 0,1 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar deteriorada.	Seca e Chuva
QA e SED	MMI - PT 04	575895	7778701	Classe 1	Sub-bacia do córrego São Joaquim, córrego Vila Rica, com aproximadamente 30,0 metros de largura e 5,0 m de profundidade. Substrato argiloso. Mata ciliar parcialmente preservada.	Seca e Chuva
QA e SED	MMI - PT 05	575800	7779592	Classe 1	Sub-bacia do córrego São Joaquim, córrego Vila Rica, com aproximadamente 0,40 metros de largura e 1,70 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar deteriorada.	Seca e Chuva

MÉTODO APLICADO	PONTO	COORDENADAS – UTM		CLASSE DE USO	DESCRIÇÃO DO PONTO	CAMPANHA
		X	Y			
QA e SED	MMI - PT 06	574130	7774217	Classe 1	Sub-bacia rio Manso, córrego Grande, com aproximadamente 1,5 metro de largura e 0,5 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar parcialmente preservada.	Seca e Chuva
QA e SED	MMI - PT 07	574868	7774135	Classe 1	Sub-bacia rio Manso, córrego Grande, com aproximadamente 2,0 metro de largura e 0,7 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar preservada.	Seca e Chuva
QA e SED	MMI - PT 08	577000	7772602	Classe 1	Sub-bacia do rio Manso, com aproximadamente 70 ,0 metros de largura e 6,0 m de profundidade. Substrato pedregoso e argiloso. Mata ciliar preservada.	Seca e Chuva
QA e SED	MMI - PT 09	576210	7777675	Classe 1	Sub-bacia do córrego São Joaquim, córrego toponímia desconhecida, com aproximadamente 1,0 metro de largura e 0,5 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar parcialmente preservada.	Seca e Chuva
QA e SED	MMI - PT 10	574175	7777333	Classe 1	Sub-bacia do córrego São Joaquim, córrego sem toponímia, com aproximadamente 0,70 metros de largura e 0,3 m de profundidade. Substrato argiloso. Mata ciliar deteriorada. .	Seca e Chuva

MÉTODO APLICADO	PONTO	COORDENADAS – UTM		CLASSE DE USO	DESCRIÇÃO DO PONTO	CAMPANHA
		X	Y			
QA e SED	MMI - PT 11	574020	7773950	Classe 1	Sub-bacia do rio Manso, córrego Grande, com aproximadamente 1,0 metro de largura e 0,5 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar preservada.	Seca e Chuva
QA e SED	MMI - PT 12	574759	7774203	Classe 1	Sub-bacia do rio Manso, córrego toponímia desconhecida, com aproximadamente 1,0 metro de largura e 0,5 m de profundidade. Substrato pedregoso. Mata ciliar preservada.	Seca e Chuva

Legenda: QA = Amostragem da qualidade das águas; Método Aplicado SED = Amostragem da biota aquática.

Figura 1-142 - Ponto MMI - PT 01

Figura 1-143 - Ponto MMI - PT 02

Figura 1-144 - Ponto MMI - PT 03

Figura 1-145 - Ponto MMI - PT 04

Figura 1-146 - Ponto MMI - PT 05

Figura 1-147 - Ponto MMI - PT 06

Figura 1-148 - Ponto MMI - PT 07

Figura 1-149 - Ponto MMI - PT 08

Figura 1-150 - Ponto MMI - PT 09

Figura 1-151 – Ponto MMI - PT 10

Figura 1-152 - Ponto MMI - PT 11

Figura 1-153 – Ponto MMI - PT 12

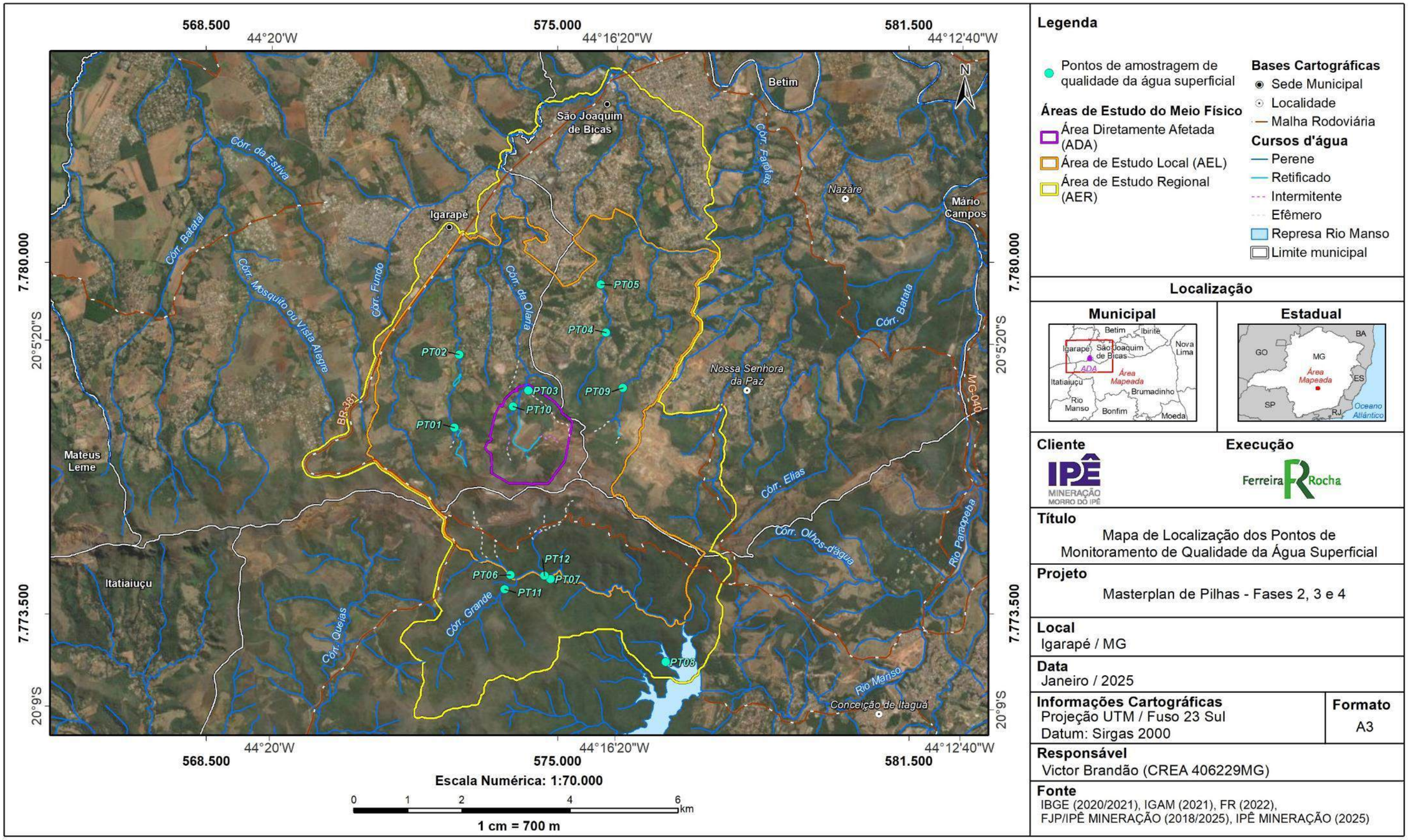


Figura 1-154 - Espacialização dos pontos amostrados durante as campanhas de diagnóstico da qualidade das águas e sedimentos.

1.12.2.2.5 PARÂMETROS AVALIADOS

a) Qualidade das Águas

Em cada um dos pontos amostrais foram analisados 24 parâmetros microbiológicos, físico-químicos e elementos traço para caracterizar a qualidade da água, dos trechos avaliados na área de estudo local (**Tabela 1-28**).

Tabela 1-28 - Pontos amostrados durante as campanhas de inventariamento da qualidade das águas.

PARÂMETROS
Alumínio Solúvel
Cádmio Total
Clorofila-a
Cobre Total
Coliformes Termotolerantes - Quantitativo
Cor Real
Cromo Total
DBO
DQO
Escherichia coli - Quantitativo
Ferro Solúvel
Índice de Fenóis
Manganês Solúvel
Níquel Total
Óleos e Graxas
Oxigênio Dissolvido
Sólidos Dissolvidos Totais
Sólidos Suspensos Totais
Surfactantes Aniônicos
Turbidez
Fosfato total
Nitrato
pH
Temperatura

b) Sedimentos

Em cada um dos pontos amostrais foram analisados 22 parâmetros microbiológicos, físico-químicos e elementos traço para caracterizar a qualidade da água, dos trechos avaliados na área de estudo local (**Tabela 1-29**).

Tabela 1-29 - Pontos amostrados durante as campanhas de inventariamento da qualidade das águas.

PARÂMETROS
Alumínio Total
Antimônio Total
Arsênio Total
Bário Total
Boro Total
Cádmio Total
Carbono Orgânico Total
Chumbo Total
Cobalto Total
Cobre Total
Cromo Total
Fósforo Total
Manganês Total
Mercúrio Total
Molibdênio
Níquel Total
Nitrato
Nitrogênio Kjeldahl Total
Prata Total
Vanádio Total
Xilenos
Zinco Total

1.12.2.2.6 ANÁLISE DE DADOS

a) Qualidade das Águas

Os resultados das análises físico-químicas e biológicas das águas superficiais foram comparados aos padrões regularizados pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08, de 21 de novembro de 2022 e Resolução CONAMA nº 357 de 2005, para a Classe 1 de enquadramento conforme Deliberação Normativa COPAM nº 14, de 28 de dezembro de 1995 que dispõe sobre o enquadramento das águas da Bacia do rio Paraopeba.

A classificação dos sistemas quanto à qualidade da água dos corpos d'água superficiais foi estabelecida através do cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA) desenvolvido pela *National Sanitation Foudation* (USA). O Índice é determinado em função de um processo multiplicativo que envolve nove variáveis (temperatura da água, turbidez, sólidos totais, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes totais, nitrogênio total ou nitratos e fosfato total na fórmula a seguir:

$$IQA = \prod_{i=1}^{9} qi^{wi}$$

Na qual:

IQA = Índice de qualidade das águas, um número entre 0 e 100;

9 = número de variáveis analisadas.

q_i = qualidade da iésima variável, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva de qualidade", em função de sua concentração ou medida; e

w_i = peso correspondente à iésima variável, atribuído em função da importância dessa variável para a conformação global da qualidade, um número entre 0 e 1 (CETESB, 2019).

O IQA, assim formulado, sintetiza a qualidade da água numa escala de 0 a 100, refletindo aspectos dos parâmetros analisados. A partir dos resultados, as estações de amostragem são classificadas em categorias de qualidade (**Tabela 1-30**).

Tabela 1-30 - Categorias de qualidade das águas indicada pelo índice de qualidade da água (IQA).

CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA	IQA
EXCELENTE	90 < IQA ≤ 100
BOM	70 < IQA ≤ 90
MÉDIO	50 < IQA ≤ 70
RUIM	25 < IQA ≤ 50

CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA	IQA
MUITO RUIM	0 < IQA ≤ 25

Para a estimativa do IQA nos pontos avaliados neste relatório, foram utilizadas as concentrações de fosfato e nitrato de forma a representar os valores de nitrogênio total e fósforo total. Para os valores encontrados abaixo do limite de detecção (LQ), utilizou-se a metade da concentração do LQ.

b) Sedimentos

As amostras de sedimento foram analisadas considerando determinados os parâmetros biológicos e físico-químicos estabelecidos na Resolução CONAMA 454/2012 para água doce (Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional e Encaminhamento da Resolução Conama nº421/2010: Revisão da Resolução Conama nº 344/2004, que estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras). Para determinação do valor máximo permitido pela legislação foi utilizado o Nível 1 da CONAMA 454. Para o presente estudo, optou-se pela utilização da CONAMA 454 por questões legais e pelo fato de os valores contidos na resolução serem mais conservadores, em relação aos registrados em estudos específicos realizados na região do quadrilátero ferrífero (COSTA, 2015; COSTA *et al.*, 2018).

1.12.3 RESULTADOS

1.12.3.1 DADOS SECUNDÁRIOS

1.12.3.1.1 QUALIDADE DE ÁGUAS

De acordo com os resultados obtidos nos estudos as 16 estações consultadas nos estudos do diagnóstico regional (AMPLO, 2017), foram analisados um total de 65 parâmetros. Desses, 15 apresentaram violações aos valores máximos permitidos pela Deliberação Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008 para a águas enquadradas em Classe 1 foram: Alumínio Dissolvido, Cádmio Total, Chumbo Total, Cianeto Livre, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), *Escherichia coli,* Ferro Dissolvido, Manganês Total, Mercúrio Total, Óleos e Graxas, Oxigênio Dissolvido, pH, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfato Total e Turbidez (**Tabela 1-31**). Ressalta-se que os dados foram analisados conforme a legislação vigente à época.

Tabela 1-31– Percentual de violação de valores máximos permitidos (VMP), pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008, enquadramento Classe 1, dos parâmetros por estação amostral avaliados nos estudos da qualidade das águas.

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	% VIOLAÇÃO
Alcalinidade de Bicarbonatos	mg/L	-	0%
Alcalinidade Total	mg/L	-	0%
Alumínio Dissolvido	mg/L	≤ 0,1	6%
Alumínio Total	mg/L	-	0%
Arsênio Total	mg/L	≤ 0,01	0%
Bário Total	mg/L	≤ 0,7	0%
Boro Dissolvido	mg/L	-	0%
Boro Total	mg/L	≤ 0,5	0%
Cádmio Total	mg/L	≤ 0,001	6%
Cálcio Total	mg/L	-	0%
Chumbo Total	mg/L	≤ 0,01	17%
Cianeto Livre	mg/L	≤0,005	6%
Cloreto	mg/L	≤ 250,0	0%
Clorofila a	µg/L	≤ 10	0%
Cobalto Total	mg/L	≤ 0,05	0%
Cobre Dissolvido	mg/L	≤ 0,009	0%
Cobre Total	mg/L	-	0%
Coliformes Totais (Quanti)	NMP/100 mL	-	0%
Condutividade Eletrolítica	µS/cm	-	0%
Cor Aparente	uH	-	0%
Cor Verdadeira	uH	≤ 75,0	0%
Cromo Hexavalente	mg/L	-	0%
Cromo Total	mg/L	≤ 0,05	0%
Cromo Trivalente	mg/L	-	0%
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO_5d (DBO)	mg/L	≤ 3,0	9%
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	mg/L	-	0%
Dureza de Cálcio	mg/L	-	0%
Dureza de Magnésio	mg/L	-	0%
Dureza Total	mg/L	-	0%
Escherichia coli (Quanti)	NMP/100 mL	200	49%

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	% VIOLAÇÃO
Estanho Total	mg/L	-	0%
Estreptococos Fecais	NMP/100 mL	-	0%
Fenóis Totais	mg/L	≤ 0,003	0%
Feofitina A	µg/L	-	0%
Ferro Dissolvido	mg/L	≤ 0,3	35%
Ferro Total	mg/L	-	0%
Fluoreto total	mg/L	1,4	0%
Fosfato Total	mg/L	-	0%
Fósforo Total	mg/L	≤ 0,020 mg/L (ambiente lêntico) / ≤ 0,025 mg/L (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos/ ≤ 0,100 mg/L ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários	0%
		≤ 0,030 mg/L (ambiente lêntico) / ≤ 0,050 mg/L (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos/ ≤ 0,100 mg/L ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários	13%
Hexaclorobenzeno	µg/L	≤ 0,0065	0%
Magnésio Total	mg/L	-	0%
Manganês Total	mg/L	≤ 0,1	31%
MBAS	mg/L	-	0%
MBAS (ac)	mg/L	-	0%
Mercúrio Total	mg/L	≤ 0,0002	6%
Níquel Total	mg/L	≤ 0,025	0%
Nitrato	mg/L	10	0%
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH	0%

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	% VIOLAÇÃO
		≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5	
Nitrogênio Total	mg/L	1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência,	0%
Óleos e Graxas (Aparência)	-	Virtualmente Ausente	6%
Oxigênio Dissolvido	mg/L	≤5,0	21%
pH	-	6-9	6%
Potássio Dissolvido	mg/L	-	0%
Prata Total	mg/L	≤ 0,01	0%
Selênio Total	mg/L	≤ 0,01	0%
Sódio Total	mg/L	-	0%
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	≤ 500,0	3%
Sólidos Sedimentáveis	mg/L	-	0%
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	-	0%
Sólidos Totais	mg/L	-	0%
Sulfato Total	mg/L	≤ 250,0	3%
Sulfeto (H_2S não dissociado)	mg/L	≤ 0,002	0%
Temperatura da Água	ºC	-	0%
Turbidez	UNT	≤ 40	12%
Zinco Total	mg/L	≤ 0,18	0%

1.12.3.1.2 SEDIMENTOS

De acordo com os resultados obtidos na análise de dados secundários, as 15 estações consultadas nos estudos do diagnóstico regional (LUME, 2021), foram analisados um total de 109 parâmetros. Desses, 8 apresentaram violações aos valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA n° 454, classificado no nível 1 foram: Arsênio, Cádmio, Carbono Orgânico Total, Cobre, Cromo, Mercúrio, Níquel e Nitrogênio Kjeldahl Total (**Tabela 1-32**).

Tabela 1-32– Percentual de violação de valores máximos permitidos (VMP), pela Resolução CONAMA n° 454, nível 1, dos parâmetros por estação amostral avaliados nos estudos dos sedimentos.

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	% VIOLAÇÃO
Alcalinidade de Bicarbonatos	mg/L	-	0%
Arsênio	µg/g	5,9	73%
Cádmio	µg/g	≤0,6	100%
Carbono Orgânico Total (TOC)	%	≤10,00	3%
Cobre	µg/g	≤35,7	63%
Cromo	µg/g	≤37,3	100%
Níquel	µg/g	≤18,0	97%
NKT - Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	≤4800,0	7%
% Sólidos	%	-	0%
% Umidade	%	-	0%
1,1,1-Tricloroetano (Metilclorofórmio)	mg/kg	-	0%
1,1-Dicloroetano	mg/kg	-	0%
1,1-Dicloroeteno	mg/kg	-	0%
1,2,3,4-Tetraclorobenzeno	mg/kg	-	0%
1,2,3,5-Tetraclorobenzeno	mg/kg	-	0%
1,2,3-Triclorobenzeno	mg/kg	-	0%
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	mg/kg	-	0%
1,2,4-Triclorobenzeno	mg/kg	-	0%
1,2-Diclorobenzeno	mg/kg	-	0%
1,2-Dicloroetano	mg/kg	-	0%
1,3,5-Triclorobenzeno	mg/kg	-	0%
1,3-Diclorobenzeno	mg/kg	-	0%
1,4-Diclorobenzeno	mg/kg	-	0%
2,3,4,5-Tetraclorofenol	mg/kg	-	0%
2,3,4,6-Tetraclorofenol	mg/kg	-	0%
2,4,5-Triclorofenol	mg/kg	-	0%
2,4,6-Triclorofenol	mg/kg	-	0%
2,4-Diclorofenol	mg/kg	-	0%
2-Clorofenol	mg/kg	-	0%
2-Metilnaftaleno	mg/kg	≤20,2	0%
3,4-Diclorofenol	mg/kg	-	0%
Acenafteno	mg/kg	≤6,71	0%

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	% VIOLAÇÃO
Acenaftileno	mg/kg	≤5,87	0%
Aldrin	µg/kg	-	0%
alfa-BHC	µg/kg	-	0%
Alumínio	%	-	0%
Antimônio	µg/g	-	0%
Antraceno	mg/kg	≤46,9	0%
Bário	µg/g	-	0%
Benzeno	mg/kg	-	0%
Benzo(a)antraceno	mg/kg	≤31,7	0%
Benzo(a)pireno	mg/kg	≤31,9	0%
Benzo(k)fluoranteno	mg/kg	-	0%
Benzo[g,h,i]perileno	mg/kg	-	0%
beta-BHC	µg/kg	-	0%
Bis(2-Etilhexil) Ftalato	mg/kg	-	0%
Boro	µg/g	-	0%
Chumbo	µg/g	≤35,0	0%
cis-1,2-Dicloroeteno	mg/kg	-	0%
Classificação Textural (Fonte: USDA, 1975)	-	-	0%
Clordano (cis e trans)	µg/kg	-	0%
Cloreto de Vinila	mg/kg	-	0%
Clorobenzeno (Mono)	mg/kg	-	0%
Clorofórmio	mg/kg	-	0%
Cobalto	µg/g	-	0%
Cresóis Totais	mg/kg	-	0%
Criseno	mg/kg	≤57,1	0%
DDT (p,p´-DDT + p,p´-DDE + p,p´-DDD)	µg/kg	≤3,54	0%
delta-BHC	µg/kg	-	0%
Dibenzo[a,h]antraceno	mg/kg	≤6,22	0%
Diclorometano (Cloreto de Metileno)	mg/kg	-	0%
Dieldrin	µg/kg	≤2,85	0%
Dimetilftalato	mg/kg	-	0%
Di-n-Butilftalato	mg/kg	-	0%
Endrin	µg/kg	≤2,67	0%

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	% VIOLAÇÃO
Estireno	mg/kg	-	0%
Etilbenzeno	mg/kg	-	0%
Faixa C12 - C14	mg/kg	-	0%
Faixa C15 - C20	mg/kg	-	0%
Faixa C21 - C40	mg/kg	-	0%
Faixa C8 - C11	mg/kg	-	0%
Fenantreno	mg/kg	≤41,9	0%
Ferro	%	-	0%
Fluoranteno	mg/kg	≤111,0	0%
Fluoreno	mg/kg	≤21,2	0%
Fósforo Total	mg/kg	≤2000,0	0%
gama-BHC (Lindano)	µg/kg	≤0,94	0%
Hexaclorobenzeno	mg/kg	-	0%
Indeno[1,2,3-cd]pireno	mg/kg	-	0%
Manganês	%	-	0%
MCNR	mg/kg	-	0%
Mercúrio	µg/g	≤0,17	14%
Molibdênio	%	-	0%
Naftaleno	mg/kg	≤34,6	0%
Nitrato como N	mg/kg	-	0%
PCB 101 (2,2',4,5,5'-Pentaclorobifenila)	µg/kg	-	0%
PCB 118 (2,3',4,4',5-Pentaclorobifenila)	µg/kg	-	0%
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-Hexaclorobifenila)	µg/kg	-	0%
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexaclorobifenila)	µg/kg	-	0%
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptaclorobifenila)	µg/kg	-	0%
PCB 28 (2,4,4'-Triclorobifenila)	µg/kg	-	0%
PCB 52 (2,2',5,5'-Tetraclorobifenila)	µg/kg	-	0%
Pentaclorofenol	mg/kg	-	0%
Pireno	mg/kg	≤53,0	0%
Prata	µg/g	-	0%
Selênio	µg/g	-	0%

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	% VIOLAÇÃO
Soma de PAH´s Conama	µg/kg	≤1000,0	0%
Soma de PCB's	µg/kg	≤34,1	0%
Tetracloreto de Carbono (Tetraclorometano)	mg/kg	-	0%
Tetracloroeteno (Percloroetileno/Tetracloroetileno)	mg/kg	-	0%
Tolueno	mg/kg	-	0%
TPH Resolvido	mg/kg	-	0%
TPH Total (C8 - C40)	mg/kg	-	0%
Trans-1,2-Dicloroeteno	mg/kg	-	0%
Tributilestanho (TBT)	mg/kg	-	0%
Tricloroeteno (1,1,2 - Tricloroeteno)	mg/kg	-	0%
Vanádio	µg/g	-	0%
Xilenos Totais	mg/kg	-	0%
Zinco	µg/g	≤123,0	0%

1.12.3.2 DADOS PRIMÁRIOS

1.12.3.2.1 QUALIDADE DE ÁGUAS

a) Classificação e bacia hidrográfica

De acordo com as informações de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema), instituída pela Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM nº 3.147, de 7 de junho de 2022 e Deliberação Normativa COPAM nº 14, de 28 de dezembro de 1995 que dispõe sobre o enquadramento das águas da Bacia do rio Paraopeba os cursos d'águas avaliados no presente estudo enquadram na Classe 1. Essa sub-bacia está localizada na unidade de planejamento e gestão de recursos hídricos SF03, pertencente a bacia do rio São Francisco.

b) Condições Climáticas

Durante a amostragem realizada, as condições climáticas eram de tempo ensolarado sem correntes de vento predominantes. Não foram registradas chuvas nas 24 horas anteriores a amostragem de água na área de estudo.

c) Parâmetros da qualidade de água

Durante a campanha realizada ao longo do mês de agosto de 2022, estação seca, foram avaliados 24 parâmetros físico-químicos de qualidade das águas. Entre esses, 4 (18,1%) parâmetros apresentaram valor em não conformidade com os valores máximos permitidos (VMP) de acordo com a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, dos quais: Coliformes Termotolerantes, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Ferro Dissolvido e Oxigênio Dissolvido. Durante o período seco, 58% dos pontos analisados apresentaram valores de Oxigênio Dissolvido em desconformidade. O segundo parâmetro com maiores registros de violação do valor máximo permitido foi. Coliformes Termotolerantes em 50% dos pontos analisados. Os pontos com maiores números de parâmetros violados foram MMI-PT 04 e MMI-PT 05 ambos com 3 parâmetros cada. Os pontos que não apresentaram desconformidades foram MMI- PT 01 e MMI- PT 11 (**Tabela 1-33**).

Na segunda campanha de campo realizada no mês de outubro de 2022, estação chuvosa, 2 (8,3%) parâmetros apresentaram valor em não conformidade com os valores máximos permitidos (VMP) de acordo com Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, dos quais: Coliformes e Oxigênio Dissolvido. Durante o período chuvoso, 100% dos pontos analisados apresentaram valores de Coliformes Termotolerantes em desconformidade. O outro parâmetro registrado com violação do valor máximo permitido foi o Oxigênio Dissolvido com 42% dos pontos amostrais. Os pontos com maiores números de parâmetros violados foram MMI- PT 04 e MMI- PT 05 ambos com 2 parâmetros cada. (**Tabela 1-34**).

Tabela 1-33– Valores registrados dos parâmetros avaliados de acordo com as análises e os valores máximos permitidos (VMP) pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022 do diagnóstico de qualidade das águas em agosto de 2022.

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	PONTOS AMOSTRAIS											
			MMI-PT 01	MMI-PT 02	MMI-PT 03	MMI-PT 04	MMI-PT 05	MMI-PT 06	MMI-PT 07	MMI-PT 08	MMI-PT 09	MMI-PT 10	MMI-PT 11	MMI-PT12
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,09	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Cádmio Total	mg/L	0,001	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Clorofila-a	mg/L	10	< 0,00075	< 0,00075	< 0,00075	< 0,00075	< 0,00075	< 0,00075	< 0,00075	< 0,00075	< 0,00075	< 0,00075	< 0,00075	< 0,00075
Cobre Total	mg/L	-	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	200	< 180	23000	7800	47000	49000	< 18	< 18	< 18	240000	23000	< 18	< 18
Cor Real	mg/L Pt/Co	Cor natural	5,02	5,0	9,9	16,9	<5,0	<5,0	12,5	<5,0	5,2	<5,0	<5,0	6,8
Cromo Total	mg/L	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
DBO	mg O_2/L	3,0	3,0	<2,0	2,9	<2,0	3,8	3	15,7	<2,0	2,9	2,6	2,4	<2,0
DQO	mg O_2/L	-	12,7	7	19,7	15,7	16,4	17	30,8	6,6	12,2	8,5	7,4	5,8
Escherichia coli	NMP/100 mL	-	23000	49000	49000	540000	240000	<18	<18	33000	350000	33000	<18	<18
Ferro Dissolvido	mg/L	0,300	0	0,1	0,1	0,6	0,1	<0,01	0,2	<0,01	0	0	<0,01	<0,01
Índice de Fenóis	mg/L	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Manganês Solúvel	mg/L	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	1,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Níquel Total	mg/L	0,025	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	PONTOS AMOSTRAIS											
			MMI-PT 01	MMI-PT 02	MMI-PT 03	MMI-PT 04	MMI-PT 05	MMI-PT 06	MMI-PT 07	MMI-PT 08	MMI-PT 09	MMI-PT 10	MMI-PT 11	MMI-PT12
Óleos e Graxas	P/A	Virtualmente ausente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxigênio Dissolvido	mg O_2/L	Min. 6,0	6,3	6,1	5,5	4,5	3,9	5,9	5,6	5,8	6,2	4,8	6	5,8
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500	92	41	44	45	91	28	56	39	67	31	26	28
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	50	< 5,0	< 5,0	< 5,0	9	12	< 5,0	< 5,0	6	< 5,0	15	< 5,0	< 5,0
Surfactantes Aniônicos	mg/L	0,500	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Turbidez	NTU	40	1,5	6,2	7,8	10,1	<1,0	<1,0	<1,0	8,3	<1,0	10,6	<1,0	7,4
Fosfato total	mg/L		0,04	0,22	0,015	0,015	0,16	0,015	0,1	0,02	0,06	0,08	0,015	0,015
Nitrato	mg/L	10	0,2	0,23	0,19	0,45	0,6	0,08	0,2	0,06	0,15	0,4	0,06	0,3
pH	-	6 a 9	8,2	7,3	7,9	8,6	6,2	6,19	8	8,9	6,2	7,6	6,4	6,4
Temperatura	°C	40	17,8	17	17,6	16,9	16,8	17	16,9	17,2	17,2	17,2	17	16,6
IQA	-	-	77	56	60	50	45	66	69	77	50	53	82	81

Legenda: Valores em vermelho = acima do permitido.

Tabela 1-34– Valores registrados dos parâmetros avaliados de acordo com as análises e os valores máximos permitidos (VMP) pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022 do diagnóstico de qualidade das águas em outubro de 2022.

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	PONTOS AMOSTRAIS											
			MMI-PT 01	MMI-PT 02	MMI-PT 03	MMI-PT 04	MMI-PT 05	MMI-PT 06	MMI-PT 07	MMI-PT 08	MMI-PT 09	MMI-PT 10	MMI-PT 11	MMI-PT12
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,10	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	<0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Cádmio Total	mg/L	0,001	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Clorofila-a	mg/L	10	< 0,00075	< 0,00075	< 0,00075	< 0,00075	< 0,00075	< 0,00075	< 0,00075	< 0,00075	< 0,00075	< 0,00075	< 0,00075	< 0,00075
Cobre Total	mg/L	-	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	200	92000	540000	< 160000	49000	9200000	7000	17000	2300	17000	35000	35000	13000
Cor Real	mg/L Pt/Co	Cor natural	6,5	<5,0	<5,0	22,7	< 5,0	12	18,5	12,6	5,0	<5,0	22,7	17,5
Cromo Total	mg/L	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
DBO	mg O_2/L	3,0	2,3	2,1	< 2,0	2,1	2,0	<2,0	<2,0	< 2,0	2,1	2,05	<2,0	2,0
DQO	mg O2/L	-	<4,8	<4,8	<4,8	<4,8	<4,8	<4,8	<4,8	<4,8	<4,8	<4,8	<4,8	<4,8
Escherichia coli	NMP/100 mL	-	920000	920000	< 160000	79000	920000	160000	160000	54000	35000	<160000	<160000	160000
Ferro Dissolvido	mg/L	0,300	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	PONTOS AMOSTRAIS											
			MMI-PT 01	MMI-PT 02	MMI-PT 03	MMI-PT 04	MMI-PT 05	MMI-PT 06	MMI-PT 07	MMI-PT 08	MMI-PT 09	MMI-PT 10	MMI-PT 11	MMI-PT12
Índice de Fenóis	mg/L	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Manganês Solúvel	mg/L	-	< 0,05	0,15	< 0,05	<0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Níquel Total	mg/L	0,025	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Óleos e Graxas	P/A	Virtualmente ausente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxigênio Dissolvido	mg O_2/L	Min. 6,0	7,1	5,1	7,1	4,6	2,1	7,6	7,6	6,9	5,8	5,5	7,4	7
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500	32	25	80	56	108	19	12	39	60	63	12	15
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	50	< 5,0	< 5,0	< 5	8	< 5,0	< 5,0	5	10	<5,0	< 5,0	< 5	29
Surfactantes Aniônicos	mg/L	0,500	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Turbidez	NTU	40	4	5,3	< 1,0	10,1	19,3	9,4	8,3	5,9	2,2	5,25	6,3	14
Fosfato total	mg/L		0,18	0,09	0,08	0,14	0,09	0,06	0,015	0,04	0,04	0,015	0,015	0,1
Nitrato	mg/L	10	0,27	0,3	0,69	0,85	0,12	0,18	0,08	0,22	0,35	0,08	0,28	0,18
pH	-	6 a 9	6,82	5,9	8,3	8,2	6,24	6,7	7,2	5,85	6,01	6,45	8,45	6,85
Temperatura	°C	40	20,2	20,9	21,3	20,8	20,9	21,3	20,4	20,6	21	21	21,2	21
IQA	-	-	48	51	51	38	63	61	67	54	49	59	61	55

Legenda: Valores em vermelho = acima do permitido.

d) Parâmetros com violação do limite de classe

Durante as duas campanhas realizadas no período seco e chuvoso os parâmetros Coliformes Termotolerantes, DBO, Ferro Dissolvido e Oxigênio Dissolvido foram registrados com valores em não conformidade nos diferentes pontos avaliados (**Figura 1-155** a **Figura 1-158**).

Durante o presente estudo foram encontrados valores de Coliformes Termotolerantes acima do permitido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022. Apesar desta legislação estabelecer que para a análise isolada deste parâmetro é necessário, no mínimo, seis amostras de águas coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral em cada localidade para constatar a inconformidade na área de estudo, esse parâmetro foi considerado em desconformidade devido a violação do VMP. Durante a seca, os pontos MMI- PT 02, MMI- PT 03, MMI- PT 04, MMI- PT 05, MMI- PT 09 e MMI- PT 10 apresentaram valor de Coliformes acima do permitido, já no período chuvoso todos os pontos avaliados apresentaram valores excedentes ao VMP. A violação de DBO somente foi encontrada nos pontos MMI- PT 05 e MMI- PT 07 no período seco. Nos pontos MMI- PT 04, MMI- PT 05 e PT10, na campanha do período seco e os pontos PT 02, PT 04, PT 05, PT 09, PT10 na estação chuvosa são observados valores insuficientes de Oxigênio Dissolvido. Esses valores podem ser impactados pela combinação da entrada de material orgânico advindo das atividades antrópicas da região e também pela entrada de matéria orgânica via escoamento superficial no período chuvoso. De toda forma, apesar da necessidade de mais amostragem para a avaliação da Coliformes Termotolerantes de acordo com a legislação é possível sugerir que existem indícios de contaminação nos pontos amostrais estudados (**Figura 1-155** a **Figura 1-157**).

Durante a presente campanha para o parâmetro Ferro Dissolvido foi registrado valor em não conformidade somente no ponto MMI- PT 04 durante a estação seca. A desconformidade somente no ponto MMI- PT 04 pode estar pode ser relacionada tanto com geologia como também com a influência antropogênica, principalmente em função do uso e ocupação do solo e das atividades minerárias, relacionadas à extração de ferro (**Figura 1-158**).

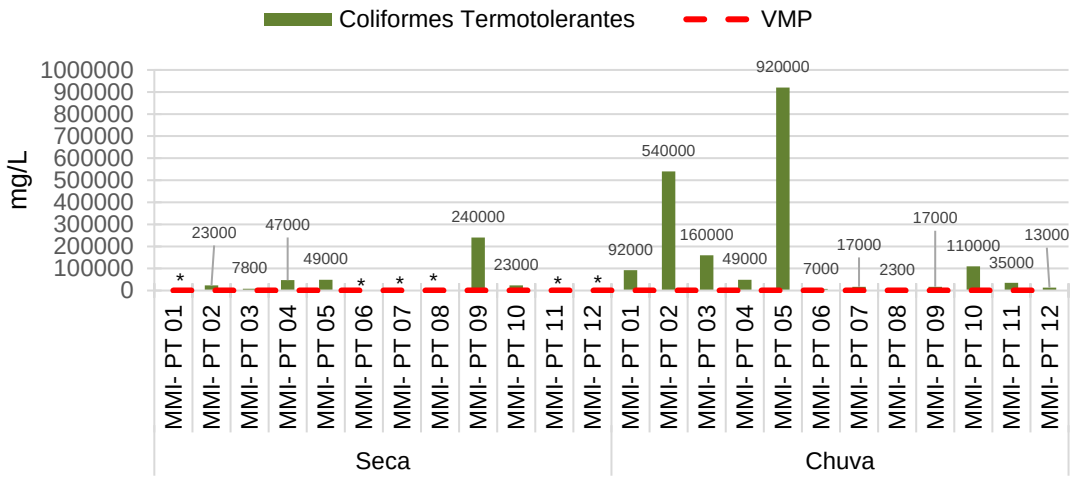


Figura 1-155 - Concentração de Coliformes Termotolerantes por ponto amostral do diagnóstico de qualidade das águas na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva) . - - - : padrão estabelecido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/22. VMP: Valor máximo permitido para o parâmetro analisado. * Valor abaixo do limite de detecção.

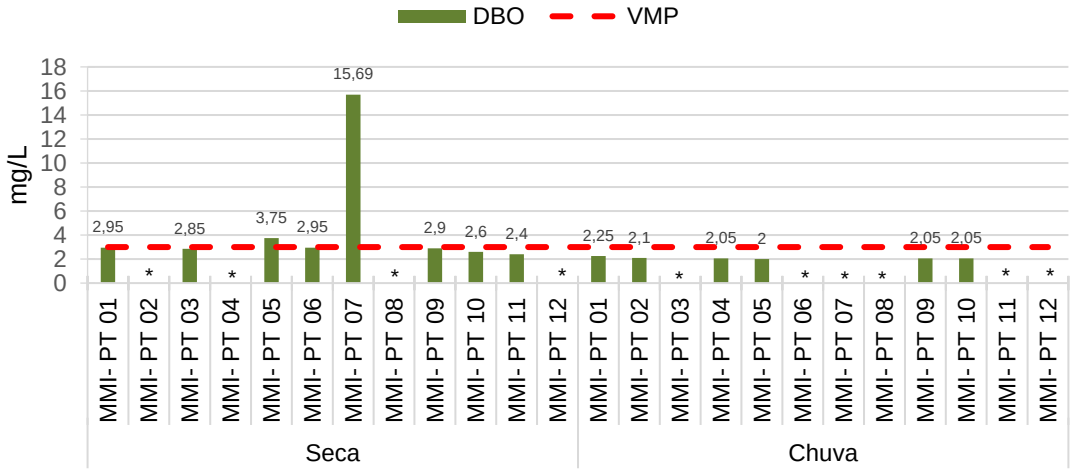


Figura 1-156 - Concentração de DBO por ponto amostral do diagnóstico de qualidade das águas na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva) . - - - : padrão estabelecido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/22. VMP: Valor máximo permitido para o parâmetro analisado. * Valor abaixo do limite de detecção.

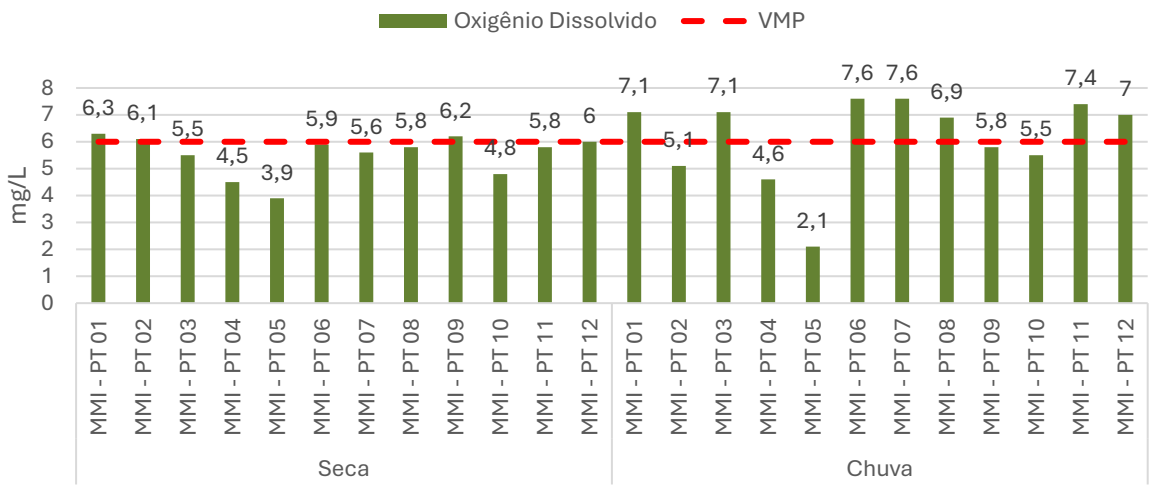


Figura 1-157 - Concentração de Oxigênio Dissolvido por ponto amostral do diagnóstico de qualidade das águas na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva) . - - - : padrão estabelecido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/22. VMP: Valor mínimo permitido para o parâmetro analisado.

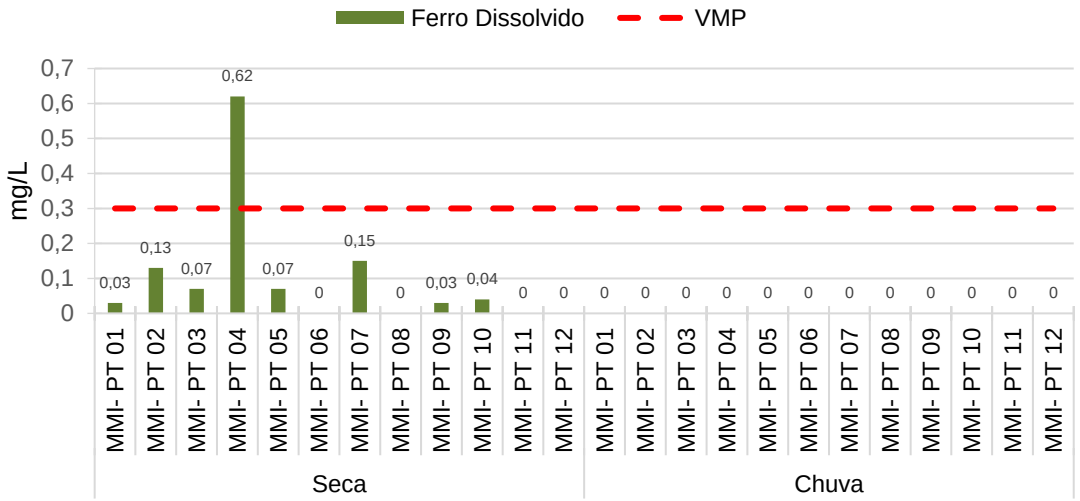


Figura 1-158 - Concentração de Ferro Dissolvido por ponto amostral do diagnóstico de qualidade das águas na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva) . - - - : padrão estabelecido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/22. VMP: Valor máximo permitido para o parâmetro analisado.

e) Percentual e distribuição de violação do limite de classe

De acordo com os resultados dos parâmetros que apresentaram alguma violação ao limite permitido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/22 é

possível verificar que Coliformes Termotolerantes foram mais constantes como não conformes em amostras de água analisadas ao longo da área estudo nas duas campanhas realizadas, inferindo-se que estas não conformidades podem estar relacionadas ao carreamento de carga poluente da área de entorno e/ou despejos de efluentes nos corpos d'águas (**Figura 1-159**, **Tabela 1-35** e **Tabela 1-36**).

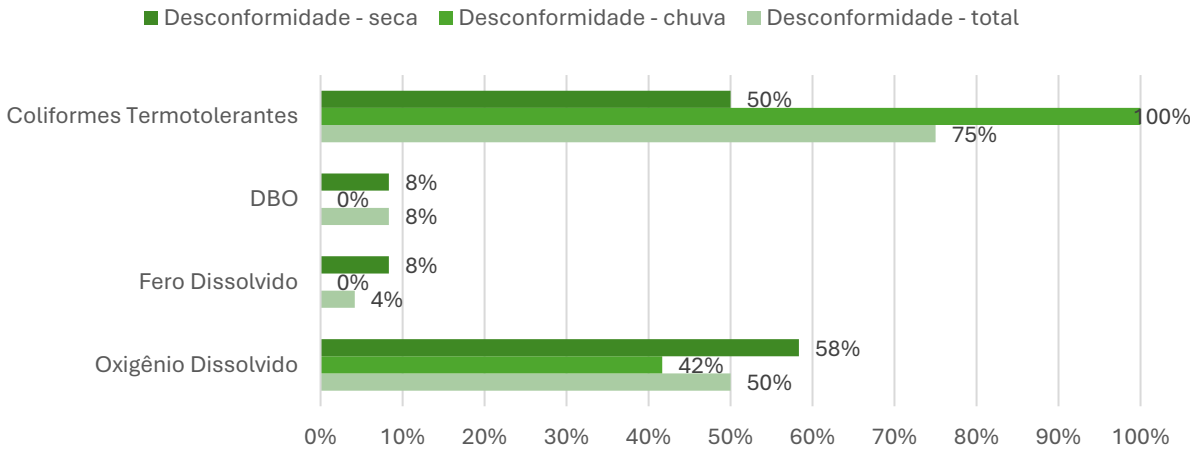


Figura 1-159 - Percentual de violação do limite de classe por parâmetro de acordo com a malha amostral do diagnóstico de qualidade das águas na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva).

Tabela 1-35– Valores registrados dos parâmetros violados avaliados de acordo com as análises e os valores máximos permitidos (VMP) pela Resolução CONAMA n° 454 do diagnóstico de qualidade das águas em agosto de 2022.

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	MMI-PT 01	MMI-PT 02	MMI-PT 03	MMI-PT 04	MMI-PT 05	MMI-PT 06	MMI-PT 07	MMI - PT 08	MMI-PT 09	MMI-PT 10	MMI-PT 11	MMI-PT12
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100 mL	200		23000	7800	47000	49000				240000	23000		
DBO	mg O_2/L	3,0					3,75		15,69					
Ferro Dissolvido	mg/L	0,300				0,62								
Oxigênio Dissolvido	mg O_2/L	Min 6,0				4,5	3,9	5,9	5,6	5,8		4,8		5,8
Parâmetros violados			**0**	**1**	**1**	**3**	**3**	**1**	**2**	**1**	**1**	**2**	**0**	**1**

**Vermelho valores acima do permitido.

Tabela 1-36– Valores registrados dos parâmetros violados avaliados de acordo com as análises e os valores máximos permitidos (VMP) pela Resolução CONAMA n° 454 do diagnóstico de qualidade das águas em outubro de 2022.

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	MMI-PT 01	MMI-PT 02	MMI-PT 03	MMI-PT 04	MMI-PT 05	MMI-PT 06	MMI-PT 07	MMI-PT 08	MMI-PT 09	MMI-PT 10	MMI-PT 11	MMI-PT12
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	200	92000	540000	160000	49000	920000	7000	17000	2300	17000	110000	35000	13000
Oxigênio Dissolvido	mg O_2/L	Min 6,0		5,1		4,6	2,1				5,8	5,5		
Parâmetros violados			**1**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**1**	**1**

**Vermelho valores acima do permitido.

f) Índice de qualidade de água (IQA)

Durante a campanha de campo realizada em agosto, estação seca, o Índice de qualidade de água (IQA) na área do empreendimento apresentou nível MÉDIO a BOM nos cursos d'água estudados. A classificação de cursos d'água como águas de qualidade intermediária se deve principalmente ao alto valor de coliformes obtidos na maioria dos pontos. Os valores baixos de Oxigênio dissolvido e DBO também contribuíram para a degradação da qualidade da água em determinados locais nesse período. No período chuvoso, outubro, o IQA variou entre RUIM e MÉDIO nas drenagens avaliadas. A classificação de cursos d'água como intermediária ou abaixo dessa categorização também se deve principalmente ao valor elevado de coliformes termotolerantes obtidos em todos os pontos (**Figura 1-160**).

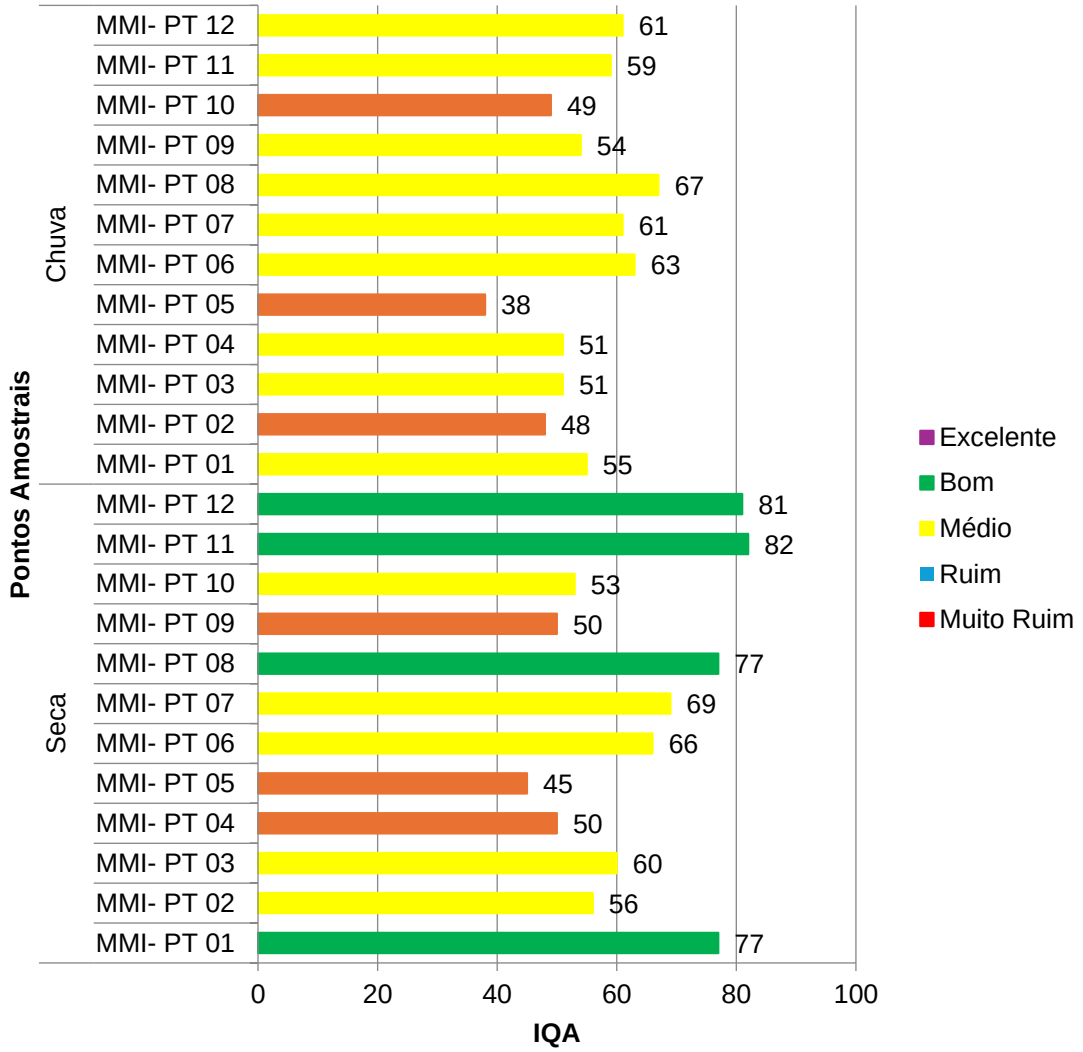


Figura 1-160 - Índice de qualidade de água (IQA) Diagnóstico da Qualidade das Águas do diagnóstico de qualidade das águas na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva).

1.12.3.2.2 SEDIMENTOS

a) Parâmetros dos sedimentos

Durante a campanha realizada ao longo do mês de agosto de 2022, estação seca, foram avaliados 22 parâmetros físico-químicos dos sedimentos. Entre esses 05 (22,1%) parâmetros apresentaram valor em não conformidade com os valores máximos permitidos (VMP) de acordo com a Resolução CONAMA nº 454/2012, dos quais: Arsênio, Chumbo, Cromo, Cobre e Níquel. Durante o período seco, 83% pontos analisados apresentaram valores do Arsênio em desconformidade com a legislação. O segundo parâmetro com maiores registros de violação do valor máximo permitido foi o Cromo com 67% dos pontos amostrais. Os pontos com maiores números de parâmetros violados foram MMI- PT 08 e MMI- PT 09 com 05 e 04 parâmetros cada, respectivamente. Considerando todos os resultados da campanha de seca, o único ponto que não apresentou desconformidade foi o ponto de MMI-PT 03 (**Tabela 1-37**).

Na segunda campanha de campo realizada no mês de outubro de 2022, estação chuvosa, 04 (18,1%) parâmetros apresentaram valor em não conformidade com os valores máximos permitidos (VMP) de acordo com a Resolução CONAMA nº 454/2012, dos quais: Arsênio, Cobre, Cromo e Níquel. Durante o período chuvoso, 75% pontos analisados apresentaram valores do Cromo em desconformidade com a legislação. O segundo parâmetro com maiores registros de violação do valor máximo permitido foi o Níquel com 58% dos pontos amostrais. Os pontos com maiores números de parâmetros violados foram MMI- PT 01, MMI- PT 03, MMI- PT 05, MMI- PT 07, MMI- PT 08 e MMI-PT 12 com 03 parâmetros cada. Os únicos pontos que não apresentaram desconformidade foi o ponto de MMI-PT 09, MMI-PT 10 e MMI-PT 11 (**Tabela 1-38**).

Tabela 1-37– Valores registrados dos parâmetros avaliados de acordo com as análises e os valores máximos permitidos (VMP) pela Resolução CONAMA n° 454 do diagnóstico de sedimentos em agosto de 2022.

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	PONTOS AMOSTRAIS											
			MMI-PT 01	MMI-PT 02	MMI-PT 03	MMI-PT 04	MMI-PT 05	MMI-PT 06	MMI-PT 07	MMI-PT 08	MMI-PT 09	MMI-PT 10	MMI-PT 11	MMI-PT12
Alumínio Total	mg/Kg	-	19583	5714	1363	14134	10423	7476	3272	17342	16369	11622	15495	4709
Antimônio Total	mg/Kg	-	6	<0,25	0,41	<0,25	<0,25	<0,25	1,1	<0,25	<0,25	<0,25	7	<0,25
Arsênio Total	mg/Kg	≤ 5,9	25	13	2,7	4,3	2,6	39	7,7	7,5	12	9,5	32	6,9
Bário Total	mg/Kg	-	43	59	<5	31	41	14	<5	39	86	57	73	<5
Boro Total	mg/Kg	-	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Cádmio Total	mg/Kg	≤ 0,6	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Carbono Orgânico Total	%	-	1,1	<0,25	<0,25	2,4	0,43	<0,25	<0,25	1	0,92	0,99	0,54	0,42
Chumbo Total	mg/Kg	≤ 35	16	10	1,4	8,8	25	7	3,3	43	10	8,3	21	3,2
Cobalto Total	mg/Kg	-	21	3	<0,5	6,4	8,4	1,6	1,3	106	19	11	37	1
Cobre Total	mg/Kg	≤ 35,7	28	2,6	<1,5	60	26	2,1	1,7	58	48	29	29	<1,5
Cromo Total	mg/Kg	≤ 37,3	417	58	7,9	71	69	176	25	796	59	36	416	14
Fósforo Total	mg/Kg	-	208	244	57	424	179	339	155	158	970	450	173	148
Manganês Total	mg/Kg	-	356	921	43	441	569	354	146	611	1418	447	862	74
Mercúrio Total	mg/Kg	≤ 0,17	< 0,1	< 0,12	< 0,11	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Molibdênio	mg/Kg	-	0,59	<0,5	<0,5	<0,5	<0,50	<0,5	<0,5	2,2	<0,50	<0,50	0,89	<0,50
Níquel Total	mg/Kg	≤ 18,0	83	3,7	1,5	10	14	3,3	3,6	130	19	12	87	3

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	PONTOS AMOSTRAIS											
			MMI-PT 01	MMI-PT 02	MMI-PT 03	MMI-PT 04	MMI-PT 05	MMI-PT 06	MMI-PT 07	MMI-PT 08	MMI-PT 09	MMI-PT 10	MMI-PT 11	MMI-PT12
Nitrato	mg/Kg	-	< 24,64	<15,84	< 14,52	<27,72	<19,8	<15,84	<14,96	<23,76	<21,56	<22	<19,36	<14,08
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/Kg	≤4800,0	438	40,4	33,5	543,2	943	99,8	111,1	1251,9	1366,9	1512,5	756,4	70,4
Prata Total	mg/Kg	-	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Vanádio Total	mg/Kg	-	62	19	4,1	31	34	25	12	151	73	36	51	11
Xilenos	mg/Kg	-	< 0,008	< 0,013	< 0,014	< 0,007	< 0,010	< 0,013	< 0,013	< 0,008	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,014
Zinco Total	mg/Kg	≤ 123	35	8,5	2,9	26	21	12	6,5	34	45	25	33	6,4

Legenda: Valores em vermelho = acima do permitido.

Tabela 1-38– Valores registrados dos parâmetros avaliados de acordo com as análises e os valores máximos permitidos (VMP) pela Resolução CONAMA n° 454 do diagnóstico de sedimentos em outubro de 2022.

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	PONTOS AMOSTRAIS											
			MMI-PT 01	MMI-PT 02	MMI-PT 03	MMI-PT 04	MMI-PT 05	MMI-PT 06	MMI-PT 07	MMI-PT 08	MMI-PT 09	MMI-PT 10	MMI-PT 11	MMI-PT12
Alumínio Total	mg/Kg	-	9091	3587	8232	13823	3805	6669	11794	20291	2520	6491	8691	16137
Antimônio Total	mg/Kg	-	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	6,1	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Arsênio Total	mg/Kg	≤ 5,9	30	8,7	17	3,4	21	3,8	8	2,6	4,8	5,1	1,8	13
Bário Total	mg/Kg	-	166	<5	54	135	47	107	94	34	5,1	5,1	21	71
Boro Total	mg/Kg	-	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Cádmio Total	mg/Kg	≤ 0,6	< 0,25	< 0,25	0,3	0,32	0,4	0,26	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Carbono Orgânico Total	%	-	0,88	<0,25	0,99	<0,25	0,55	0,77	0,66	0,29	<0,25	<0,25	<0,25	1,7
Chumbo Total	mg/Kg	≤ 35	15	4,4	11	11	11	14	12	9,5	2,4	5,6	13	11
Cobalto Total	mg/Kg	-	52	1,9	7,5	56	69	94	12	4,1	2	1,1	5,2	18
Cobre Total	mg/Kg	≤ 35,7	28	1,9	19	28	17	19	29	36	<1,5	<1,5	14	49
Cromo Total	mg/Kg	≤ 37,3	56	67	48	297	443	46	46	87	11	35	36	57
Fósforo Total	mg/Kg	-	257	155	313	216	203	365	433	368	103	318	105	213
Manganês Total	mg/Kg	-	1558	136	310	1548	991	3171	1231	252	462	164	227	567
Mercúrio Total	mg/Kg	≤ 0,17	< 0,1	< 0,1	< 0,10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	PONTOS AMOSTRAIS											
			MMI-PT 01	MMI-PT 02	MMI-PT 03	MMI-PT 04	MMI-PT 05	MMI-PT 06	MMI-PT 07	MMI-PT 08	MMI-PT 09	MMI-PT 10	MMI-PT 11	MMI-PT12
Molibdênio	mg/Kg	-	0,7	<0,5	<0,5	0,51	<0,50	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,50	<0,5	<0,50
Níquel Total	mg/Kg	≤ 18,0	20	3,7	14	43	109	15	17	13	1,8	1,7	6,7	17
Nitrato	mg/Kg	-	<4,5	<3,4	<4,6	<4,1	<3,5	<3,8	<5,1	<4,4	<3,3	<3,3	<4,3	<4,6
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/Kg	≤4800,0	1117,1	174,3	937,6	256,1	368,6	701,6	1725,2	2144,7	102,2	118,5	1603,1	1867
Prata Total	mg/Kg	-	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	<0,25	< 0,25
Vanádio Total	mg/Kg	-	29	16	31	61	30	37	58	48	7,2	14	26	70
Xilenos	mg/Kg	-	< 0,01	< 0,013	< 0,01	< 0,011	< 0,013	< 0,012	< 0,009	< 0,011	< 0,014	< 0,014	< 0,011	< 0,01
Zinco Total	mg/Kg	≤ 123	24	7,4	20	21	35	24	32	23	3,9	8,9	9,5	47

Legenda: Valores em vermelho = acima do permitido.

b) Parâmetros dos sedimentos com violação do limite de classe

Durante as duas campanhas realizadas no período seco e chuvoso os parâmetros Arsênio, Cromo, Cobre, Chumbo e Níquel foram registrados com valores em não conformidade nos diferentes pontos avaliados (**Figura 1-161** a **Figura 1-165**). A lixiviação do solo e extravasamento do lençol freático, em uma determinada formação geológica que possua estes metais em sua composição, podem ser causas naturais que contribuam para maior concentração desses metais nos corpos hídricos.

O estudo de Costa *et al.* (2018) apresenta uma linha de base do Quadrilátero Ferrífero, abordando importantes discussões sobre os metais os quais apresentaram não conformidades no presente estudo. Este estudo demonstrou que mais de 75% das amostras de sedimentos analisadas, continham mais de 6,1 mg/Kg de Arsênio. Embora sejam valores acima do VMP legal, os autores consideram que tais escores observados podem ser ligados a maior concentração de Arsênio em rochas de xisto, abundante nos supergrupos estratigráficos Nova Lima e Velhas. E ainda Costa *et al.* (2018), também verificaram valores anômalos para este parâmetro (>50 mg/kg), atribuindo tais escores ao lançamento inadequado de efluentes domésticos e industriais. Valores acima do VMP foram observados nos pontos MMI-PT 01, MMI-PT 02, MMI-PT 06, MMI-PT 07, MMI-PT 08, MMI-PT 09, MMI-PT 10, MMI-PT 11 e MMI-PT12 na estação seca e nos pontos MMI-PT 01, MMI-PT 02, MMI-PT 03, MMI-PT 05, MMI-PT 07 e MMI-PT 12 durante o período chuvoso. Valores altos foram verificados nas drenagens onde estão localizados os pontos MMI-PT 01, MMI-PT 06 e MMI-PT 11 (>30 mg/kg) sugerindo interferências antrópicas nesses cursos d'águas. Nos demais pontos não foi observado um padrão espacial os quais se pudessem inferir uma perturbação antrópica, as quais expliquem as não conformidades observadas para Arsênio em sedimentos sobretudo por não terem sido verificados valores anômalos (**Figura 1-161**).

As maiores anomalias para os parâmetros Cromo e Níquel, constatadas no estudo de Costa *et al.* (2018), foram observados nas cabeceiras de bacias, em corpos hídricos que tangem acessos aos empreendimentos minerários, e em corpos hídricos que tangem estradas de escoamento do minério. Assim como no presente diagnóstico, a maior parte das amostras de sedimentos avaliados na região do Quadrilátero Ferrífero, também estava acima do VMP legal para Cromo e Níquel. Os autores concluem que estes dois parâmetros estão correlacionados em sua ocorrência na composição físico-química dos sedimentos, por estarem ricamente presentes em sulfetos metálicos de rochas metamórficas, comumente observadas nas formações do quadrilátero ferrífero. Especificamente para estes parâmetros, a exposição do solo em áreas de atividade minerária, pode estar contribuindo em maior proporção para a deposição de Cromo e Níquel nos sedimentos, a despeito do lançamento de efluentes industriais e domésticos. Para Cromo e Níquel foram observados valores acima do VMP e anômalos para várias estações amostrais. Contudo, nos pontos MMI-PT 03, MMI-PT 07, MMI-PT 09, MMI-PT 10, MMI-PT 11 e MMI-PT12 não foram verificados escores de Níquel e Cromo dentro do espectro do nível I para sedimentos. Valores considerados anômalos (>315 mg/kg) para Cromo foram registrados nos pontos MMI-PT 01, MMI-PT 05, MMI-PT 08 e MMI-PT 11. Para Níquel valores anômalos foram constados somente no ponto MMI-PT 08 (**Figura 1-162** e **Figura 1-163**).

Com relação ao parâmetro Cobre, estes autores verificaram uma menor quantidade de anomalias na composição dos sedimentos (> 75,0 mg/kg), e a maior parte dos valores de linha de base estavam próximos ao VMP legal para este parâmetro. Contudo foi possível observar valores anômalos em áreas de uso do solo diverso em corpos hídricos que tangem áreas com APP preservada, zonas urbanas, zonas rurais e áreas de atividades minerárias (COSTA *et al.*, 2018). Assim como para o Arsênio, a presença do Cobre em sedimentos, é atribuída ao intemperismo de jazidas dos supergrupos Nova Lima e Velhas, as quais possuem alta concentração deste metal em rochas de xisto. Valores acima do VMP legal foram observados em 6 estações amostrais (MMI-PT 03, MMI-PT 04, MMI-PT 08, MMI-PT 09, MMI-PT 10 e MMI-PT 12), contudo nenhuma dessas apresentaram valores anômalos (**Figura 1-164**).

Foi observada anomalias na concentração de Chumbo em sedimentos somente na estação MMI-PT 08. Costa e colaboradores (2018), verificou que os valores de linha de base para o quadrilátero ferrífero apresentam estreita relação com a geologia, pois a grande maioria dos pontos localiza-se em bacias onde predominam os itabiritos e filitos do Supergrupo Minas ou os quartzitos sericíticos do grupo Maquiné. Contudo, como a mobilidade do Pb é baixa em qualquer ambiente (Merian *et al.* 2004), pode-se concluir que existe uma fonte geogênica local na área de estudo (**Figura 1-165**).

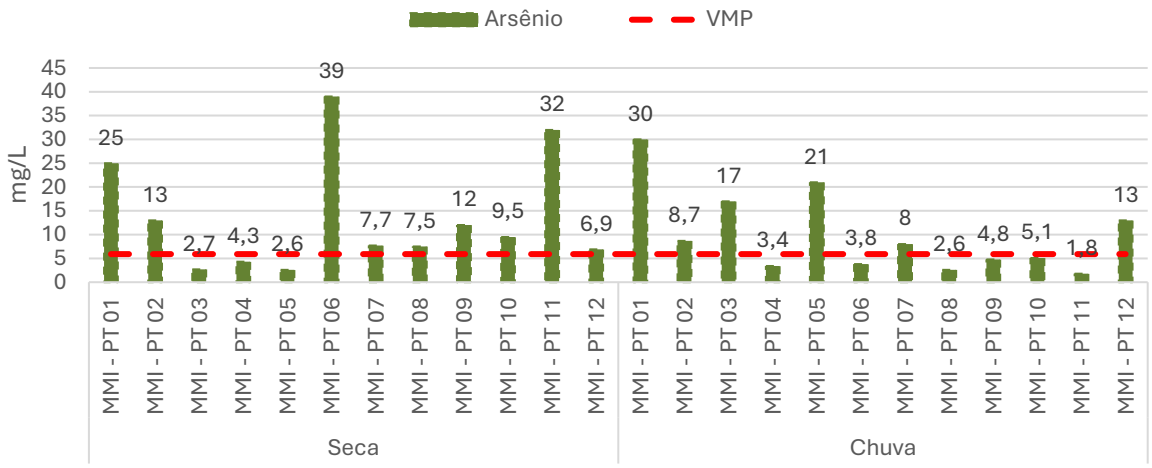


Figura 1-161 - Concentração de Arsênio Total por ponto amostral do diagnóstico de sedimentos na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva) .* - - - : padrão estabelecido pela Resolução CONAMA n° 454. VMP: Valor máximo permitido para o parâmetro analisado (Nível 1).

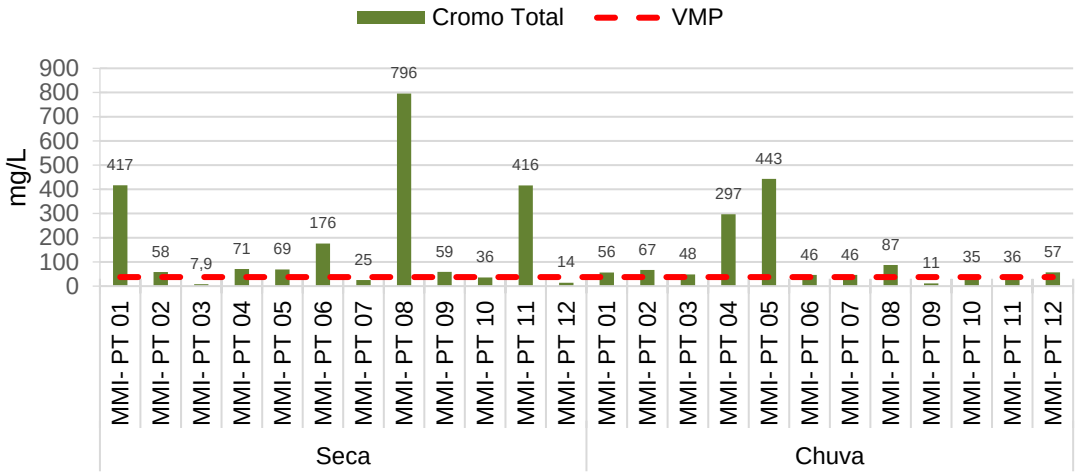


Figura 1-162 - Concentração de Cromo Total por ponto amostral do diagnóstico de sedimentos na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva) .* - - - : padrão estabelecido pela Resolução CONAMA n° 454. VMP: Valor máximo permitido para o parâmetro analisado (Nível 1).

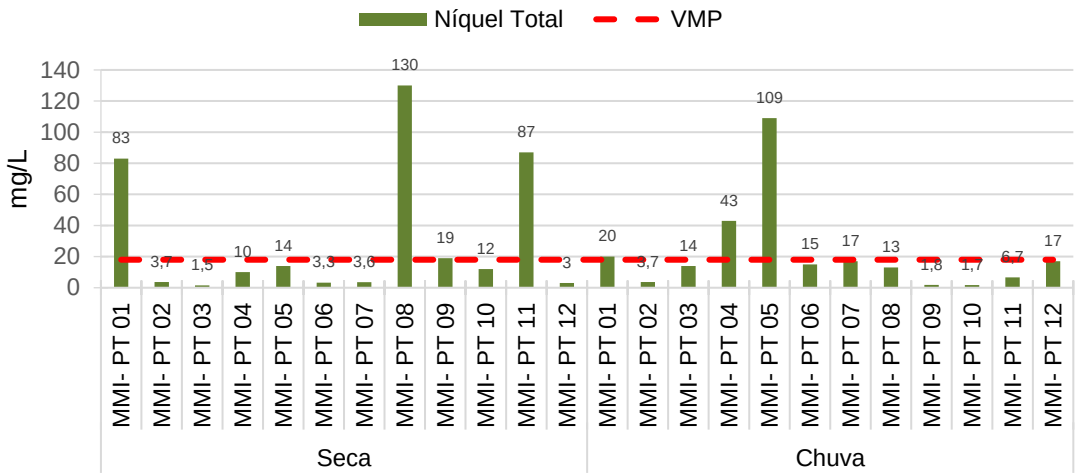


Figura 1-163 - Concentração de Níquel Total por ponto amostral do diagnóstico de sedimentos na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva) .* - - - : padrão estabelecido pela Resolução CONAMA n° 454. VMP: Valor máximo permitido para o parâmetro analisado (Nível 1).

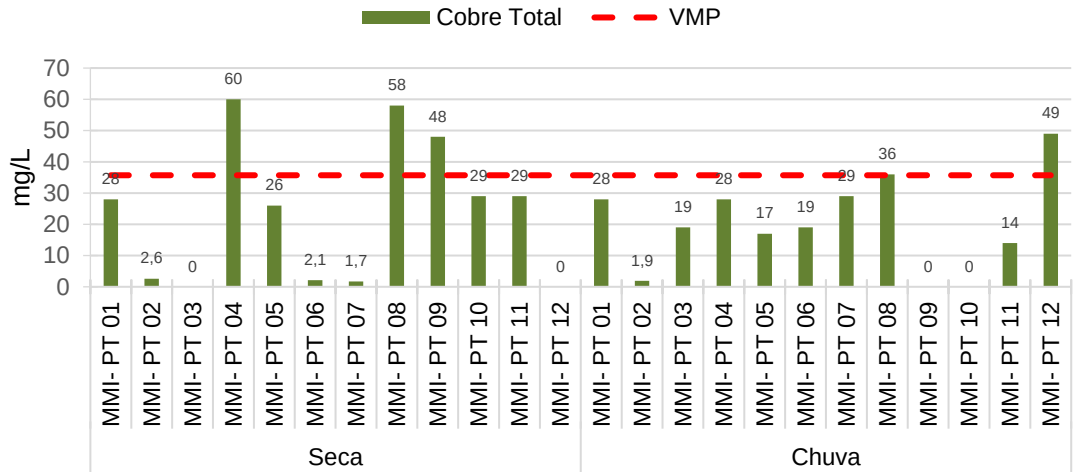


Figura 1-164 - Concentração de Cobre Total por ponto amostral do diagnóstico de sedimentos na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva) .* - - - : padrão estabelecido pela Resolução CONAMA n° 454. VMP: Valor máximo permitido para o parâmetro analisado (Nível 1).

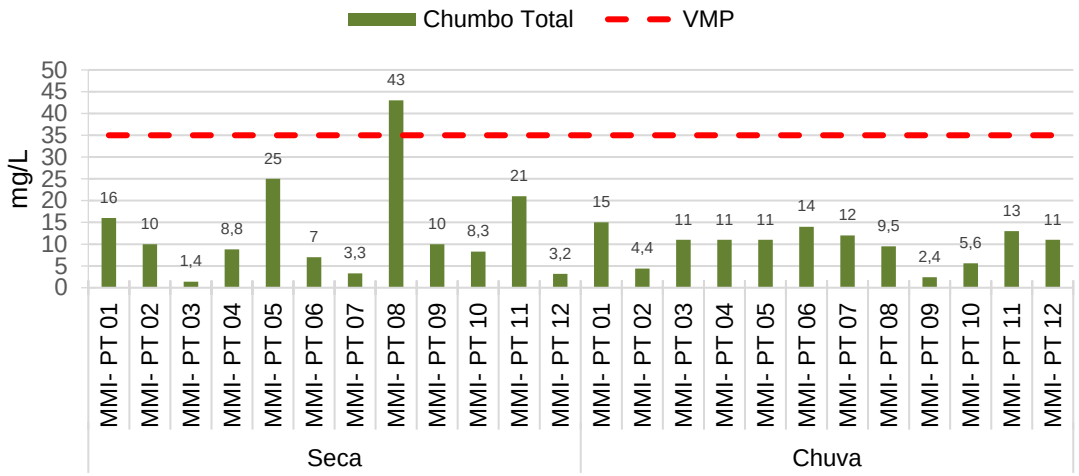


Figura 1-165 - Concentração de Chumbo Total por ponto amostral do diagnóstico de sedimentos na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva) .* - - - : padrão estabelecido pela Resolução CONAMA n° 454. VMP: Valor máximo permitido para o parâmetro analisado (Nível 1).

c) Percentual e distribuição de violação do limite de classe

De acordo com os resultados dos parâmetros que apresentaram alguma violação ao limite permitido pela Resolução CONAMA nº 454/2012 é possível verificar que Cromo, Arsênio e Níquel foram constantes como não conformes em amostras de sedimento analisadas ao longo da área estudo nas duas campanhas realizadas, inferindo-se que estas não conformidades podem estar relacionadas com a matriz geológica da sub-bacia avaliadas, a qual está inserida em formações dos supergrupos Minas e Velhas, presentes no Quadrilátero Ferrífero. Passivos ambientais relacionados ao uso do solo das áreas a montante ou que tangenciam as drenagens também podem interferir ativamente na alteração dos parâmetros. Estas inferências também poderiam ser atribuídas para Cobre o que esteve em não conformidade em pelo menos 15% das amostras analisadas. As não conformidades observadas para Chumbo, foram pontuais e podem ser atribuídas a incorporação e sedimentação de matéria matriz geológica local (**Figura 1-166**, **Tabela 1-39** e **Tabela 1-40**). Ressalta-se que, posteriormente, o monitoramento contínuo poderá evidenciar as flutuações e possíveis causas.

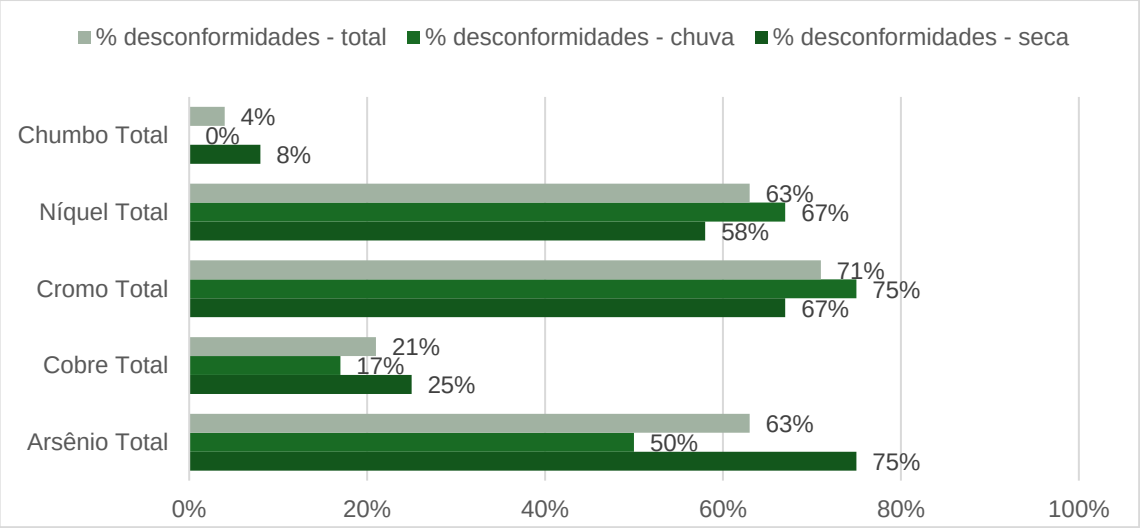


Figura 1-166 - Percentual de violação do limite de classe por parâmetro de acordo com a malha amostral do diagnóstico de sedimentos na área de estudo, agosto de 2022 (seca) e outubro de 2022 (chuva).

Tabela 1-39 – Valores registrados dos parâmetros violados avaliados de acordo com as análises e os valores máximos permitidos (VMP) pela Resolução CONAMA n° 454 do diagnóstico de sedimentos em agosto de 2022.

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	MMI- PT 01	MMI- PT 02	MMI- PT 03	MMI- PT 04	MMI- PT 05	MMI- PT 06	MMI- PT 07	MMI- PT 08	MMI- PT 09	MMI- PT 10	MMI- PT 11	MMI- PT12
Arsênio Total	mg/Kg	5,9	25,00	13,00				39,00	7,70	7,50	12,00	9,50	32,00	6,90
Chumbo Total	mg/Kg	35								43,00				
Cobre Total	mg/Kg	35,7				60,00				58,00	48,00			
Cromo Total	mg/Kg	37,3	417,00	58,00		71,00	69,00	176,00		796,00	59,00		416,00	
Níquel Total	mg/Kg	8	83,00			10,00	14,00			130,00	19,00	12,00	87,00	
Parâmetros violados			**3**	**2**	**0**	**3**	**2**	**2**	**1**	**5**	**4**	**2**	**3**	**1**

**Vermelho valores acima do permitido.

Tabela 1-40 – Valores registrados dos parâmetros violados avaliados de acordo com as análises e os valores máximos permitidos (VMP) pela Resolução CONAMA n° 454 do diagnóstico de sedimentos em outubro de 2022.

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	MMI- PT 01	MMI- PT 02	MMI- PT 03	MMI- PT 04	MMI- PT 05	MMI- PT 06	MMI- PT 07	MMI- PT 08	MMI- PT 09	MMI- PT 10	MMI- PT 11	MMI- PT 12
Arsênio Total	mg/Kg	5,9	30,00	8,70	17,00		21,00		8,00					13,00
Cobre Total	mg/Kg	35,7								36,00				49,00
Cromo Total	mg/Kg	37,3	56,00	67,00	48,00	297,00	443,00	46,00	46,00	87,00				57,00
Níquel Total	mg/Kg	8	20,00		14,00	43,00	109,00	15,00	17,00	13,00				
Parâmetros violados			**3**	**2**	**3**	**2**	**3**	**2**	**3**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**

**Vermelho valores acima do permitido.

1.12.4 CONCLUSÃO QUALIDADE DE ÁGUAS E SEDIMENTOS

A área de estudo do presente empreendimento está inserida em uma matriz composta por um mosaico antrópico de ocupação do solo, contendo, principalmente, áreas com atividades minerárias nas cabeceiras da serra de Itatiaiuçu, pequenas propriedades rurais, pequenos fragmentos florestais entremeados por sítios e chácaras, bem como uma zona urbana na vertente norte da malha amostral. Na vertente sul a área é predominante composta por vegetação e vias de acessos locais. Os corpos d'água avaliados apresentam condições ambientais variando de ambientes degradados com sinais de assoreamento e mata ciliar deteriorada até cursos d'águas com substrato e mata ripária preservados. De maneira geral, durante as campanhas de campo foi possível constatar que a maioria dos pontos apresentavam águas com aspecto límpido e sem o odor típico de drenagens que recebem qualquer tipo de efluentes urbanos e/ou industriais.

Para a qualidade das águas superficiais, de acordo com os resultados, percebe-se que o fator sazonal foi determinante para a piora da qualidade das águas na área de estudo. Enquanto, na estação seca, a qualidade das águas superficiais dos pontos amostrais foi categorizada com nível minimamente MÉDIO ou BOM para as diferentes estações, na estação chuvosa, a classificação do IQA não foi superior a MÉDIO. Os principais parâmetros atrelados aos baixos escores do índice de qualidade das águas na área de estudo foram os Coliformes Termotolerantes, DBO e Oxigênio dissolvido. O carreamento de matéria orgânica da área de entorno e a concomitante entrada de efluentes domésticos podem ter sido os principais fatores contribuintes para os valores expressivos de Coliformes e, consequentemente, a categorização da qualidade das águas na região, predominantemente, como ruins e intermediárias. Desta forma, medidas de controle e atenuação desses parâmetros são importantes para preservar a qualidade das águas na área de estudo.

Apesar de alguns parâmetros, como o Ferro, naturalmente apresentarem valores mais representativos na avaliação da qualidade das águas pelo fato desses elementos serem abundantes nas formações geológicas da bacia e a ocupação com atividades de mineração.

Estudos pretéritos de qualidade das águas superficiais na área também constataram alterações relacionadas aos Coliformes em cerca de 50% das amostras avaliadas a partir dos dados secundários. Desta forma, apesar de observar certo grau de degradação nos cursos d'água estudados, os resultados aqui obtidos representam de forma pontual algum grau de alteração na qualidade das águas superficiais da região de estudo que podem ser causadas principalmente pelo maior aporte de matéria orgânica e despejo de esgoto das áreas urbanos dos seus entornos.

Para a avaliação dos sedimentos, percebe-se que os pontos amostrais da área de estudo apresentaram percentual representativo de desconformidades com cerca de 22% dos parâmetros com valores excedentes aos limites estabelecidos pela CONAMA nº 454 levando em consideração as duas campanhas amostrais realizadas na área de estudo. Os parâmetros em não conformidade observados podem estar relacionados à

exposição da matriz geológica da região, ou atrelados as atividades industriais e minerária da região.

A ocorrência representativa de metais como o Arsênio, Cromo, Cobre e Níquel pode ser resultante dos processos intempéricos dos substratos litológicos ou das atividades antrópicas desenvolvidas na bacia hidrográfica. Valores não conformes ou anômalos destes parâmetros podem bioacumular na biota aquática ou mesmo, desencadear patologias e serem nocivos ao consumo humano. Os passivos gerados pela exposição do solo, pela falta de contenção de finos advindos das atividades minerárias, bem como pela degradação da mata ciliar, podem contribuir para o aumento dos níveis das concentrações desses parâmetros na composição físico-químicas dos sedimentos, e consequentemente, as não conformidades observadas na área de estudo.

Os parâmetros Cromo e Níquel foram aqueles com maior número de não conformidades entre os pontos amostrais avaliados. A observância destes parâmetros em não conformidade, pode estar relacionado com o aporte de efluentes e resíduos domésticos e industriais. Alguns desses elementos são essenciais para produção de ligas e estruturas metálicas, estão na composição de substância de controle de pragas (inseticida, herbicida etc.) e detergentes, podendo ser liberados para o meio ambiente devido ao manejo incorreto das atividades agropecuárias e silviculturais, e ainda ou são subprodutos de queimas de combustíveis. Contudo, como podemos observar na discussão dos resultados, os metais observados em desconformidade nos sedimentos, e em alguns pontos de forma anômala, também podem estar associadas à intempérie de longo prazo da matriz geológica presente no Quadrilátero Ferrífero. A deposição de metais no sedimento pode ter diferentes efeitos no longo prazo. Tais elementos traço, representam cerca de 0,1% da composição do sedimento e pode ter interação com outras espécies químicas, formando sulfetos, hidróxidos carbonatos e outras espécies orgânicas (PINHEIRO, 2001), os quais tais produtos podem não implicar em espécies químicas que causem algum ônus a biota. Entretanto, tais elementos podem ser incorporados pela biota em diferentes níveis tróficos, e por sua vez bioacumular nos tecidos biológicos, causando danos desde o nível individual até o nível de composição de comunidade, afetando também o consumo humano de proteína advinda destes ambientes.

De maneira geral, percebe-se que os principais impactos ambientais presentes na água e nos sedimentos na área de estudo podem ser derivados de fontes localizadas, principalmente, nos trechos a montante dos pontos amostrais, avaliados como decorrentes das intensas atividades minerárias encontradas na região como também a partir do lançamento de efluentes urbanos e rurais locais, localizadas no entorno das drenagens avaliadas.

Os resultados observados apontam não conformidades relacionadas as condições geológicas naturais, bem como, aos passivos gerados pelos diversos tipos de usos hídricos e do solo da região. Com a implantação do projeto, a expectativa é de intensificação de impactos relacionadas a concentração de diferentes parâmetros sedimentológicos na região, desta forma medidas mitigadoras e preventivas são

indicadas para atenuar os passivos ambientais relacionados a instalação e operação do empreendimento minerário.

1.13 QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

1.13.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o diagnóstico da qualidade das águas subterrâneas na área de estudo foram considerados oito pontos de amostragem (**Tabela 1-41** e **Figura 1-167**), os quais compõem a rede de monitoramento de águas subterrâneas de todo o empreendimento da Mineração da Morro do Ipê, conforme estabelecido em seu programa ambiental.

As análises foram feitas pela Terra Consultoria e Análises Ambientais Ltda e os laudos encontram-se no **Anexo VII**.

Tabela 1-41 - Pontos de amostragem de qualidade das águas subterrâneas.

Ponto	Coordenadas (UTM SIRGAS2000)		
	X	Y	Período
NTT 23 – Córrego Olaria	574177	7776380	Junho, setembro
P05 – Córrego Olaria	574460	7776370	Junho, setembro
P06 – Córrego Olaria	574418	7776379	Junho, setembro
NTT 34 – Córrego Igarapé	573360	7776265	Junho, setembro
NTT 36 – Córrego Igarapé	573354	7776245	Junho, setembro
NTT 62 – Córrego Grande	573530	7774703	Junho, setembro
NTT 66 – Córrego Grande	573941	7774571	Junho
NTT 38 – Córrego Grande	574801	7775202	Junho

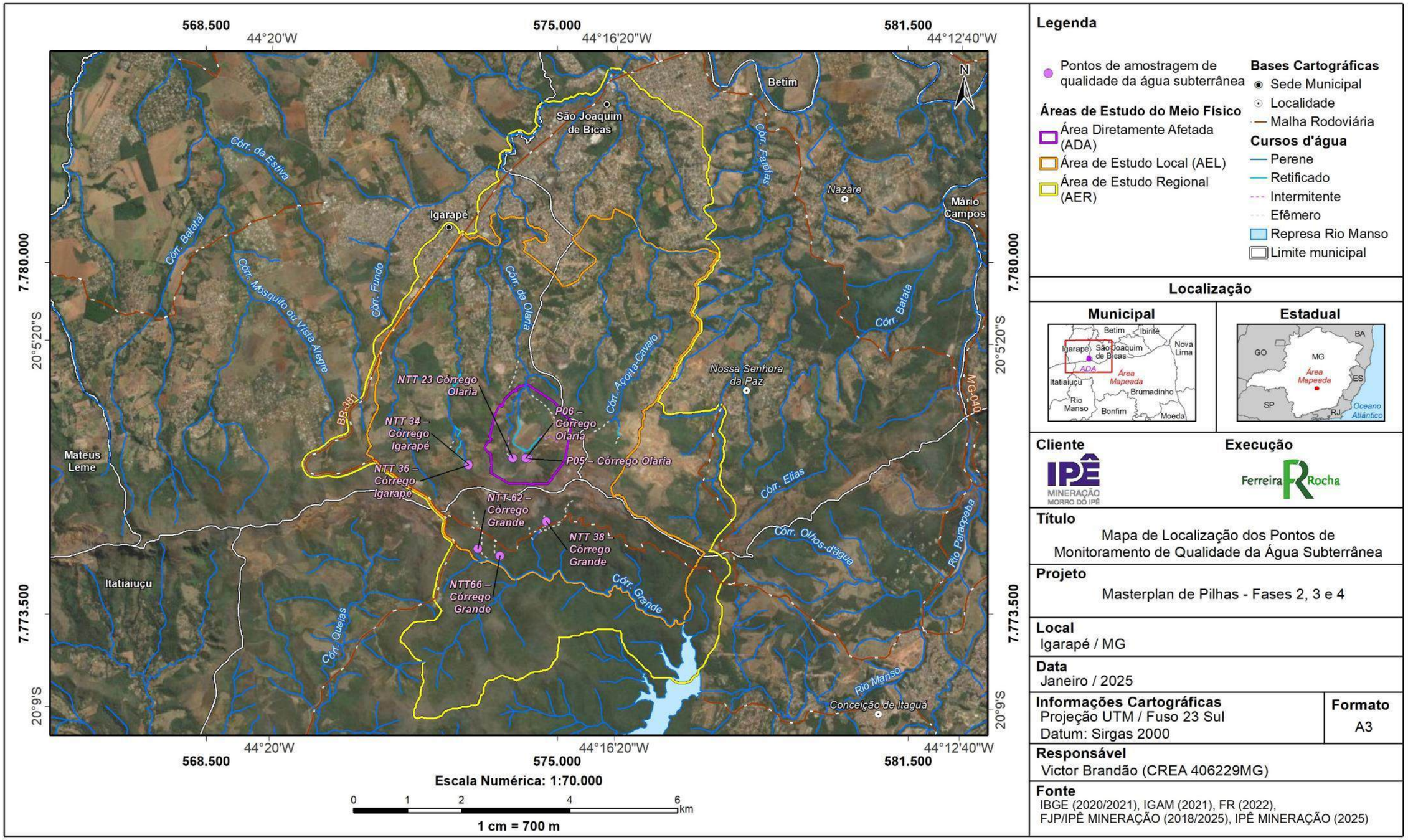


Figura 1-167 - Mapa de localização dos pontos de amostragem de qualidade de águas subterrâneas.

A amostragem foi feita nos meses de junho e de setembro. No mês de setembro os pontos NTT66 e NTT38 se encontravam secos e, portanto, não houve coleta.

Os resultados das análises das águas subterrâneas foram comparados aos padrões do Anexo I da Resolução CONAMA n° 396 de abril de 2008, água subterrânea para consumo humano. A **Tabela 1-42** apresenta os parâmetros analisados, a unidade de medida e o método.

Tabela 1-42 - Pontos de amostragem de qualidade das águas subterrâneas.

Parâmetro	Unidade	Método
Alcalinidade Bicarbonatos	mg/L	SMEWW 2320 B
Alcalinidade Carbonatos	mg/L	SMEWW 2320 B
Condutividade (Campo)	µs/cm	SMEWW 2510 A
Eh (in situ)	mV	SMEWW 2580 B
Magnésio Solúvel	mg/L	SMEWW 3500 Mg B
pH (campo)	UpH	SMEWW 4500 H+ B
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	SMEWW 2540 C
Temperatura Ambiente (campo)	°C	SMEWW 2550 B
Temperatura (campo)	°C	SMEWW 2550 B
Vazão (Campo)	-	ABNT NBR 13403 - 1995
Cloreto Total	mg/L	SMEWW 4500 Cl^- C
Fluoreto total	mg/L	SMEWW 4500 F^- B e D
Nitrato	mg/L	ABNT NBR 12620 - 1992
Nitrito	mg/L	SMEWW 4500 NO^{2-} B
Sulfato	mg/L	SMEWW 4500 SO42- E
Sulfeto	mg/L	SMEWW 4500 S2- F
Fenol Total	mg/L	SMEWW 5530 D
Óleos e Graxas Totais	mg/L	SMEWW 5520 B
Alumínio Total	mg/L	SMEWW 3500 Al B
Arsênio Total	mg/L	SMEWW 3500 As B
Cálcio Solúvel	mg/L	SMEWW 3500 Ca B
Chumbo Total	mg/L	SMEWW 3500 Pb B
Cobre Total	mg/L	SMEWW 3500 Cu B
Cromo Total	mg/L	SMEWW 3500 Cr B
Ferro Total	mg/L	SMEWW 3500 Fe B
Manganês Total	mg/L	SMEWW 3500 Mn B
Zinco Total	mg/L	SMEWW 3500 Zn B
Antimônio Total	mg/L	USEPA 6010C - Rev. 03 - Fev 2007
Bário Total	mg/L	EPA - 6020A

Parâmetro	Unidade	Método
Berílio Total	mg/L	EPA - 6020A
Boro Total	mg/L	EPA - 6020A
Cádmio Total	mg/L	EPA - 6020A
Carbono Orgânico Dissolvido	mg/L	SMEWW 5310 TOC B - 2012
Potássio Dissolvido	mg/L	USEPA 6010C - Rev. 03 - Fev 2007
Sódio Dissolvido	mg/L	EPA - 6020A

1.13.2 RESULTADOS

A **Figura 1-168** apresenta as fotografias dos pontos de coleta, conforme ocorrido na campanha do mês de junho.

NTT 23 – Córrego Olaria

P05 – Córrego Olaria

P06 – Córrego Olaria

NTT 34 – Córrego Igarapé

NTT 36 – Córrego Igarapé

NTT 62 – Córrego Grande

NTT 66 – Córrego Grande

NTT 38 – Córrego Grande

Figura 1-168 - Pontos de coleta para análise da qualidade das águas subterrâneas

A **Tabela 2-90** apresenta os resultados das análises da qualidade de água subterrânea em amostragem ocorrida no mês de junho e a **Tabela 2-91** apresenta os resultados das análises da qualidade de água subterrânea em amostragem ocorrida no mês de setembro.

Tabela 1-43 - Resultado da análise da qualidade de água subterrânea para as amostragens do mês de junho

Parâmetros	Unidade	LQ	VMP	Ponto (amostragem junho)							
				NTT 23	P05	P06	NTT34	NTT36	NTT38	NTT62	NTT66
Alcalinidade Bicarbonatos	mg/L	1,2	--	9,2	90,4	80,5	2,9	14,6	2,9	54,4	13,6
Alcalinidade Carbonatos	mg/L	1,2	--	< 1,2	< 1,2	< 1,2	< 1,2	< 1,2	< 1,2	< 1,2	< 1,2
Condutividade (campo)	µs/cm	0,6	--	22,04	25,12	32,18	21,13	25,18	20,15	312,6	54,32
Eh (in situ)	mV	-500 a +500	--	21	32	45	32	24	51	71	56
Magnésio Solúvel	mg/L	1	--	4,3	12,3	10,2	7	3,2	1,6	4,8	2,7
pH (campo)	UpH	0,60 a 12,80	--	6,2	6,8	6,8	6,7	6,8	6,6	6,2	6,1
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	5	máx. 1000,0	37	35	56	25	28	45	1096,7	24
Temperatura Ambiente (campo)	°C	0	--	24	20,2	23	19,9	21	24,2	25,6	25
Temperatura (campo)	°C	0	--	18,5	17,5	18,6	16,1	16,2	17,2	18,5	18,2
Vazão (Campo)	-	-	--	(***)	6	(***)	(***)	(***)	(***)	(***)	(***)
Cloreto Total	mg/L	1	máx. 250,0	3,1	1,5	1,9	3,1	2,3	1,9	171,6	3,1
Fluoreto total	mg/L	0,02	máx. 1,50	0,05	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Nitrato	mg/L	0,05	máx. 10,0	0,9	3,4	1,1	1,1	0,9	2,7	2,6	1
Nitrito	mg/L	0,002	máx. 1,0	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sulfato	mg/L	3	máx. 250,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Sulfeto	mg/L	0,002	--	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002

IPÊ MINERAÇÃO MORRO DO IPÊ

FERREIRA ROCHA
ASSESSORIA E SERVIÇOS SOCIOAMBIENTAIS

Parâmetros	Unidade	LQ	VMP	Ponto (amostragem junho)							
				NTT 23	P05	P06	NTT34	NTT36	NTT38	NTT62	NTT66
Fenol Total	mg/L	2E-05	máx. 0,003	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,138	< 0,002	0,15	< 0,002	< 0,002
Óleos e Graxas Totais	mg/L	1	--	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Alumínio Total	mg/L	0,03	máx. 0,20	0,16	< 0,03	< 0,03	0,05	< 0,03	< 0,03	0,38	0,06
Arsênio Total	mg/L	0,01	máx. 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Cálcio Solúvel	mg/L	1	--	< 1,0	27,5	26,6	1,8	< 1,0	< 1,0	10,6	< 1,0
Chumbo Total	mg/L	0,01	máx. 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Cobre Total	mg/L	0,005	máx. 2,000	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cromo Total	mg/L	0,01	máx. 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Total	mg/L	0,01	máx. 0,30	0,22	< 0,01	< 0,01	0,16	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,27
Manganês Total	mg/L	0,05	máx. 0,10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,38	<0,05
Zinco Total	mg/L	0,02	máx. 5,00	0,29	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,3	0,06	0,24	0,04
Antimônio Total[1]	mg/L	0,0005	máx. 0,005	0,0035	0,0014	0,049	0,0018	0,0026	0,025	0,0086	0,0042
Bário Total[1]	mg/L	0,005	máx. 0,7	< 0,005	0,039	0,033	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,23	0,0094
Berílio Total[1]	mg/L	0,002	máx. 0,004	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Boro Total[1]	mg/L	0,25	máx. 0,5	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Cádmio Total[1]	mg/L	0,0005	máx. 0,005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005

Parâmetros	Unidade	LQ	VMP	Ponto (amostragem junho)							
				NTT 23	P05	P06	NTT34	NTT36	NTT38	NTT62	NTT66
Carbono Orgânico Dissolvido[1]	mg/L	2	--	9,6	< 2,0	< 2,0	44	3,4	8,6	72	< 2,0
Potássio Dissolvido[1]	mg/L	0,05	--	0,157	1,6	0,0008	0,097	0,0003	< 0,05	6,3	0,365
Sódio Dissolvido[1]	mg/L	0,5	--	< 0,5	0,65	2,06	< 0,5	< 0,5	0,894	56,077	1,259

LQ - Limite de Quantificação VMP - Valores Máximos Permitidos [1] - Ensaios subcontratados

VMP: Anexo I, água subterrânea para consumo humano segundo Resolução CONAMA n° 396 de abril de 2008.

Tabela 1-44 - Resultado da análise da qualidade de água subterrânea para as amostragens do mês de setembro

Parâmetros	Unidade	LQ	VMP	Ponto (amostragem setembro)					
				NTT 23	P05	P06	NTT34	NTT36	NTT62
Alcalinidade Bicarbonatos	mg/L	1,2	--	83,6	98,8	6,6	6,6	4,7	123,5
Alcalinidade Carbonatos	mg/L	1,2	--	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Condutividade (campo)	µs/cm	0,6	--	15,82	173,6	152,1	19,25	20,31	768,3
Eh (in situ)	mV	-500 a +500	--	41	39	48	40	36	68
Magnésio Solúvel	mg/L	1	--	4,3	12,4	11,8	4,3	1,9	4,9
pH (campo)	UpH	0,60 a 12,80	--	6	7,2	6,8	6,3	6,2	7,7
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	5	máx. 1000,0	46	47	47	49	45	470

Parâmetros	Unidade	LQ	VMP	Ponto (amostragem setembro)					
				NTT 23	P05	P06	NTT34	NTT36	NTT62
Temperatura Ambiente (campo)	°C	0	--	28,6	29	29	22	22	29
Temperatura (campo)	°C	0	--	21,2	21	21,2	18,3	18,7	22,9
Vazão (Campo)	-	-	--	(***)	0,6	(***)	(***)	49,68	(***)
Cloreto Total	mg/L	1	máx. 250,0	< 1,0	< 1,0	1,6	2,7	< 0,3	4,3
Fluoreto total	mg/L	0,02	máx. 1,50	0,04	0,02	0,02	0,03	< 0,006	< 0,006
Nitrato	mg/L	0,05	máx. 10,0	1,71	1	0,79	0,94	2,2	1,84
Nitrito	mg/L	0,002	máx. 1,0	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,483
Sulfato	mg/L	3	máx. 250,0	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 3,0	< 0,3	20,1
Sulfeto	mg/L	0,002	--	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Fenol Total	mg/L	2E-05	máx. 0,003	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Óleos e Graxas Totais	mg/L	1	--	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 0,30	< 1,00
Alumínio Total	mg/L	0,03	máx. 0,20	0,08	0,09	0,08	0,18	0,1	0,2
Arsênio Total	mg/L	0,01	máx. 0,010	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cálcio Solúvel	mg/L	1	--	4	2,7	2,7	1,8	1,8	3,1
Chumbo Total	mg/L	0,01	máx. 0,010	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cobre Total	mg/L	0,005	máx. 2,000	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002

Parâmetros	Unidade	LQ	VMP	Ponto (amostragem setembro)					
				NTT 23	P05	P06	NTT34	NTT36	NTT62
Cromo Total	mg/L	0,01	máx. 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Total	mg/L	0,01	máx. 0,30	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	4,78
Manganês Total	mg/L	0,05	máx. 0,10	0,19	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
Zinco Total	mg/L	0,02	máx. 5,00	0,19	0,18	0,13	0,15	0,15	0,2
Antimônio Total[1]	mg/L	0,0005	máx. 0,005	0,00166	0,01411	0,02029	0,00508	0,00499	0,052
Bário Total[1]	mg/L	0,005	máx. 0,7	0,0325	0,0464	0,0054	< 0,0050	< 0,0050	0,012
Berílio Total[1]	mg/L	0,002	máx. 0,004	< 0,00200	< 0,00200	< 0,00200	< 0,00200	< 0,00200	< 0,00005
Boro Total[1]	mg/L	0,25	máx. 0,5	< 0,250	< 0,250	2,2	< 0,250	< 0,250	< 0,004
Cádmio Total[1]	mg/L	0,0005	máx. 0,005	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,0001
Carbono Orgânico Dissolvido[1]	mg/L	2	--	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	5,6
Potássio Dissolvido[1]	mg/L	0,05	--	0,765	1,3	0,133	< 0,050	0,15	3,4
Sódio Dissolvido[1]	mg/L	0,5	--	0,531	0,765	1	< 0,500	< 0,500	191,685

LQ - Limite de Quantificação VMP - Valores Máximos Permitidos [1] - Ensaios subcontratados

VMP: Anexo I, água subterrânea para consumo humano segundo Resolução CONAMA n° 396 de abril de 2008.

Conforme resultados apresentados anteriormente nas **Tabela 1-43** e **Tabela 1-44** e a partir dos Valores Máximos Permitidos (VMP) do Anexo I, água subterrânea para consumo humano, segundo Resolução CONAMA n° 396 de abril de 2008, foram gerados gráficos para os parâmetros que ocorreram ultrapassagem do VMP.

A **Figura 1-169** apresenta a concentração de Sólidos Totais Dissolvidos. Foi possível observar uma ultrapassagem do VMP no ponto de amostragem NTT62, no mês de junho (1096,7 mg/L), localizada na bacia do córrego Grande, ao sul da ADA.

A **Figura 1-170** apresenta a concentração de Fenol Total. Foram registradas concentrações acima do VMP nos pontos NTT34, bacia do córrego Igarapé (0,138 mg/L) e no NTT38, bacia do córrego Grande (0,15 mg/L), no mês de junho. A presença desse composto químico na água das nascentes pode estar associada a contaminação por efluentes.

A **Figura 1-171** apresenta a concentração de Alumínio Total. No ponto NTT62 (0,38 mg/L), na amostragem de junho, foi registrado concentração acima do VMP.

A **Figura 1-172** apresenta a concentração de Antimônio Total. As concentrações excederam o VMP nos pontos P06 (0,049 mg/L), NTT38 (0,025 mg/L), NTT62 (0,0086 mg/L) na amostragem de junho e nos pontos P05 (0,01411 mg/L), P06 (0,02029 mg/L), NTT34 (0,00508 mg/L), NTT66 (0,052 mg/L) na amostragem de setembro. O antimônio é encontrado em baixas concentrações no ambiente e sua emissão ocorre principalmente por atividade antropogênica (FIT CETESN, 2024). Os resultados estão elevados nas três bacias abordadas: córrego Grande, córrego Igarapé e córrego da Olaria.

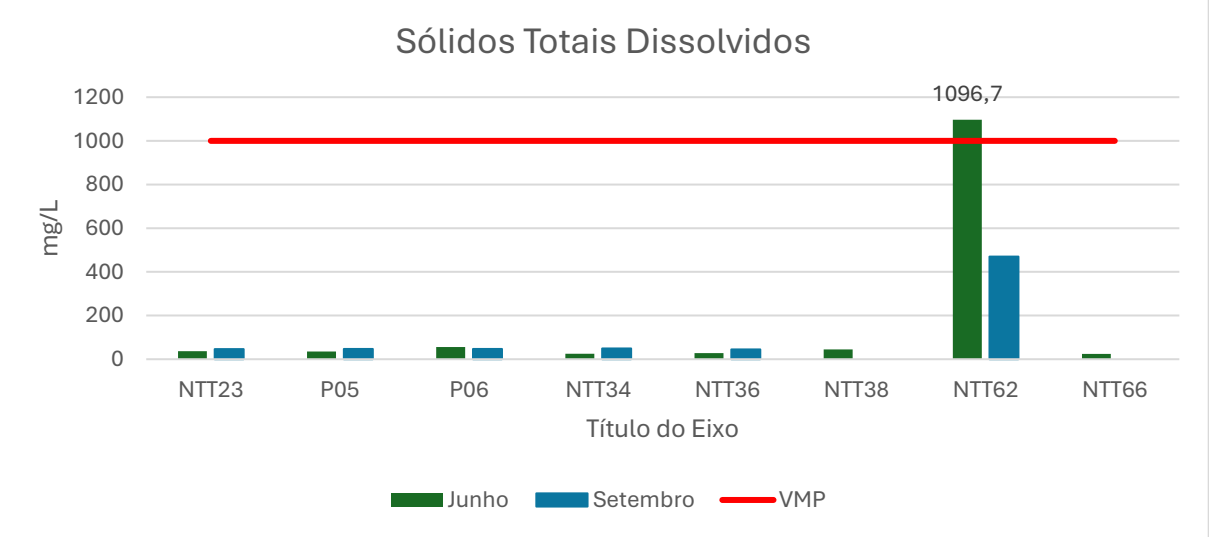


Figura 1-169 - Concentração de Sólidos Totais Dissolvidos e VMP (CONAMA 396/2008), amostragens em julho de setembro de 2024 – águas subterrâneas.

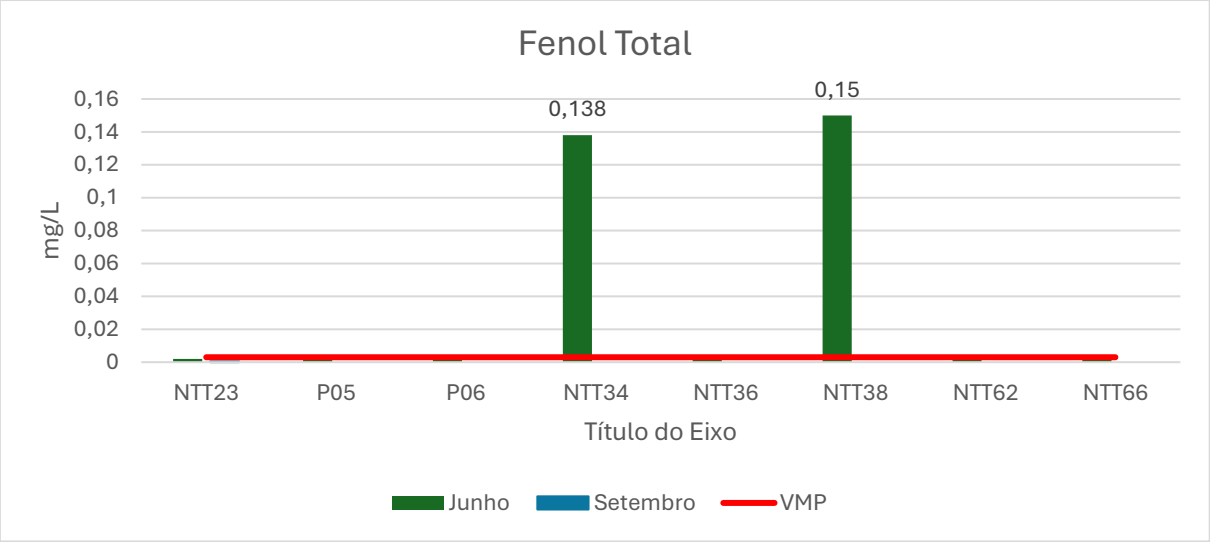


Figura 1-170 - Concentração de Fenol Total e VMP (CONAMA 396/2008), amostragens em julho de setembro de 2024 – águas subterrâneas.

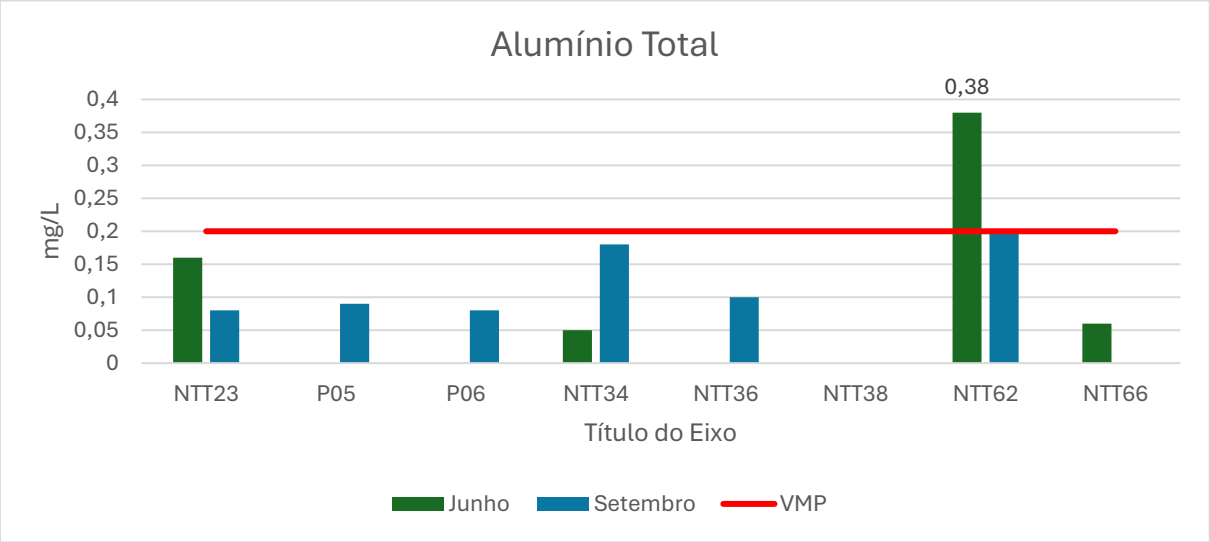


Figura 1-171 - Concentração de Alumínio Total e VMP (CONAMA 396/2008), amostragens em julho de setembro de 2024 – águas subterrâneas.

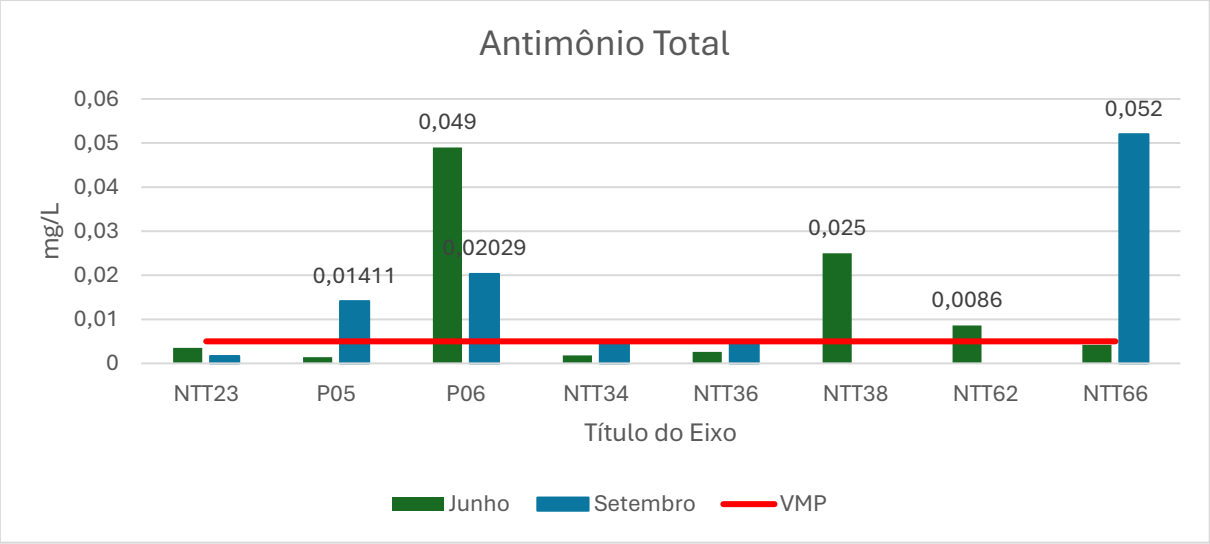


Figura 1-172 - Concentração de Antimônio Total e VMP (CONAMA 396/2008), amostragens em julho de setembro de 2024 – águas subterrâneas.

1.13.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DE QUAIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

De maneira geral, pressupõe-se que as concentrações dos parâmetros de Sólidos Totais Dissolvidos, Fenol Total, Alumínio Total, Antimônio Total, presentes nas amostragens de águas subterrâneas, que superam os VMP (CONAMA 396/2008) podem ser derivados de fontes localizadas nos trechos a montante dos pontos amostrais, devido ao uso e ocupação do solo e de características naturais das rochas.

Com a implantação do projeto, a expectativa é de intensificação das atividades, desta forma medidas mitigadoras e preventivas são indicadas para atenuar os possíveis passivos ambientais relacionados à instalação e operação do projeto.

1.14 ANÁLISE DIAGNÓSTICA INTEGRADA DO MEIO FÍSICO

A área do Projeto localiza-se no clima Tropical Brasil Central, semiúmido. As maiores temperaturas ocorrem nos meses de outubro e abril e as menores entre os meses de maio a agosto. A pluviosidade repete esse padrão, sendo os meses mais quentes, também os mais úmidos e os meses mais frios, os mais secos. Em fevereiro registra-se a maior média máxima de temperatura, de 29ºC e em junho registra-se a menor média mínima, de 15ºC. Em dezembro apresenta-se a maior média de chuvas mensal (358,9 mm) e a menor média mensal de chuvas é de 7,9 mm em julho.

Foi observado que a temperatura média vem aumentado em torno de 1ºC entre 1931 e 2010. Para precipitação, entre os anos de 1931 a 2010 não foram observadas grandes alterações, exceto no mês de fevereiro, em que houve um aumento na média mensal.

Os ventos predominantes são de E E-SE, com intensidades médias predominantes inferiores a 3,6 m/s.

Em relação a qualidade do ar, a maioria dos resultados demostraram que o IQA varia entre Boa e Moderada e os resultados do monitoramento de PTS, MP10, MP2,5 estão dentro dos limites legais. A exceção ocorreu em um ponto de monitoramdento próximo as imediações da BR-381, topo da Serra Azul, onde ocorre atividades de mineração e há áreas de solo exposto. Neste ponto monitorado, os limites legais dos parâmetros analisados foram ultrapassados e o IQA foi classificado como péssimo.

No Estudo de Dispersão Atmosférica foi observado que os resultados da simulação indicaram que as fontes presentes na Mineração Morro do Ipê S.A provocam regiões de concentrações de curto e longo período das três frações de particulados (PTS, PM10 e PM2,5) e do poluente NO_2 superiores aos limites de qualidade do ar estabelecidos pela CONAMA 506/2024. No que diz respeito ao demais poluentes (SO_2 e CO), não foram registradas concentrações de que ultrapassassem os limites estipulados pela legislação.

Em relação aos receptores sensíveis analisados, foram registradas concentrações acima dos limites diários para as três frações de material particulado (PTS, PM10 e PM2,5) e do limite horário para o poluente NO^2. Sendo que, para o referencial de longo período (anual) nenhum receptor apresentou concentrações que ultrapassassem os padrões estipulados. Vale ressaltar que as regiões que registraram concentrações acima do permitido pela normativa estão localizadas dentro dos limites do empreendimento. Neste sentido, medidas de controle de emissões atmosféricas devem ser implementadas no projeto ou reforçadas na Mineração Morro do Ipê.

Em relação ao monitoramento de ruído observou-se que em alguns pontos, os níveis de ruído são maiores que os limites definidos na ABNT NBR 10.151 para as áreas de residências rurais e áreas mistas, predominantemente rurais. Mas comparando-se os valores de som residual (L_{res}) aos valores de L_{Aeq}, nota-se que se trata de ruídos típicos daqueles ambientes. Em relação à vibração, os resultados estão em conformidade com a ABNT NBR 9653:2018.

A ADA está inserida na porção noroeste do Quadrilatero Ferrífero, em prolongamento da anticlinal da Serra do Curral, mais precisamente sobre o flanco norte da Serra Azul, em área declivosa, coberta por neossolo litólico e de muito alta erodibilidade. Em consequência dessas carcaterísitcas, a aptidão agrícola da área é classificada como muito baixa a média. Em função da alta erodibilidade dos solos, fato confirmado em campo, o controle dos processos erovisos deverá receber maior atenção de forma a minimizar o carreamneto de sedimentos para os cursos d'águas.

A geologia é formada por filitos da Formação Cercadinho em trechos mais elevados, da Formaçao Fecho do Funil em áreas de altitude intermediárias e da Formação Sabará, em áreas mais rebaixadas, no norte da ADA. Sendo que essas duas últimas formações são intercaladas por filitos da Formação Barreiro e quartzitos da Formação Taboões, em faixas alongadas na porção central da ADA.

A ADA localiza-se em área de cabeceira de drenagem do córrego da Olaria, sub-bacia do córrego Igarapé (denominado de córrego São Joaquim, quando adentra o município de São Joaquim de Bicas), sub-bacia do rio Paraopeba, pertencente à bacia hidrográfica do rio São Francisco. Os corpos d'água foram classificados como de Classe 1, conforme

DN COPAM 14/1995. Na ADA foram mapeados quatro nascente e dois olhos d'águas. Os usos dos recursos hídricos mapeados têm a finalidade para irrigação, dessedentação de animais, consumo humano e atividades de mineração, tais como aspersão de vias para controle da emissão de material particulado.

Para a qualidade das águas superficiais, de acordo com os resultados monitorados na estação seca e chuvosa, percebe-se que o fator sazonal foi determinante para a piora da qualidade das águas na área de estudo. Enquanto, na estação seca, a qualidade das águas superficiais dos pontos amostrais foi categorizada com nível minimamente Médio ou Bom para as diferentes estações, na estação chuvosa, a classificação do IQA não foi superior a Médio. Os principais parâmetros atrelados aos baixos escores do índice de qualidade das águas na área de estudo foram os Coliformes Termotolerantes, DBO e Oxigênio dissolvido. O carreamento de matéria orgânica da área de entorno e a concomitante entrada de efluentes domésticos podem ter sido os principais fatores contribuintes para os valores expressivos de Coliformes e, consequentemente, a categorização da qualidade das águas na região, predominantemente, como ruins e intermediárias.

Os resultados observados da análise de águas superficial, sedimentos e águas subterrâneas apontam não conformidades relacionadas as condições geológicas naturais da área, bem como, aos passivos gerados pelos diversos tipos de usos hídricos e do solo da região (como atividades minerárias, pastagens; agriculturas e áreas de ocupação humana). Com a implantação do projeto, a expectativa é de intensificação de impactos relacionadas a concentração de diferentes parâmetros sedimentológicos na região, aliadas as condições favoráveis para a alta erodibilidade dos solos, desta forma medidas mitigadoras e preventivas são indicadas para atenuar os passivos ambientais relacionados a instalação e operação do Projeto.

3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO SOCIOECONÔMICO E CULTURAL

3.1 DIAGNÓSTICO DA ÁREA DE ESTUDO REGIONAL

3.1.1 DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO E CULTURAL DOS MUNICÍPIOS DE BRUMADINHO, IGARAPÉ E SÃO JOAQUIM DE BICAS

A seguir será apresentado o diagnóstico ambiental desenvolvido para a Área de Estudo Regional, referente ao meio Socioeconômico e Cultural.

Os estudos do diagnóstico afeto ao meio Socioeconômico foram elaborados para a Área de Estudo Regional (ERA), para as temáticas apresentadas, conforme Termo de Referência (TR) definido para o EIA/RIMA, disponibilizado pela SEMAD-MG, e conforme o conhecimento da equipe técnica responsável pelo presente documento.

Já os estudos associados às questões culturais e arqueológica consideraram as orientações do IEPHA e IPHAN, no contexto da elaboração de Estudo Prévio de Impacto Cultural (EPIC) e de Relatório Prévio de Impacto Cultural (RPIC), bem como de Projeto de Avaliação de Impacto ao Patrimônio Arqueológico (PAIPA) e Relatório de Avaliação de Impacto ao Patrimônio Arqueológico (RAIPA).

Conforme exposto no item de definição da Área de Estudo Regional do Meio Socioeconômico e Cultural, as Pilhas de Disposição de Rejeitos (PDRs), Pilhas de Disposição de Estéril (PDEs) e estruturas acessórias voltadas à adoção de otimizações operacionais nas Minas Ipê e Projeto Tico-Tico, de propriedade da Mineração Morro do Ipê (MMI), estão localizadas nos municípios de Igarapé, Brumadinho e São Joaquim de Bicas – MG. Desta forma, definiu-se o território desses três municípios como Área de Estudo Regional. Os dados estão apresentados de forma comparativa entre os municípios.

Para os levantamentos secundários relacionados ao meio socioeconômico e cada uma de suas temáticas abordadas, foram selecionados indicadores sociais e econômicos representativos, com o objetivo caracterizar a dinâmica dos municípios cujos territórios serão interceptados pelo empreendimento que estão disponíveis em fontes oficiais de informação e estatística, descritas a seguir:

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP);
- Ministério da Saúde/DATASUS;
- Ministério de Desenvolvimento Social (MDS);
- Ministério do Trabalho e Emprego (MTE);
- Fundação João Pinheiro (FJP);
- Secretaria do Tesouro Nacional (STN);
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS);
- Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra);
- Fundação Cultural Palmares (FCP);
- Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA);

- Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (IEPHA);
- Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).

Os dados que foram levantados e as respectivas análises técnicas descritivas, sempre que procedente, foram apresentados em séries históricas e representativas, avaliando comparativamente a evolução temporal dos aspectos socioeconômicos em estudo.

De forma a complementar os dados obtidos por meio de fontes secundárias, foi realizada uma campanha de capo na qual foi possível levantar alguns dados primários junto ao poder público dos municípios de Igarapé e São Joaquim de Bicas, cujas sedes municipais estão mais próximas ao empreendimento.

As figuras a seguir ilustram as sedes das prefeituras municipais de Igarapé e São Joaquim de Bicas, visitadas durante a campanha de campo.

Figura 3-1 – Prefeitura Municipal de Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022

Figura 3-2 – Prefeitura Municipal de São Joaquim de Bicas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022

A estruturação do diagnóstico do meio socioeconômico e cultural apresenta uma caracterização do cenário regional em que os municípios se inserem, seguida da análise dos temas abordados, conforme a seguinte itemização:

- Formação Histórica: processo de formação territorial e histórica dos municípios;
- Contexto Regional: como a AER se insere regionalmente;
- Caracterização Populacional: estrutura da população, distribuição espacial da população e taxas de crescimento, densidade demográfica e grau de urbanização, entre outros indicadores;
- Infraestrutura social: saúde, educação, saneamento básico, habitação, qualidade de vida, segurança pública;
- Dinâmica Econômica: produto interno bruto, valor adicionado por setor de atividade, População Economicamente Ativa, População Ocupada, setores econômicos produtivos;

- Utilização de Terras: área dos estabelecimentos agropecuários por utilização de terras, estabelecimentos agropecuários segundo grupos de área total, projetos de assentamento de reforma agrária;
- Vetores de expansão metropolitana e instrumentos normativos: instrumentos normativos existentes, como planos diretores e lei de uso e ocupação do solo, vetores de expansão metropolitana;
- Patrimônio Natural, Histórico e Cultural: aspectos culturais, de turismo e lazer, manifestações artísticas e religiosas, patrimônio natural, histórico, arquitetônico e arqueológico.

3.1.1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

As informações sobre a formação histórica dos municípios foram retiradas da plataforma do IBGE Cidades e são apresentadas a seguir.

a) Brumadinho

Os desbravadores da região Espinhaço Meridional, onde hoje se situa o município, foram bandeirantes paulistas, chefiados por Fernão Dias Paes Leme, que fundaram inicialmente um núcleo de abastecimento da bandeira, pousos de repouso de tropas e lugar de levantamento dos mantimentos. De ponto de abastecimento de víveres, passou a pequeno arraial de mineradores.

O desenvolvimento da cultura cafeeira e a possibilidade de se extrair e exportar minérios de ferro, abundantes na região, provocaram a construção do ramal do Paraopeba da Estrada de Ferro Central do Brasil, fazendo nascer e desenvolver o povoado, com a chegada de trabalhadores e imigrantes estrangeiros. Começou assim o povoado a tomar aspectos de uma pequena cidade, já com um pequeno comércio estabelecido, várias moradias e uma população fixa de tamanho razoável.

O topônimo Brumadinho foi dado à Estação construída no lugar e tem origem na derivação do nome do povoado mais próximo, Brumado e Paraopeba.

b) Igarapé

Emancipou-se de Mateus Leme e tornou-se município somente em 1962, sendo a emancipação oficializada no dia primeiro de março de 1963.

A história do município de Igarapé está intimamente ligada à história de Minas Gerais. Seus primórdios remontam ao século XVII, com as entradas e as bandeiras.

No final do século XVII, os bandeirantes paulistas iniciaram o desbravamento do interior do país, descobrindo as primeiras jazidas de ouro, em Minas Gerais. Nesta época, um grande número de pessoas migrou para a nova capitania, com o intuito de enriquecer facilmente através da exploração do ouro, formando os primeiros povoados e vilas. No entanto, logo que as primeiras minas começaram a funcionar, a

população passou por grandes crises de fome, pois suas atividades voltavam-se apenas para a extração de metais e não para a produção de artigos de subsistência. A precariedade da produção de tais mercadorias na área mineradora provocou o crescimento da atividade dos tropeiros, que passaram a abastecer a região tanto com produtos de necessidade básica para a alimentação e para o trabalho, quanto com artigos de luxo procurados pelos novos ricos no auge do Ciclo do Ouro.

No ano de 1710, inicia-se a formação do povoado primitivo de Igarapé. Com o passar dos anos surge o nome de Pousada dos Tropeiros, pois era rota de passagem dos tropeiros que faziam o intercâmbio entre as áreas produtoras de artigos de subsistência e as zonas de mineração, como o próprio nome do povoado indicava.

Com a decadência da atividade mineradora no final do século XVIII, Minas Gerais tornou-se um importante centro agropecuário do Brasil, superando as antigas áreas de mineração da Província. Nesta época, Igarapé se constituía como um pequeno povoado, conhecido como Barreiro, formado ao redor das fazendas Boa Vista, Duarte e Rego, reminiscências de alguma antiga sesmaria, e assim se manteve até o final do século XIX. Não havia, até então, uma preocupação governamental em habitar a área, uma vez que a atividade de hospedagem aos tropeiros havia se extinguido.

Em 1917, Alexandre Nunes torna-se legítimo dono das terras que ocupava na região, onde é hoje o centro de Igarapé. Ele erigiu, com recursos próprios, uma capela primitiva consagrada a Santo Antônio, o que provocou um aumento significativo de residências ao redor do templo. A proliferação de estabelecimentos comerciais seguiu à afirmação dos moradores no povoado, atendendo as necessidades básicas da região. Em 1925, um novo templo foi edificado substituindo a capela improvisada de Alexandre Nunes, através da iniciativa de Antônio Alves Rodrigues e da contribuição de toda a sociedade com donativos e serviços. A igreja que hoje é avistada na cidade foi feita em volta da anterior, e teve sua construção iniciada em 1941 e inaugurada no início de 1947.

No início da década de 1930, Barreiro contava com um número considerável de habitantes, mas não o suficiente para a elevação do povoado a distrito. A infraestrutura local também não se apresentava autossuficiente, sendo complementada por variados serviços de São Joaquim de Bicas. Nesta época, devido a disputas políticas entre o Padre Jacinto Pereira e a família Benjamim, em São Joaquim de Bicas, o Cartório de Paz foi transferido para o povoado do Barreiro. Aproveitando a oportunidade, Ulisses Ferreira Palhares, morador do Barreiro, recorreu ao Dr. Benedito Valadares, então prefeito de Pará de Minas, para interceder junto ao governador do Estado de Minas, para elevar o povoado a distrito. Em 1931 foi criado o distrito de Igarapé pela Lei Nº. 50, subordinado a Pará de Minas. O nome Igarapé foi sugestão da esposa do governador do Estado, D. Odete Valadares, devido à existência de vários córregos na região que se assemelhavam aos igarapés no Amazonas.

Em 1938, com a emancipação de Mateus Leme, o distrito de Igarapé passou a ser subordinado ao novo município, até sua própria elevação em 1962. Em 1933 Benedito

Valadares é nomeado interventor federal em Minas Gerais por Getúlio Vargas. Nessa mesma ocasião Benedito, então atendendo ao pedido de amigos de Igarapé, manda edificar um prédio para abrigar o ensino escolar. Inaugurado em 1936, o prédio, com inspiração neoclássica, se destacou na pacata vila. Hoje a atual Escola Estadual Professora Maria de Magalhães Pinto é grande referência cultural da cidade.

Até o ano de 1948, o transporte de Igarapé a outros municípios era realizado através de animais ou mesmo a pé, pois não havia estradas próprias para o tráfego de veículos motorizados. Com o desenvolvimento do povoado após sua elevação a distrito, estradas de rodagem foram construídas, permitindo o acesso de veículos motorizados. Mais tarde, com a construção às margens do distrito da BR-381, que faz a ligação entre o Nordeste e o Sudeste do país, a economia de Igarapé se dinamizou ainda mais, devido à importância estratégica da rodovia para todo o país.

Em 1° de março de 1963 o município de Igarapé é oficialmente instalado. Durante toda a década de 60 houve um desenvolvimento grande, com a instalação de serviços odontológicos, médicos e telefônicos e a construção de ruas, avenidas e praças. Em 1973, com a introdução da fábrica de veículos automotores da FIAT em Betim, região até então limítrofe de Igarapé, muitas famílias tiveram acesso a empregos e novas facilidades de aquisição de automóveis, o que facilitou sobremaneira a vida dos moradores do município. A nova empresa movimentou o mercado de trabalho dos igarapenses, oferecendo-lhes novas oportunidades de emprego.

c) São Joaquim de Bicas

Os bandeirantes seguiam os cursos dos rios, abrindo clareiras e procurando o ouro de aluvião. Foi seguindo o curso do Rio Paraopeba que chegaram na região que hoje é São Joaquim de Bicas os Bandeirantes como Manoel Borges Borbagato e Francisco Duarte Meireles.

A religião foi um fato marcante na história do arraial. Os primeiros moradores construíram uma capelinha para a realização de novenas e orações, onde foi colocada uma imagem de São Joaquim. A imagem e a vegetação deram o primeiro nome ao arraial: São Joaquim do Rio Verde.

Com o passar dos anos, o lugar passou a ser chamado de São Joaquim de Bicas, devido à busca de minerais no leito do Rio Paraopeba, que eram lavados com jatos de água (bicas).

O primeiro professor do povoado de São Joaquim de Bicas foi Pedro do Amaral Bambirra, que lecionava em sua própria casa. A primeira escola pública fundada em 1.950 e recebeu o nome de Escola Isolada Pedro Bambirra, hoje Escola Estadual de São Joaquim de Bicas.

Os restos mortais Pedro do Amaral Bambirra estão sepultados dentro da Igreja Matriz de São Joaquim de Bicas.

São Joaquim de Bicas tornou-se distrito de Pará de Minas, sendo extinto pela lei nº 1.198 em 09 de agosto de 1864 e mais tarde, restaurado pela lei provincial nº 3.141,

de 18 de outubro de 1.883. Em 30 de julho de 1931, através do decreto 10.002, a sede do distrito transferiu-se para o povoado de Barreiro (Igarapé), voltando, São Joaquim de Bicas, à condição de povoado. Em 1938, o distrito de Igarapé fio transferido para Mateus Leme.

Em 12 de dezembro de 1953, através da lei 1.039, São Joaquim de Bicas é elevado, novamente, à condição de distrito, agora integrado ao município de Mateus Leme.

Com a criação do município de Igarapé através da Lei 2.764, em 30 de dezembro de 1.962, a sua instalação em 01 de março de 1.963, São Joaquim de Bicas passou a integrar esse município até a sua emancipação em 1995. A Lei Orgânica do novo município foi promulgada no dia 18 de setembro de 1998.

3.1.1.2 CONTEXTO REGIONAL

O quadro abaixo (**Tabela 3-1**) mostra as regionalizações do estado de Minas Gerais em que os municípios da Área de Estudo estão inseridos. Regionalizações são formas de agrupamentos dos municípios do estado criadas para fins de planejamento (estadual ou nacional) ou de gestão setorial (da saúde, da educação, do meio ambiente, da segurança pública, da justiça e da assistência social).

Observam-se que os três municípios apresentam a maior parte das regionalizações em comum, com diferenças específicas principalmente entre Brumadinho e os dois outros municípios (Superintendência Regional de Ensino, Comarca, Batalhão e Delegacia). São Joaquim de Bicas e Igarapé, que até 1995 formavam um mesmo município, possuem a mesma regionalização para os diferentes setores e áreas de planejamento.

Tabela 3-1 - Regionalizações para fins de gestão e planejamento do poder público – Municípios da Área de Estudo Regional

REGIONALIZAÇÃO	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS
Região Imediata:	Belo Horizonte	Belo Horizonte	Belo Horizonte
Região Intermediária:	Belo Horizonte	Belo Horizonte	Belo Horizonte
Territórios de Desenvolvimento:	Metropolitano	Metropolitano	Metropolitano
Região ampliada de Saúde (Macrorregião):	Centro (B elo Horizonte/Sete Lagoas)	Centro (Belo Horizonte/Sete Lagoas)	Centro (Belo Horizonte/Sete Lagoas)
Região da Saúde (Microrregião):	Betim	Betim	Betim
Polo Regional da Secretaria de Educação:	Central	Central	Central

REGIONALIZAÇÃO	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS
Superintendência Regional de Ensino:	Metropolitana A	Metropolitana B	Metropolitana B
Superintendência Regional da Fazenda:	Contagem	Contagem	Contagem
Administração Fazendária:	Betim	Betim	Betim
Comarca:	Brumadinho	Igarapé	Igarapé
Região Integrada de Segurança Pública:	2ª RISP	2ª RISP	2ª RISP
Batalhão:	48º BPM	7ª CIA PM IND	7ª CIA PM IND
Delegacia:	4ª DRPC (Ibirité)	5ª DRPC (Juatuba)	5ª DRPC (Juatuba)
Regional da SEDESE:	Belo Horizonte	Belo Horizonte	Belo Horizonte

Fonte: Fundação João Pinheiro, consulta realizada em 31/08/2022.

Destaca-se aqui a contextualização regional dos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas, considerando a Divisão Regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas e Regiões Geográficas Intermediárias, elaborada pelo IBGE no ano de 2017. O estudo visa atualizar o quadro regional do País produzido na década de 1980 e vem ao encontro do expressivo aumento verificado na diferenciação interna do território brasileiro, como resultado das transformações econômicas, demográficas, políticas e socioambientais ocorridas ao longo das últimas décadas.

Essa divisão é feita com base em informações referenciadas à rede urbana brasileira que, juntamente com a infraestrutura que interliga essa rede, constitui elemento central para conduzir uma análise regional comprometida com a coesão territorial do País. Segundo apresentado no estudo do IBGE:

- As Regiões Geográficas Imediatas têm na rede urbana o seu principal elemento de referência. São estruturadas a partir de centros urbanos próximos para a satisfação das necessidades imediatas das populações, tais como: compras de bens de consumo duráveis e não duráveis; busca de trabalho; procura por serviços de saúde e educação e prestação de serviços públicos, como postos de atendimento do Instituto Nacional do Seguro Social (INSS), do Ministério do Trabalho e de serviços judiciários, entre outros.
- As Regiões Geográficas Intermediárias (RGI) correspondem a uma escala intermediária entre as Unidades da Federação e as Regiões Geográficas Imediatas. A delimitação é feita com a inclusão de Metrópoles ou Capitais Regionais do estudo de redes e hierarquia urbana (Regiões de Influência das Cidades – REGIC, 2007). Em alguns casos são utilizados centros urbanos de menor dimensão do que as metrópoles ou capitais regionais, mas que são representativos para o conjunto das Regiões Geográficas Imediatas. As Regiões Geográficas Intermediárias organizam o território, articulando as

Regiões Geográficas Imediatas por meio de um polo de hierarquia superior diferenciado, a partir dos fluxos de gestão privado e público e da existência de funções urbanas de maior complexidade. Em Minas Gerais há 13 RGIs, entre elas a RGI Belo Horizonte, composta por cinco Regiões Geográficas Imediatas: Belo Horizonte, Sete Lagoas, Santa Bárbara-São Joaquim de Bicas, Curvelo e Itabira.

De acordo com essas divisões estabelecidas pelo IBGE, os municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas integram a Região Imediata e Intermediária de Belo Horizonte. Essa conexão com a capital Belo Horizonte era esperada, já que os três municípios fazem parte da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). A RMBH reflete a "área metropolizada" pela cidade de Belo Horizonte. O centro da cidade de Belo Horizonte dista aproximadamente 69 km do centro da área urbana de Brumadinho (via BR-356), 46 km do centro da cidade de Igarapé (via BR-381) e 45 km do centro da cidade de São Joaquim de Bicas (via BR-381).

A **Tabela 3-2 -** mostra a relação entre os municípios e a dependência com as Regiões Geográficas Imediatas e Intermediárias.

Tabela 3-2 - Regiões Geográficas.

LOCALIDADE	REGIÃO GEOGRÁFICA IMEDIATA	REGIÃO GEOGRÁFICA INTERMEDIÁRIA
Brumadinho	Belo Horizonte	Belo Horizonte
Igarapé	Belo Horizonte	Belo Horizonte
São Joaquim de Bicas	Belo Horizonte	Belo Horizonte

Fonte: IBGE, 2017.

Também como forma de se entender a hierarquia da rede dos municípios, tem-se o estudo das Regiões de Influência das Cidades (REGIC), elaborado pelo IBGE. Tal hierarquia é feita com base no fluxo de informações, bens e serviços de determinada localidade. O estudo traz de forma clara e mais intuitiva informações sobre como as sedes urbanas se conectam, em termos de acesso aos bens e serviços. Recentemente o quadro de referência da rede urbana brasileira foi atualizado, com a publicação Regiões de Influência das Cidades 2018, estudo que constitui a quinta versão dessa linha de pesquisa.

De acordo com o IBGE (2020), a rede urbana brasileira está dividida em cinco tipos de centros, divididos de acordo com abrangência da rede urbana, população e relacionamentos, quais sejam:

1. Metrópoles: 15 (quinze) principais centros urbanos. A principal característica é a extensão territorial e de sua influência direta. É subdividida em três níveis:

- Grande Metrópole Nacional: o arranjo populacional de São Paulo/SP ocupa, isoladamente, a posição de maior hierarquia urbana do País;
- Metrópole Nacional: os Arranjos Populacionais de Brasília/DF e Rio de Janeiro/RJ ocupam a segunda colocação hierárquica, também com forte presença nacional;
- Metrópole: os Arranjos Populacionais de Belém/ PA, Belo Horizonte/MG, Campinas/SP, Curitiba/PR, Florianópolis/SC, Fortaleza/CE, Goiânia/GO, Porto Alegre/RS, Recife/PE, Salvador/BA, Vitória/ES e o Município de Manaus (AM) são as 12 Cidades identificadas como Metrópoles.

2. Capitais Regionais: centros urbanos com alta concentração de atividades de gestão, mas com alcance menor em termos de região de influência em comparação com as Metrópoles. Ao todo, 97 Cidades foram classificadas como Capitais Regionais em todo o País. Possui três subdivisões, segundo arranjo populacional e complexidade urbana:

- Capitais Regionais A (população variando de 800 mil a 1,4 milhão de habitantes em 2018)
- Capitais Regionais B (possuem, em média, 530 mil habitantes)
- Capitais Regionais C (possuem, em média, 300 mil habitantes)

3. Centros Sub-Regionais: compostos por 352 centros urbanos, caracterizados pela presença de atividades de gestão menos complexas, com áreas de influência de menor extensão que as das Capitais Regionais. Estão divididos em dois grupos (quanto menor a ordem alfabética, maior a área de influência urbana):

- Centros Sub-Regionais A e
- Centros Sub-Regionais B.

4. Centros de Zona: As Cidades classificadas no quarto nível da hierarquia urbana caracterizam-se por menores níveis de atividades de gestão, polarizando um número inferior de cidades vizinhas em virtude da atração direta da população por comércio e serviços baseada nas relações de proximidade. Constituídos por 398 cidades de pequeno porte. São divididos em dois grupos (quanto menor a ordem alfabética, maior a complexidade urbana):

- Centros de Zona A; e
- Centros de Zona B.

5. Centros Locais: demais 4.037 cidades brasileiras, com população média dominantemente inferior a 10 mil habitantes, cuja importância das atividades intraurbanas são limitadas ao próprio município, ou seja, são cidades que não possuem influência sobre outras.

A **Tabela 3-3** apresenta a hierarquização dos municípios em estudo de acordo com as Regiões de Influência definidas pelo IBGE (2020, tendo 2018 como ano de

referência). Os três municípios integram o Arranjo Populacional de Belo Horizonte, classificado como Metrópole. O estudo ainda apresenta, entre outros indicadores, o IA (Índice de atração geral como destino para moradores de outros municípios para consumo de bens e serviços), o IAq3 (Índice de atração como destino para moradores de outros municípios para serviços de saúde de baixa e média complexidades) e o IAq4 (Índice de atração como destino para moradores de outros municípios para serviços de saúde de alta complexidade) (a metodologia de construção desses índices está apresentada na Nota Metodológica da publicação Regiões de Influência das Cidades 2018, IBGE, 2020). Observe que, entre os três municípios, Igarapé é aquele que mais atrai moradores de outros municípios para satisfação de necessidade gerais de bens e serviços. São Joaquim de Bicas, por outro lado, possui atratividade relativamente baixa. Em termos de demanda de serviços de saúde, Igarapé é procurada principalmente para os serviços de baixa e média complexidade, e Brumadinho, para aqueles de alta complexidade.

Os IAs apresentados possibilitam principalmente uma comparação, entre os três municípios, da influência que exercem no entorno, já que, no contexto do Arranjo Populacional de Belo Horizonte, há outros municípios com atratividade bem superior. Os IAs da capital Belo Horizonte e de Contagem, por exemplo, cidades que possuem os maiores valores do índice no contexto do Arranjo, são, respectivamente, 4.222.702,32 e 210.032,38. Entre os 22 municípios classificados como integrantes do Arranjo Populacional de Belo Horizonte, Brumadinho apresenta o 5º maior IA, Igarapé o 16º e São Joaquim de Bicas, o 20º, estando entre aqueles com menor atratividade no arranjo.

Tabela 3-3 – Regiões de Influência - Municípios da Área de Estudo, 2018.

CIDADE	HIERARQUIA DO MUNICÍPIO	IA	IAQ3	IAQ4
Brumadinho	Arranjo Populacional de Belo Horizonte/MG - Metrópole	2.0175,11	7.598,83	2.037,18
Igarapé	Arranjo Populacional de Belo Horizonte/MG - Metrópole	4.170,01	9.434,16	600,05
São Joaquim de Bicas	Arranjo Populacional de Belo Horizonte/MG - Metrópole	325,12	1.156,60	0,00

Fonte: IBGE, 2018.

Com relação à regionalização dos municípios, de acordo com o estudo de Divisão Regional do Brasil em Mesorregiões e Microrregiões Geográficas, do IBGE, os municípios estão inseridos na Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte e na Microrregião Belo Horizonte.

A **Tabela 3-4** apresenta os recortes territoriais dos municípios em análise, segundo as diferentes classificações consideradas pelo IBGE. Conforme já apresentado, apesar da atualização em 2017 das divisões regionais no Brasil, quando foram introduzidos os conceitos de região imediata e intermediária, as terminologias micro e mesorregião geográfica ainda são utilizadas em estudos demográficos, tendo em vista que o último censo demográfico foi realizado em 2010. A tabela apresenta ainda os distritos presentes em cada município. Igarapé e São Joaquim de Bicas possuem apenas o distrito-sede, já em Brumadinho há cinco distritos, incluindo a sede municipal: Brumadinho, Aranha, Conceição de Itaguá, Piedade do Paraopeba e São José do Paraopeba.

Tabela 3-4 – Recortes Territoriais – Municípios da Área de Estudo

RECORTE GEOGRÁFICO	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS
Grande Região	Sudeste	Sudeste	Sudeste
UF	Minas Gerais	Minas Gerais	Minas Gerais
Região Geográfica Intermediária	Belo Horizonte	Belo Horizonte	Belo Horizonte
Região Geográfica Imediata	Belo Horizonte	Belo Horizonte	Belo Horizonte
Mesorregião Geográfica	Metropolitana de Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Microrregião Geográfica	Belo Horizonte	Belo Horizonte	Belo Horizonte
Categoria Metropolitana	Região Metropolitana de Belo Horizonte	Região Metropolitana de Belo Horizonte	Região Metropolitana de Belo Horizonte
Arranjo populacional	Belo Horizonte	Belo Horizonte	Belo Horizonte
Distritos	Brumadinho Aranha Conceição de Itaguá Piedade do Paraopeba São José do Paraopeba	Igarapé	São Joaquim de Bicas

Fonte: Sidra: Território, IBGE. Consulta realizada em 23/08/2022.

A microrregião de Belo Horizonte é formada por 24 municípios, entre os quais estão aqueles mais populosos de Minas Gerais, como Belo Horizonte, Betim, Contagem e Nova Lima (**Tabela 3-5**). A população total na microrregião somou, em 2000, 4.252.167 habitantes, passando para 4.772.562 habitantes em 2010, registrando um crescimento anual de 1,2%. A microrregião respondeu, em 2010, por 24,4% da população total de Minas Gerais, mostrando sua importância demográfica e econômica.

Tabela 3-5 – Municípios integrantes da Microrregião Geográfica de Belo Horizonte.

MUNICÍPIOS INTEGRANTES DA MICRORREGIÃO GEOGRÁFICA DE BELO HORIZONTE
Belo Horizonte (MG)
Betim (MG)
Brumadinho (MG)
Caeté (MG)
Confins (MG)
Contagem (MG)
Esmeraldas (MG)
Ibirité (MG)
Igarapé (MG)
Juatuba (MG)
Lagoa Santa (MG)
Mário Campos (MG)
Mateus Leme (MG)
Nova Lima (MG)
Pedro Leopoldo (MG)
Raposos (MG)
Ribeirão das Neves (MG)

MUNICÍPIOS INTEGRANTES DA MICRORREGIÃO GEOGRÁFICA DE BELO HORIZONTE
Rio Acima (MG)
Sabará (MG)
Santa Luzia (MG)
São Joaquim de Bicas (MG)
São José da Lapa (MG)
Sarzedo (MG)
Vespasiano (MG)

Fonte: Sidra: Território, IBGE. Consulta realizada em 23/08/2022.

A microrregião integra a Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte, que é composta por 105 municípios. Entre os anos de 2000 e 2010, a Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte registrou um crescimento de 1,1% ao ano, passando de 5.587.808 habitantes, em 2000, para 6.236.117, no ano de 2010. Esse crescimento foi maior do que àquele registrado no estado de Minas Gerais no

mesmo período (0,9% ao ano). A

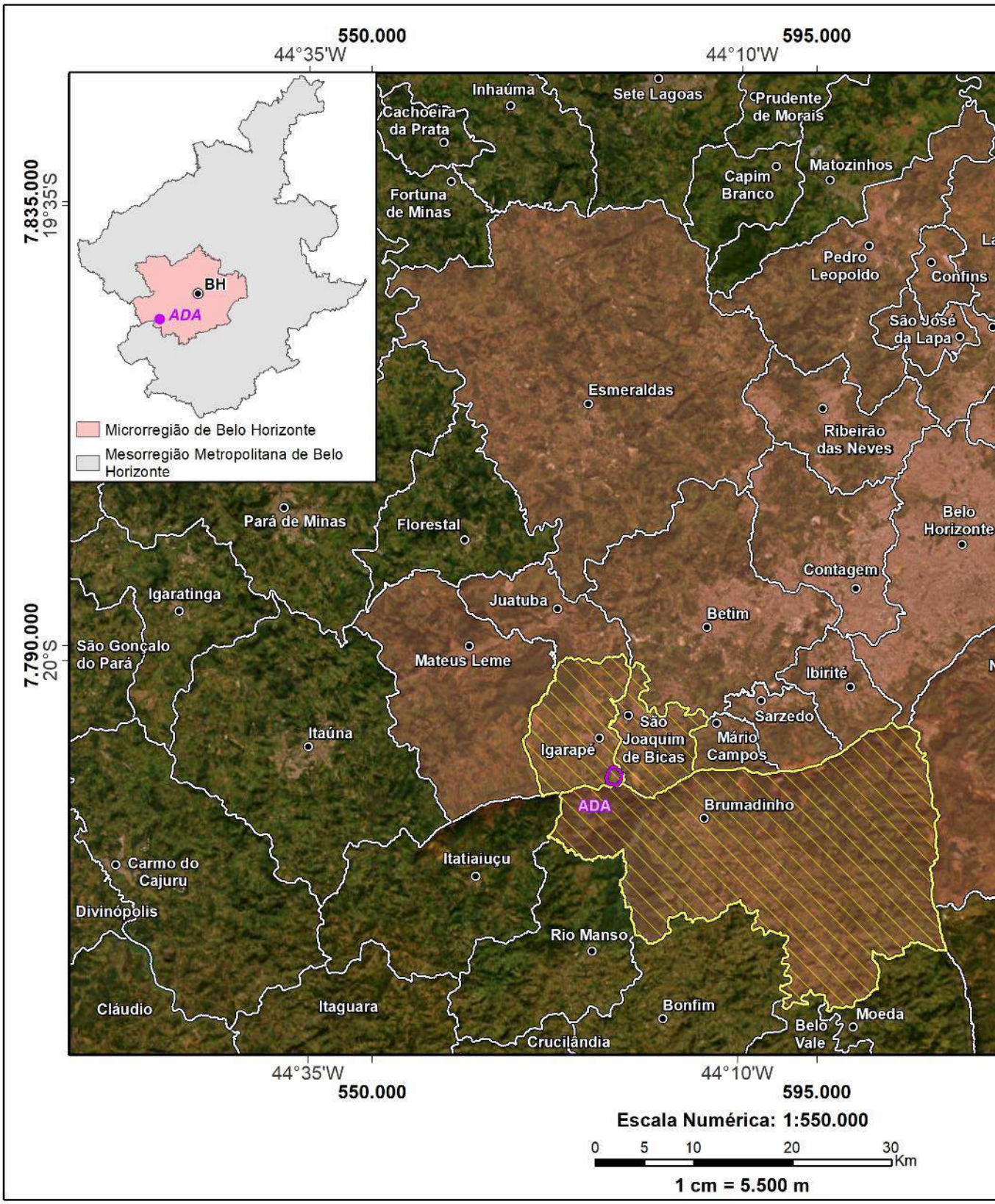


Figura 3-3 mostra a localização dos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas em relação à microrregião de Belo Horizonte e à Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte.

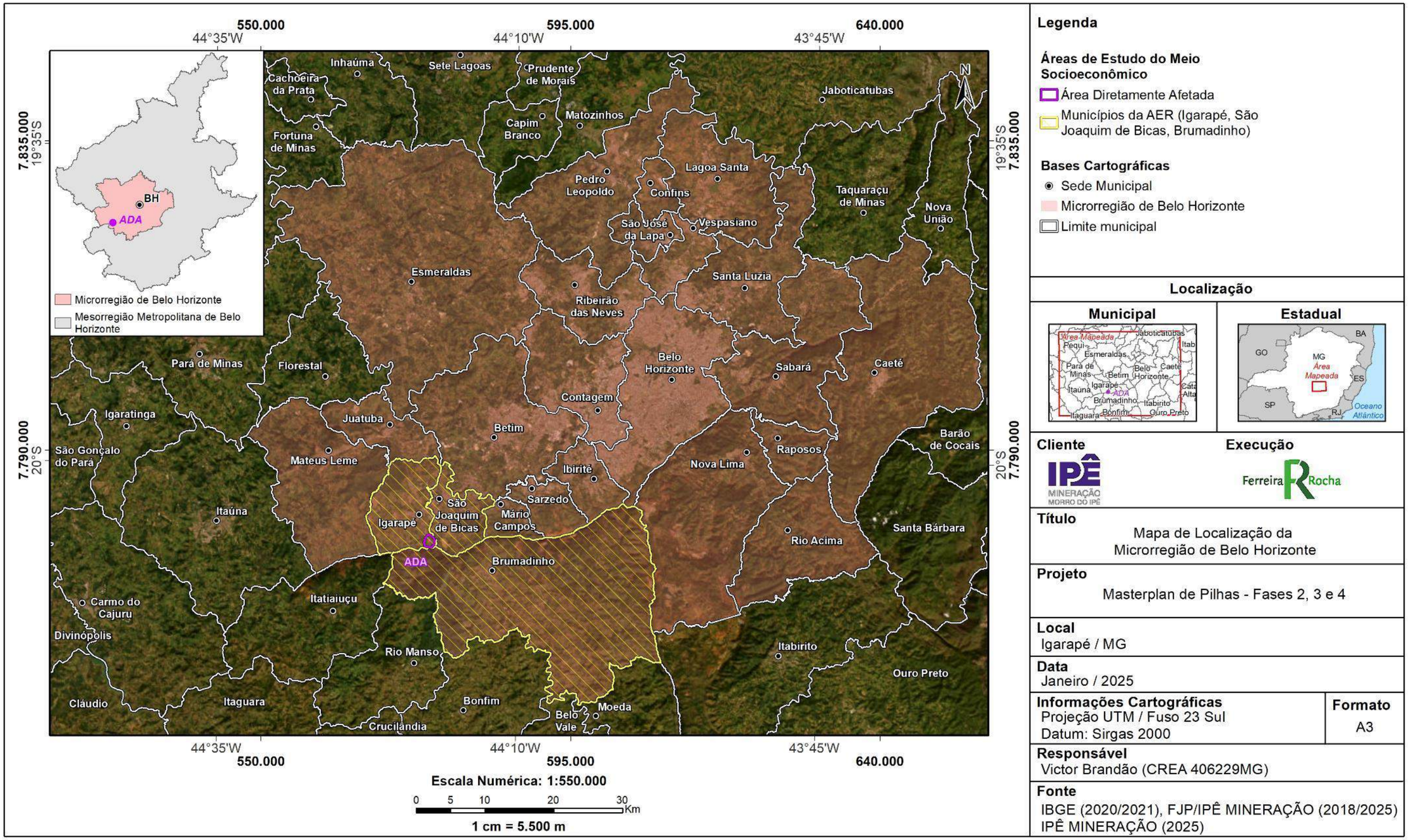


Figura 3-3 – Inserção dos Municípios na Microrregião e Mesorregião de Belo Horizonte.

3.1.1.3 CARACTERIZAÇÃO POPULACIONAL

A caracterização da dinâmica populacional de uma região envolve a aferição e análise de dados a respeito dos processos socioeconômicos e demográficos que determinam o crescimento, a evolução, a distribuição, a composição, e ocupação de sua população.

A respeito da caracterização populacional dos municípios, cabe destacar que os três municípios possuem porte populacional semelhante, sendo Igarapé o maior deles, e São Joaquim de Bicas o com menor número de habitantes, conforme apontado na **Tabela 3-6**. De acordo com estimativas do Tribunal de Contas da União (TCU) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2021, Igarapé contabilizou 44.561 habitantes, o que representou 37,6% da população dos três municípios em estudo. Já os municípios de Brumadinho e São Joaquim de Bicas, representaram, respectivamente, 34,8% e 27,6% da população da população total da Área de Estudo Regional. Observe ainda que Brumadinho, em 2000 e 2010 apresentava população superior à de Igarapé. Inseridos em uma região muito adensada, os três municípios representam apenas 2,2% da população total da microrregião.

Cabe assinalar que na **Tabela 3-4** é apresentada também a população da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), dado que este é o recorte geográfico utilizado usualmente na definição de políticas e projetos para a região. A RMBH conta, como órgão gestor, com a Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte, criada para possibilitar o desenvolvimento de funções públicas de interesse comum na região, o planejamento metropolitano, a articulação dos seus atores e o ordenamento territorial.

Tabela 3-6 – População total – Municípios da Área de Estudo e escalas geográficas superiores – 1991, 2000, 2010 e 2021.

MUNICÍPIO	ANOS			
	1991	2000	2010	2021
Brumadinho	19.308	26.614	33.973	41.208
Igarapé	27.400	24.838	34.851	44.561
São Joaquim de Bicas1	-	18.152	25.537	32.696
Total dos municípios	46.708	69.604	94.361	118.465
Microrregião de Belo Horizonte	3.436.060	4.252.167	4.772.562	5.304.762
Mesorregião de Belo Horizonte	4.620.624	5.587.808	6.236.117	6.911.535

MUNICÍPIO	ANOS			
	1991	2000	2010	2021
Região Metropolitana de Belo Horizonte2	-	4.819.288	5.414.701	6.048.634
Minas Gerais	15.743.152	17.891.494	19.597.330	21.411.923
Sudeste	62.740.401	72.412.411	80.364.410	89.632.912
Brasil	146.825.475	169.799.170	190.755.799	213.317.639

Fonte: IBGE, Censos Demográficos 1991, 2000 e 2010, Estimativa Populacional 2021.

Nota 1. O território atual de São Joaquim de Bicas, anteriormente integrante de Igarapé, é emancipado politicamente em 1995. 2. Não foram apresentadas informações para 1991 da RMBH. Em 2000 e 2010 a RMBH contava com 36 municípios, em 2021, com 50, segundo informações apresentadas pelo IBGE.

A **Figura 3-4** mostra a evolução do quantitativo populacional verificado entre o período de 1970 e 2021 para os municípios em estudo, mostrando o grande crescimento apresentado pelos municípios no decorrer dos últimos 50 anos. Igarapé parte de uma população de 7.675 habitantes em 1970 para alcançar 44.561 moradores em 2021 (crescimento de 480,6% no período). O crescimento dos outros dois municípios, embora menos notável, também foi relevante: Brumadinho registrou crescimento total de 130,5% entre 1970 e 2021 e, São Joaquim de Bicas, de 80,1% entre 2000 e 2021.

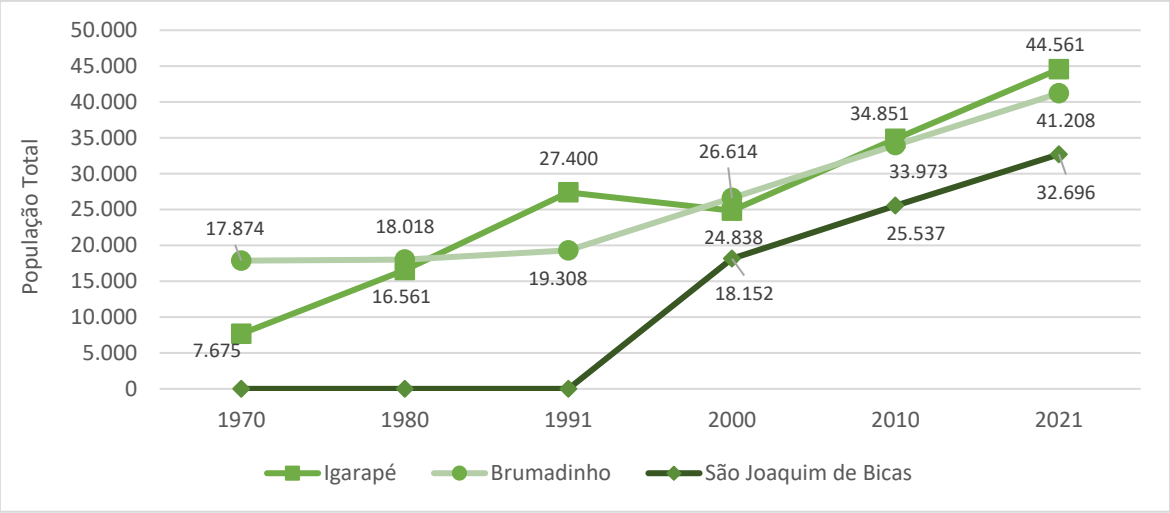


Figura 3-4 – Evolução do contingente populacional dos municípios da Área de Estudo – 1970, 1980, 1991, 2000, 2010 e 2021. **Fonte:** IBGE, Censos Demográficos 1991, 2000 e 2010, Estimativa Populacional 2021.

Como apresentado na **Tabela 3-7**, a seguir, Igarapé e São Joaquim de Bicas apresentam dinâmica demográfica similar, pela proximidade e interdependência entre eles. Estes dois municípios, desde 2000, apresentaram maiores taxas de crescimento do que Brumadinho. Entre 1991 e 2000, com a emancipação política de São Joaquim de Bicas, Igarapé perdeu, em média 1,1%a.a. de sua população. Observe que no período analisado os municípios em análise apresentaram, de forma geral, taxas de crescimento maiores àquelas das unidades geográficas superiores, como a microrregião e mesorregião de Belo Horizonte e a RMBH. Destaque para o elevado crescimento populacional de Brumadinho entre 1991 e 2000 (3,6% a.a.), e de Igarapé e São Joaquim de Bicas no decênio posterior (2000 a 2010) (respectivamente, 3,4%a.a. e 3,5% a. a).

Com relação à taxa de crescimento do estado de Minas Gerais, foi verificado um crescimento menos acelerado a partir do ano 2000. Na última década, o crescimento anual do estado foi inferior não apenas ao dos municípios e sua região de inserção, mas também ao da região Sudeste e do Brasil (**Tabela 3-7**).

Tabela 3-7 – Taxa média de crescimento populacional anual - Municípios da Área de Estudo e escalas geográficas superiores, 1991, 2000, 2010 e 2021.

LOCALIDADE	1991-2000	2000-2010	2010-2021	2000-2021
Brumadinho	3,6%	2,5%	1,8%	2,1%
Igarapé	-1,1%	3,4%	2,3%	2,8%

LOCALIDADE	1991-2000	2000-2010	2010-2021	2000-2021
São Joaquim de Bicas	-	3,5%	2,3%	2,8%
Total dos municípios	4,5%	3,1%	2,1%	2,6%
Microrregião de Belo Horizonte	2,4%	1,2%	1,0%	1,1%
Mesorregião de Belo Horizonte	2,1%	1,1%	0,9%	1,0%
Região Metropolitana de Belo Horizonte	-	1,2%	1,0%	1,1%
Minas Gerais	1,4%	0,9%	0,8%	0,9%
Sudeste	1,6%	1,0%	1,0%	1,0%
Brasil	1,6%	1,2%	1,0%	1,1%

Fonte: IBGE, Censos Demográficos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, Estimativa Populacional 2021.

A **Figura 3-5** mostra a evolução das taxas de crescimento anual dos municípios em estudo nos períodos considerados (1991-2000, 2000-2010 e 2010-2021). Entre 1991 e 2000, destaque para o crescimento populacional de Brumadinho (3,6% a.a.), propulsor do crescimento total da Área de Estudo de 4,5% a.a. no período. Na década seguinte, o crescimento demográfico de Brumadinho perde força, e Igarapé e São Joaquim de Bicas apresentam maiores incrementos populacionais (3,4% e 3,5% a.a., respectivamente). A trajetória de desaceleração da taxa de crescimento da população total dos três municípios continua e, entre 2010 e 2021, é registrado o menor patamar de aumento populacional (2,1% a.a.). Observe que o crescimento dos municípios foi superior ao da RMBH e do estado de Minas Gerais, exceção de Igarapé, que perdeu território (e população) entre 1991 e 2000.

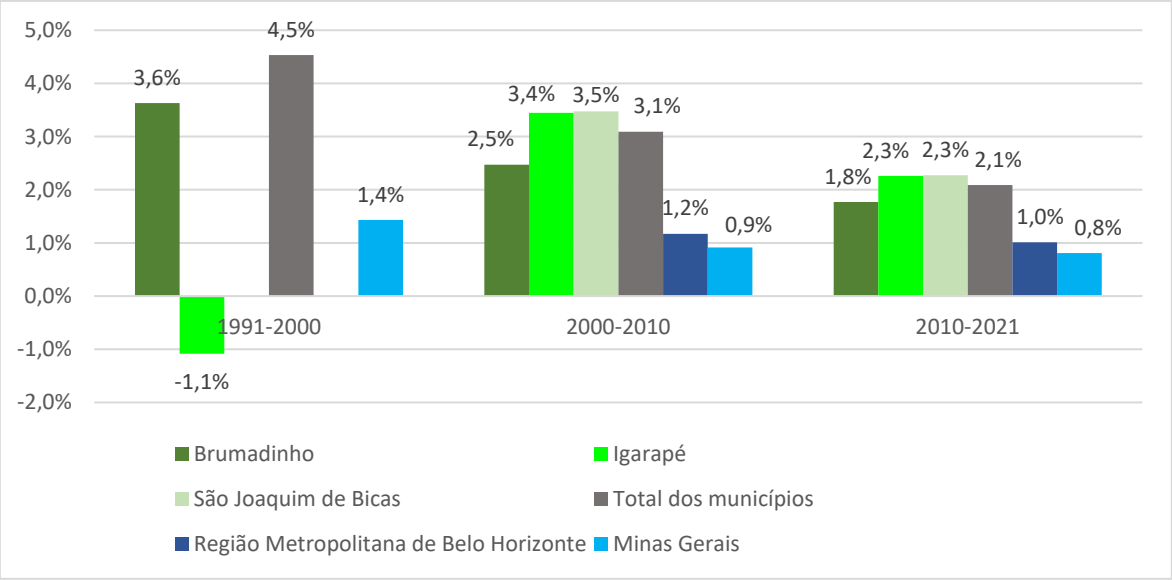


Figura 3-5 – Taxa média de crescimento populacional anual - Municípios da Área de Estudo, RMBH e Minas Gerais, 1991, 2000, 2010 e 2021. **Fonte:** IBGE, Censos Demográficos 1991, 2000 e 2010, Estimativa Populacional 2021.

Com relação à distribuição da população por situação do domicílio (urbano ou rural), o que se verifica é o crescimento da urbanização nas unidades geográficas analisadas, seguindo a tendência observada no Brasil desde a década de 1990. Mas alguns pontos merecem destaque no contexto da Área de Estudo Regional. De acordo com a **Tabela 3-8**, entre os anos de 2000 e 2010, Brumadinho foi o município que apresentou maior crescimento na taxa de urbanização, passando de 72,8% para 84,3% no período. Igarapé já possuía grau de urbanização relativamente elevado, acima de 90%, em 2000 e, em 2010, apresenta leve crescimento urbano. Situação contrária ocorre em São Joaquim de Bicas, que apresenta decréscimo no grau de urbanização entre 2000 e 2010, sendo o município com maior contingente de moradores na área rural entre as três localidades. Por fim, cabe assinalar que a Área de Estudo Regional se insere em uma região com elevado grau de urbanização, como mostrado na tabela abaixo (graus de urbanização, em 2010, de 100,0%, 98,7% e 95,3%, respectivamente, para a Microrregião de Belo Horizonte, a Mesorregião de Belo Horizonte e a RMBH.

Tabela 3-8 – Distribuição da população, por situação de domicílio, e grau de urbanização - Municípios da Área de Estudo e escalas geográficas superiores, 2000 e 2010.

UNIDADE ESPACIAL	2000				2010			
	TOTAL	URBANA	RURAL	GRAU DE URB.	TOTAL	URBANA	RURAL	GRAU DE URB.
Brumadinho	26.614	19.373	7.241	72,8 %	33.973	28.642	5.331	84,3 %
Igarapé	24.838	22.977	1.861	92,5 %	34.851	32.661	2.190	93,7 %
São Joaquim de Bicas	18.152	13.716	4.436	75,6 %	25.537	18.599	6.938	72,8 %
Total dos municípios	69.604	56.066	13.538	80,5 %	94.361	79.902	14.459	84,7 %
Microrregião de Belo Horizonte	2.238.526	2.238.526	-	100,0%	2.375.151	2.375.151	-	100,0%
Mesorregião de Belo Horizonte	4.259.163	4.178.852	80.311	98,1 %	4.772.562	4.708.629	63.933	98,7 %
RMBH	5.587.808	5.250.554	337.254	94,0 %	6.236.117	5.944.870	291.247	95,3 %
Minas Gerais	17.891.494	14.671.828	3.219.666	82,0 %	19.597.330	16.715.216	2.882.114	85,3 %

Fonte: IBGE, Censos Demográficos 2000 e 2010.

A respeito da densidade demográfica, outro componente importante para a caracterização populacional, esta revela comportamento positivo entre 2000 e 2010, reflexo das dinâmicas demográficas vivenciadas pelos municípios e suas regiões de inserção. A partir da leitura da

Tabela 3-9, cabe destacar que todos os municípios apresentaram crescimento positivo na densidade demográfica, apesar de possuírem índices diferentes entre eles.

São Joaquim de Bicas, além de ser o município com menor população na Área de Estudo, é aquele também com a menor área (71,6km2), o que se traduziu, em 2010,

em uma densidade demográfica de 356,7 hab./km2, superior àquela dos dois outros municípios em estudo. Lado outro Brumadinho, devido ao território relativamente grande (639,4 km2), apresentou densidade demográfica de apenas 53,1 hab./km2. Observe que a densidade geográfica na microrregião de estudo é a mais elevada entre as unidades especiais analisadas (819,4 hab./km2).

Tabela 3-9 – Área e Densidade Demográfica – Municípios da Área de Estudo e escalas geográficas superiores, 2000 e 2010.

UNIDADE ESPACIAL	ÁREA (KM²)	DENSIDADE DEMOGRÁFICA (HAB./KM2)	
	2010	2000	2010
Brumadinho	639,4	41,6	53,1
Igarapé	110,3	225,2	316,0
São Joaquim de Bicas	71,6	253,5	356,7
Total dos municípios	821,3	84,7	114,9
Microrregião de Belo Horizonte	5.824,5	730,0	819,4
Mesorregião de Belo Horizonte	39.573,0	141,2	157,6
RMBH	14.420,5	334,2	375,5
Minas Gerais	586.521,1	30,5	33,4
Sudeste	924.596,1	78,3	86,9
Brasil	8.510.820,6	20,0	22,4

Fonte: IBGE, Censos Demográficos 2000 e 2010.

Na **Tabela 3-10** é apresentada a distribuição da população considerando o sexo dos habitantes e a situação do domicílio (urbano ou rural).

Observa-se que a maioria da população dos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas é composta de pessoas do sexo masculino, ao contrário do que se verifica nas unidades geográficas superiores e mesmo, de forma geral, no Brasil. O predomínio da população feminina com frequência é reflexo da maior sobrevida das mulheres ao longo das faixas etárias. Já para a predominância de homens identificada na Área de Estudo, uma hipótese possível é a imigração de população masculina para estas regiões em função da oferta de emprego em atividades minerárias. Deve-se ainda mencionar a importância do setor rural em São Joaquim de Bicas, que

tradicionalmente emprega majoritariamente mão-de-obra masculina (**Tabela 3-10** e **Figura 3-6**).

Essa informação é melhor visualizada na **Tabela 3-11**, que mostra a razão de sexo nas unidades geográficas em análise, o que equivale ao número de homens para o grupo de 100 mulheres, no ano de 2010. Tal indicador expressa a relação quantitativa entre os sexos, influenciada pelas taxas de migração e de mortalidade. A razão de 100 indica igual número de homens e mulheres. Acima de 100, predominância de homens, e abaixo, predominância de mulheres.

Deve se ressaltar o predomínio de homens em relação ao de mulheres em São Joaquim de Bicas, que se destaca em relação aos outros municípios da Área de Estudo e mesmo em relação às unidades geográficas superiores. Essa preponderância está atrelada ao grau de urbanização relativamente mais baixo (72,8%) associado ao predomínio de homens na área rural (razão de sexo de 180,1, ou seja, 64,3% da população rural é masculina). Esses números mostram que o rural ocupava, em 2010, um papel importante na organização socioeconômica e territorial em São Joaquim de Bicas.

Tabela 3-10 – Número de habitantes segundo o sexo e a situação do domicílio (em mil habitantes) – Municípios da Área de Estudo e escalas geográficas superiores, 2010.

MUNICÍPIO	TOTAL			URBANA			RURAL		
	TOTAL	HOMENS	MULHERES	TOTAL	HOMENS	MULHERES	TOTAL	HOMENS	MULHERES
Brumadinho	34,0	17,0	17,0	28,6	14,2	14,4	5,3	2,8	2,5
Igarapé	34,9	17,5	17,3	32,7	16,4	16,3	2,2	1,2	1,0
São Joaquim de Bicas	25,5	13,7	11,8	18,6	9,3	9,3	6,9	4,5	2,5
Total dos municípios	94,4	48,3	46,1	79,9	39,8	40,1	14,5	8,4	6,0
Microrregião de Belo Horizonte	4.772,6	2.289,0	2.483,6	4.708,6	2.255,0	2.453,6	63,9	33,9	30,0

MUNICÍPIO	TOTAL			URBANA			RURAL		
	TOTAL	HOMENS	MULHERES	TOTAL	HOMENS	MULHERES	TOTAL	HOMENS	MULHERES
Mesorregião de Belo Horizonte	6.236,1	3.008,1	3.228,0	5.944,9	2.855,5	3.089,4	291,2	152,7	138,6
RMBH	5.414,7	3.008,1	3.228,0	5.283,3	2.855,5	3.089,4	131,4	152,7	138,6
Minas Gerais	19.597,3	9.641,9	9.955,5	16.715,2	8.109,0	8.606,2	2.882,1	1.532,9	1.349,2

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

A distribuição percentual da por sexo pode ser visualizada na Figura 3-6 para os municípios da Área de Estudo.

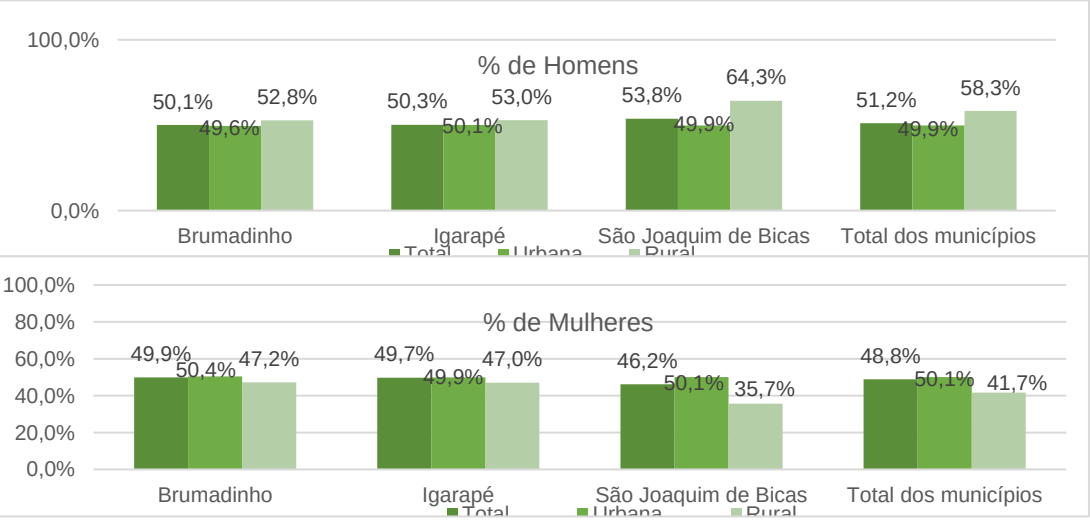


Figura 3-6 – Distribuição da população por sexo e situação do domicílio nos municípios da Área de Estudo – 2010. **Fonte:** IBGE, Censo Demográfico 2010.

Tabela 3-11 – Razão de sexo total e por situação de domicílio – Municípios da Área de Estudo e escalas geográficas superiores, 2010.

MUNICÍPIO	TOTAL	URBANA	RURAL
Brumadinho	100,4	98,4	111,9
Igarapé	101,1	100,4	112,6

MUNICÍPIO	TOTAL	URBANA	RURAL
São Joaquim de Bicas	116,5	99,6	180,1
Total dos municípios	104,8	99,5	140,1
Microrregião de Belo Horizonte	92,2	91,9	113,1
Mesorregião de Belo Horizonte	93,2	92,4	110,1
RMBH	93,2	92,4	110,1
Minas Gerais	96,9	94,2	113,6

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

Quanto à estrutura etária da população, esse indicador será analisado separadamente para cada um dos municípios, a fim de permitir identificar condições específicas a cada uma das localidades. Apresenta-se na **Tabela 3-12** os dados da população dos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas, por grupos de idade e sexo.

Tabela 3-12 – Distribuição da População por Faixa Etária e por Sexo – Municípios da Área de Estudo – 2010.

GRUPOS ETÁRIOS	BRUMADINHO				IGARAPÉ				SÃO JOAQUIM DE BICAS			
	HOMENS	%	MULHERES	%	HOMENS	%	MULHERES	%	HOMENS	%	MULHERES	%
0 a 4 anos	1.055	3,1	1.102	3,2	1.325	3,8	1.215	3,5	971	3,8	930	3,6
5 a 9 anos	1.225	3,6	1.182	3,5	1.500	4,3	1.420	4,1	1.012	4,0	1.007	3,9
10 a 14 anos	1.483	4,4	1.441	4,2	1.712	4,9	1.629	4,7	1.231	4,8	1.130	4,4
15 a 19 anos	1.445	4,3	1.428	4,2	1.576	4,5	1.544	4,4	1.158	4,5	1.040	4,1
20 a 24 anos	1.501	4,4	1.424	4,2	1.577	4,5	1.532	4,4	1.553	6,1	1.032	4,0
25 a 29 anos	1.393	4,1	1.383	4,1	1.548	4,4	1.502	4,3	1.636	6,4	1.096	4,3
30 a 34 anos	1.400	4,1	1.392	4,1	1.489	4,3	1.491	4,3	1.346	5,3	1.015	4,0
35 a 39 anos	1.323	3,9	1.280	3,8	1.335	3,8	1.366	3,9	1.074	4,2	872	3,4
40 a 44 anos	1.272	3,7	1.333	3,9	1.197	3,4	1.163	3,3	893	3,5	787	3,1
45 a 49 anos	1.202	3,5	1.212	3,6	1.028	2,9	1.134	3,3	700	2,7	663	2,6
50 a 54 anos	1.001	2,9	959	2,8	914	2,6	1.020	2,9	628	2,5	612	2,4
55 a 59 anos	816	2,4	799	2,4	666	1,9	574	1,6	460	1,8	428	1,7
60 a 64 anos	715	2,1	567	1,7	527	1,5	572	1,6	444	1,7	444	1,7

GRUPOS ETÁRIOS	BRUMADINHO				IGARAPÉ				SÃO JOAQUIM DE BICAS			
	HOMENS	%	MULHERES	%	HOMENS	%	MULHERES	%	HOMENS	%	MULHERES	%
65 a 69 anos	531	1,6	399	1,2	403	1,2	503	1,4	233	0,9	210	0,8
70 anos ou mais	661	1,9	1.048	3,1	723	2,1	666	1,9	403	1,6	530	2,1
Total	17.023	50,1	16.949	49,9	17.520	50,3	17.331	49,7	13.742	53,8	11.796	46,2

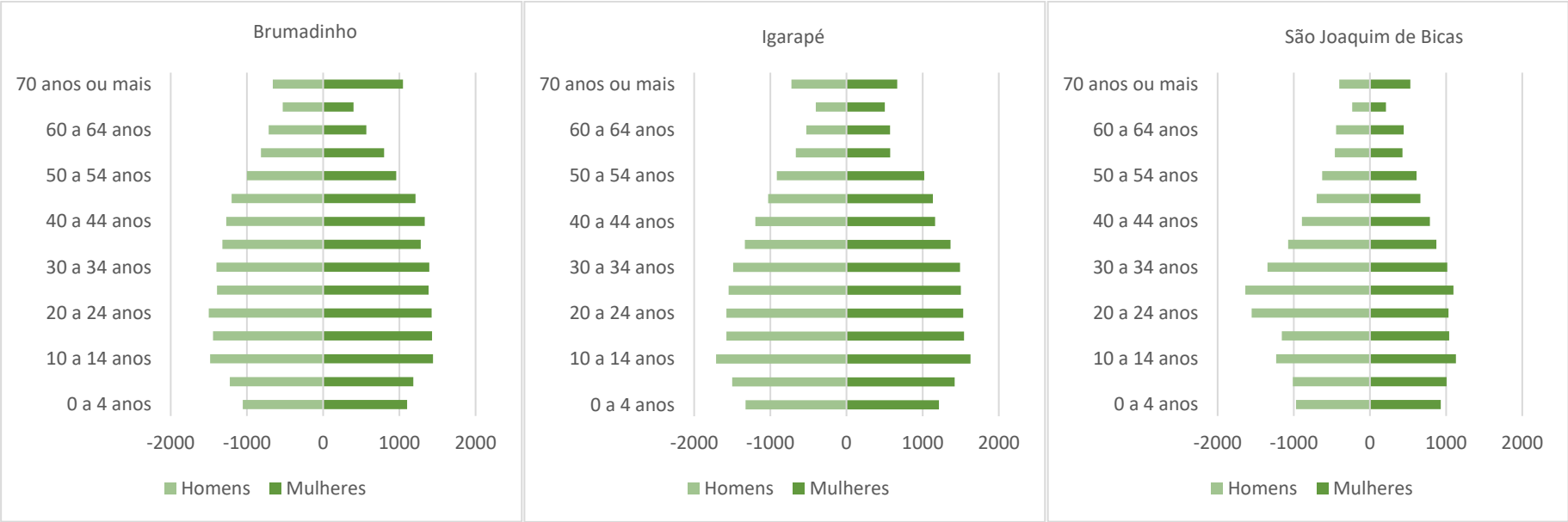
Fonte: IBGE, Censos Demográficos 2010.

Na **Figura 3-7** , são apresentadas as pirâmides etárias de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas.

No município de Brumadinho, a distribuição acompanha a tendência revelada para todo o País, qual seja, a mudança da base da pirâmide etária, com redução da população de crianças e jovens até 19 anos, em contraposição a um crescimento do número de pessoas acima dessa faixa. Tal fato pode ser atribuído ao declínio das taxas de fecundidade verificadas em nível nacional e já constatado pelo Censo Demográfico de 2010. Observe que o número de homens e mulheres em cada faixa etária é similar, exceção da população de 70 anos ou mais, com predominância de mulheres.

A distribuição da etária da população de Igarapé 2010 é semelhante à de Brumadinho, mostrado leves diferenças específicas, como um maior percentual de moradores na faixa etária até 39 anos e, em contrapartida, queda nas faixas superiores. Também em Igarapé não é notável a diferença entre homens e mulheres, mas, no extrato superior, de 70 anos ou mais aqui há maior percentual de homens do que de mulheres (em relação à população total), conforme ilustrado na **Figura 3-7**.

Por fim, os dados da estrutura etária do município de São Joaquim de Bicas refletem uma pirâmide mais assimétrica, com maior número de homens principalmente na faixa etária de 20 a 39 anos, ou seja, jovens adultos, o que possivelmente está relacionado ao perfil mais rural do município (nesta faixa etária, os homens correspondiam, em 2010, a 22,0% da população total e, as mulheres, a 15,7%).



A B C

Figura 3-7 – Pirâmides Etárias da população do Município de Brumadinho (A), de Igarapé (B) e de São Joaquim de Bicas (C) – 2010.

Fonte: IBGE, Censos Demográficos 2010.

De acordo com o IBGE, a razão de dependência mede a participação relativa do contingente populacional potencialmente inativo, sustentado pela parcela da população potencialmente produtiva.

Para o cálculo da razão de dependência, segundo metodologia do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (PNUD, 2013), realiza-se a razão entre o segmento etário da população considerada como economicamente dependente (menores de 15 anos e com 65 anos ou mais) pelo segmento etário potencialmente produtivo da população (população entre 15 e 64 anos, chamada População Economicamente Ativa - PEA). A **Tabela 3-13** a seguir apresenta os dados da PEA e da População Economicamente Dependente (PED) para os municípios em estudo, sua microrregião e mesorregião de inserção, RMBH e o estado de Minas Gerais, no ano de 2010. Considerando os dados de PEA e PED apresentados, verificam-se as razões de dependência para cada localidade representada.

Observa-se que o município de Brumadinho e Igarapé apresentaram maior PEA, entretanto, a razão de dependência de 46,7 em Igarapé mostrou que na localidade havia maior parcela da população dependente sustentada pela economicamente ativa, o que tende a se refletir em maior volume de encargos sociais. Observe que, no total, a razão de dependência da Área de Estudo estava muito próxima à de Minas Gerais e claramente superior àquela encontrada na micro e mesorregião de Belo Horizonte e na RMBH. Essa diferença pode estar relacionada ao maior grau de urbanização dessas regiões, com maior concentração de atividades econômicas, o que leva à maior atratividade e concentração da população em idade produtiva. Por outro lado, a pirâmide etária dos municípios da Área de Estudo mostrou um percentual representativo de população idosa, o que pode estar relacionado, por exemplo, por uma migração, inclusive de retorno, de segmentos sociais, após a aposentadoria, na busca de um estilo de vida mais tranquilo e interiorano.

Tabela 3-13 – População Economicamente Ativa e População Economicamente Dependente dos municípios, suas microrregiões e Minas Gerais – 2010.

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO ECONOMICAMENTE ATIVA	POPULAÇÃO ECONOMICAMENTE DEPENDENTE	RAZÃO DE DEPENDÊNCIA
Brumadinho	23.845	10.127	42,5
Igarapé	23.755	11.096	46,7
São Joaquim de Bicas	17.881	7.657	42,8
Total dos Municípios	65.481	28.880	44,1
Microrregião de Belo Horizonte	3.409.263	1.293.081	37,9

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO ECONOMICAMENTE ATIVA	POPULAÇÃO ECONOMICAMENTE DEPENDENTE	RAZÃO DE DEPENDÊNCIA
Mesorregião de Belo Horizonte	4.427.799	1.714.266	38,7
RMBH	3.862.163	1.403.084	36,3
Minas Gerais	13.607.084	5.990.245	44,0

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

Concluindo o tópico, apresentam-se as informações relativas à migração dos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas. De acordo com dados do Censo Demográfico de 2010, 8,2% do total da população residente na Microrregião de Belo Horizonte não era moradora no município de residência em 2010 nos cinco anos anteriores (**Tabela 3-14**). Observa-se na tabela seguinte que este percentual é bem superior nos três municípios da Área de Estudo. Destaca-se, em especial, São Joaquim de Bicas, onde 21,7% das pessoas de cinco anos ou mais de idade não moravam no município em 31/07/2005. O indicador mostra que estes municípios exerceram atração populacional no início dos anos 2000, a qual foi inclusive superior à das outras unidades espaciais analisadas (micro e mesorregião, RMBH e Minas Gerais, que apresentaram, entre elas, percentual semelhante de pessoas que não moravam no município de residência nos últimos cinco anos, tendo como referência o ano de 2010).

O segundo indicador – pessoas que tinham menos de 10 anos no município – vai na mesma direção, mostrando que mais de ¼ da população total dos municípios tinha menos de 10 anos de moradia no município de residência em 2010 (27,8%). Portanto, a região se destacou em termos de chegada de imigrantes, com indicador superior ao da micro e mesorregião de Belo Horizonte, da RMBH e do estado.

Tabela 3-14 – Pessoas de 5 anos ou mais de idade que não residiam no município e Pessoas que tinha menos de 10 anos de residência no município para os municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas e suas microrregiões - 2010.

LOCALIDADE	PESSOAS DE 5 ANOS OU MAIS DE IDADE QUE NÃO RESIDIAM NO MUNICÍPIO EM 31/07/2005	% DA POPULAÇÃO TOTAL	PESSOAS QUE TINHAM MENOS DE 10 ANOS DE RESIDÊNCIA NO MUNICÍPIO	% DA POPULAÇÃO TOTAL
Brumadinho	4.301	12,7%	7.881	23,2%
Igarapé	5.475	15,7%	9.645	27,7%
São Joaquim de Bicas	5.538	21,7%	8.725	34,2%
Total dos municípios	15.314	16,2%	26.251	27,8%
Microrregião de Belo Horizonte	391.257	8,2%	775.081	16,2%
Mesorregião de Belo Horizonte	489.182	7,8%	965.955	15,5%
RMBH	438.464	8,1%	866.771	16,0%
Minas Gerais	1.425.179	7,3%	2.775.815	14,2%

Fonte: IBGE, Censos Demográficos 2010.

3.1.1.4 NÍVEL DE VIDA E INFRAESTRUTURA URBANA

3.1.1.4.1 ÍNDICES SÍNTESE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO

a) Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M)

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é um indicador consagrado para representar a qualidade de vida da população de determinada área, sendo construído a partir de três dimensões básicas, quais sejam: Longevidade, Educação e Renda. Desta forma, o comportamento do IDH, ao nível municipal, reflete, indiretamente, a qualidade e nível dos serviços sociais em determinada localidade

A primeira dimensão mencionada (Longevidade) é representada pela esperança de vida ao nascer, a segunda (Educação) é mensurada por meio do indicador de escolaridade (número médio de anos de estudo) da população adulta e, a terceira (Renda), é expressa por meio da variável renda familiar *per capita* média dos residentes. Os valores apresentados do IDH-M podem variar no intervalo entre 0 e 1,

observando que, quanto mais próximo de 1, maior o nível de desenvolvimento humano e de condições de vida no município, dentro das seguintes categorias:

- De 0 até 0,499 – muito baixo desenvolvimento humano;
- De 0,500 até 0,599 – baixo desenvolvimento humano;
- De 0,600 até 0,699 – médio desenvolvimento humano;
- De 0,700 até 0,799 – alto desenvolvimento humano;
- De 0,800 até 1 – muito alto desenvolvimento humano.

Os dados apresentados na **Tabela 3-15** mostram o indicador síntese e seus subíndices para o ano de 2010, último período para o qual o IDH foi publicado, já que este é construído a partir de informação contidas no Censo Demográfico. Observe que apenas Brumadinho possuía alto desenvolvimento humano (0,747), sendo que Igarapé e São Joaquim de Bicas se enquadravam na categoria de médio desenvolvimento humano (índices de, respectivamente, 0,698 e 0,662).

O maior desenvolvimento humano de Brumadinho em relação à Igarapé e São Joaquim de Bicas se refletiu também na análise em separado das dimensões: todas com indicadores mais elevados em Brumadinho do que nos outros dois municípios. Destaque para a dimensão Longevidade, com desenvolvimento humano muito alto nos três municípios, o que indica que a expectativa de vida dos moradores era semelhante nos municípios e elevada no contexto do Brasil. Por outro lado, havia progressos a serem feitos para aumento do nível educacional dos moradores, em especial em Igarapé e São Joaquim de Bicas, que apresentaram baixos índices de baixo desenvolvimento humano para a dimensão educação.

Em 2010, o IDHM de Brumadinho ocupava a 44ª posição entre os municípios de Minas Gerais. Igarapé ocupava a 234ª posição no *ranking* estadual e São Joaquim de Bicas, a 474ª posição.

Tabela 3-15 – IDH-M e seus componentes, nos municípios da Área de Estudo e Estado de Minas Gerais –2010.

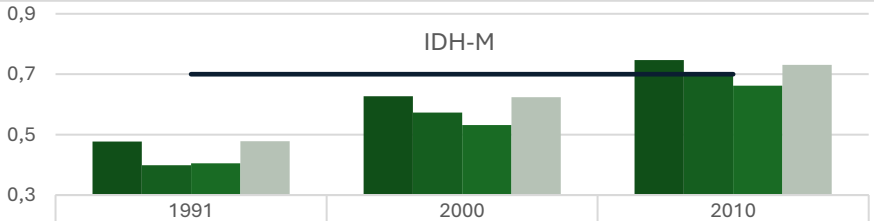
MUNICÍPIO	IDHM	IDHM RENDA	IDHM LONGEVIDADE	IDHM EDUCAÇÃO	POSIÇÃO NO RANKING [1]
Brumadinho	0,747	0,761	0,857	0,639	44ª
Igarapé	0,698	0,686	0,844	0,588	234ª
São Joaquim de Bicas	0,662	0,664	0,844	0,518	474ª
Minas Gerais	0,731	0,838	0,73	0,638	9°

Fonte: PNUD, Atlas do Desenvolvimento Humano –2010. Nota 1. Para os municípios é apresentada a posição em relação aos demais municípios do estado, já para Minas Gerais é apresentado ranking entre os estados brasileiros.

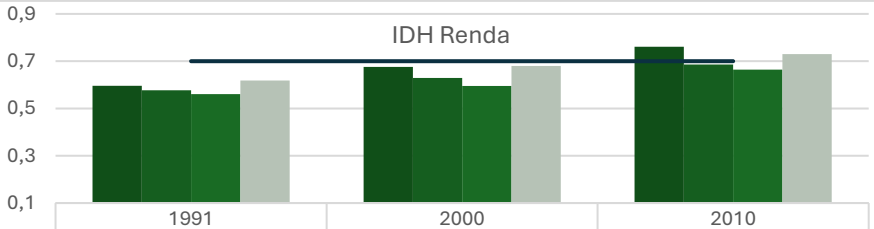
Passa-se agora a uma análise temporal do índice, apresentada na **Figura 3-8**. Além do índice sintético - IDH-M - são apresentados também os três subíndices que o integram. Como ocorreu de forma generalizada no Brasil, todos municípios em estudo registraram trajetória ascendente do IDH-M entre 1991 e 2010, reflexo, entre outros fatores, de melhorias que ocorreram no setor de saúde, educação e na renda média familiar. Chama atenção a trajetória do IDH de Brumadinho que, em 2010, ultrapassa o IDH do estado como um todo, atingindo o patamar de alto desenvolvimento humano.

Entretanto, em termos de crescimento percentual, foi São Joaquim de Bicas que registrou o maior aumento do IDH-M entre 2000 e 2010 (24,4%), seguido de Igarapé (21,8%) e Brumadinho (19,4%). Todos os três municípios apresentaram maior crescimento do IDH do que Minas Gerais, que mostrou aumento de 17,2% do IDH entre 2000 e 2010.

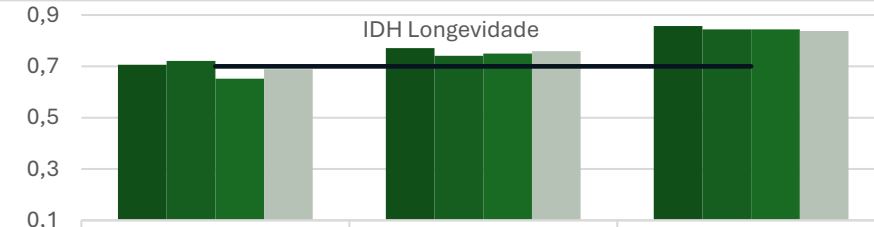
Em relação às dimensões do IDH, três aspectos principais devem ser destacados: 1) o IDH- Longevidade, que sempre se destacou em relação às duas outras dimensões no período analisado e, em 2010, foi classificado como de desenvolvimento muito alto em todas as unidades em análise; 2) IDH-Educação como a dimensão mais frágil do indicador que, embora tenha apresentado melhoria desde 1991, em 2010, ainda se configurou como um ponto de atenção importante, principalmente em Igarapé (0,588) e São Joaquim de Bicas (0,518) e 3) o IDH-Renda de Brumadinho, que se deslocou dos demais municípios analisados e, em 2010, é o único classificado como de alto desenvolvimento (0,761), ao lado do valor médio para o estado (0,730), o que mostra que, localmente, podem estar ocorrendo fatores específicos que interferem no IDH, como maior geração de emprego e renda e realização de investimentos nas áreas de saúde e educação.



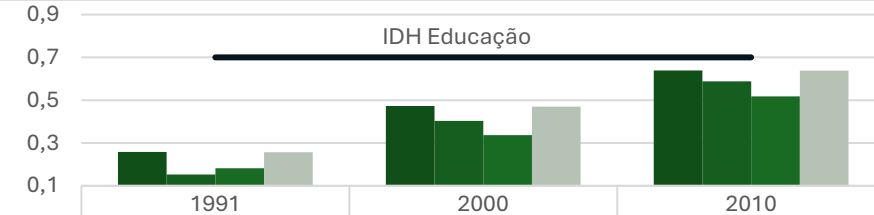
	1991	2000	2010
Brumadinho	0,477	0,627	0,747
Igarapé	0,399	0,573	0,698
São Joaquim de Bicas	0,405	0,532	0,662
Minas Gerais	0,478	0,624	0,731
Limite inferior alto IDH	0,7	0,7	0,7



	1991	2000	2010
Brumadinho	0,596	0,676	0,761
Igarapé	0,577	0,629	0,686
São Joaquim de Bicas	0,561	0,595	0,664
Minas Gerais	0,618	0,680	0,730
Limite inferior alto IDH	0,7	0,7	0,7



	1991	2000	2010
Brumadinho	0,706	0,771	0,857
Igarapé	0,721	0,741	0,844
São Joaquim de Bicas	0,652	0,750	0,844
Minas Gerais	0,689	0,759	0,838
Limite inferior alto IDH	0,7	0,7	0,7



	1991	2000	2010
Brumadinho	0,258	0,473	0,639
Igarapé	0,153	0,403	0,588
São Joaquim de Bicas	0,182	0,337	0,518
Minas Gerais	0,257	0,470	0,638
Limite inferior alto IDH	0,7	0,7	0,7

Figura 3-8 – IDH-M e seus componentes, municípios da Área de Estudo e Minas Gerais – 1991, 2000 e 2010. **Fonte:** PNUD, Atlas do Desenvolvimento Humano – 1991, 2000 e 2010.

b) Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM)

Embora o IDH tenha se consolidado mundialmente como um indicador de desenvolvimento humano, pela sua simplicidade, respaldo técnico e capacidade de generalização, logo, pela sua possibilidade de comparação entre diversas unidades geográficas, sua principal fragilidade, no Brasil, é a falta de atualização das informações que o compõem. Desta forma, cada vez é mais utilizado no Brasil o Índice

Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM), que tem metodologia semelhante à do IDH-M, embora guarde diferenças nos indicadores utilizados e nas fontes de dados. Como o IDH-M, ele varia de zero a um, com divisão em quatro categorias:

- baixo (de 0 a 0,4);
- regular (0,4 a 0,6);
- moderado (de 0,6 a 0,8) e
- alto (0,8 a 1).

Também acompanha três áreas: 1) Emprego e Renda, 2) Educação e 3) Saúde. Utiliza-se exclusivamente de estatísticas públicas oficiais. Por ser mais atual (última edição em 2018, sendo 2016 o ano base), tem sido utilizado de forma complementar ao IDH-M para análise do desenvolvimento humano.

Segundo o IFDM, os municípios da área de estudo possuíam desenvolvimento humano moderado em 2016, sendo que aqui também Brumadinho foi o município com maior índice (0,7065). Os índices de Igarapé e São Joaquim de Bicas foram bastante próximos (0,6658 e 0,6510, respectivamente) (**Tabela 3-16** e **Figura 3-9**). A análise em termos de *ranking* apresentou diferença mais significativa. Brumadinho ocupou a melhor posição no *ranking* estadual (278ª posição) entre os três municípios, enquanto Igarapé e São Joaquim de Bicas ocuparam, respectivamente, as 483ª e 563ª posições.

"Emprego & Renda" foi a dimensão com pior desempenho e, neste quesito, a melhor posição também foi em Brumadinho. Este indicador ficou em linha com o cenário do mercado de trabalho nacional. É importante notar que os quesitos "educação" e "saúde" apresentaram índices que variaram de moderado a alto, indicando que a dimensão econômica é aquela que efetivamente interferiu negativamente para o desenvolvimento municipal. Embora os indicadores empregados para construção do IDHM e do IFDM sejam distintos, é importante notar que o quesito "educação" no IFDM apresentou melhores índices para os municípios, podendo estar a sugerir melhoras no acesso e na qualidade do ensino ofertado nos municípios, ao longo da última década.

Por fim, uma visão geral do comportamento do IFDM entre os municípios do estado de Minas Gerais é apresentada na **Figura 3-10**. Os municípios da Área de Estudo seguem o padrão mineiro, onde 83,0% dos municípios apresentaram desenvolvimento moderado.

Tabela 3-16 - IFDM e seus componentes, nos municípios da Área de Estudo e Estado– 2016.

MUNICÍPIO	IFDM	EMPREGO & RENDA	EDUCAÇÃO	SAÚDE	RANKING ESTADUAL
Brumadinho	0,7065	0,4370	0,8577	0,8246	278º
Igarapé	0,6658	0,3553	0,8542	0,7881	483º
São Joaquim de Bicas	0,6510	0,3934	0,7817	0,7779	563º

Fonte: Firjan (2018).

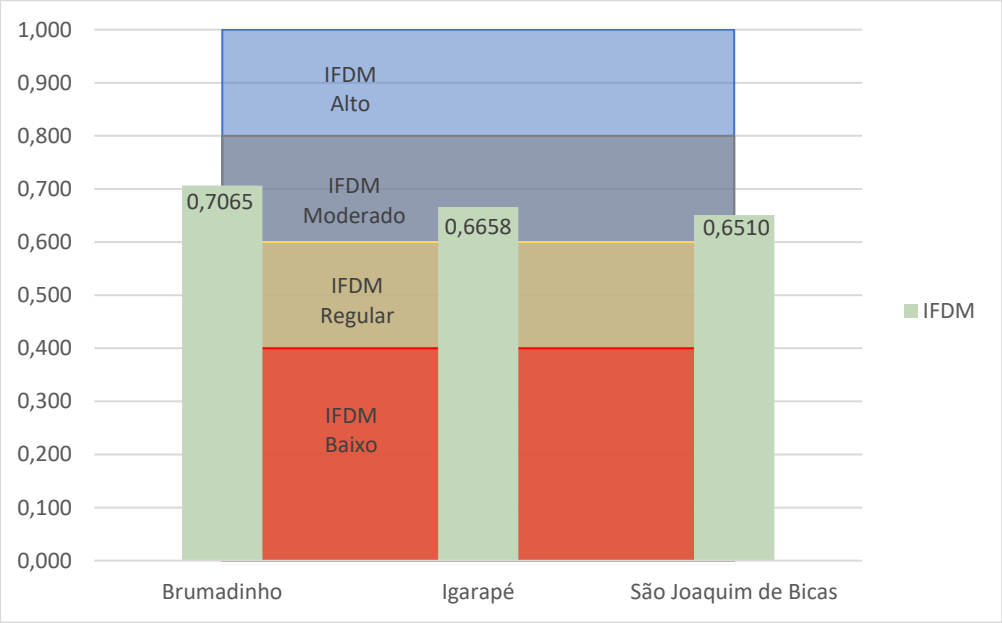


Figura 3-9 - IFDM, municípios da Área de Estudo - 2016. Fonte: Firjan (2018).

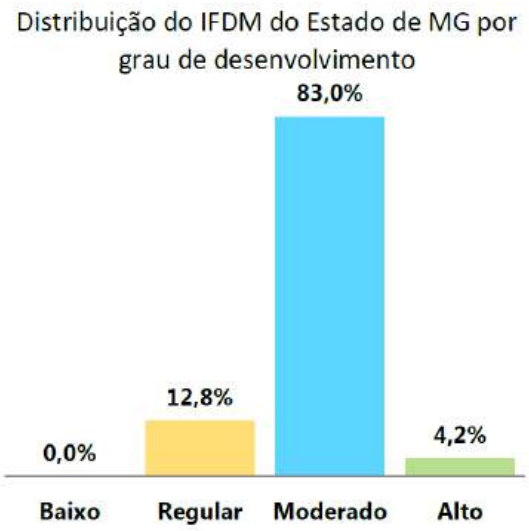
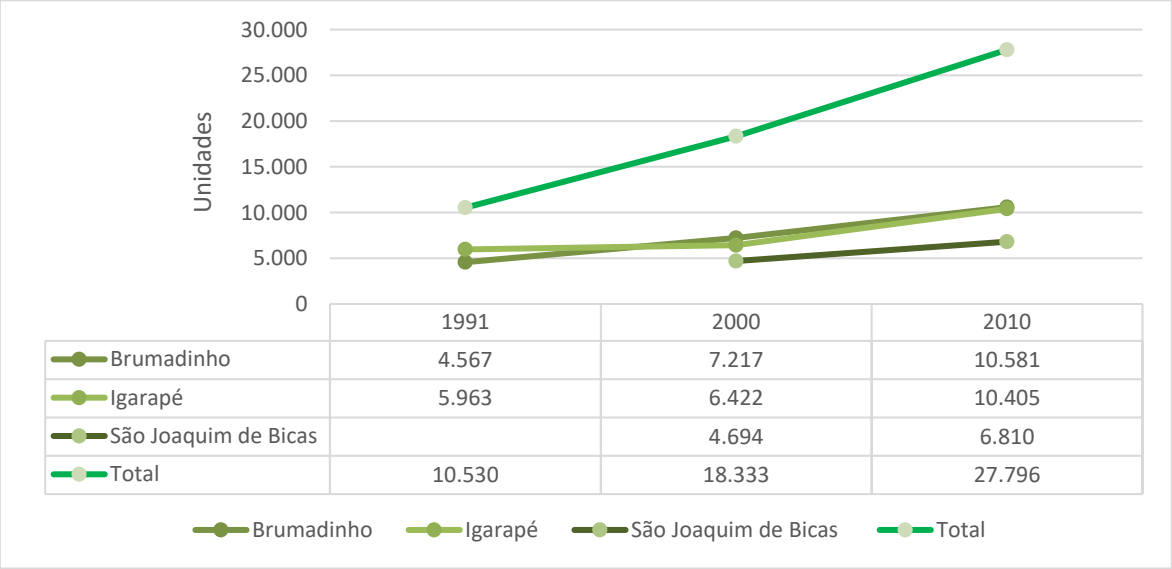


Figura 3-10 – Distribuição do IFDM do Estado de Minas Gerais, por Grau de Desenvolvimento - 2016. **Fonte:** Firjan (2018).

3.1.1.4.2 HABITAÇÃO

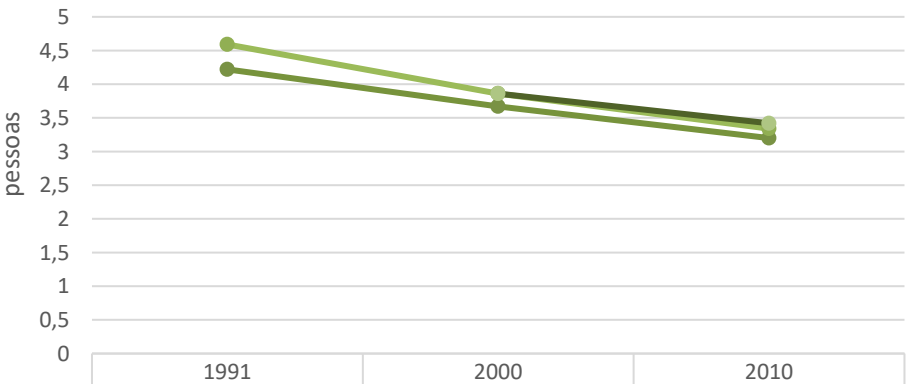
De acordo com os dados dos Censos Demográficos, apresentados na **Figura 3-11**, Brumadinho possuía, no ano de 1991, 4.567 domicílios. Em 2010, o número de domicílios saltou para 10.581 unidades (crescimento de 4,5% em média por ano). Em Igarapé, no mesmo período, o número de domicílios passou de 5.693 para 10.405 (crescimento anual médio de 3,0%), lembrando que, neste período, houve a emancipação do distrito de São Joaquim de Bicas. Este, já município, passou de 4.694 em 2000 para 6.810 em 2010 (crescimento de 3,8% a.a.).



	1991	2000	2010
Brumadinho	4.567	7.217	10.581
Igarapé	5.963	6.422	10.405
São Joaquim de Bicas		4.694	6.810
Total	10.530	18.333	27.796

Figura 3-11 – Número de Domicílios– Municípios da Área de Estudo – 1991, 2000 e 2010. **Fonte**: IBGE, Censos Demográficos 1991, 2000 e 2010.

Já a média de moradores por domicílio caiu em todos os municípios analisados, o que vai ao encontro da redução da taxa de fecundidade observada no Brasil como um todo (**Figura 3-12**). Tratando de uma informação média, não possibilita captar desigualdades entre segmentos sociais e vulnerabilidades específicas.



	1991	2000	2010
Brumadinho	4,22	3,67	3,2
Igarapé	4,59	3,86	3,34
São Joaquim de Bicas		3,86	3,42

Brumadinho Igarapé São Joaquim de Bicas

Figura 3-12 – Média de moradores por domicílio– Municípios da Área de Estudo – 1991, 2000 e 2010. **Fonte**: IBGE, Censos Demográficos 2000 e 2010.

Com relação ao ordenamento urbano dos domicílios, componente essencial para o desenvolvimento econômico e social dos municípios, a implementação, manutenção e exploração das redes de infraestrutura (sistema viário, redes de água, esgoto, gás, energia elétrica, telecomunicações) são parâmetros de avaliação que permitem um retrato das características dos domicílios.

De acordo com os dados do IBGE para o ano de 2010, é verificado a existência de infraestrutura nos domicílios da área urbana. Segundo os dados apresentados na **Figura 3-13**, **Figura 3-14** e **Figura 3-15** , para o município de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas, as maiores carências estão relacionadas à existência rampa para cadeirante, arborização e bueiros. Os parâmetros são semelhantes para os três municípios.

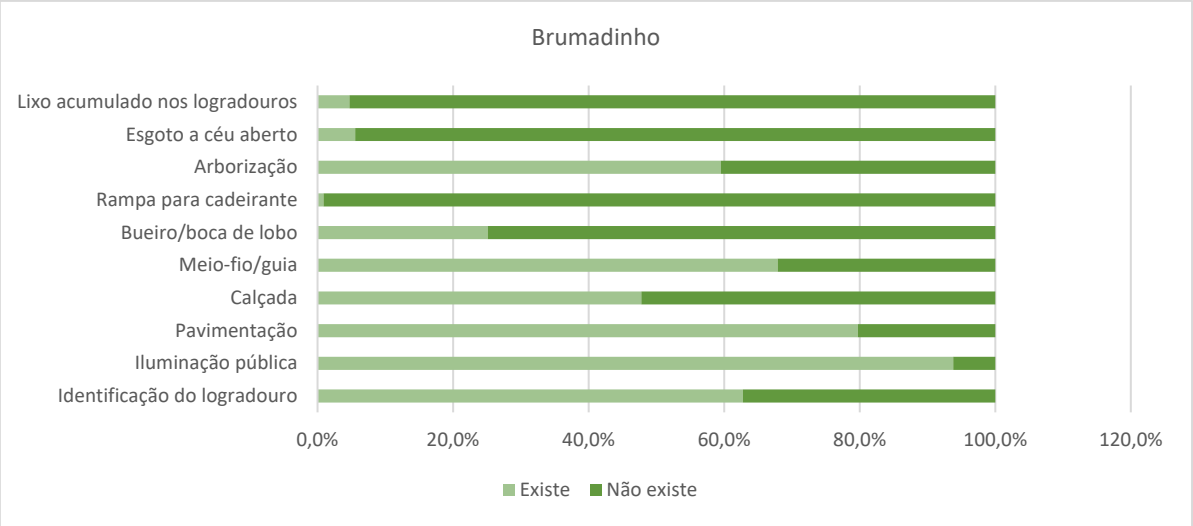


Figura 3-13 – Ordenamento Urbanos nos domicílios de Brumadinho, 2010. **Fonte**: IBGE, Censo Demográfico, 2010.

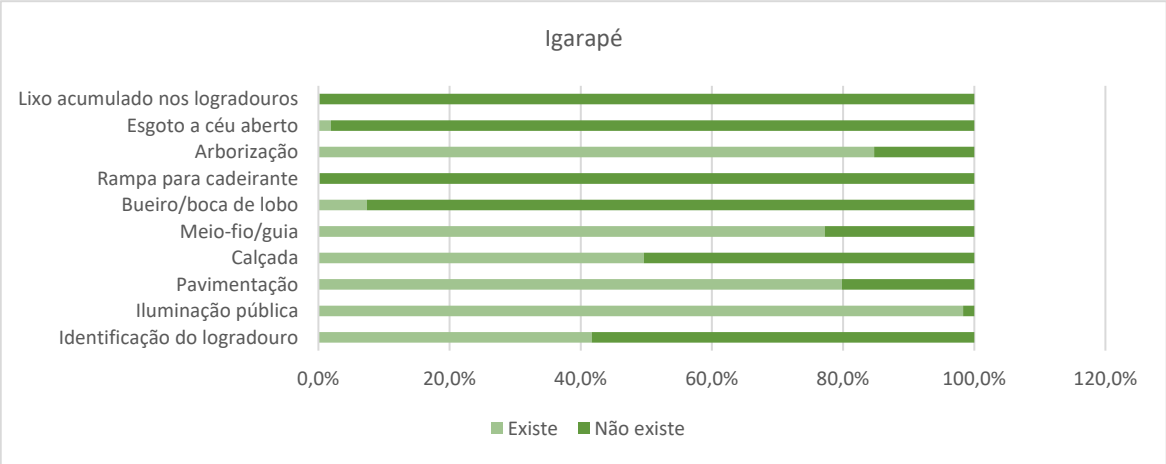


Figura 3-14 – Ordenamento Urbanos nos domicílios de Igarapé, 2010. **Fonte**: IBGE, Censo Demográfico, 2010.

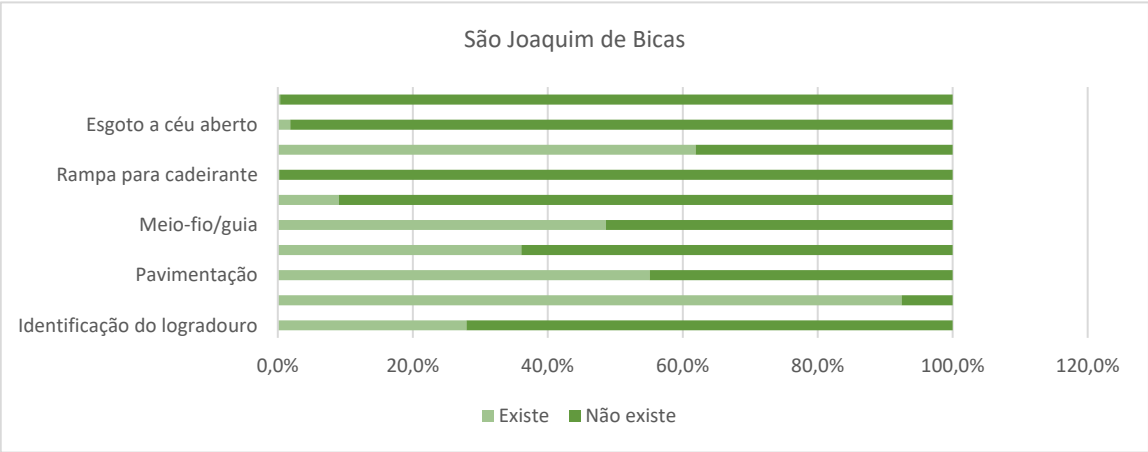


Figura 3-15 – Ordenamento Urbanos nos domicílios de São Joaquim de Bicas, 2010.**Fonte**: IBGE, Censo Demográfico, 2010.

Foram também levantados indicadores sobre o setor habitacional municipal no que concerne aos instrumentos institucionais e de governança. As informações são apresentadas na **Tabela 3-17**. De forma geral, observa-se que, em 2020, foram realizadas poucas ações específicas para o setor nos municípios em análise. Brumadinho possuía o diferencial de contar com organização institucional voltada ao setor habitacional, com conselho e fundo municipal de habitação.

Loteamentos irregulares e/ou clandestinos estavam presentes em todos os três municípios, e ocupações precárias, como favelas e cortiços, em Igarapé e São Joaquim de Bicas, conforme apresentado na **Tabela 3-17** . Os três municípios analisados possuíam algum tipo de programa para concessão de benefício do aluguel social.

Tabela 3-17 - Indicadores do perfil do setor habitacional nos municípios da Área de Estudo–2020.

INDICADORES DO PERFIL DO SETOR HABITACIONAL	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS
Conselho municipal de habitação - existência	Sim	Não	Não
Fundo municipal de habitação - existência	Sim	Não	Não
O conselho gestor do fundo é o conselho municipal de habitação	O fundo possui um conselho gestor próprio	-	-
O fundo reúne todos os recursos orçamentários e de outras fontes destinados aos programas habitacionais	Não	-	-
Cadastro ou levantamento de famílias interessadas em programas habitacionais - existência	Sim	Sim	Não
Em que ano foi realizado	2010	2015	-
O cadastro é informatizado	Não	Não	-
O cadastro inclui a natureza do benefício habitacional pretendido pelas famílias	Não	Sim	Sim
Favelas, mocambos, palafitas ou assemelhados - existência	Não	Sim	Sim
Cortiços, casas de cômodos ou cabeças-de-porco - existência	Não	Não	Sim
Loteamentos irregulares e/ou clandestinos - existência	Sim	Sim	Sim
Ocupações de terrenos ou prédios por movimentos de moradia - existência	Não	Não	Sim

INDICADORES DO PERFIL DO SETOR HABITACIONAL	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS
Foram realizados pela prefeitura, no ano de 2018 e/ou 2019, programas ou ações de:			
- Construção de unidades habitacionais	Não	Não	Não
- Aquisição de unidades habitacionais	Não	Não	Não
- Melhoria de unidades habitacionais	Não	Não	Não
- Oferta de material de construção	Não	Não	Não
- Oferta de lotes	Não	Não	Não
- Regularização fundiária	Sim	Não	Não
- Urbanização de assentamentos	Não	Não	Não
A prefeitura tem algum programa que conceda o benefício do aluguel social	Sim	Sim	Sim

Fonte: IBGE, Munic - Perfil dos Municípios Brasileiros – 2020.

A Fundação João Pinheiro realiza pesquisa sobre o *déficit* habitacional nos municípios mineiros. Conforme a Fundação João Pinheiro (FJP, 2019), *déficit* habitacional é um conceito que tem dado sustentação aos indicadores que buscam estimar a falta (*déficit*) de habitações e/ou existência de habitações em condições inadequadas como noção mais ampla de necessidades habitacionais. *Déficit* e inadequação habitacionais podem ser entendidos como a "*falta de moradias e/ou a carência de algum tipo de item que a habitação deveria estar minimamente fornecendo e que, por algum motivo, não fornece*". O déficit habitacional total se dá pela soma de cinco componentes: (i) domicílios rústicos; (ii) domicílios improvisados; (iii) unidades domésticas conviventes *deficit*; (iv) domicílios identificados como cômodos; e (v) domicílios identificados com ônus excessivo de aluguel urbano. Portanto, o *déficit* se refere à falta do "direito de acesso, por parte da população, a um conjunto de serviços habitacionais que sejam, pelo menos, básicos" (FJP, 2019).

Devido ao período eleitoral, as informações sobre os *déficits* habitacionais dos municípios mineiros não estavam disponíveis no sistema da Fundação João Pinheiro até o fechamento desse relatório.

3.1.1.4.3 SANEAMENTO BÁSICO

Com relação ao abastecimento de água, nos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas, a COPASA é a responsável pela captação e distribuição de água para os domicílios das sedes municipais. A **Tabela 3-18** identifica os prestadores de serviço de abastecimento de água, bem como os sistemas responsáveis.

Tabela 3-18 – Prestador de serviços de abastecimento de água e sistema de captação

MUNICÍPIO	PRESTADOR DE SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	SISTEMA
Brumadinho	COPASA	Integrado - Paraopeba (barragem Rio Manso)
		Integrado Catarina
		Isolado Brumadinho
Igarapé	COPASA	Integrado - Paraopeba (barragem Rio Manso)
		Isolado Igarapé (Ribeirão Estiva)
São Joaquim de Bicas	COPASA	Integrado - Paraopeba (barragem Rio Manso)

Fonte: SNIS, 2020; ANA, 2013.

Com base nas estatísticas do Censo Demográfico de 2010 é retratada a condição de saneamento básico nos municípios da Área de Estudo. A **Tabela 3-19** mostra a distribuição dos domicílios, segundo as formas de abastecimento de água. Na **Tabela 3-20**, essa informação é apresentada de forma percentual. Igarapé possuía a maior cobertura em rede geral (90,1%) e Brumadinho, a menor, com apenas 76,4% dos domicílios com acesso à rede de abastecimento. A segunda forma mais usada para abastecimento era o poço ou nascente seja na propriedade (6,5% no total da área de estudo), seja fora dela (6,7%).

Tabela 3-19 – Formas de abastecimento de água nos domicílios dos municípios – 2010

FORMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	TOTAL
Rede geral	8.071	9.362	5.985	23.418
Poço ou nascente na propriedade	670	727	407	1.804
Poço ou nascente fora da propriedade	1.638	136	81	1.855
Rio, açude, lago ou igarapé	129	8	3	140
Outra	62	158	323	543
Total	10.570	10.391	6.799	27.760

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2010.

Tabela 3-20 – Distribuição percentual do número de domicílios com abastecimento de água, segundo forma de abastecimento (2010) – Municípios da Área de Estudo

FORMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	TOTAL
Rede geral	76,4%	90,1%	88,0%	84,4%
Poço ou nascente na propriedade	6,3%	7,0%	6,0%	6,5%
Poço ou nascente fora da propriedade	15,5%	1,3%	1,2%	6,7%
Rio, açude, lago ou igarapé	1,2%	0,1%	0,0%	0,5%
Outra	0,6%	1,5%	4,8%	2,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: IBGE, Censos Demográficos, 2000 e 2010.

Já o esgotamento sanitário mostrava precariedade, segundo informações censitárias de 2010, como ainda ocorre em muitos municípios brasileiros. A rede geral era a forma mais utilizada de esgotamento, mas presente em apenas cerca de metade dos domicílios da Área de Estudo (54,9%). A fossa séptica, também uma alternativa adequada, estava presente em apenas 11,3% do total dos domicílios. A fossa rudimentar ainda era muito utilizada (29,9% do total). Na análise comparativa entre os municípios percebe-se elevado acesso a precárias formas de esgotamento em todos eles, sem diferenças significativas. Os dados estão apresentados na **Tabela 3-21** (dados absolutos) e na **Tabela 3-22** (distribuição percentual).

Tabela 3-21 – Formas Esgotamento Sanitário nos Domicílios dos Municípios da Área de Estudo–2010

TIPO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	TOTAL
Rede geral de esgoto ou pluvial	5.975	6.162	3.111	15.248
Fossa séptica	917	562	1.667	3.146
Fossa rudimentar	3.114	3.361	1.830	8.305
Vala	91	44	17	152
Rio, lago ou mar	418	206	112	736
Outro tipo	31	35	37	103
Não tinham	24	21	25	70
Total	10.570	10.391	6.799	27.760

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2010.

Tabela 3-22 – Distribuição percentual do número de domicílios, segundo forma de esgotamento (2010) – Municípios da Área de Estudo

TIPO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	TOTAL
Rede geral de esgoto ou pluvial	56,5%	59,3%	45,8%	54,9%
Fossa séptica	8,7%	5,4%	24,5%	11,3%
Fossa rudimentar	29,5%	32,3%	26,9%	29,9%
Vala	0,9%	0,4%	0,3%	0,5%
Rio, lago ou mar	4,0%	2,0%	1,6%	2,7%
Outro tipo	0,3%	0,3%	0,5%	0,4%
Não tinham	0,2%	0,2%	0,4%	0,3%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2010.

A respeito da coleta de resíduos domiciliares, evidencia-se a boa capilaridade da infraestrutura dos serviços nos municípios. Em 2010, a taxa de coleta por serviço de limpeza era de 88,7% em Brumadinho, 88,7% em Igarapé e 86,0% em São Joaquim de Bicas, conforme dados da **Tabela 3-23** (números absolutos) e **Tabela 3-24** (distribuição percentual).

Tabela 3-23 – Formas de Coleta de lixo nos domicílios dos municípios –2010.

DESTINO DO LIXO	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	TOTAL
Coletado	10.139	9.688	5.877	25.704
Coletado por serviço de limpeza	9.376	9.213	5.849	24.438
Coletado em caçamba de serviço de limpeza	763	475	28	1.266
Outro destino	431	703	922	2.056
Total	10.570	10.391	6.799	27.760

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2010.

Tabela 3-24 – Distribuição dos domicílios, segundo formas de Coleta de lixo–2010

DESTINO DO LIXO	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUI	TOTAL

			M DE BICAS	
Coletado	95,9%	93,2%	86,4%	92,6%
Coletado por serviço de limpeza	88,7%	88,7%	86,0%	88,0%
Coletado em caçamba de serviço de limpeza	7,2%	4,6%	0,4%	4,6%
Outro destino	4,1%	6,8%	13,6%	7,4%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0 %

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2010

Dados mais recentes do Sistema Nacional de Informações em Saneamento – SNIS, indicam que que a universalização no acesso ao abastecimento de água pela Copasa ainda não é uma realidade na região, como mostra a **Tabela 3-25**. O índice de atendimento urbano da água é mais elevado do que o de atendimento total da população e superior a 80 em todos os municípios, com destaque para São Joaquim de Bicas (91,0). Em relação ao índice de atendimento global (população rural e urbana), o destaque é Igarapé, com índice de atendimento muito próximo ao urbano (82,3).

Na **Tabela 3-25** são também apresentados os índices de atendimento de coleta de esgoto. O índice de cobertura é baixo, em especial em São Joaquim de Bicas (32,18), mas nos demais municípios o índice também é inferior a 50. Nota-se, pelo índice de tratamento de esgotos, que o esgoto coletado praticamente não recebe tratamento na região.

Tabela 3-25 – Índices de atendimento em saneamento básico – Municípios da Área de Estudo - 2020

MUNICÍPIO	ÍNDICE DE COLETA DE ESGOTOS	ÍNDICE DE TRATAMENTO DE ESGOTOS	ÍNDICE DE ATENDIMENTO URBANO DA ÁGUA	ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ÁGUA
Brumadinho	57,8	14,2	82,5	69,5
Igarapé	40,3	0,0	87,8	82,3
São Joaquim de Bicas	32,2	7,8	91,0	66,3

Fonte: Painel de Saneamento, SNIS, 2020. Consulta realizada em 10/08/2022.

Deve-se destacar que as informações do SNIS são fornecidas pelas instituições responsáveis pela prestação dos serviços de Água e Esgotos, tais como companhias estaduais, autarquias ou empresas municipais, departamentos municipais e empresas privadas. Diferem-se, portanto, daquelas obtidas por ocasião dos censos demográficos, as quais são levantadas por meio de entrevista domiciliar.

Já as informações do SNIS, referentes a 2020, indicam taxas de cobertura de serviços regulares de coleta de resíduos domiciliares superiores a 90% em todos os municípios da área de estudo, sendo que os melhores indicadores se referem às áreas urbanas (**Tabela 3-26**). A coleta domiciliar direta (porta a porta) é bem disseminada e só não tem alcance universal em Igarapé.

Tabela 3-26 – Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de resíduos domiciliares em relação à população do município– Municípios da Área de Estudo – 2020

MUNICÍPIO	ÓRGÃO RESPONSÁVEL PELA GESTÃO	TX COBERTURA DA COLETA DE RESÍDUOS DOMICILIARES EM RELAÇÃO À POP. TOTAL	TX COBERTURA DA COLETA DE RESÍDUOS DOMICILIARES EM RELAÇÃO À POP. URBANA
Brumadinho	Prefeitura Municipal de Brumadinho	100,0	100,0
Igarapé	Prefeitura Municipal de Igarapé	93,7	100,0
São Joaquim de Bicas	Secretaria de Meio Ambiente de São Joaquim de Bicas	100,0	100,0

Fonte: SNIS, 2020. Consulta realizada em 10/08/2022.

Por fim, cabe assinalar que Brumadinho possui um aterro controlado, um aterro sanitário e uma unidade de triagem, segundo informações do SNIS (2019). Essas unidades não recebem resíduos de outros municípios. São Joaquim de Bicas possui uma unidade de triagem, que também não recebe resíduos de outros municípios. Não foram encontradas no sistema informações sobre as unidades de processamento de Igarapé. Outras informações sobre os municípios relativas ao manejo de resíduos sólidos são apresentadas na **Tabela 3-27**.

Tabela 3-27 – Outros Indicadores de Gerenciamento de Resíduos Sólidos– Municípios da Área de Estudo – 2020

MUNICÍPIO	EXISTÊNCIA DE COLETA SELETIVA	EXISTÊNCIA DE CATADORES DISPERSOS	EXISTÊNCIA DE ORGANIZAÇÃO FORMAL DE CATADORES
Brumadinho	Sim	Não	Sim
Igarapé	Sim	Sim	Sim
São Joaquim de Bicas	Não	Sim	Não

Fonte: SNIS, 2020. Consulta realizada em 10/08/2022.

3.1.1.4.4 SAÚDE

Para a caracterização do sistema de saúde dos municípios em estudo, abordam-se aqui aspectos da infraestrutura física e humana do sistema de saúde dos municípios da AER – a saber: Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas. Assim, são apresentados indicadores relacionados à cobertura da atenção básica em âmbito municipal, assim como estatísticas de saúde pública, tais como morbidades de sua população e a evolução dos gastos municipais em saúde pública nos últimos anos.

a) Infraestrutura Física e Humana

No contexto da infraestrutura física, consultaram-se os dados do DATASUS, os quais indicaram que, no mês de agosto de 2022, os municípios da AER somaram 201 estabelecimentos de saúde disponíveis para as populações locais, conforme relacionado na **Tabela 3-28**. Destaca-se que, dentre tais estabelecimentos, 108 (53,73% do total) estão no município de Brumadinho, sendo que a atenção primária o principal nível prestado no município. Por sua vez, Igarapé e São Joaquim de Bicas têm, respectivamente, 51 e 40 estabelecimentos de saúde em operação.

No contexto da AER, cerca de 42,29% dos estabelecimentos de saúde são consultórios médicos, os quais estão majoritariamente situados em Brumadinho, e os Centros de Saúde (CS) e Unidades Básicas de Saúde (UBS) – que são o ponto de assistência primária à saúde, conforme indica a Política Nacional de Atenção à Saúde – representam aproximadamente 17,41% do total de estabelecimentos, sendo que o município de Brumadinho possui 15 CS ou UBS, ao passo que os demais municípios da AER têm 10 em cada.

É importante destacar que, diferente de postos de saúde, os CS e as UBS são unidades para prática de atenção básica e integral a uma população nas especialidades básicas, podendo oferecer assistência odontológica e de outros profissionais de nível superior. A assistência deve ser permanente e prestada por médico generalista ou especialista nestas áreas. Portanto, ao contrário do posto de saúde, na UBS há assistência permanente de um médico.

Tabela 3-28 – Tipos de estabelecimento de saúde – agosto de 2022.

TIPO DE ESTABELECIMENTO DE SAÚDE	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	TOTAL
Central de Regulação	1	-	1	**2**
CASF - Centro de Apoio à Saúde da Família	-	1	-	**1**
CAPS - Centro de Atenção Psicosocial	2	1	1	**4**

TIPO DE ESTABELECIMENTO DE SAÚDE	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	TOTAL
Centro de Saúde/Unidade Básica de Saúde	15	10	10	**35**
Clínica Especializada/Ambulatório de Especialização	12	10	3	**25**
Consultório	53	17	15	**85**
Farmácia	7	-	2	**9**
Hospital Geral	1	-	-	**1**
Hospital Dia	-	1	-	**1**
Policlínica	1	1	1	**3**
Pronto Atendimento	1	1	1	**3**
Secretaria de Saúde	1	1	1	**3**
Unidade de Serviço de Apoio de Diagnose e Terapia	11	9	4	**24**
Unidade de Vigilância de Saúde	1	1	1	**3**
Telesaúde	1	-	-	**1**
Polo de Prevenção de Doenças e Agravos e Promoção da Saúde	1	-	-	**1**
Total	**108**	**53**	**40**	**201**

Fonte: DATASUS, Cadernos de Saúde – 2022.

Ressalta-se também que todos os municípios contam com estabelecimentos de Pronto Atendimento e com Policlínicas. Contudo, apenas Brumadinho tem Hospital Geral, responsável pelo atendimento de média complexidade, e Igarapé conta com um Hospital Dia em sua estrutura física para assistência intermediária entre a internação e o atendimento ambulatorial.

A respeito dos recursos humanos disponíveis para atendimento em saúde nos municípios, Brumadinho conta com o maior número de profissionais em saúde com nível superior (381, 57,90% do total dos municípios), conforme pode a **Tabela 3-29** apresenta. O destaque no município se trata do número de enfermeiros (98), que representa 25,72% dos profissionais de nível superior alocados nos estabelecimentos de saúde do município de Brumadinho e 14,89% do total dos três municípios.

Tabela 3-29 – Número de profissionais com ocupações de nível superior para atendimento em saúde, segundo Município da Área de Estudo – agosto de 2022.

PROFISSIONAIS DE NÍVEL SUPERIOR	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	TOTAL
Assistente Social	19	4	12	**35**
Bioquímico/farmacêutico	17	5	2	**24**
Cirurgião Geral	1	-	-	**1**
Clínico Geral	33	19	17	**69**
Enfermeiro	98	37	34	**169**
Fisioterapeuta	36	15	7	**58**
Fonoaudiólogo	10	1	2	**13**
Médico de Família	16	8	6	**30**
Nutricionista	10	4	2	**16**
Odontólogo	45	21	21	**87**
Pediatra	7	1	-	**8**
Psicólogo	54	16	18	**88**
Psiquiatra	1	1	-	**2**
Radiologista	2	-	-	**2**
Outras especialidades médicas	8	4	3	**15**
Outras ocupações de nível superior relac à Saúde	24	12	5	**41**
Total	**381**	**148**	**129**	**658**

Fonte: DATASUS, Cadernos de Saúde - 2022

Conforme se pode observar, na **Tabela 3-29**, os estabelecimentos de saúde na AER contam com 6 principais especialidades médicas somando 112 profissionais médicos nas especialidades de Cirurgia Geral, Clínica Geral, Medicina da Família, Pediatria, Psiquiatria e Radiologia. Além disso, há 15 outros profissionais médicos de outras especialidades. Nesse sentido, há cerca 1,65 médicos/1.000 hab. para o município de Brumadinho, 0,74 médico/1.000 habitantes de Igarapé e, para o município de São Joaquim de Bicas, o indicador é de 0,80 médico/1.000 habitantes (**Tabela 3-30**).

Nesse contexto, observa-se que apenas o município de Brumadinho se encontra com taxa superior, ainda que ligeiramente, àquela indicada pela Organização Mundial de Saúde (OMS), que é de 1:1000, isto é um médico para cada mil habitantes. O indicador de cobertura de médicos auxilia nos processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas públicas voltadas para a prestação de serviços de saúde, assim como para a formação de profissionais de saúde e sua inserção no mercado de trabalho.

Entre suas limitações está o fato de não discriminar os profissionais em atividade assistencial ou gerencial e a falta de verificação do exercício efetivo do profissional.

Com relação aos leitos de internação disponíveis, a **Tabela 3-30** mostra que o município de Brumadinho registrou o maior quantitativo no período de referência (48 – 51,16% do total dos municípios da AER). Por sua vez, os municípios de Igarapé e São Joaquim de Bicas contam com 21 e 24 leitos de internação, respectivamente. Destaca-se, ainda, que todos os leitos de internação dos municípios em estudo são disponibilizados via Sistema Único de Saúde (SUS).

Tabela 3-30 – Médico e leitos de internação nos municípios da área de estudo – junho de 2022.

MUNICÍPIO	NÚMERO DE MÉDICOS	NÚMERO DE LEITOS (INTERNAÇÃO)	MÉDICOS POR 1.000 HAB.	LEITOS (INTERNAÇÃO) POR 1.000 HAB.
Brumadinho	68	48	1,65	1,16
Igarapé	33	21	0,74	0,47
São Joaquim de Bicas	26	24	0,80	0,73
Total	**127**	**93**	**1,07**	**0,79**

Fonte: DATASUS, Cadernos de Saúde – 2022.

A quantidade de leitos de interação disponíveis, conforme apresentado na **Tabela 3-30**, gera indicadores de cobertura de 0,79 leito para cada 1.000 habitantes na AER – sendo que os indicies por município são de 1,16, 0,47 e 0,73 em Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas, respectivamente. Considerando que a OMS recomenda que municípios tenham de 3 a 5 leitos de internação para cada 1.000 habitantes, fica evidente que a malha estrutural nos municípios da AER é insuficiente, sendo necessário o apoio de municípios próximos a Brumadinho, principalmente daqueles presentes na Região Metropolitana de Belo Horizonte.

O indicador leitos hospitalares e médicos por habitantes possibilita analisar variações geográficas e temporais na oferta de leitos hospitalares (públicos e privados) e no número de médicos, identificando situações de desigualdade e tendências que demandem ações e estudos específicos. Entretanto, possui limites por não incluir a demanda hospitalar por não residentes, o que altera a relação de proporcionalidade dos leitos ou médicos disponíveis para a população residente. Outro aspecto é que, embora existam parâmetros internacionais e nacionais para análises comparativas, os indicadores expressam uma combinação de fatores inerentes às realidades regionais ou locais, que são distintas.

As figuras a seguir ilustram uma Unidade de Pronto Atendimento existente na sede municipal de Igarapé.

Figura 3-16 – Unidade de Pronto Atendimento em Igarapé.**Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022

Figura 3-17 – Unidade de Pronto Atendimento em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022

b) Epidemiologia e Morbidade

Ainda sobre questões relacionadas à saúde, cabe destacar os dados relativos à morbidade hospitalar nos municípios. A morbidade hospitalar se refere à distribuição de internações hospitalares por grupos de causas selecionadas, em determinado local e período. O cálculo das taxas e coeficientes de morbidade e morbimortalidade são tarefas essenciais para vigilância epidemiológica e controle das doenças que, por sua vez, para fins de organização dos serviços de saúde e intervenção nos níveis de saúde pública, se dividem em Doenças Transmissíveis e Doenças e Agravos Não Transmissíveis (DANT).

Em Brumadinho, de 2016 a 2021, houve 6.119 interações hospitalares, sendo que o ano de 2021 apresentou o maior registro, 1.428 – crescimento de 84,02% em relação ao ano imediatamente anterior, conforme **Figura 3-18**. Os demais municípios da AER não tinham leitos de internação disponíveis até o ano de 2020, nesse contexto, ambos só apresentam resultado para o ano de 2021, sendo que Igarapé, houve 67 internações hospitalares e São Joaquim de Bicas registrou 18 casos.

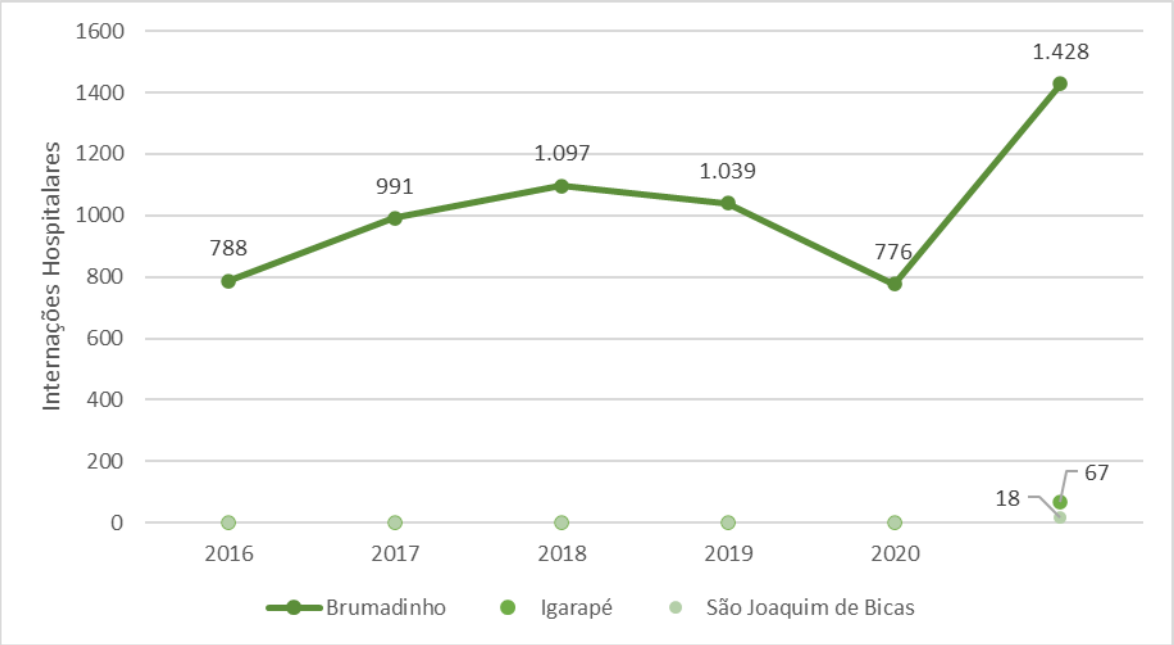


Figura 3-18 – Morbidade hospitalar nos municípios da área de estudo- 2016 a 2021.**Fonte:** DATASUS, 2022.

No contexto das principais morbidades que levaram à internações hospitalares nos municípios da AER, a **Tabela 3-31** mostra que o pico de internações registrado para o ano de 2021 está principalmente atrelado a aumentos expressivos na ocorrência de internações por causa de doenças infecciosas (Capítulo I do CID-10), de doenças do aparelho circulatório, respiratório e digestivo (Capítulos IX, X e XI) e também pelas internações por gravidez, parto e puerpério. Destaca-se que as internações por complicações da Covid-19 não estão computadas nesse indicador.

Tabela 3-31 – Morbidade Hospitalar na AER (por local de internação) – 2016 a 2021.

CAPÍTULO CID-10	NÚMERO DE INTERNAÇÕES						VARIAÇÃO PERCENTUAL AO ANO				
	2016	*2017*	*2018*	*2019*	*2020*	*2021*	*2017*	*2018*	*2019*	*2020*	*2021*
I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias	40	29	47	61	103	449	-27,50%	62,07%	29,79%	68,85%	335,92%
II. Neoplasias (tumores)	2	4	7	3	7	30	100,00%	75,00%	-57,14%	133,33%	328,57%
III. Doenças sangue órgãos hemat e transt imunitár	4	6	11	10	4	21	50,00%	83,33%	-9,09%	-60,00%	425,00%
IV. Doenças endócrinas nutricionais e metabólicas	27	28	26	31	21	43	3,70%	-7,14%	19,23%	-32,26%	104,76%
V. Transtornos mentais e comportamentais	15	9	33	25	31	40	-40,00%	266,67%	-24,24%	24,00%	29,03%
VI. Doenças do sistema nervoso	2	2	4	2		15	0,00%	100,00%	-50,00%	-100,00%	
VII. Doenças do olho e anexos											
VIII.Doenças do ouvido e da apófise mastóide	3		1	1			-100,00%		0,00%	-100,00%	
IX. Doenças do aparelho circulatório	100	94	120	88	59	137	-6,00%	27,66%	-26,67%	-32,95%	132,20%
X. Doenças do aparelho respiratório	171	248	215	189	63	107	45,03%	-13,31%	-12,09%	-66,67%	69,84%
XI. Doenças do aparelho digestivo	101	107	129	100	54	133	5,94%	20,56%	-22,48%	-46,00%	146,30%
XII. Doenças da pele e do tecido subcutâneo	40	57	80	119	78	53	42,50%	40,35%	48,75%	-34,45%	-32,05%
XIII.Doenças sist osteomuscular e tec conjuntivo			4		7	4			-100,00%		-42,86%

CAPÍTULO CID-10	NÚMERO DE INTERNAÇÕES						VARIAÇÃO PERCENTUAL AO ANO				
	2016	*2017*	*2018*	*2019*	*2020*	*2021*	*2017*	*2018*	*2019*	*2020*	*2021*
XIV. Doenças do aparelho geniturinário	135	165	210	194	155	156	22,22%	27,27%	-7,62%	-20,10%	0,65%
XV. Gravidez parto e puerpério	136	194	180	170	151	248	42,65%	-7,22%	-5,56%	-11,18%	64,24%
XVI. Algumas afec originadas no período perinatal	2	7	4	11	7	11	250,00%	-42,86%	175,00%	-36,36%	57,14%
XVII.Malf cong deformid e anomalias cromossômicas			3	5	3	4			66,67%	-40,00%	33,33%
XVIII.Sint sinais e achad anorm ex clín e laborat		3	1	3		7		-66,67%	200,00%	-100,00%	
XIX. Lesões enven e alg out conseq causas externas											
XXI. Contatos com serviços de saúde	10	38	22	27	33	32	280,00%	-42,11%	22,73%	22,22%	-3,03%
Total	788	991	1097	1039	776	1490	25,76%	10,70%	-5,29%	-25,31%	92,01%

Fonte: DATASUS, 2022.

A respeito de doenças endêmicas nos municípios da AER, em consulta aos dados do Sistema de Informações de Agravos e de Notificações (SINAN), apresentam-se a **Tabela 3-32**, que corresponde ao número de casos das doenças, segundo o município de notificação. Portanto, pode incorporar também não residentes nos municípios da Área de Estudo, mas que obtiveram ali a notificação da doença. Ainda em relação aos dados, deve ser feita a ressalva que eles possivelmente estão subestimados, considerando a possível ocorrência de subnotificação ou o tempo de processamento das informações pelo SINAN. Mas, tendo em mente esta limitação, permite captar tendências e pontos de atenção no que se refere aos aspectos epidemiológicos.

Os três municípios, em consonância com seu porte populacional, possuem UBS, Centros de Saúde e Unidade de Pronto Atendimento (UPA). Entretanto, como citado anteriormente, apenas Brumadinho tem hospital geral em sua estrutura, ao passo que Igarapé possui um hospital-dia. Por sua vez, São Joaquim de Bicas não conta com hospitais em sua estrutura, o que explica a baixa incidência de notificações nesse município.

No contexto geral da AER, a principal doença endêmica notificada em todos os municípios é a dengue, que registrou um total de 16.550 casos entre os anos de 2007 e 2021, conforme apresenta a **Tabela 3-32**. Os vírus da dengue são transmitidos pela fêmea do mosquito *Aedes aegypti* (quando também infectada pelos vírus) e podem causar tanto a manifestação clássica da doença quanto a forma considerada hemorrágica. Em geral, a dengue está associada a ambientes providos de grandes corpos de água, preferencialmente paradas e turvas, que favorecem a procriação do mosquito. Situações que causam perturbação nos seus *habitats* aumentam ainda mais a sua disseminação. Estas situações são causadas por desequilíbrios ambientais ligados à questão climática, como aumento de temperatura e ocorrência de chuvas, bem como fatores ligados a ação humana. A supressão vegetal, ação comum na implantação de empreendimentos, e formação de poças e reservatórios podem contribuir para o incremento da incidência do dengue, o que deverá ser levado em conta na avaliação de impactos ambientais.

Tabela 3-32 – Número de doenças de agravos e notificações nos municípios da área de estudo (por local de notificação) [1]

DOENÇA	PERÍODO DE NOTIFICAÇÃO	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	TOTAL
Dengue	2007 a 2021	4.971	7.838	3.741	**16.550**
Esquistossomose	2007 a 2017	732	64	26	**822**
Leishmaniose Tegumentar	2007 a 2020	33	4	2	**39**
Malária	2007 a 2020	0	1	0	**1**
Hepatites virais	2007 a 2020	63	9	14	**86**

DOENÇA	PERÍODO DE NOTIFICAÇÃO	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	TOTAL
Leptospirose	2017 a 2020	4	0	0	**4**

Nota 1. As doenças cobrem diferentes períodos de notificação, segundo informação mais recente apresentada no Sinan. **Fonte**: SINAN, Doenças de Agravos e Notificação - 2020. Data de Atualização: 10/08/2022.

Além da dengue, observa-se que os casos de doenças endêmicas com maior número de registos nos municípios da área de estudo se tratam de notificações de esquistossomose, seguido por casos de hepatites virais, leishmaniose e, finalmente, leptospirose. Além disso, é importante ressaltar que o caso de malária notificado em Igarapé não teve origem no município, uma vez que o município não consta como localidade de registo de infecções pela doença. Ademais, destaca-se que Igarapé também não consta na lista de municípios pertencentes às áreas de risco ou endêmicas para a malária elaborada pela Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, conforme a Portaria Interministerial nº 60, de 24 de março de 2015, e a Portaria nº 1, de 13 de janeiro de 2014.

c) Pandemia Covid-19 – Novo Coronavírus SARS-CoV-2

No tocante à saúde pública, destaca-se atualmente, no contexto deste licenciamento, a evolução da pandemia Covid-19 em todo o mundo durante o ano de 2020. A grave crise sanitária e econômica vivenciada em todos os países, atinge também os municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas.

Os coronavírus são uma grande família de vírus comuns em muitas espécies diferentes de animais, incluindo camelos, gado, gatos e morcegos. Raramente, os coronavírus que infectam animais podem infectar pessoas, como exemplo do MERS-CoV e SARS-CoV. Recentemente, em dezembro de 2019, houve a transmissão de um novo coronavírus (SARS-CoV-2), o qual foi identificado em Wuhan, na China, e causou a Covid-19, sendo em seguida disseminada e transmitida pessoa a pessoa. A Covid-19 apresenta um espectro clínico variando de infecções assintomáticas a quadros graves. De acordo com a Organização Mundial de Saúde, a maioria (cerca de 80%) dos pacientes com Covid-19 podem ser assintomáticos ou apresentar poucos sintomas, e aproximadamente 20% dos casos detectados requer atendimento hospitalar por apresentarem dificuldade respiratória, dos quais aproximadamente 5% podem necessitar de suporte ventilatório (Ministério da Saúde, 2020).

Com relação à situação da pandemia no estado de Minas Gerais, a Secretaria de Saúde disponibiliza os dados referentes aos casos de coronavírus confirmados no estado. A **Tabela 3-33** apresenta o perfil da Covid-19 nos municípios da AER até a data de 15 de setembro de 2022, evidenciando aqueles casos recuperados, casos

em acompanhamento e os óbitos confirmados. A letalidade mostra a relação entre os óbitos e o total de casos confirmados.

Tabela 3-33 – Número de casos de Covid-19 nos municípios da Área de Estudo – 01/01/2020 a 11/08/2022.

MUNICÍPIO	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	TOTAL
Casos Confirmados	8.019	5.254	2.690	**15.963**
Casos em Acompanhamento	0	214	2	**216**
Casos Recuperados	7.908	4.927	2.568	**15.403**
Óbitos	111	113	120	**344**
Letalidade	1,38%	2,15%	4,46%	**2,15%**

Fonte: Secretária de Saúde de Minas Gerais, 2022.

Conforme os dados apresentados na **Tabela 3-34** e **Tabela 3-33**, desde o início da pandemia, confirmaram-se 15.936 casos de Covid-19 nos municípios em estudo. Destes casos, a maior parcela ocorreu em Brumadinho (50,23%), mas o maior número de óbitos e maior taxa de letalidade ocorreram em São Joaquim de Bicas, 2.690 casos com letalidade de 4,46%. Cabe-se destacar que, dentre os municípios da AER, São Joaquim de Bicas é também o município cuja rede de assistência à saúde conta com o menor número de estabelecimentos de saúde, de médicos e leitos; como apresentado anteriormente.

Tabela 3-34 – Número de casos de Covid-19 por sexo nos municípios da Área de Estudo – 01/01/2020 a 11/08/2022.

MUNICÍPIO	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	TOTAL
Feminino	41,16%	47,08%	51,52%	**44,85%**
Masculino	58,84%	52,92%	48,48%	**55,15%**

Fonte: Secretária de Saúde de Minas Gerais. Data de Atualização: Data de Atualização: 11/08/2022.

Com relação à distribuição de casos por sexo, verifica-se que Brumadinho e Igarapé o seguem o padrão brasileiro, com maior número de homens infectados, ao passo que São Joaquim de Bicas apresenta a maior parte de casos formada por pessoas do sexo feminino (51,52%), conforme a **Tabela 3-34**. Nesse contexto, considerando a massa demográfica dos municípios da AER, 55,15% dos casos de infecção por Covid-

19 atinge indivíduos de sexo masculino, ao passo que a incidência em indivíduos de sexo feminino é de 44,85%.

A distribuição dos casos por faixa etária dos municípios em estudo mostra que as pessoas entre 30 e 59 anos representam a maior parcela de infectados, conforme a **Figura 3-19**. Observe que as faixas etárias extremas (acima de 70 anos e abaixo de 19 anos representam o menor percentual entre a população infectada).

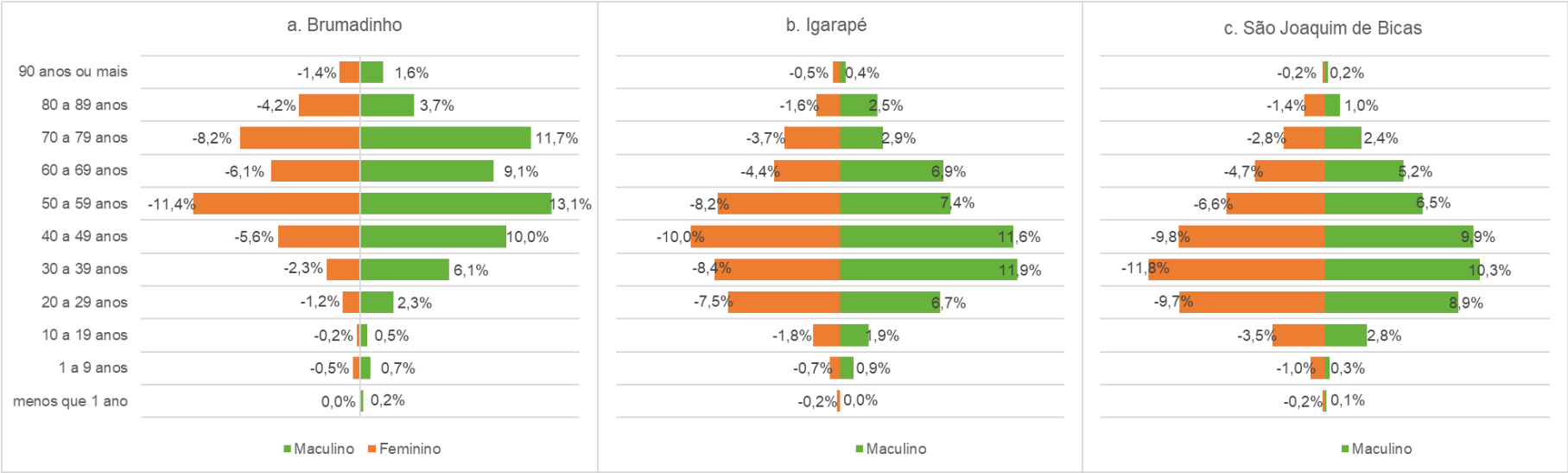


Figura 3-19 – Distribuição etária e por sexo dos casos confirmados em a. Brumadinho, b. Igarapé e c. São Joaquim de Bicas. **Fonte:** Secretária de Saúde de Minas Gerais.

3.1.1.4.5 EDUCAÇÃO

Neste tópico são apresentados os principais indicadores relacionados ao sistema educacional e à taxa de escolaridade nos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas. O acesso da população à educação é um importante fator na qualidade de vida, determinando, dentre outras coisas, qualificações de acesso à renda e ao emprego, aumentando a resiliência a um processo de vulnerabilidade social.

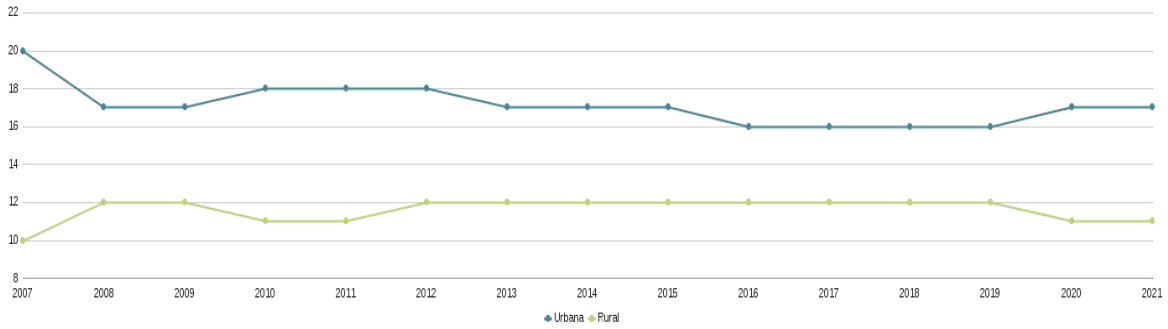
a) Rede de Ensino da Educação Básica e Número de Matrículas

Conforme dados do Censo Escolar do INEP, apresentados na **Tabela 3-35** , a rede de ensino da educação básica (compreende o ensino infantil, o ensino fundamental e o ensino médio) em Brumadinho era composta por 28 escolas em 2021, sendo 17 na área urbana e 11 na área rural. Num período de 14 anos (2007 a 2021) esta rede oscilou entre 28 e 30 escolas, sendo que, desde de 2016, foram mantidas 28 unidades (**Figura 3-20**). Em Igarapé estavam disponíveis também 28 escolas, mas todas na área urbana. O quantitativo de escolas no município variou entre 30 e 24 escolas no período de 2007 a 2021, sendo que nos últimos quatro anos o número de escolas não teve alteração e manteve-se em 28. O município, desde 2013, não conta com escola na área rural, segundo informações do Censo Escolar. Já em São Joaquim de Bicas havia 19 escolas em 2021 (uma na área rural), número que se manteve estável desde 2017. Entre 2007 e 2021, o número de estabelecimentos de ensino não tiveram muita variação na localidade, oscilando entre 19 e 20 escolas. Na **Figura 3-20** é a presentado o comportamento do número de escolas nos municípios analisados entre 2007 e 2021.

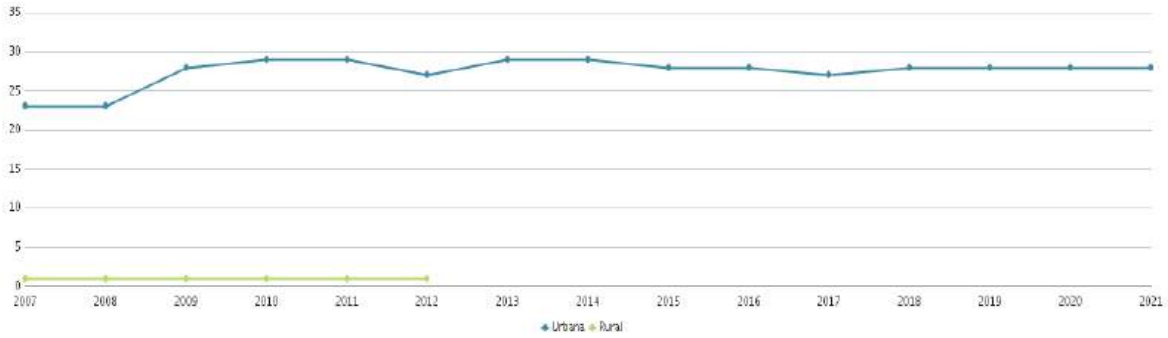
Tabela 3-35 – Número de escolas nos municípios da Área de Estudo, por localização –2021

ANO	BRUMADINHO			IGARAPÉ			SÃO JOAQUIM DE BICAS		
	URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL
2021	17	11	28	28	0	28	18	1	19

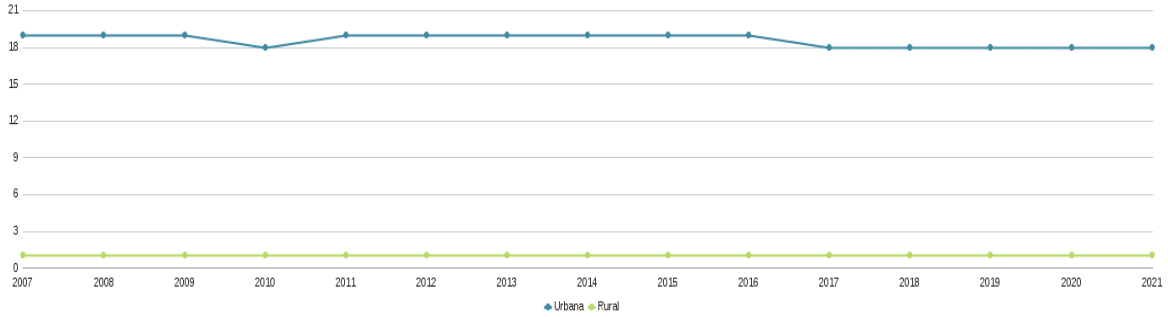
Fonte: INEP, Censo Escolar - 2021. Data de Atualização: 10/08/2022.



Brumadinho



Igarapé



São Joaquim de Bicas

Figura 3-20 – Número de unidades de ensino da Educação Básica nos municípios da Área de Estudo, 2007 a 2021. **Fonte:** INEP, Censo Escolar - 2021. Data de Atualização: 10/08/2022.

Com relação à rede de ensino nos municípios, o Censo Escolar registrou, em 2020, 7.655 alunos matriculados em Brumadinho, 10.875 em Igarapé e 6.948 em São Joaquim de Bicas, somando 25.490 matrículas nos três municípios. O ensino fundamental é o ciclo que agregou o maior número de estudantes, respondendo por 14.931 matrículas nos três municípios, o que representou 58,6% do total de alunos matriculados. Esse percentual foi ligeiramente superior em São Joaquim de Bicas: Brumadinho (58,6%), Igarapé (57,5%) e São Joaquim de Bicas (60,3%) (**Tabela 3-36** e **Tabela 3-37**). De forma geral, no Brasil, há dificuldades na trajetória escolar dos estudantes, na qual o componente socioeconômico é relevante (evasão do ensino

médio por falta de perspectivas e/ou para realizar trabalho remunerado, migração do ensino regular para o EJA etc.), com queda no número de matriculas do ensino regular principalmente nas faixas etárias acima de 15 anos.

Com relação ao ensino técnico e profissionalizante, existem entidades que ofertam tais cursos apenas Brumadinho, onde foram registradas 2019 matrículas no total, no ano de 2020. Merece destaque o número de alunos matriculados no EJA, o que indica que adultos possam estar voltando a estudar ou migrando do ensino regular para o EJA (375 matrículas no ensino fundamental e 586 no ensino médio, correspondendo a 3,8% do total de matrículas). Em relação à Educação Especial, foram totalizadas 744 matriculas, considerando todos os níveis de ensino. A Educação Especial respondeu por 2,9% do total de matrículas nos municípios em 2020.

Por fim, cabe mencionar a distribuição percentual similar das matrículas entre os níveis de ensino nos três municípios em estudo. A despeito disso, algumas diferenças específicas entre os municípios são percebidas: o menor percentual de matrículas em creches em São Joaquim de Bicas e o menor percentual de alunos no EJA em Brumadinho.

Tabela 3-36 – Número de matrículas, por nível de ensino – Municípios da Área de Estudo, 2020

NÍVEL DE ENSINO			BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	TOTAL
Ensino Regular	Educação Infantil	Creche	588	843	373	1.804
		Pré-Escola	933	1.186	767	2.886
	Ensino Fundamental	Anos Iniciais	2.485	3.441	2.238	8.164
		Anos Finais	2.002	2.811	1.954	6.767
	Ensino Médio		1.124	1.748	1.073	3.945
Educação Profissional	Técnica de Nível Médio		219	0	0	219
Educação de Jovens e Adultos (EJA)	Fundamental		12	135	228	375
	Ensino Médio		71	355	160	586
Educação Especial (alunos de	Educação Infantil	Creche	1	11	5	17
		Pré-Escola	10	36	9	55

NÍVEL DE ENSINO			BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	TOTAL
escolas especiais, classes especiais e incluídos)	Ensino Fundamental	Anos Iniciais	105	128	40	273
		Anos Finais	41	115	49	205
	Ensino Médio		15	48	37	100
	Técnica de Nível Médio		2	0	0	14
	EJA	Fundamental	47	13	12	72
		Ensino Médio	0	5	3	8
Total			7.655	10.875	6.948	25.490

Fonte: INEP, Censo Escolar - 2020. Data de Atualização: 10/08/2022.

Tabela 3-37 – Distribuição percentual do número de matrículas, por nível de ensino – Municípios da Área de Estudo, 2020

NÍVEL DE ENSINO			BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	TOTAL
Ensino Regular	Educação Infantil	Creche	7,7%	7,8%	5,4%	7,1%
		Pré-Escola	12,2%	10,9%	11,0%	11,3%
	Ensino Fundamental	Anos Iniciais	32,5%	31,6%	32,2%	32,0%
		Anos Finais	26,2%	25,8%	28,1%	26,5%
	Ensino Médio		14,7%	16,1%	15,4%	15,5%
Educação Profissional	Técnica de Nível Médio		2,9%	0,0%	0,0%	0,9%
Educação de Jovens e Adultos (EJA)	Fundamental		0,2%	1,2%	3,3%	1,5%
	Ensino Médio		0,9%	3,3%	2,3%	2,3%
		Creche	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%

NÍVEL DE ENSINO			BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	TOTAL
Educação Especial (alunos de escolas especiais, classes especiais e incluídos)	Educação Infantil	Pré-Escola	0,1%	0,3%	0,1%	0,2%
	Ensino Fundamental	Anos Iniciais	1,4%	1,2%	0,6%	1,1%
		Anos Finais	0,5%	1,1%	0,7%	0,8%
	Ensino Médio		0,2%	0,4%	0,5%	0,4%
	Técnica de Nível Médio		0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
	EJA	Fundamental	0,6%	0,1%	0,2%	0,3%
		Ensino Médio	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Total			100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: INEP, Censo Escolar - 2020. Data de Atualização: 10/08/2022.

O ensino fundamental é gerido, em grande parte, pelo poder público municipal, assim como a Educação Infantil, ou seja, a educação básica, em seus anos iniciais, é responsabilidade principalmente da administração pública municipal (embora não exclusivamente, como mostra a **Tabela 3-38** e a **Tabela 3-39**). O ensino médio, por sua vez, é de responsabilidade do Estado e também conta com unidades geridas pela rede privada. O EJA é oferecido principalmente pelo poder público estadual, embora nos municípios analisados há também oferta de vagas pelos municípios. A educação profissional, majoritariamente, é ofertada pela rede de ensino federal, através das instituições do governo. Em relação à Educação Especial, há maior número de matriculas na rede privada. Chama atenção que não há oferta de matriculas para a rede de ensino básica pela esfera federal.

De acordo com os dados apresentados na **Tabela 3-38** e **Tabela 3-39**, considerando todos os níveis de ensino, a esfera municipal é responsável pelo maior número de matrículas em Brumadinho e São Joaquim de Bicas, respondendo, respectivamente, por 72,1% e 54,7% do total de matrículas. Em Igarapé a esfera estadual tem maior participação, o que não é usual (48,6%).

Tabela 3-38 – Número de matrículas, por dependência administrativa – Municípios da Área de Estudo, 2020

MUNICÍPIO	ESFERA	EDUCAÇÃO INFANTIL	ENSINO FUNDAMENTAL	ENSINO MÉDIO	EDUCAÇÃO PROFISSIONAL	EJA	EDUCAÇÃO ESPECIAL	TOTAL
Brumadinho	Estadual	0	0	1.012	60	71	13	1.156
	Federal	0	0	0	0	0	0	0
	Municipal	1.379	4.013	0	0	12	115	5.519
	Privada	142	474	112	159	0	93	980
	Total	1.521	4.487	1.124	219	83	221	7.655
Igarapé	Estadual	0	3.004	1.654	0	456	173	5.287
	Federal	0	0	0	0	0	0	0
	Municipal	1.850	2.798	0	0	33	151	4.832
	Privada	179	450	94	0	1	32	756
	Total	2.029	6.252	1.748	0	490	356	10.875
São Joaquim de Bicas	Estadual	0	1.399	1.065	0	377	82	2.923
	Federal	0	0	0	0	0	0	0
	Municipal	1.076	2.640	0	0	11	73	3.800
	Privada	64	153	8	0	0	0	225

MUNICÍPIO	ESFERA	EDUCAÇÃO INFANTIL	ENSINO FUNDAMENTAL	ENSINO MÉDIO	EDUCAÇÃO PROFISSIONAL	EJA	EDUCAÇÃO ESPECIAL	TOTAL
	Total	1.140	4.192	1.073	0	388	155	6.948
Total		4.690	14.931	3.945	219	961	732	25.478

Fonte: INEP, Censo Escolar - 2021. Data de Atualização: 10/08/2022.

Tabela 3-39 – Distribuição percentual do Número de matrículas, por dependência administrativa – Municípios da Área de Estudo, 2020

MUNICÍPIO	ESFERA	EDUCAÇÃO INFANTIL	ENSINO FUNDAMENTAL	ENSINO MÉDIO	EDUCAÇÃO PROF.	EJA	EDUCAÇÃO ESPECIAL	TOTAL
Brumadinho	Estadual	0,0%	0,0%	90,0%	27,4%	85,5%	5,9%	15,1%
	Federal	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Municipal	90,7%	89,4%	0,0%	0,0%	14,5%	52,0%	72,1%
	Privada	9,3%	10,6%	10,0%	72,6%	0,0%	42,1%	12,8%
	Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Igarapé	Estadual	0,0%	48,0%	94,6%	0,0%	93,1%	48,6%	48,6%
	Federal	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Municipal	91,2%	44,8%	0,0%	0,0%	6,7%	42,4%	44,4%
	Privada	8,8%	7,2%	5,4%	0,0%	0,2%	9,0%	7,0%
	Total	100,0%	100,0%	100,0%	0,0%	100,0%	100,0%	100,0%
São Joaquim de Bicas	Estadual	0,0%	33,4%	99,3%	0,0%	97,2%	52,9%	42,1%
	Federal	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Municipal	94,4%	63,0%	0,0%	0,0%	2,8%	47,1%	54,7%
	Privada	5,6%	3,6%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	3,2%
	Total	100,0%	100,0%	100,0%	0,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: INEP, Censo Escolar - 2021. Data de Atualização: 10/08/2022.

As figuras a seguir ilustram unidades educacionais existentes na sede municipal de Igarapé.

Figura 3-21 – Unidades de graduação e ensino à distância em igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022

Figura 3-22 – Escola Estadual em Igarapé**. Fonte:** Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022

b) Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb)

O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) é o principal indicador da qualidade da educação básica no Brasil. Para fazer essa medição, o Ideb utiliza uma escala que vai de 0 a 10. A meta para o Brasil era alcançar a média 6,0 até 2021, patamar educacional correspondente ao de países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), como Estados Unidos, Canadá, Inglaterra e Suécia.

Criado pelo Instituto Nacional de Pesquisa Educacional Anísio Teixeira (Inep), o Ideb sintetiza em um único indicador dois conceitos importantes para aferir a qualidade do ensino no país: fluxo, que representa a taxa de aprovação dos alunos, e aprendizado, que corresponde ao resultado dos estudantes no Saeb (Sistema de Avaliação da Educação Básica), aferido pela Prova Brasil, avaliação censitária do ensino público, e pela Aneb, avaliação amostral do Saeb.

Um dos objetivos do Plano Nacional de Educação é reduzir a zero a desigualdade observada no Ideb entre estados e municípios brasileiros. Para isso são projetadas metas intermediárias para cada estado e município, tendo como ponto de partida o Ideb inicial destas unidades em 2005 e, como meta de longo prazo, a convergência entre as redes, que devem alcançar uma mesma média no Ideb, 9,9 (2096 foi o ano projetado para alcance dessa meta).

O Ideb referente ao Ensino Fundamental (Anos Iniciais) ofertado pelos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas apresentou, em linhas gerais, aumento entre os anos de 2007 e 2019, conforme mostra a **Tabela 3-40**. Observe que a meta

do Ideb – Anos Iniciais não foi atingida em 2019, último ano com informação disponível do índice, por nenhum dos três municípios, sendo que nos anos anteriores, ela foi ultrapassada em vários momentos (as notas que superaram ou se igualaram à meta do ano são apresentadas na célula em verde).

Já o Ideb- Anos Finais teve pior desempenho, tendo alcançado a meta apenas em 2017, no município de Brumadinho (**Tabela 3-41**). Não constavam informações sobre o Ideb-Anos Finais para Igarapé, possivelmente por apenas a rede estadual ofertar este nível de ensino.

Tabela 3-40 – IDEB – Ensino Fundamental da Rede municipal (Anos iniciais) observado e projetado nos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas – 2017 e 2019.

MUNICÍPIO	NOTAS IDEB - REDE MUNICIPAL - ANOS INICIAIS						
	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019
Brumadinho	4,9	5,4	6,0	6,1	6,5	6,4	6,7
Igarapé	4,6	5,4	5,6	6,1	6,0	6,4	6,1
São Joaquim de Bicas	3,9	4,8	5,0	5,8	5,7	6,2	5,3
MUNICÍPIO	**METAS IDEB - REDE MUNICIPAL - ANOS INICIAIS**						
	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019
Brumadinho	5,1	5,4	5,8	6,1	6,3	6,5	6,8
Igarapé	4,9	5,2	5,6	5,8	6,1	6,3	6,5
São Joaquim de Bicas	4,3	4,6	5,0	5,3	5,6	5,8	6,1

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP - 2019.

Tabela 3-41 – IDEB – Ensino Fundamental da Rede Municipal (Anos Finais) observado e projetado nos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas – 2017 e 2019.

MUNICÍPIO	NOTAS IDEB - REDE MUNICIPAL - ANOS INICIAIS						
	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019
Brumadinho	4,7	4,5	-	4,6	5,2	5,4	5,3
São Joaquim de Bicas	4,3	4,2	4,0	4,0	4,2	4,3	4,1
MUNICÍPIO	**METAS IDEB - REDE MUNICIPAL - ANOS INICIAIS**						
	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019
Brumadinho	4,5	4,6	4,9	5,3	5,6	5,8	6,1
São Joaquim de Bicas	-	4,4	4,6	5,0	5,3	5,5	5,8

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP - 2019.

c) Nível de Escolaridade da População Adulta e Analfabetismo

Com relação ao nível de escolaridade da população com 25 anos ou mais de idade nos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas, apresenta-se na **Tabela 3-42** o percentual da população com ensino médio completo ou superior completo. A aquisição minimamente do ensino médio completo garante qualificações de acesso às oportunidades de emprego e renda, e de acesso, de forma crítica, ao conhecimento e informações.

Na área de estudo, apenas 32,0% dos moradores de 25 anos ou mais de Brumadinho, 26,3% de Igarapé e 22,3% de São Joaquim de Bicas possuíam o nível médio completo em 2010. Houve grande melhoria em relação à 2000, e são indicadores superiores ao do Brasil, mas ainda assim limitados. Como também é indicado na **Tabela 3-42**, o percentual de população adulta com ensino superior completo era muito baixo em 2010, especialmente em Igarapé (5,4%) e São Joaquim de Bicas (2,2%), municípios com percentual inferior ao do Brasil.

Tabela 3-42 – População adulta (25 anos ou mais) com ensino médio ou superior nos municípios da Área de Estudo – 2000 e 2010.

TERRITORIALIDADES	% DE 25 ANOS OU MAIS DE IDADE COM ENSINO MÉDIO COMPLETO 2000	% DE 25 ANOS OU MAIS DE IDADE COM ENSINO MÉDIO COMPLETO 2010	% DE 25 ANOS OU MAIS DE IDADE COM ENSINO SUPERIOR COMPLETO 2000	% DE 25 ANOS OU MAIS DE IDADE COM ENSINO SUPERIOR COMPLETO 2010
Brumadinho	21,0	32,0	4,6	12,1
Igarapé	12,2	26,3	1,7	5,4
São Joaquim de Bicas	9,2	22,3	1,3	3,3
Brasil	23,5	35,8	6,8	11,3

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2020.

Por fim, são apresentadas informações sobre a taxa de analfabetismo da população adulta (25 anos ou mais) e de 15 anos ou mais, as quais refletem os segmentos sociais mais vulneráveis da população em termos de acesso à educação e, por conseguinte, às oportunidades de acesso à renda.

Como pode ser visto na **Tabela 3-43**, observa-se a diminuição da taxa de analfabetismo de pessoas com “25 anos ou mais” ou de “15 anos ou mais” de idade nos municípios em estudo. Em 2000, 12,7% da população de Brumadinho acima de 25 anos de idade era analfabeta. Já em 2010, o índice registrado foi de 8,0%, estando abaixo do índice do Brasil (11,8%). A comparação com o indicador de analfabetismo que abrange também a população entre 15 e 25 anos, mostra que a taxa de analfabetismo que cobre o universo de 25 anos ou mais é maior, indicando que o analfabetismo tende a ser superior em faixas etárias mais elevadas.

Em Igarapé, a taxa de analfabetismo também apresentou queda entre 2000 e 2010. Em 2000 o município apresentava taxa de analfabetismo de 15,5%. Em 2010, 9,2% da população adulta, ou seja, de 25 anos ou mais, era analfabeta, taxa essa abaixo da média do Brasil (11,8%).

Em São Joaquim de Bicas, o mesmo comportamento de melhoria nos indicadores educacionais é observado, apresentando evolução positiva entre 2000 e 2010, passando de 18,9%, valor mais elevado entre os três municípios, para 11,0% da população adulta, percentual ainda bastante alto, próximo à realidade brasileira.

Tabela 3-43 - Taxa de Analfabetismo (em %) nos municípios da Área de Estudo e Brasil – 2000 e 2010.

TERRITORIALIDADES	TAXA DE ANALFABETISMO - 25 ANOS OU MAIS DE IDADE 2000	TAXA DE ANALFABETISMO - 25 ANOS OU MAIS DE IDADE 2010	TAXA DE ANALFABETISMO - 15 ANOS OU MAIS DE IDADE 2000	TAXA DE ANALFABETISMO - 15 ANOS OU MAIS DE IDADE 2010
Brumadinho	12,7	8,0	10,1	6,4
Igarapé	15,5	9,2	11,9	7,3
São Joaquim de Bicas	18,9	11,0	14,0	8,7
Brasil	16,8	11,8	13,6	9,6

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2000 e 2010.

3.1.1.4.6 ASSISTÊNCIA SOCIAL

O programa Bolsa Família (PBF) é um programa de transferência de renda que beneficiou famílias em situação de pobreza e pobreza extrema. Os valores dos benefícios variavam de acordo com o perfil de cada família, considerando a renda mensal da família por pessoa, o número de crianças e adolescentes de até 17 anos, de gestantes e de componentes da família. A seleção das famílias é realizada a partir das informações registradas pelo município no Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (CadÚnico).

O CadÚnico é um registro que permite ao governo saber quem são e como vivem as famílias de baixa renda no Brasil. Ele foi criado pelo Governo Federal, mas é operacionalizado e atualizado pelas prefeituras. A inscrição no CadÚnico é uma exigência para que as famílias e pessoas participem de vários programas sociais. Cada programa tem uma exigência diferente, mas o primeiro passo é ter o cadastro atualizado.

Conforme apontada na **Tabela 3-44**, o município de Brumadinho, segundo o Ministério da Cidadania, registrou 4.734 famílias no CadÚnico em outubro de 2021, das quais 1.342 eram beneficiárias do PBF, ou seja, 28,35% das famílias inscritas no CadÚnico foram beneficiadas pelo programa. O valor total de repasse do Bolsa

Família transferido pelo governo federal em benefícios às famílias atendidas alcançou R$ 202.298,00 em janeiro de 2022. Por sua vez, para o caso do município de Igarapé, os repasses referentes ao PBF no mês de janeiro de 2022 somaram R$ 482.525,00 beneficiando as 2.548 famílias inscritas no programa, 38,65% das 6.593 famílias igarapeenses registradas no CadÚnico.

Finalmente, a **Tabela 3-44** mostra que, para o município de São Joaquim de Bicas, houve 6.873 famílias inscritas no CadÙnico, das quais 2.308, isto é 33,58%, são beneficiárias do PBF. Ainda conforme os dados apresentados, os repasses do PBF ao município no mês de janeiro de 2022 somaram o montante de R$ 473.018,00.

Observa-se ainda o número de famílias em situação de pobreza (renda mensal por pessoa entre R$89,01 até R$178,00) e extrema pobreza (renda mensal por pessoa de até R$89,00) nos municípios analisados, segundo o CadÚnico (dados de outubro de 2021). Para todos os municípios da AER, o número de famílias em situação de pobreza extrema é superior ao contingente de famílias em situação de pobreza. Numericamente, esses valores são de 8.452 famílias em situação de pobreza extrema (1.525 em Brumadinho, 3.259 em Igarapé e 3.668 em São Joaquim de Bicas), ao passo que se registram 1.977 famílias em situação de pobreza.

Tabela 3-44 - Indicadores do Programa Bolsa Família e cadastro Único nos municípios da Área de Estudo – Janeiro de 2022

INDICADORES DO PBF	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS
Famílias Inseridas no Cadastro Único	4.734	6.593	6.873
Famílias inscritas no PBF	1.342	2.548	2.308
Famílias em situação de pobreza segundo o Cadastro Único	1.525	3.259	3.668
Pessoas em situação de pobreza extrema segundo o Cadastro Único	582	762	633
% das pessoas em situação de pobreza e pobreza extrema em relação ao total da população estimada	44%	61%	62%
Montante repassado pelo PBF (janeiro de 2022)	R$ 202.298,00	R$ 482.525,00	R$ 473.018,00

Fonte: Painel Dados Abertos da Matriz de Informações Sociais. Ministério do Desenvolvimento Social, 2022.

Por fim, em termos de equipamentos da rede socioassistencial do Sistema Único de Assistência Social (SUAS), segundo Relatório de Informações do MDS de julho de 2022, Brumadinho conta com dois Centro de Referência da Assistência Social (CRAS) e um Centro de Referência Especializado em Assistência Social (CREAS). Igarapé

possui cinco CRAS e um CREAS. Já São Joaquim de Bicas possui dois CRAS e um CREAS.

O CREAS é uma unidade pública da Assistência Social que atende pessoas que vivenciam situações de violações de direitos ou de violências. Uma pessoa será atendida no CREAS, entre outras situações, por sofrer algum tipo de assédio, de discriminação, de abuso, de violência ou por demandar cuidados específicos em razão da idade ou deficiência.

O CRAS é unidade pública de atendimento à população onde são oferecidos os serviços de Assistência Social. Lá o cidadão pode fazer o Cadastro Único; ter orientação sobre os benefícios sociais; ter orientação sobre seus direitos; pedir apoio para resolver dificuldades de convívio e de cuidados com os filhos; fortalecer a convivência com a família e com a comunidade; ter acesso a serviços, benefícios e projetos de assistência social; ter apoio e orientação sobre o que fazer em casos de violência doméstica e obter orientação sobre outros serviços públicos.

Durante os levantamentos de campo, foi feito um contato com a coordenadora do CRAS Igarapé, vinculada à Secretaria de Defesa Civil e Promoção Social, que repassou as informações a respeito da atuação do CRAS no município. Cada unidade do CRAS é composta por uma equipe que conta com 1 assistente social, 1 psicólogo, 1 administrativo, 1 auxiliar de serviços, 1 educador social e 1 estagiário. Além dessa equipe fixa, existe a equipe de oficineiros (pintura em tecido, artesanato, aulas música e danças, teatro, bem estar, bordados, horta orgânica comunitária). Foi informado que a horta orgânica comunitária foi feita em parceria com a Morro do Ipê, no CRAS Fernão Dias, tendo sido apresentado o projeto no ano de 2021 pela coordenadora e aprovado para execução pela Morro do Ipê.

A área de atuação do CRAS em Igarapé é voltada ao serviço de convivência e fortalecimento de vínculos. São atendidas cerca de 100 crianças, com perfil de vínculos familiares violados (problemas com pais) e o atendimento é feito por um educador social, que trabalha todas as formas de fortalecimento de vínculos, vinculado à reconstrução familiar.

A referência para o atendimento à área de estudo local do empreendimento em tela é o CRAS Resplendor, que atende desde o bairro Cidade Nova até o Maracanã. Como a Unidade Resplendor é distante dessa região, existe o CRAS Itinerante para atendimento à população da área de estudo, em que é feito o deslocamento de uma equipe (ass. social, psicólogo, profissional TI, motorista do trailer e coordenadora) uma vez por semana (quarta-feira), em escala por regional. A média de atendimento é de uma vez por mês na região da área de estudo local.

Conforme ressaltado pela entrevistada, a região da área de estudo local é marcada por situações de vulnerabilidade das famílias residente (ausência ou baixa renda, dependência de auxílios governamentais, pais alcoólatras e usuários de drogas, mães com muito filhos). A região possui carências de infraestrutura, com presença de ruas sem asfaltamento, habitações precárias, além da situação psicológica devido ao medo pelo risco de rompimento da barragem (especialmente após o caso de

Brumadinho), tendo em vista a proximidade da região com a barragem de rejeitos existente, que atendia às operações da Morro do Ipê. As figuras a seguir ilustram uma Unidade do CRAS existente na sede municipal de Igarapé.

Figura 3-23 – Unidade de CRAS "Casa de Família" em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-24 – Unidade de CRAS "Casa de Família" em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Durante os levantamentos feitos em campo, foi identificada a atuação de uma ONG – Organização Não Governamental, na área de assistência social em Igarapé. A ASSECIG – Associação Educativa e Cultural de Igarapé foi criada a partir da necessidade de atuação social junto à população vulnerável residente em Igarapé e já tem 32 anos de atuação no município. A atuação é voluntária e conta com o auxílio de recursos do poder público (por meio de projetos de Lei de Incentivo a Cultura) e também com parcerias com empresas que atuam no município (Usiminas, Fornac, Completa Alimentos).

A atuação é focada na realização de oficinas de musicalização e artes, e cursos profissionalizantes (ex. padaria/escola, SSO – Saúde e Segurança Ocupacional, cuidados de idosos, capacitação, libras). As oficinas e os cursos são ofertados na própria sede da associação e também conta com a atuação de um professor itinerante. O atendimento prioritário é ao público carente e quem tiver interesse pode fazer a inscrição na oficina ou curso desejados. A sede da associação conta com uma biblioteca fixa e também com um veículo que percorre os bairros do município levando a leitura para as crianças, por meio do projeto denominado "Biblioteca Itinerante". A média de frequência é de 250 a 300 alunos mensalmente e a realização das atividades é diária (segunda a sexta). Foi destacado que a ASSECIG realiza eventos comemorativos e eventos para captação de recursos, bem como doações diversas que são oferecidas. As figuras a seguir ilustram a sede da ASSECIG, e os espaços, instalada na sede municipal de Igarapé.

Figura 3-25 – Sede da ASSECIG em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022

Figura 3-26 – Biblioteca da ASSECIG. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022

Figura 3-27 – Sede da ASSECIG em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022

Figura 3-28 – Biblioteca itinerante (kombi) da ASSECIG. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

3.1.1.4.7 SEGURANÇA PÚBLICA

Com relação à infraestrutura de segurança pública nos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas, de acordo com dados disponibilizados pelo IPEA, são apresentados os indicadores relacionados à segurança pública nos municípios. A **Tabela 3-45** a seguir mostra a relação das taxas de homicídios e de vítimas de acidentes de trânsito por 100.000 habitantes.

Conforme se verifica, os municípios apresentaram tendências de redução na taxa homicídios, entretanto, São Joaquim de Bicas se destaca com um número mais elevado de homicídios por 100.000 habitantes, que variou de 83,85 para 28,00. Por outro lado, observa-se que no ano de 2020 os municípios de Brumadinho e Igarapé apresentaram crescimento em suas taxas de homicídios.

Tabela 3-45 - Taxa de homicídio e vítimas de acidente de trânsito nos municípios da Área de Estudo – 2014 a 2017

VARIÁVEL	MUNICÍPIO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Taxa de Homicídios	Brumadinho	32,16	13,21	23,45	17,99	7,59	4,99	17,21
	Igarapé	46,1	52,8	37,07	38,63	33,14	16,26	20,54
	São Joaquim de Bicas	83,85	72,01	53,92	65,83	48,4	28,5	28
Vítimas de Acidentes de Trânsito	Brumadinho	10,72	7,92	10,42	5,14	20,24	14,96	4,92
	Igarapé	25,61	22,63	17,3	19,31	14,2	2,32	9,13
	São Joaquim de Bicas	6,99	20,57	-	13,17	12,91	22,17	6,22

Fonte: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2022.

Para complementar a análise sobre as condições da segurança pública na área de estudo, incluiu-se a **Tabela 3-46** que apresenta a taxa de crimes violentos contra o patrimônio por 100.000 habitantes e contingente habitantes por policiais militares para cada município da AER. Tais dados, que compões a dimensão de avaliação da segurança pública do Índice Mineiro de Responsabilidade Social, são disponibilizados pela Fundação João Pinheiro (FJP), têm intuito de abordar a situação da criminalidade nos municípios e o aparato policial militar existente em cada município mineiro. Assim, no tocante aos crimes violentos contra o patrimônio, que envolvem algum tipo de violência (como agressão física) ou grave ameaça (como uso de arma de fogo) para a subtração de determinado bem, a **Tabela 3-46** mostra que, entre os anos de 2010 e 2016, houve crescimento das ocorrências em todos os municípios da AER; ao passo que, no ano de 2018, os registros apresentaram decrescimento nos municípios em estudo.

Por outro lado, ao se verificar o aparato policial na área de estudo, observa-se que os municípios de Brumadinho e São Joaquim de Bicas tiveram redução no seu contingente policial seu contingente até o ano de 2016, quando o indicador de população por policial militar chegou a seu pico de, respectivamente, 878,8 e 1.088,2 habitantes por policial militar. Já no ano de 2018, os dados apresentados pela FJP mostram que houve melhora nas condições locais, de modo que o indicador de habitantes por policial militar reduziu. Já no caso do município de Igarapé apresentou sucessivas melhoras no seu indicador de aparato policial, de forma que ao longo do período de 2010 a 2018 o número de habitantes por policial militar se reduziu em 29,44%. Não obstante, ao se avaliar a eficiência da medida de aumento no contingente policial local, observa-se que o município de Igarapé passou por quedas sucessivas na taxa de homicídios e na taxa vítimas de acidentes veiculares, mas os

crimes violentos contra o patrimônio não seguiram essa mesma tendência para o caso do município.

Tabela 3-46 - Taxa de crimes violentos contra o patrimônio e número de habitantes por policial militar nos municípios da Área de Estudo – 2014 a 2020

VARIÁVEL	MUNICÍPIO	2010	2012	2014	2016	2018
Crime violento contra o patrimônio	Brumadinho	48,39	105,08	181,42	202,16	148,34
	Igarapé	308,97	474,14	809,9	918,43	630,86
	São Joaquim de Bicas	248,76	419,81	716,88	828,25	595,18
Número de habitantes por policial militar	Brumadinho	706,99	732,89	814,07	878,8	746,82
	Igarapé	516,35	467,69	436,23	385,5	364,32
	São Joaquim de Bicas	486,21	718,41	1057,6	1088,2	864,14

Fonte: FJP, 2022.

A figura a seguir ilustra a unidade da Polícia Militar na sede municipal de Igarapé.

Figura 3-29 – Unidade da PM em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

3.1.1.4.8 SISTEMA VIÁRIO DE TRANSPORTE

Com relação à infraestrutura viária da região de inserção do empreendimento, os municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas possuem como principal eixo de acesso e ligação as rodovias BR-040 e BR-381.

A BR-040 é o eixo estruturante do vetor sul de expansão metropolitana, passando pelo município de Brumadinho a leste (não passa pela sede deste município).

Já a BR-381 liga Belo Horizonte à São Joaquim de Bicas e Igarapé, sendo a principal rodovia de acesso ao empreendimento. Para chegar à sede de Brumadinho, pela BR-381, é necessário acessar a MG-155, antes de chegar a São Joaquim de Bicas, e, após, a MG-040.

Sobre acesso ferroviário, destaca-se a malha ferroviária sob gestão da MRS que está presente na área de estudo, no município de Brumadinho, onde se situam os terminais de carga denominados de Sarzedo e de Serra Azul.

Em Igarapé, o órgão que regulamenta o trânsito do município é o Departamento de Trânsito e Transportes - Igaratrans. O órgão encontra-se integrado ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT) desde 4 de dezembro de 2017, conforme Portaria nº 261 do Departamento Nacional de Trânsito (Denatran). Segundo o Departamento de Trânsito e Transportes, as infrações de trânsito na área central de Igarapé são as mais diversas possíveis, como: estacionamento em vagas reservadas para idoso e deficiente físico sem uso de credencial; estacionamento em local destinado para carga e descarga fora do horário sinalizado na placa; estacionamento a menos de cinco metros da esquina; estacionamento em frente às farmácias sem o pisca alerta ligado, além de exceder o tempo permitido de no máximo 10 minutos; falta do uso de cinto de segurança; motociclista sem capacete, com a viseira levantada e pilotando de chinelo, dentre outras. Desde outubro de 2018, a Prefeitura de Igarapé municipalizou o Igaratrans. A medida credenciou os agentes do Igaratrans a exercerem todas as atividades que cabem ao policial de trânsito, e isso inclui a aplicação de multas aos motoristas que cometerem atos infracionais no trânsito.

A figura a seguir ilustra a sede do Igaratrans existente na sede municipal de Igarapé.

Figura 3-30 – Unidade da IgaraTrans em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

A Figura 3-31

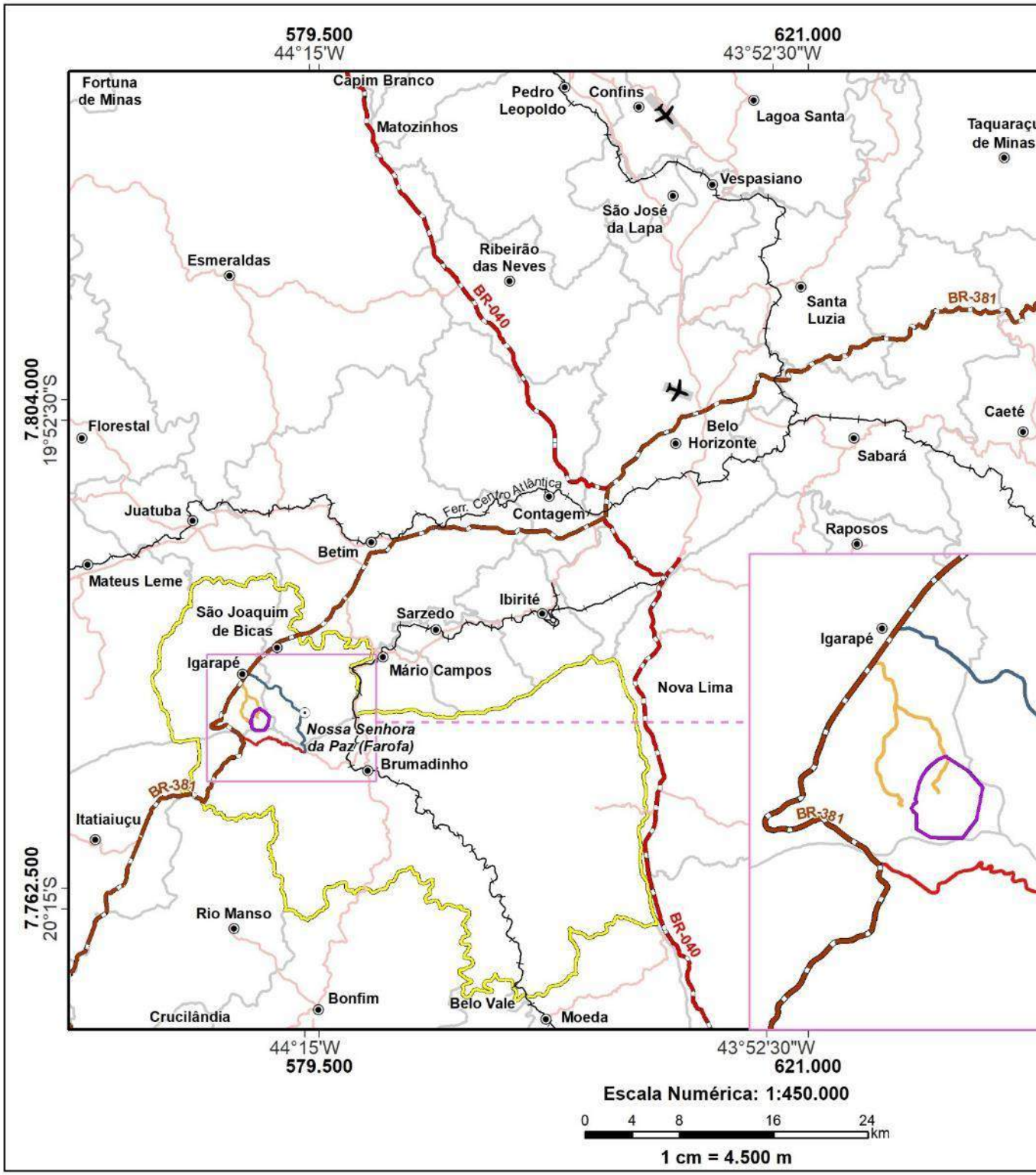


Figura 3-31 a seguir identifica os principais acessos viários e ferroviários que atendem a região de inserção do empreendimento em tela.

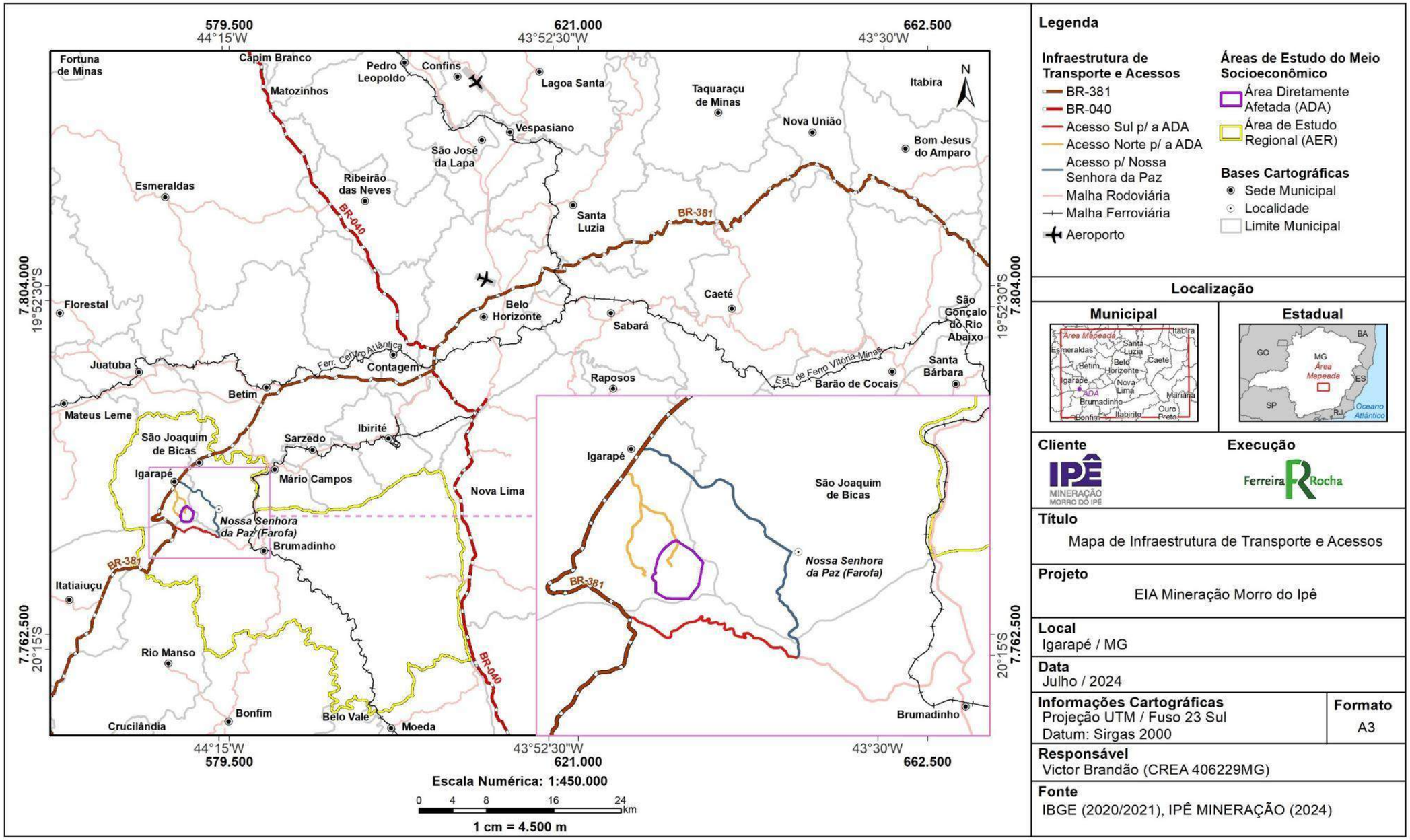


Figura 3-31 – Infraestrutura de Transporte e Acessos da região de inserção do empreendimento.

Fonte: IBGE, 2020 e 2021.

3.1.1.5 DINAMICA ECONÔMICA

3.1.1.5.1 PRODUTO INTERNO BRUTO (PIB)

Um dos indicadores utilizados para apreciar a dinâmica econômica municipal de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas é o Produto Interno Bruto (PIB). Na **Tabela 3-47** é apresentada sua evolução, no período de 2010 a 2019, nos municípios, juntamente com os números referentes à Microrregião de Belo Horizonte, da qual fazem parte, e do estado de Minas Gerais.

Em termos de valor, a produção interna bruta da área de estudo foi de 3.878.402 mil reais em 2019, na qual o destaque é Brumadinho, que respondeu por 64,9% deste total (2.516.233 mil reais), seguido por Igarapé (20,2% do total, ou 782.335 mil reais) e São Joaquim de Bicas (15,0%, o que representou 579.834 mil reais). A área de estudo como um todo respondeu por 2,0% do PIB da Microrregião de Belo Horizonte e por 0,6% do PIB mineiro, em 2019, último ano com informações disponibilizadas dos PIBs municipais (FJP, 2021).

A **Figura 3-32** mostra a trajetória do PIB nos municípios, no período entre 2010 e 2019. São apresentadas duas informações: o PIB nominal, ou seja, a preços correntes, e o PIB real, a preços de 2019. Para o cálculo do PIB real, utilizou-se o deflator do PIB de Minas Gerais, calculado pela Fundação João Pinheiro (o deflator é um índice de preços que mensura os preços médios de todos os bens e serviços incluídos na economia), para ajustar o PIB à inflação. Dessa forma é possível avaliar o aumento da produção de fato, sem interferência dos preços.

O PIB nominal e o real apresentaram comportamento semelhante entre os municípios. No município de Brumadinho, destaque para a grande diminuição do PIB entre 2014 e 2015 (queda do valor nominal de 45,9% e do valor real de 48,0%) que, embora tenha apresentado crescimento nos anos posteriores, não alcançou os valores máximos do período apresentados entre 2011 e 2014.

Já Igarapé e São Joaquim de Bicas mostraram comportamento semelhante do PIB, com queda também iniciada em 2013, mas relativa estabilidade entre 2015 e 2019. Esses dois municípios tem apresentado, de forma geral, comportamento semelhante nos indicadores socioeconômicos analisados, o que está atrelado à interdependência histórica existente entre eles, que formavam um único município até 1995.

Finalizando a análise do PIB é apresentada na **Figura 3-33** e **Figura 3-34** as taxas de crescimento anual nominal e real do produto, considerando os períodos: 2010 a 2014, 2014 a 2019 e todo o período analisado, ou seja, 2010 a 2019. A escolha desses períodos considerou o comportamento cíclico observado no PIB da região apresentado na **Figura 3-32** .

Em relação ao PIB nominal, observam-se taxas de crescimento positivas entre 2010 e 2019, o que é esperado tendo em vista o componente inflacionário. Brumadinho foi o município que mais cresceu na região de estudo (7,3% ao ano, entre 2010 e 2019, superando o crescimento do estado de Minas Gerais, de 7,1% a.a.), segundo de Igarapé (4,8% a.a.) e São Joaquim de Bicas (4,6% a.a.). A fase de recessão na

produção ocorreu entre 2014 e 2019, após o elevado crescimento ocorrido no período anterior. Observe que o dinamismo econômico de Brumadinho condiciona o da Área de Estudo, pela sua representatividade no PIB. O comportamento da produção na área de estudo destoou daquele apresentado na microrregião e no estado no período de 2014 e 2019, sendo negativo na Área de Estudo (-2,8% a.a.) e positivo na microrregião e no estado.

Em termos reais, é possível identificar que a quantidade produzida foi elevada entre 2010 e 2014 na Área de Estudo (8,8% a.a.), sobretudo em Brumadinho (11,7% a.a.), não se sustentando no período de 2014 e 2019 (com queda real de 6,8% a.a.). No período de 2010 a região apresentou aumento do PIB real de 1,4% a.a., relacionado ao aumento da produção ocorrido em Brumadinho (3,1% a.a.), já que Igarapé e São Joaquim de Bicas tiveram queda no PIB real (respectivamente, -1,2% e -1,5%).

Tabela 3-47 – Valor do PIB a preços correntes (mil reais) nos municípios da Área de Estudo, Microrregião de Belo Horizonte e Minas Gerais – 2010 a 2019

ANO	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	TOTAL ÁREA DE ESTUDO	MICRORREGIÃO DE BELO HORIZONTE	MINAS GERAIS
2010	1.335.180	512.940	385.477	2.233.596	123.243.483	351.123.418
2011	2.194.472	795.139	420.396	3.410.007	134.925.753	400.124.687
2012	2.401.988	821.755	447.906	3.671.649	148.386.386	442.282.830
2013	2.966.643	1.095.721	536.542	4.598.905	162.971.250	488.004.903
2014	2.957.648	846.453	532.247	4.336.349	171.440.628	516.633.984
2015	1.601.341	627.706	519.948	2.748.996	169.609.784	519.331.213
2016	1.616.362	673.938	568.278	2.858.577	173.877.748	544.810.468
2017	1.989.457	648.054	602.811	3.240.321	177.625.176	576.375.545
2018	2.584.991	687.022	624.472	3.896.486	184.761.140	614.875.820
2019	2.516.233	782.335	579.834	3.878.402	198.382.541	651.872.684

Fonte: Fundação João Pinheiro, 2021. Consulta realizada em 16/08/2022.

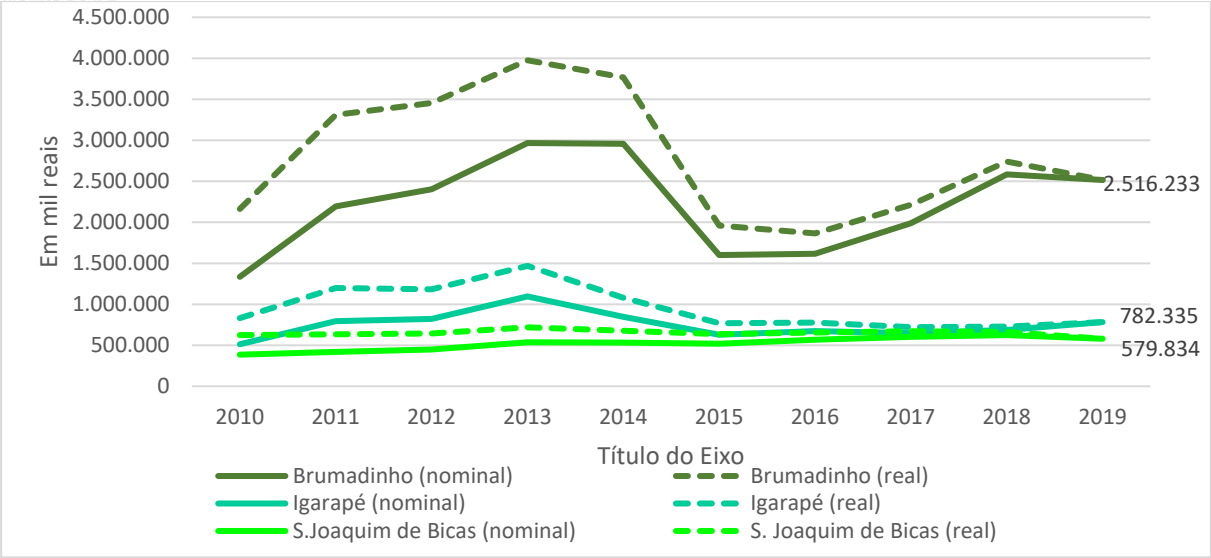
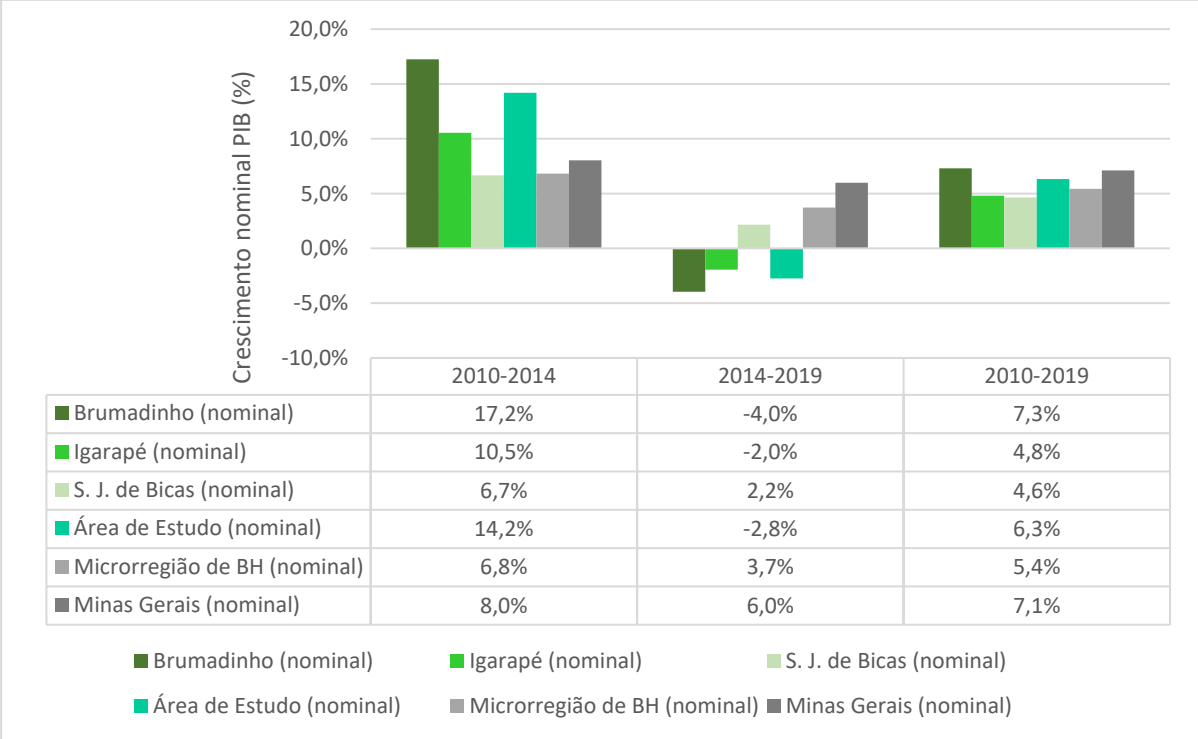
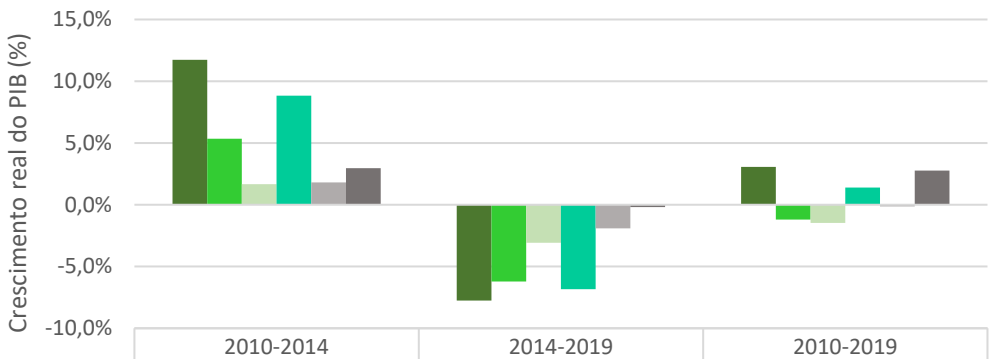


Figura 3-32 – Evolução do valor PIB nominal e real nos municípios da Área de Estudo (em mil reais) – 2010 a 2019. **Fonte**: FJP, 2021. Consulta realizada em 16/08/2022.



	2010-2014	2014-2019	2010-2019
Brumadinho (nominal)	17,2%	-4,0%	7,3%
Igarapé (nominal)	10,5%	-2,0%	4,8%
S. J. de Bicas (nominal)	6,7%	2,2%	4,6%
Área de Estudo (nominal)	14,2%	-2,8%	6,3%
Microrregião de BH (nominal)	6,8%	3,7%	5,4%
Minas Gerais (nominal)	8,0%	6,0%	7,1%

Figura 3-33 – Taxa de crescimento do PIB nominal nos municípios da Área de Estudo, Microrregião e Estado (em %) – 2010 a 2014, 2014 a 2019 e 2010 a 2019. **Fonte**: FJP, 2021. Consulta realizada em 16/08/2022.



	2010-2014	2014-2019	2010-2019
Brumadinho (real)	11,7%	-7,8%	3,1%
Igarapé (real)	5,3%	-6,2%	-1,2%
S. Joaquim de Bicas (real)	1,7%	-3,1%	-1,5%
Área de Estudo (real)	8,8%	-6,8%	1,4%
Microrregião de BH (real)	1,8%	-1,9%	-0,1%
Minas Gerais (real)	3,0%	-0,2%	2,8%

Brumadinho (real) Igarapé (real) S. Joaquim de Bicas (real) Área de Estudo (real) Microrregião de BH (real) Minas Gerais (real)

Figura 3-34 – Taxa de crescimento do PIB real nos municípios da Área de Estudo, Microrregião e Estado (em %) – 2010 a 2014, 2014 a 2019 e 2010 a 2019. **Fonte**: FJP, 2021. Consulta realizada em 16/08/2022.

3.1.1.5.2 SETORES DE ATIVIDADE ECONÔMICA

O município de Brumadinho tem sua principal base econômica sustentada pela atividade da mineração e serviços, muito deles associados à atividade minerária. Outro setor relevante é o turismo, do qual dependem centenas de empreendedores locais. Entre os vários atrativos turísticos, destaque para turismo cultural e ecológico, a exemplo do Parque Estadual da Serra do Rola-Moça, a Serra da Moeda (local de prática de esportes radicais), o circuito turístico de Veredas do Paraopeba, que engloba vários conjuntos paisagísticos e históricos, o distrito de Casa Branca e o Instituto Inhotim.

O rompimento da barragem Mina Córrego do Feijão, em 25 de janeiro de 2019 atingiu área fora do perímetro urbano da sede do Município, mas muito próxima às comunidades de Parque da Cachoeira, Córrego do Feijão, Pires e Cantagalo. O município é atualmente alvo de diversas medidas de reparação aos danos provocados pelo rompimento das barragens da Vale em Brumadinho, as quais foram organizadas, basicamente, em quatro grupos dentro do Acordo Judicial (Programa de Reparação Socioeconômica, Programa de Reparação Socioambiental, Programa de Mobilidade e Programa de Fortalecimento do Serviço Público).

A economia de Igarapé baseia-se, atualmente, na produção de hortifrutigranjeiros, no comércio e transportes. A exploração dos recursos hídricos pela empresa Águas Mineiras Igarapé Ltda também se apresenta como uma importante esfera econômica do município, tornando-se mundialmente conhecida. Além disso, Igarapé encontra-

se em processo de industrialização, somando um considerável número de empresas instaladas. A mineração é outra atividade que se destaca. O município possui também potencial turístico, notadamente o turismo rural e ecoturismo, citando o Conjunto Paisagístico Pedra Grande.

As figuras a seguir ilustram o local utilizado como sede da Associação dos Produtores de Horticultura de Igarapé, importante segmento econômico do município.

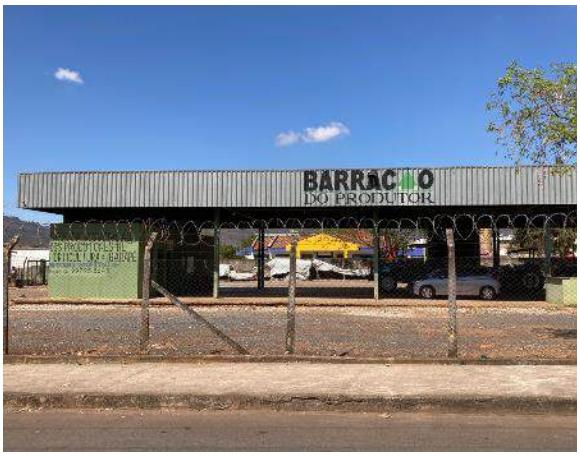


Figura 3-35 – Sede da Associação dos Produtores de Horticultura de Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-36 – Sede da Associação dos Produtores de Horticultura de Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

São Joaquim de Bicas acompanha as dinâmicas características do vetor sudoeste de expansão metropolitana. Seu desenvolvimento industrial deriva de uma polarização que emana da dinâmica do vetor industrial oeste especialmente a partir do eixo da BR-381. A dinâmica industrial no município também responde à expansão da atividade minerária, verificando-se no município a presença de indústrias ligadas à produção de estruturas industriais para a mineração. A atividade agropecuária, como em Brumadinho e Igarapé, também é relevante no município que compõe o cinturão verde de Belo Horizonte e é um importante fornecedor do CEASA, fazendo parte, assim, da rede de abastecimento alimentício da RMBH.

Com relação à participação dos setores da atividade econômica na formação do Valor Adicionado (VA) municipal, observa-se que em Brumadinho a indústria, representada principalmente pela indústria extrativa mineral, foi o principal setor gerador de VA (45,3%) em 2019, seguido de perto pelo segmento de serviços (42,7%). Em Igarapé e São Joaquim de Bicas, o setor de serviços possuiu primazia, representando, respectivamente, 47,6% e 38,7% do VA dessas localidades em 2019. O setor de a administração, defesa, educação e saúde públicas e seguridade social ocupou o segundo lugar setorial na formação do VA em ambos os municípios (26,0% em Igarapé e 28,6% em São Joaquim de Bicas). Considerando o VA produzido na Área

de Estudo, o setor de serviços (participação de 43,1% do VA total) e a indústria (37,0%) foram os mais relevantes. A atividade agropecuária, apesar de sua importância na bacia do Serra Azul, principalmente na horticultura, é pouco representativa em termos de produção de valor agregado, mesmo em Igarapé, produtor tradicional de hortaliças para a RMBH. Estas informações podem ser observadas na **Tabela 3-48**, que apresenta o VA bruto por setor para a Área de Estudo Regional e na **Figura 3-37**, com a composição percentual do VA.

Tabela 3-48 – Valor Adicionado Bruto por Setor Econômico (Em mil reais de 2019) – Municípios da Área de Estudo –2019

SETOR	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	ÁREA DE ESTUDO
Agropecuária	22.008	59.845	32.808	114.661
Indústria	1.041.129	127.311	131.969	1.300.409
Serviços[1]	982.042	337.682	195.228	1.514.953
Administ., def., educ. e saúde públicas e seg. social	255.486	184.678	144.208	584.372
Total	**2.300.665**	**709.516**	**504.214**	**3.514.395**

Fonte: FJP, 2021. Consulta realizada em 16/08/2022. Nota 1. Exclusive administração, defesa, educação e saúde públicas e seguridade social.

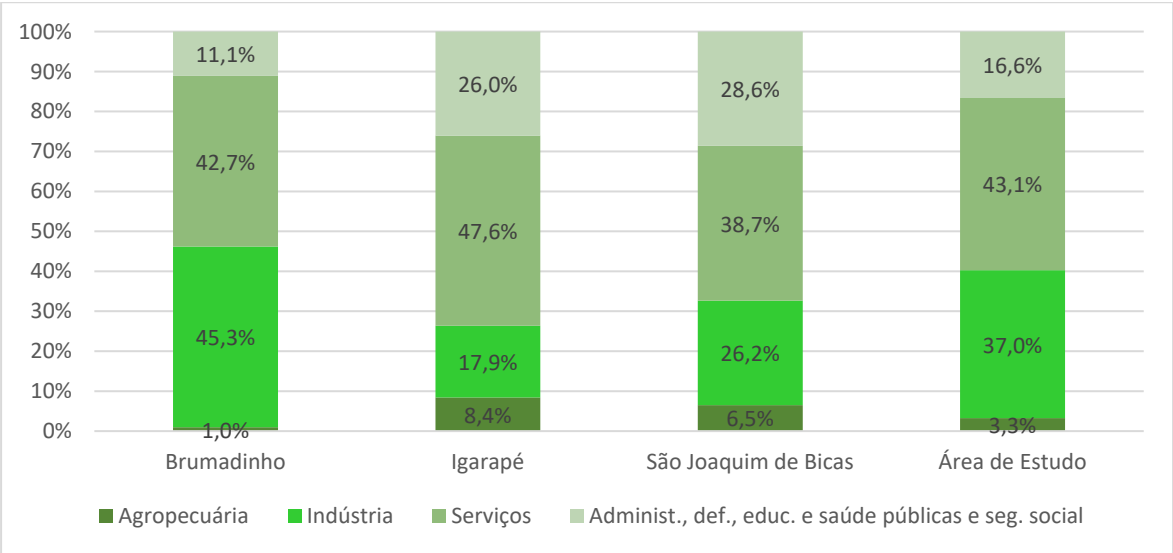
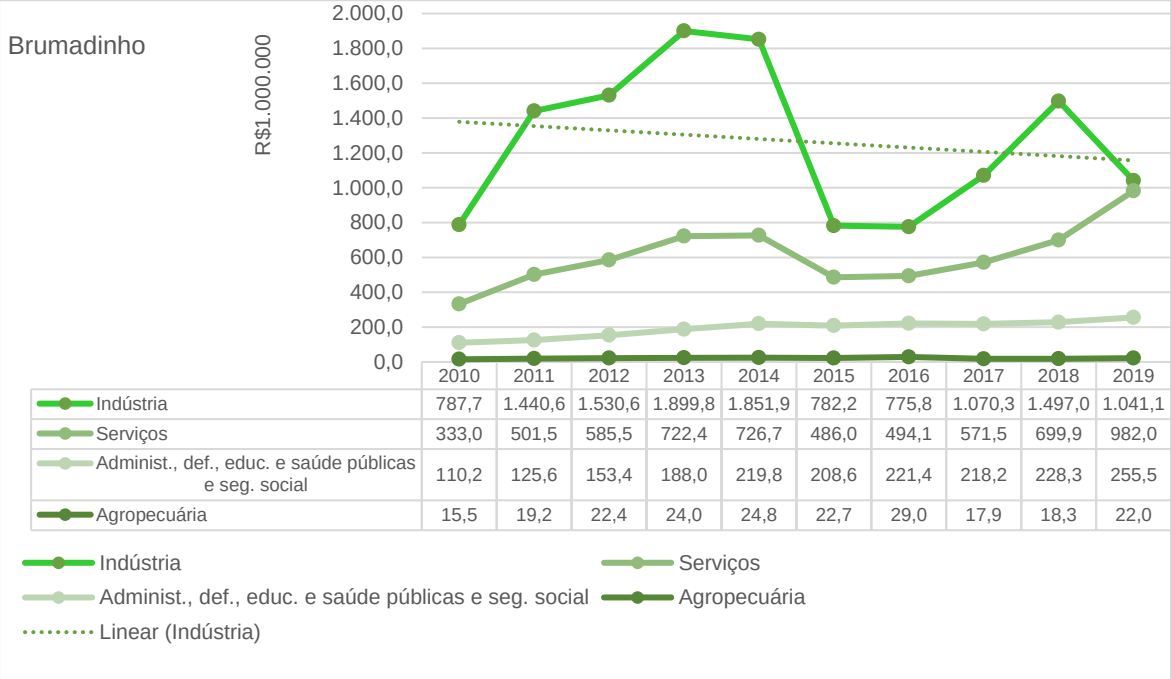


Figura 3-37 – Distribuição Percentual do Valor Adicionado Bruto por Setor Econômico – Municípios da Área de Estudo – 2019. **Fonte**: FJP, 2021. Consulta realizada em 16/08/2022.

Um aspecto relevante da análise do VA é observar como se comportaram os setores econômicos ao longo do tempo. A **Figura 3-38**, **Figura 3-39**, **Figura 3-40** e **Figura**

3-41 mostram o comportamento do Valor adicionado bruto pelos setores econômicos para cada um dos municípios em análise e para a Área de Estudo..

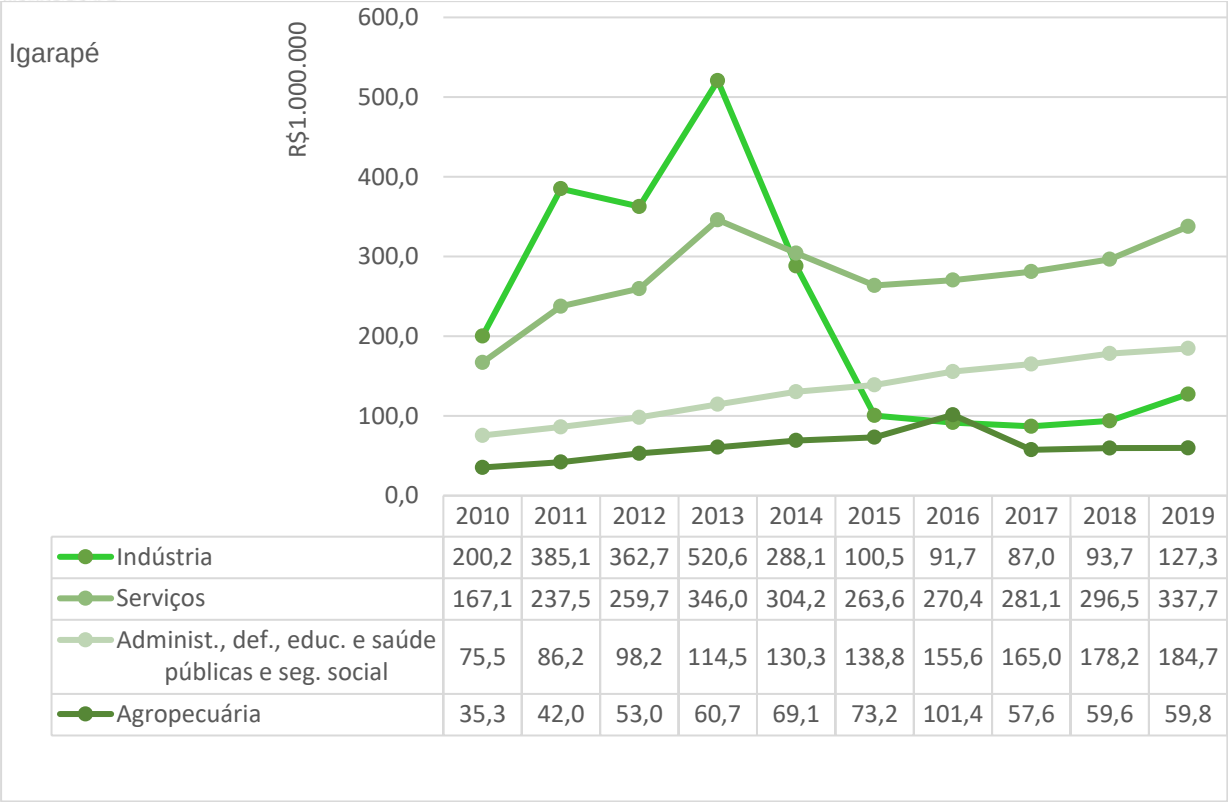
Em Brumadinho, observou-se queda da produção industrial entre 2010 e 2019, como mostra a linha de tendência na **Figura 3-38.** Em paralelo, houve incremento do VA pelos serviços, levando, em 2019, a uma aproximação do VA de ambos os setores.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Indústria	787,7	1.440,6	1.530,6	1.899,8	1.851,9	782,2	775,8	1.070,3	1.497,0	1.041,1
Serviços	333,0	501,5	585,5	722,4	726,7	486,0	494,1	571,5	699,9	982,0
Administ., def., educ. e saúde públicas e seg. social	110,2	125,6	153,4	188,0	219,8	208,6	221,4	218,2	228,3	255,5
Agropecuária	15,5	19,2	22,4	24,0	24,8	22,7	29,0	17,9	18,3	22,0

Figura 3-38 – Comportamento do Valor adicionado bruto pelos setores econômicos – Brumadinho – 2010 a 2019 (em milhões de reais a preços correntes).**Fonte**: IBGE, 2021. Consulta realizada em 16/08/2022.

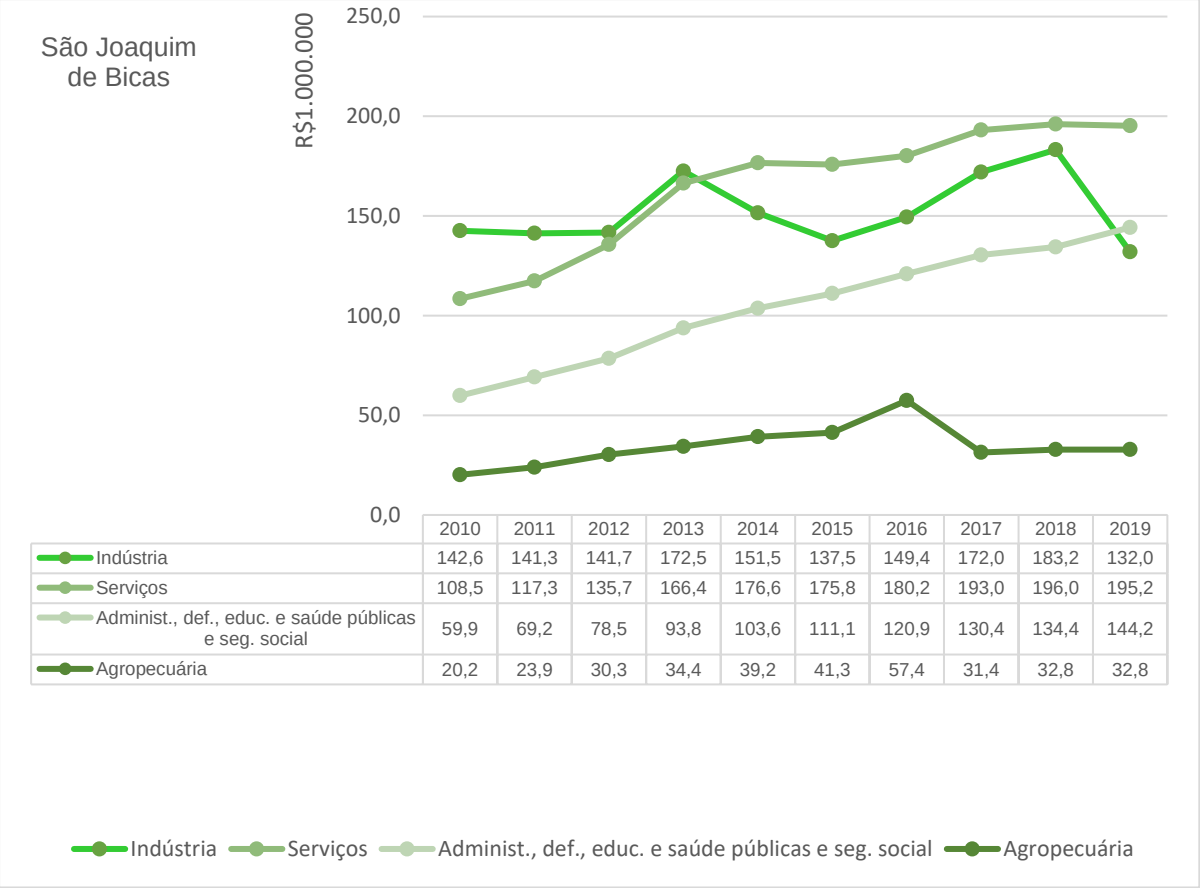
Em Igarapé também foi registrada uma importante queda do VA da indústria, que deixou de ser o setor mais importante da economia municipal. O setor de serviços apresentou crescimento no período, figurando, em 2019, como o setor com maior produção de VA, seguido da Administração Pública. A indústria, um importante setor econômico local, passa a ocupar apenas a terceira posição em termos de produção do VA municipal (**Figura 3-39)**.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Indústria	200,2	385,1	362,7	520,6	288,1	100,5	91,7	87,0	93,7	127,3
Serviços	167,1	237,5	259,7	346,0	304,2	263,6	270,4	281,1	296,5	337,7
Administ., def., educ. e saúde públicas e seg. social	75,5	86,2	98,2	114,5	130,3	138,8	155,6	165,0	178,2	184,7
Agropecuária	35,3	42,0	53,0	60,7	69,1	73,2	101,4	57,6	59,6	59,8

Figura 3-39 – Comportamento do Valor adicionado bruto pelos setores econômicos – Igarapé – 2010 a 2019 (em milhões de reais a preços correntes).**Fonte**: IBGE, 2021. Consulta realizada em 16/08/2022.

Igualmente em São Joaquim de Bicas, a queda da produção industrial é acompanhada pelo aumento do VA do setor de serviços e, sobretudo da Administração pública, o que pode ser um indicador de baixo dinamismo da economia municipal (**Figura 3-40)**.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Indústria	142,6	141,3	141,7	172,5	151,5	137,5	149,4	172,0	183,2	132,0
Serviços	108,5	117,3	135,7	166,4	176,6	175,8	180,2	193,0	196,0	195,2
Administ., def., educ. e saúde públicas e seg. social	59,9	69,2	78,5	93,8	103,6	111,1	120,9	130,4	134,4	144,2
Agropecuária	20,2	23,9	30,3	34,4	39,2	41,3	57,4	31,4	32,8	32,8

Figura 3-40 – Comportamento do Valor adicionado bruto pelos setores econômicos – São Joaquim de Bicas – 2010 a 2019 (em milhões de reais a preços correntes).**Fonte**: IBGE, 2021. Consulta realizada em 16/08/2022.

Por fim, agregando as informações para a Área de Estudo, observa-se um comportamento do VA setorial, entre 2010 e 2019, muito similar ao de Brumadinho, atestando a sua importância econômica na região de inserção do empreendimento. A queda brusca no VA industrial a partir de 2013 na Área de Estudo e o aumento suave, mas constante, da produção do setor de serviços a partir de 2015 refletiram em mudanças na estrutura econômica da Área de Estudo Regional, com maior participação do setor de serviços e menor participação da indústria. A Administração Pública e a atividade agropecuária têm importância minorada na composição do VA (**Figura 3-41)**.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Indústria	1.130	1.967	2.035	2.593	2.291	1.020	1.017	1.329	1.774	1.300
Serviços	609	856	981	1.235	1.207	925	945	1.046	1.192	1.515
Administ., def., educ. e saúde públicas e seg. social	246	281	330	396	454	459	498	514	541	584
Agropecuária	71	85	106	119	133	137	188	107	111	115

Figura 3-41 – Comportamento do Valor adicionado bruto pelos setores econômicos – Área de Estudo – 2010 a 2019 (em milhões de reais a preços correntes). **Fonte**: IBGE, 2021. Consulta realizada em 16/08/2022.

As figuras a seguir ilustram alguns estabelecimentos comerciais e de serviços existentes nos municípios de Igarapé e São Joaquim de Bicas.

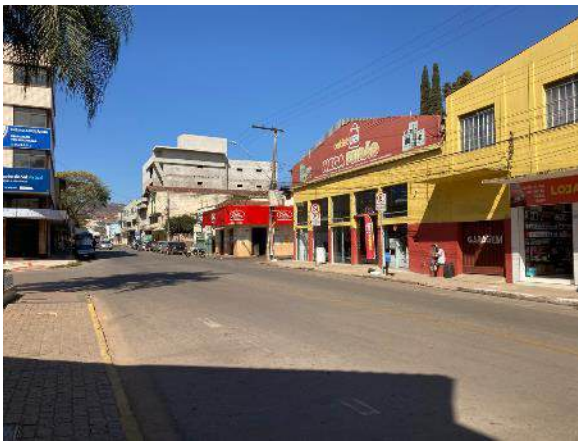


Figura 3-42 – Estabelecimentos comerciais em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-43 – Estabelecimentos comerciais e de serviços em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-44 – Estabelecimentos comerciais em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-45 – Estabelecimentos comerciais e de serviços em Igarapé. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-46 – Estabelecimentos comerciais em São Joaquim de Bicas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-47 – Estabelecimentos comerciais e de serviços em São Joaquim de Bicas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

3.1.1.5.3 POPULAÇÃO ECONOMICAMENTE ATIVA, OCUPAÇÃO E EMPREGO

A análise da População Ocupada (POC), divulgada pelo IBGE em 2010, revela que a taxa de ocupação chegou a 53,2% na Área de Estudo, taxa inferior à da microrregião de Belo Horizonte. A taxa de ocupação em Brumadinho era ligeiramente superior à dos demais municípios.

Tabela 3-49 – População de 10 anos ou mais economicamente ativa e ocupada nos municípios da Área de Estudo e em suas microrregiões – 2000 e 2010

LOCALIDADE	TOTAL	OCUPADAS NA SEMANA DE REFERÊNCIA	NÍVEL DE OCUPAÇÃO
Brumadinho	29.408	16.726	56,9%
Igarapé	29.391	15.473	52,6%
São Joaquim de Bicas	21.616	10.547	48,8%
Total Área de Estudo	80.415	42.746	53,2%
Microrregião de BH	4.139.138	2.380.182	57,5%

Fonte: IBGE. Censo Demográfico 2010.

Seguindo as análises, os dados relativos à condição de emprego nos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas são apresentados a seguir. Com relação à remuneração mensal dos trabalhadores formalizados, no ano de 2018, o município de Igarapé foi o que apresentou o maior salário médio, de 3,67 salários mínimos para cada trabalhador. O município de São Joaquim de Bicas, em função do seu maior contingente populacional, registrou a maior quantidade de pessoal ocupado em 2018, com 19.420 trabalhadores formalizados. Isso faz com que a massa salarial de São Joaquim de Bicas seja a maior entre os municípios.

Dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) mostram o número de empregos formais em 31/12/2020, segundo setor de atividade (**Tabela 3-50** e **Tabela 3-51**). Em Brumadinho, o setor de serviços é o maior empregador (27,3% do número de vínculos empregatícios), seguido pela indústria extrativa mineral (19,8% do total). Em Igarapé destaque também para o setor de serviços (32,0%) e comércio (25,4%). Em São Joaquim de Bicas, assume primazia na geração de empregos formais a indústria de transformação (44,1% dos vínculos empregatícios), seguida pelos serviços (25,3%).

Tabela 3-50 – Número de empregos formais em 31/12/2020 – Municípios da Área de Estudo

SETOR	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	ÁREA DE ESTUDO
1 - Extrativa Mineral	1.963	16	5	1.984
2 - Indústria de Transformação	666	1.407	2.695	4.768
3 - Serv. Ind. Up.	5	21	-	26
4 - Construção Civil	1.330	150	67	1.547
5 - Comércio	1.176	1.617	697	3.490
6 - Serviços	2.712	2.033	1.545	6.290
7 - Administração Pública	1.889	1.024	1.039	3.952

SETOR	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	ÁREA DE ESTUDO
8 - Agropecuária	192	89	58	339
Total	9.933	6.357	6.106	22.396

Fonte: RAIS/MTPS, 2022. Consulta realizada em 17/08/2022.

Tabela 3-51 – Distribuição do número de empregos formais em 31/12/2020, segundo setor econômico (Em %) – Municípios da Área de Estudo

SETOR	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	ÁREA DE ESTUDO
1 - Extrativa Mineral	19,8%	0,3%	0,1%	8,9%
2 - Indústria de Transformação	6,7%	22,1%	44,1%	21,3%
3 - Serv. Ind. Up.	0,1%	0,3%	-	0,1%
4 - Construção Civil	13,4%	2,4%	1,1%	6,9%
5 - Comércio	11,8%	25,4%	11,4%	15,6%
6 - Serviços	27,3%	32,0%	25,3%	28,1%
7 - Administração Pública	19,0%	16,1%	17,0%	17,6%
8 - Agropecuária	1,9%	1,4%	0,9%	1,5%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: RAIS/MTPS, 2022. Consulta realizada em 17/08/2022.

A distribuição de homens e mulheres nos postos de trabalho dos diferentes setores econômicos é apresentada na **Figura 3-48**. Embora o emprego de homens seja majoritário na região, observa-se maior percentual de mulheres na administração pública (74%) e no setor de comércio (49%).

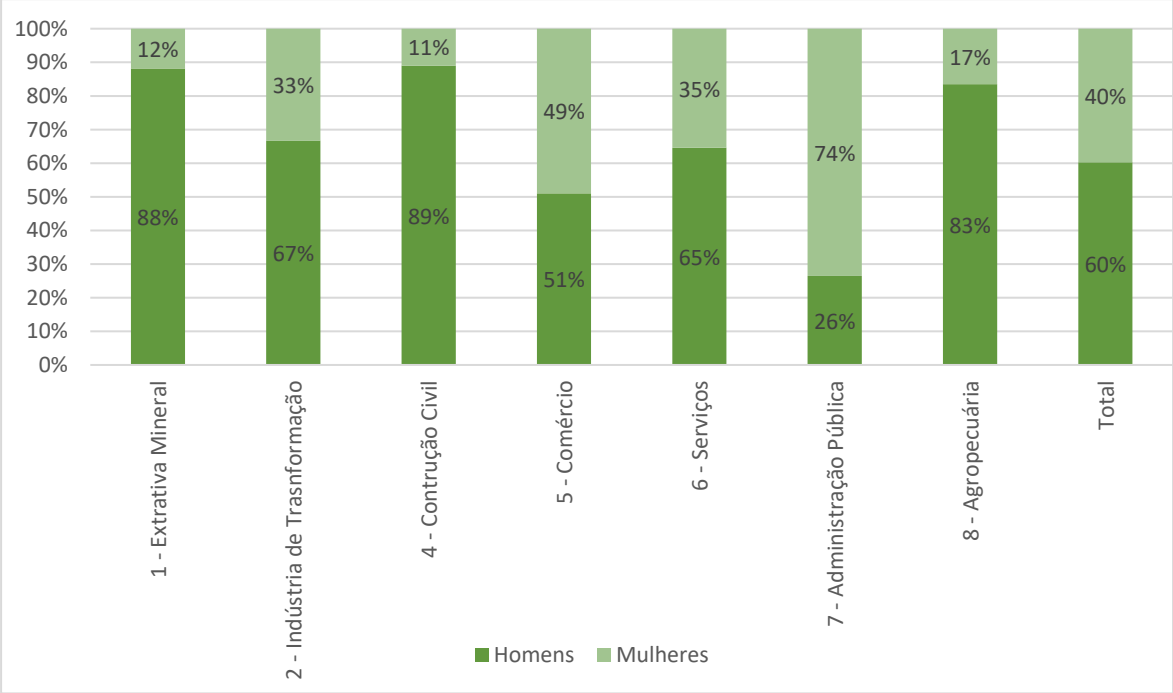


Figura 3-48 – Percentual de homens e mulheres empregados, segundo setores econômicos – Área de Estudo – 31/12/2020 (em milhões de reais a preços correntes).**Fonte**: RAIS/MTPS, 2022. Consulta realizada em 17/08/2022.

Por meio da consolidação das informações da RAIS, tem-se também a remuneração média, segundo setor de atividade (**Tabela 3-52**). Observa-se que o maior valor médio da remuneração ocorre em Brumadinho, na indústria extrativa mineral (R$4.768). A administração tem a remuneração média, em linhas gerais, superior à dos demais setores nos três municípios (remuneração média de R$2.453 na Área de Estudo).

Tabela 3-52 – Remuneração média em 31/12/2020, segundo setor econômico – Municípios da Área de Estudo (Em reais correntes)

SETOR	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	ÁREA DE ESTUDO (MÉDIA)
1 - Extrativa Mineral	4.768	1.126	1.126	2.340
2 - Indústria de Transformação	1.507	2.330	2.330	2.055
3 - Serv. Ind. Up.	1.779	2.126	2.126	2.010
4 - Construção Civil	2.011	1.620	1.620	1.750
5 - Comércio	1.641	1.596	1.596	1.611
6 - Serviços	2.093	2.313	2.313	2.240
7 - Administração Pública	3.273	2.043	2.043	2.453

SETOR	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	ÁREA DE ESTUDO (MÉDIA)
8 - Agropecuária	1.448	1.364	1.364	1.392
Total	2.735	2.063	2.063	2.287

Fonte: RAIS/MTPS, 2022. Consulta realizada em 17/08/2022.

Ao relacionar salário médio e o número de postos de trabalho, por setor, tem-se uma estimativa da massa salarial mensal, que é um indicador da demanda agregada potencial gerada por cada setor. Como mostra a **Tabela 3-53**, o setor de serviços, com massa salarial de 14.090 mil reais na Área de Estudo, é extremamente importante na movimentação econômica dos municípios da região, assim como a administração pública e a indústria de transformação.

Tabela 3-53 – Estimativa da massa salarial em 31/12/2020, segundo setor econômico – Municípios da Área de Estudo (Em mil reais correntes)

SETOR	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	ÁREA DE ESTUDO
1 - Extrativa Mineral	9.359	18	6	4.642
2 - Indústria de Transformação	1.003	3.278	6.278	9.799
3 - Serv. Ind. Up.	9	45	-	52
4 - Construção Civil	2.674	243	109	2.708
5 - Comércio	1.930	2.581	1.113	5.623
6 - Serviços	5.677	4.703	3.574	14.090
7 - Administração Pública	6.183	2.092	2.123	9.695
8 - Agropecuária	278	121	79	472
Total	27.164	13.111	12.594	51.211

Fonte: RAIS/MTPS, 2022. Consulta realizada em 17/08/2022.

Por fim, o comportamento do fluxo de empregos formais registrados pelo Cadastro de Empregados e Desempregados (CAGED), do Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTPS) é apresentado na **Figura 3-49** e **Figura 3-50**, que mostram indicadores de estoque (número de vínculos empregatícios) e saldo de emprego (diferença entre contratações e desligamentos) no decorrer de três anos (2020, 2021 e 2022) (dados já ajustados pelo sistema do CAGED) para os municípios em tela.

Como mostra a **Figura 3-49**, é importante assinalar a trajetória ascendente do nível de emprego nos três municípios. Em termos de saldo, em 2020 os indicadores mostraram retração em Igarapé e São Joaquim de Bicas. Nos demais anos, houve crescimento no saldo de empregos nos municípios analisados, com destaque para o

elevado aumento ocorrido entre 2020 e 2021 na Área de Estudo (saldo de 259 para 1.563) (**Figura 3-50**).

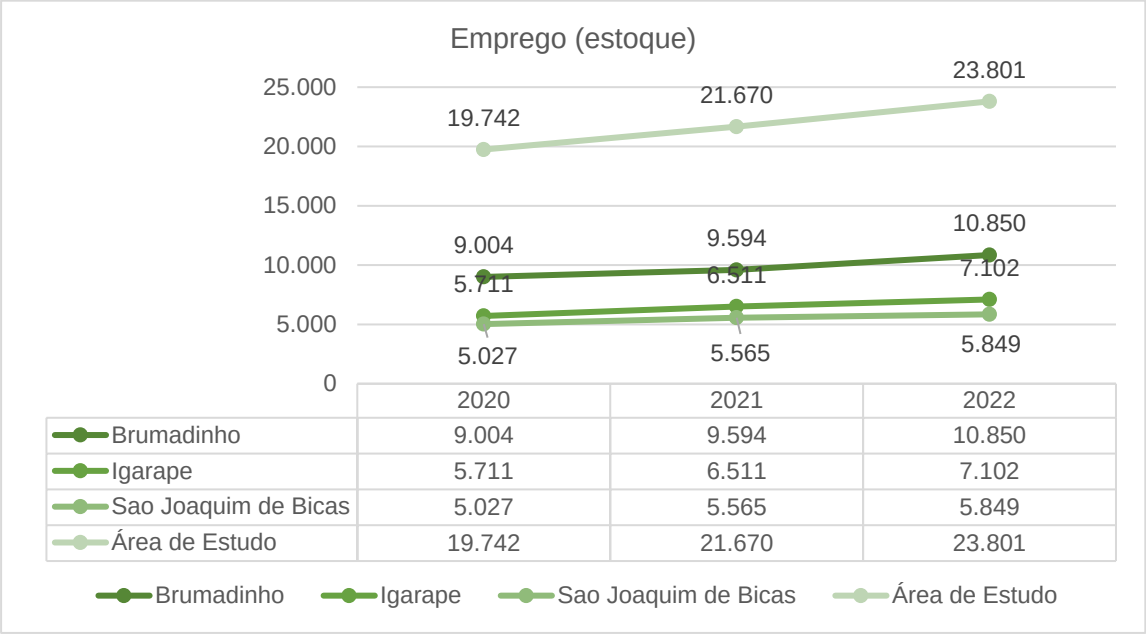


Figura 3-49 – Estoque de emprego – Área de Estudo – julho de 2020, 2021 e 2022. **Fonte**: Caged/MTPS, 2022. Consulta realizada em 17/08/2022.

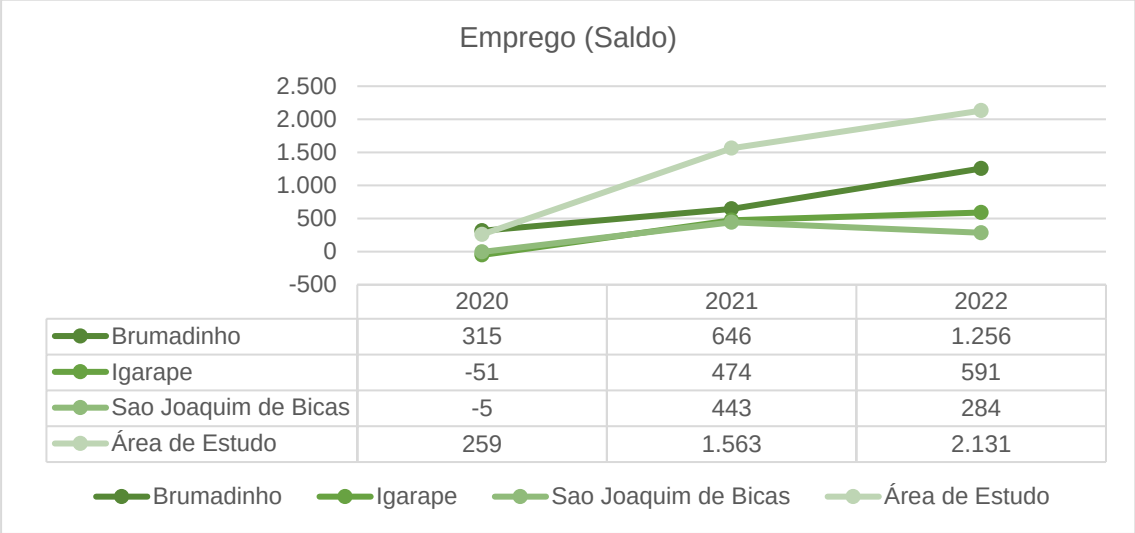


Figura 3-50 – Saldo do emprego (diferença entre número acumulado de contratações e desligamentos no ano) – Área de Estudo – . julho de 2020, 2021 e 2022.

3.1.1.5.4 COMPENSAÇÃO FINANCEIRA PELA EXPLORAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS -CFEM

A CFEM, estabelecida pela Constituição de 1988, em seu Art. 20, § 1º, é devida aos Estados, ao Distrito Federal, aos Municípios, e aos órgãos da administração da União,

como contraprestação pela utilização econômica dos recursos minerais em seus respectivos territórios.

As transferências de cotas-parte da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), de acordo com a Lei nº 8.001 – art. 2, de 1900, define os percentuais da distribuição da compensação financeira que, no caso dos municípios onde ocorre a produção, é de 60%. Para os municípios afetados pela atividade de mineração, com estruturas de apoio para a exploração minerária, mas sem produção em seus territórios, o percentual é de 15%. São obrigados ao pagamento do CFEM as pessoas físicas e jurídicas titulares de direitos minerários que exerçam a atividade de mineração.

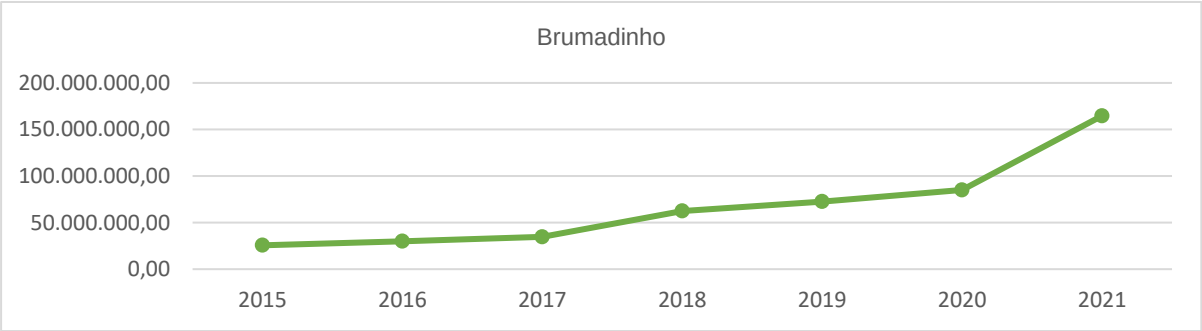
Os municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas, por estarem situados em áreas detentoras de grande potencial minerário, tem como fonte importante de receita a CFEM repassada pelas empresas que exploram os recursos minerais em seus territórios. Conforme apresentado na **Tabela 3-54**, Brumadinho arrecadou 164,65 milhões de reais em 2021 por meio da CFEM, arrecadação associada principalmente à extração de minério de ferro. Houve também no município extração de água mineral, granito e areia. Em Igarapé e São Joaquim de Bicas, a maior parte do recebimento da CFEM também está vinculada à extração de minério de ferro. Além do minério de ferro, água mineral, granito, areia e filito foram as outras extrações que geraram CFEM na Área de Estudo em 2021.

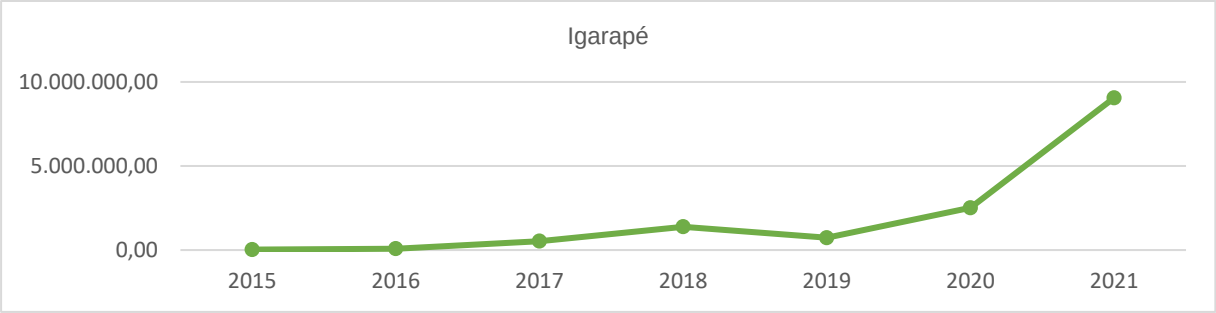
Tabela 3-54 – Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) repassada aos municípios da Área de Estudo (Em reais correntes). 2021.

SUBSTÂNCIA AGRUPADORA	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS
Minério de ferro	164.384.748,38	8.999.874,07	1.499.311,30
Água mineral	121.622,91	56.137,56	23.040,85
Granito	127.321,81	0	0
Areia	19.659,96	0	0
Filito	0,00	2.022,47	0
Total	**164.653.353,06**	**9.058.034,10**	**1.522.352,15**

Fonte: Agência Nacional de Mineração (ANM), 2022. Consulta realizada em 16/08/2022.

A **Figura 3-51** apresenta os valores recebidos de CFEM, entre os anos de 2015 e 2021 nos municípios da Área de Estudo. Observe o valor da CFEM transferido aos municípios vem apresentando comportamento crescente, especialmente a partir de 2019. O detalhamento dessa informação é apresentado na **Tabela 3-55**, na qual é mostrado o valor da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) repassada aos municípios da Área de Estudo, segundo substância agregadora, de 2015 a 2021.





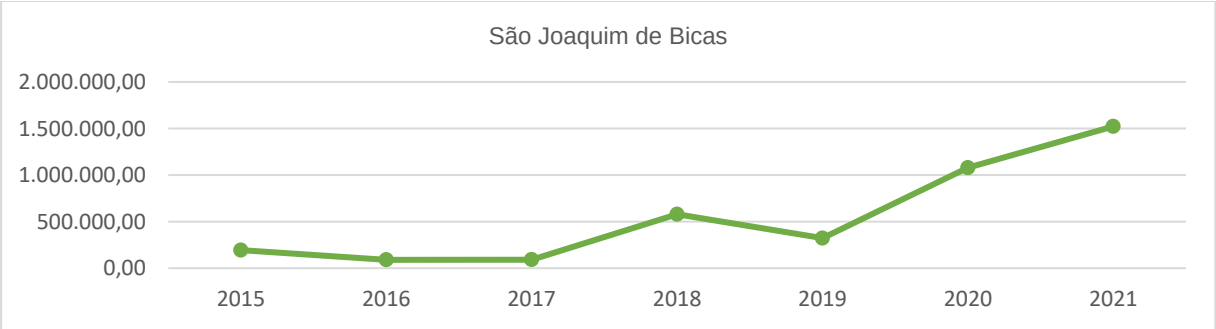


Figura 3-51 – Arrecadação da CFEM repassada aos municípios da Área de Estudo - 2018 a 2021 (em mil reais correntes). **Fonte**: Agência Nacional de Mineração (ANM), 2022. Consulta realizada em 16/08/2022.

Tabela 3-55 – Valor da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) repassada aos municípios da Área de Estudo (Em reais correntes), segundo substância agregadora. 2015 a 2021.

BRUMADINHO							
SUBSTÂNCIA. AGRUPADORA	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Minério de ferro	25.481.627,31	29.823.593,33	34.566.391,97	62.343.838,17	72.394.429,75	84.778.611,96	164.384.748,38
Água mineral	79.649,01	107.585,87	101.320,63	72.800,74	84.719,09	88.332,26	121.622,91
Granito	44.224,24	41.062,94	31.596,99	21.979,59	118.102,38	139.425,15	127.321,81
Areia	21.128,13	25.882,98	17.513,95	30.726,81	28.745,13	20.445,31	19.659,96
Total	25.626.628,69	29.998.125,12	34.716.823,54	62.469.345,31	72.625.996,35	85.026.814,68	164.653.353,06
IGARAPÉ							
SUBSTÂNCIA. AGRUPADORA	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Minério de ferro		51.100,26	464.569,19	1.333.845,69	678.005,39	2.459.791,01	8.999.874,07
Água mineral	27.582,10	27.910,34	60.134,61	46.603,82	49.964,24	54.410,28	56.137,56
Filito		214,64		1.260,21	1.761,61		-
Total	27.582,10	79.225,24	524.703,80	1.381.709,72	729.731,24	2.514.201,29	9.056.011,63
SÃO JOAQUIM DE BICAS							
SUBSTÂNCIA. AGRUPADORA	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Minério de ferro	148.108,07	41.079,16	61.625,73	562.306,22	294.231,73	1.056.781,57	1.499.311,30
Água mineral	41.967,03	45.825,18	28.041,37	15.923,15	27.750,43	22.061,95	23.040,85
Filito	3.705,85	2.654,59	1.966,27	390,79			
Areia			32,49				

Pedra de São Tomé				23,07	141,79		
Total	193.780,95	89.558,93	91.665,86	578.643,23	322.123,95	1.078.843,52	1.522.352,15

Fonte: Agência Nacional de Mineração (ANM), 2022. Consulta realizada em 16/08/2022.

3.1.1.6 UTILIZAÇÃO DE TERRAS

O setor primário nos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas é caracterizado pela predominância da pecuária, conforme apresentado na **Tabela 3-56**. Em 2017, de acordo com dados do Censo Agropecuário, um percentual de 57,1%, 36,1% e 38,9% das áreas das terras dos estabelecimentos agropecuários dos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas, respectivamente, estavam ocupados por pastagens.

Vale apontar, também, que parcelas significativas das áreas dos estabelecimentos são ocupadas por matas ou florestas, conforme os dados do Censo Agropecuário. No ano de 2017, 30,7% do total de área era ocupado por matas ou florestas no município de Brumadinho, 48,7% em Igarapé e 46,2% em São Joaquim de Bicas.

Tabela 3-56 – Utilização das Terras e Área Ocupada nos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas – 2017

UTILIZAÇÃO DAS TERRAS	BRUMADINHO		IGARAPÉ		SÃO JOAQUIM DE BICAS	
	HA	%	HA	%	HA	%
Lavouras - permanentes	47	1,24	100	1,54	663	3,86
Lavouras - temporárias	353	9,29	633	9,76	873	5,08
Lavouras - área para cultivo de flores	0	0,00	0	0,00	67	0,39
Pastagens - naturais	1.262	33,22	731	11,27	4.355	25,33
Pastagens - plantadas em boas condições	906	23,85	1.500	23,12	1606	9,34
Pastagens - pastagens plantadas em más condições	0	0,00	114	1,76	730	4,25
Matas ou florestas	1.166	30,69	3.160	48,71	7.937	46,16
Sistemas agroflorestais	0	0,00	0	0,00	119	0,69
Outros	65	1,71	250	3,85	843	4,90
Total	**3.799**	**100,00**	**6.488**	**100,00**	**17.193**	**100,00**

Fonte: IBGE. Censo Agropecuário, 2017.

Com relação à estrutura fundiária, os municípios apresentam predominância de minifúndios e pequenas propriedades, com área de até 50 hectares, conforme mostram a **Tabela 3-57** e **Tabela 3-58**.

Tabela 3-57 – Número de estabelecimentos agropecuários, segundo grupos de área total – 2017

LOCALIDADE	MAIS DE 0 A MENOS DE 20 HA	DE 20 A MENOS DE 50 HA	DE 50 A MENOS DE 100 HA	DE 100 A MENOS DE 200 HA	DE 200 A MENOS DE 500 HA	DE 500 A MENOS DE 1.000 HA	1. 000 E MAIS HA	TOTAL
Brumadinho	237	98	50	36	18	0	1	440
Igarapé	133	28	8	2	2	0	0	173
São Joaquim de Bicas	100	10	8	1	1	0	0	120
Total dos municípios	470	136	66	39	21	0	1	733

Fonte: IBGE. Censo Agropecuário, 2017.

Tabela 3-58 – Distribuição percentual dos estabelecimentos agropecuários, segundo grupos de área total – 2017

LOCALIDADE	MAIS DE 0 A MENOS DE 20 HA	DE 20 A MENOS DE 50 HA	DE 50 A MENOS DE 100 HA	DE 100 A MENOS DE 200 HA	DE 200 A MENOS DE 500 HA	DE 500 A MENOS DE 1.000 HA	1. 000 E MAIS HA	TOTAL
Brumadinho	53,9%	22,3%	11,4%	8,2%	4,1%	0,0%	0,2%	100,0%
Igarapé	76,9%	16,2%	4,6%	1,2%	1,2%	0,0%	0,0%	100,0%
São Joaquim de Bicas	83,3%	8,3%	6,7%	0,8%	0,8%	0,0%	0,0%	100,0%
Total dos municípios	64,1%	18,6%	9,0%	5,3%	2,9%	0,0%	0,1%	100,0%

Fonte: IBGE. Censo Agropecuário, 2017.

Em termos de atividade econômica realizada nos estabelecimentos agropecuários, a maior área é dedicada a pecuária e, secundariamente à produção de lavouras temporárias, conforme apresentado na **Tabela 3-59**.

Tabela 3-59 – Área dos estabelecimentos agropecuários, segundo grupos de atividade econômica– 2017

GRUPO DE ATIVIDADE ECONÔMICA	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	TOTAL
Produção de lavouras temporárias	3.530	811	X	4.341
Horticultura e floricultura	X	696	530	1.226
Produção de lavouras permanentes	2.762	X	X	2.762

GRUPO DE ATIVIDADE ECONÔMICA	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	TOTAL
Produção de sementes e mudas certificadas	-	-	-	0
Pecuária e criação de outros animais	13.712	1.466	765	15.943
Produção florestal - florestas plantadas	-	X	-	0
Produção florestal - florestas nativas	-	-	-	0
Pesca	-	-	-	0
Aquicultura	X	X	-	0
Total	20.466	3.078	1.734	25.278

Fonte: IBGE. Censo Agropecuário, 2017.

A agricultura temporária, a mais relevante nos municípios, possui sete principais produtos - milho forrageiro, cana forrageira, cana-de-açúcar, milho em grão, mandioca (aipim, macaxeira), feijão de cor em grão, forrageiras para corte - sendo o milho forrageiro aquele que ocupa maior área. A área total colhida da lavoura temporária, segundo tipo de cultivo, pode ser vista na **Tabela 3-60** e **Figura 3-52**, sendo que nesta é apresenta a informação agregada para a Área de Estudo.

Tabela 3-60 – Área colhida, segundo produto da lavoura temporária – 2017.

PRODUTOS DA LAVOURA TEMPORÁRIA	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	TOTAL
Milho forrageiro	322	177	50	549
Cana forrageira	169	6	3	178
Cana-de-açúcar	169	X	X	169
Milho em grão	96	41	X	137
Mandioca (aipim, macaxeira)	36	17	1	54
Feijão de cor em grão	48	3	-	51
Forrageiras para corte	26	7	X	33
Feijão fradinho em grão	-	-	3	3
Amendoim em casca	1	-	-	1
Feijão preto em grão	1	-	-	1
Total	887	283	60	1.230

Fonte: IBGE. Censo Agropecuário, 2017.

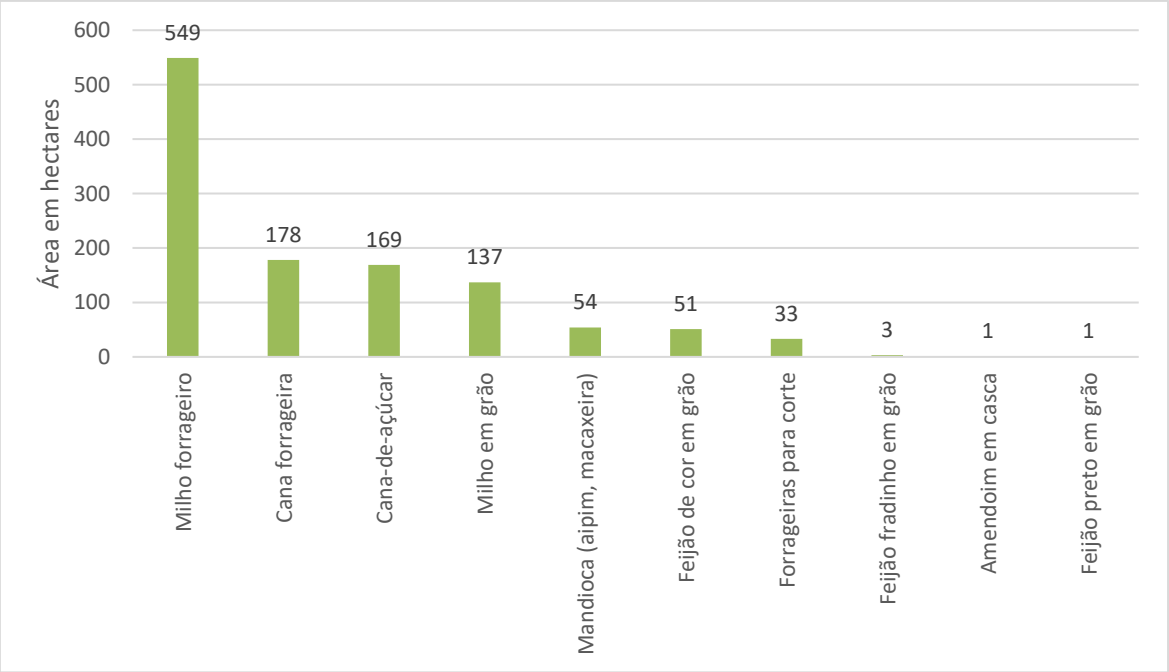


Figura 3-52 – Área total colhida, segundo produto da lavoura temporária – 2017. **Fonte**: IBGE. Censo Agropecuário, 2017.

Por fim, cabe mencionar a importância da hortifruticultura na região que integra o cinturão verde de Belo Horizonte e é uma importante fornecedora da Central de Abastecimento de Minas Gerais (Ceasa-MG), fazendo parte, assim, da rede de abastecimento alimentício da RMBH. Destaque para a importância da produção de abobrinha, alho-poró, berinjela, ervilha, pimentão e vagem. O cultivo para fins comerciais na bacia do Serra Azul é predominantemente irrigado, com predomínio da irrigação por gotejamento, seguida da aspersão convencional. Mandioca e mexerica têm sido vistas pelos produtores rurais como boas alternativas de cultivo, por não necessitarem de irrigação (UFMG, 2017). A despeito de sua importância cultural e segurança alimentar, sua relevância na geração de valor adicionado é pequena, como foi apresentado anteriormente na análise setorial do Valor Adicionado Agregado.

Atua na bacia do Serra Azul a Cooperativa Comale, que conta com aproximadamente 120 cooperados e atua principalmente no âmbito da inserção dos produtores no Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE (UFMG, 2017).

Embora a bacia do Serra Azul seja uma região tradicional no cultivo de hortaliças para a RMBH, o que se percebe ao se analisar as informações da Pesquisa Agrícola Municipal, realizada pelo IBGE, é que tem ocorrido uma queda na quantidade produzida e na área plantada de cultura temporária nos últimos anos nos três municípios em estudo (**Figura 3-53**).

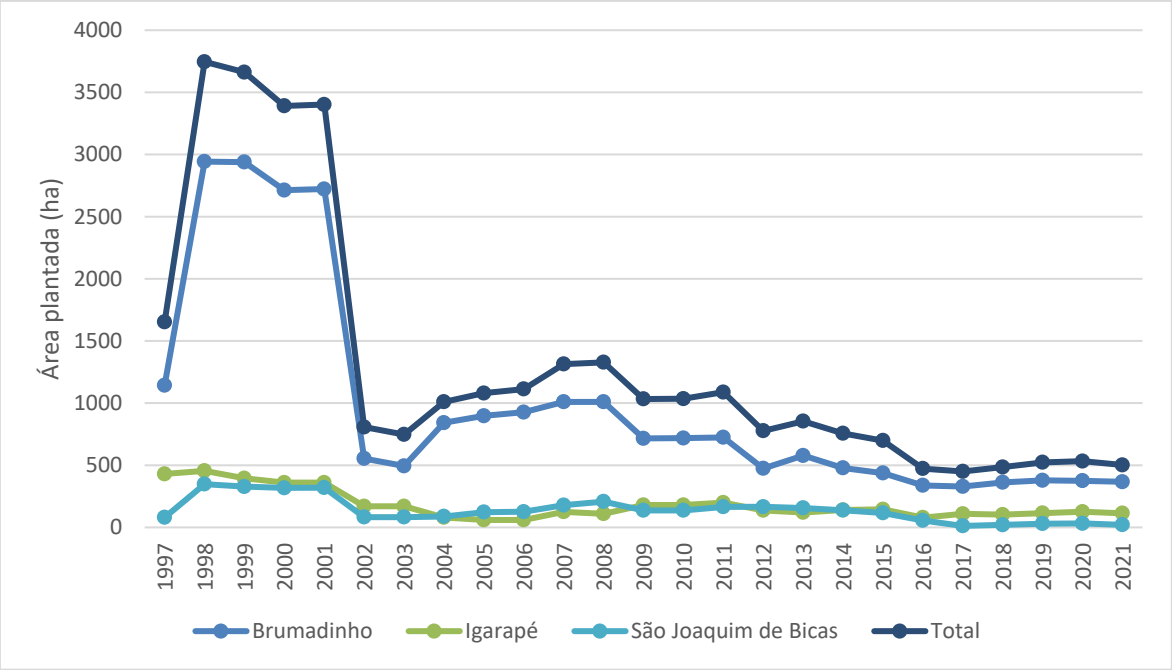


Figura 3-53 – Área plantada nas lavouras temporárias– 1997 – 2021. **Fonte**: IBGE. Pesquisa Agrícola Municipal, 2022.

Com relação às lavouras permanentes, os principais produtos são a tangerina (bergamota, mexerica), laranja, banana, goiaba e limão. A área total colhida de lavoura permanente, segundo tipo de cultivo, pode ser vista na **Tabela 3-61** e **Figura 3-54**, sendo que nesta é apresenta a informação agregada para a Área de Estudo.

Tabela 3-61 – Área colhida nas lavouras permanentes nos estabelecimentos agropecuários com 50 pés e mais existentes– 2017.

PRODUTOS DA LAVOURA PERMANENTE	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS	TOTAL
Tangerina, bergamota, mexerica	684	X	-	684
Laranja	72	X	X	72
Banana	1	X	15	16
Goiaba	1	2	X	3
Limão	2	X	X	2
Total	760	2	15	777

Fonte: IBGE. Censo Agropecuário, 2017.

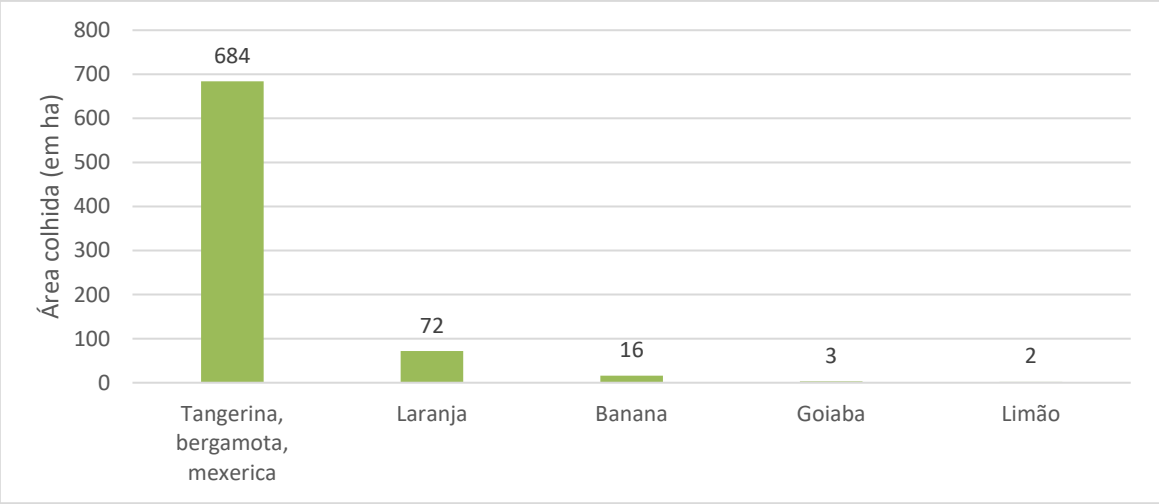


Figura 3-54 – Área colhida nas lavouras permanentes nos estabelecimentos agropecuários com 50 pés e mais existentes– 2017, segundo produto da lavoura temporária – 2017. **Fonte**: IBGE. Censo Agropecuário, 2017.

A respeito da pecuária, que ocupa grande parte das terras dos estabelecimentos agropecuários dos municípios em estudo, as principais criações existentes relacionavam-se aos bovinos e galináceos, que representam 82,4% e 10,0%, respectivamente, do total de criações nos municípios.

a) Projetos de Assentamento Agrária

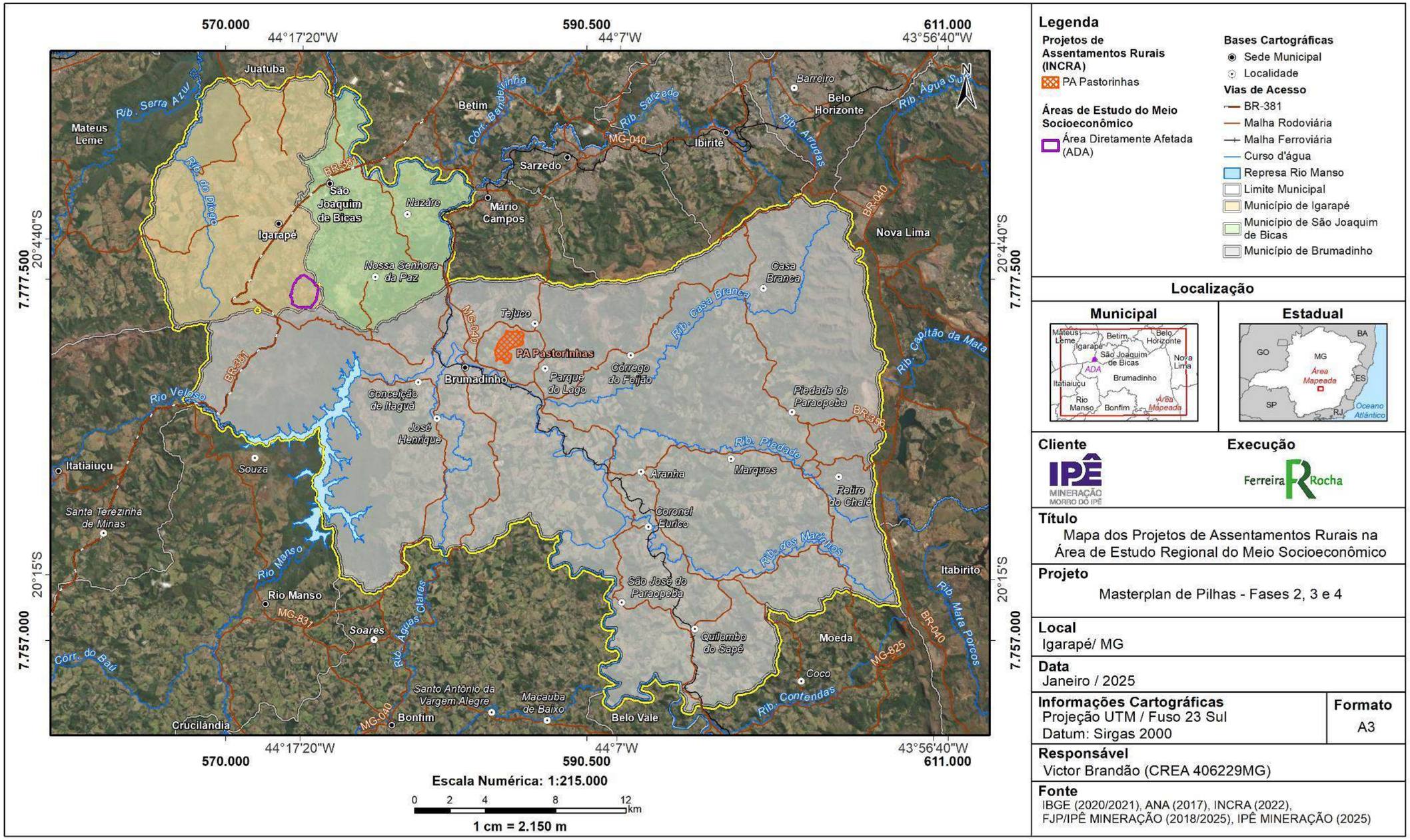
Em análise ao banco de dados do Incra, foi identificado um Projeto de Assentamento (PA) na Área de Estudo: o Projeto de Assentamento Pastorinhas. Localizado em Brumadinho, possui área de 156,44 ha e conta com 20 famílias assentadas, segundo as informações mais recentes obtidas no Incra (

Tabela 3-62, **Figura 3-55**).

Tabela 3-62 – Projetos de Assentamento na Área de Estudo – 2022.

PA		Pastorinhas
MUNICÍPIO SEDE		Brumadinho
ÁREA (HA)		156,44
Nº DE FAMÍLIAS (CAPAC.)		22
FAMÍLIAS ASSENT.		20
FASE		5
ATO DE CRIAÇÃO	**TIPO**	POR
	Nº	53
	DATA	21/07/2006
OBTENÇÃO	**FORMA**	Desapropriação
	DATA	13/07/2005

Fonte: Incra. Última atualização ocorrida em 19/05/2022. Consulta realizada em 01/09/2022.



Legenda

Projetos de Assentamentos Rurais (INCRA)
- PA Pastorinhas

Áreas de Estudo do Meio Socioeconômico
- Área Diretamente Afetada (ADA)

Bases Cartográficas
- Sede Municipal
- Localidade

Vias de Acesso
- BR-381
- Malha Rodoviária
- Malha Ferroviária
- Curso d'água
- Represa Rio Manso
- Limite Municipal
- Município de Igarapé
- Município de São Joaquim de Bicas
- Município de Brumadinho

Localização

Municipal

Estadual

Cliente

IPÊ MINERAÇÃO MORRO DO IPÊ

Execução

Ferreira Rocha

Título

Mapa dos Projetos de Assentamentos Rurais na Área de Estudo Regional do Meio Socioeconômico

Projeto

Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4

Local

Igarapé/ MG

Data

Janeiro / 2025

Informações Cartográficas

Projeção UTM / Fuso 23 Sul
Datum: Sirgas 2000

Formato

A3

Responsável

Victor Brandão (CREA 406229MG)

Fonte

IBGE (2020/2021), ANA (2017), INCRA (2022), FJP/IPÊ MINERAÇÃO (2018/2025), IPÊ MINERAÇÃO (2025)

Figura 3-55 – Localização do Projeto de Assentamento Pastorinhas – 2022.

Fonte: IBGE, INCRA

3.1.1.7 VETORES DE EXPANSÃO E INTRUMENTOS NORMATIVOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Os municípios em análise se inserem no eixo de expansão do vetor Sul (Brumadinho) e Sudoeste (Igarapé e São Joaquim de Bicas) da capital Belo Horizonte.

No vetor Sul, uma característica que impacta a expansão de parcelamentos e da ocupação é a presença de importantes áreas de preservação ambiental. Em Brumadinho, citam–se as APEs do Rio Manso e Catarina, além da APA Inhotim e das RPPNs Sítio Grimpas e Jequitibá. Um aspecto que diferencia o processo de expansão do Vetor Sul refere-se ao padrão dos loteamentos. Inicialmente exclusivamente residenciais e voltados para o mercado da população de média e alta renda, tem sido acompanhada já há algum tempo, em áreas específicas do Vetor, pelo crescimento da população de renda mais baixa, prestadora de serviços braçais e domésticos nos condomínios vizinhos (Instituto Horizontes, s.d).

Parte do município de Brumadinho, destacando-se a sede municipal e o distrito de Conceição do Itaguá, estão mais vinculados à expansão do Vetor Oeste – eixo da BR-381, predominantemente com os municípios de Ibirité, Sarzedo e Mário Campos. Ressalte-se que a sede não tem ligação com a BR-040.

Igarapé e São Joaquim de Bicas acompanha as dinâmicas características do vetor sudoeste da RMBH, especialmente a partir do eixo da BR-381. Devido à intensificação da atividade econômica, se verifica na região pressão pela ocupação do solo e imobiliária, mas que, nem sempre, vem acompanhada da devida infraestrutura urbana, dentro de uma dinâmica típica de urbanização periférica. A intensificação da atividade industrial vem provando também uma reestruturação territorial e demográfica dentro destes municípios (PDDI, 2017).

As zonas rurais da Área de Estudo, no entanto, disputam a ocupação do solo tanto com a atividade agropecuária, turística e minerária, quanto com a expansão urbano-industrial. Além disso, a atividade agropecuária em moldes tradicionais com ampla utilização de insumos químicos também é uma fonte de conflito ambiental em uma área de importância hídrica crucial para o abastecimento da RMBH.

a) Instrumentos Normativos de Uso e Ocupação do Solo e Meio Ambiente

Com relação aos instrumentos normativos existentes nos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas, todos possuem Plano Diretor para o ordenamento municipal e todos estão em processo de revisão, com exceção de São Joaquim de Bicas cuja revisão do Plano Diretor ocorreu recentemente, em 2019 (**Tabela 3-63**). Os três municípios possuem legislação sobre parcelamento do solo, contam com secretaria exclusiva de meio ambiente, possuem Conselho e Fundo Municipal de Meio Ambiente. A utilização de instrumentos econômicos na gestão ambiental ocorre em Brumadinho e Igarapé, por meio do Pagamento de Serviços Ambientais. De forma geral, Brumadinho mostra apresentar estrutura institucional e de governança municipal mais robusta, o que é coerente com o porte do município.

Brumadinho possui proposta da Minuta de Lei do Plano Diretor, sendo que a publicação da nova versão da Minuta, após discussões na Câmara Municipal, foi realizada em dezembro de 2020. Atualmente está ocorrendo a sistematização e redação da Minuta de Projeto de Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, a qual foi construída a partir da Minuta de Projeto de Lei do Plano Diretor (informações sobre o processo de revisão do plano diretor estão disponíveis em <https://www.pdpbrumadinho.com/produtos>.)

Cabe fazer menção que a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) está coordenando o Projeto de Revisão dos Planos Diretores de vários municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte, o qual conta com a supervisão técnico-institucional da Agência de Desenvolvimento da Metropolitana de Belo Horizonte (ARMBH). O projeto se insere entre as ações referentes à Macrodiretriz de Ordenamento Territorial, estabelecida pela Assembleia Metropolitana, e ainda representa a continuidade e o aprofundamento do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte (PDDI-RMBH). Entre estes municípios cujos planos diretores estão em revisão (ou já foram revisados) sob a coordenação da UFMG, está São Joaquim de Bicas.

Tabela 3-63 – Existência de Instrumentos Normativos nos municípios da Área de Estudo

INSTRUMENTO/FERRAMENTA	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS
Plano Municipal de Habitação	Sim	Não	Não
Conselho Municipal de Habitação	Sim	Não	Não
Fundo Municipal de Habitação	Sim	Não	Não
Órgão gestor do meio ambiente	Secretaria exclusiva	Secretaria exclusiva	Secretaria exclusiva
Conselho Municipal de Meio Ambiente	Sim	Sim	Sim
Fundo Municipal de Meio Ambiente ou similar	Sim	Sim	Sim
Legislação ou instrumento de gestão ambiental sobre saneamento básico	Sim	Sim	Não
Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos	Sim	Sim	Sim
Pagamento por Serviços Ambientais	Sim	Sim	Não
Plano Diretor	Sim (Lei Complementar nº 52/2006)	Sim (Lei Complementar Lei Complementar n° 03 de 03/01/2007)	Sim (Lei Complementar No 59 de 20/12/2019)

INSTRUMENTO/FERRAMENTA	BRUMADINHO	IGARAPÉ	SÃO JOAQUIM DE BICAS
Plano Diretor em revisão	Sim	Sim	Não
Legislação sobre parcelamento do solo	Sim	Sim	Sim

Fonte: IBGE, Pesquisa de Informações Básicas Municipais – 2020; Sites das Prefeituras Municipais de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas.

Por fim, um aspecto a ser lembrado é a existência do Sistema de Gestão Metropolitana, que tem como objetivo desenvolver as Funções Públicas de Interesse Comum na RMBH por meio do planejamento metropolitano, articulação dos seus atores e ordenamento territorial. O Sistema conta com a Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

No âmbito do planejamento metropolitano há o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte – PDDI-RMBH, que busca contribuir para o processo de integração socioespacial dos 34 municípios da RMBH. Nele são especificadas as diretrizes, políticas e projetos para o desenvolvimento das funções públicas de interesse comum da região metropolitana de Belo Horizonte.

O PDDI-RMBH foi elaborado entre 2009 e 2011, tendo desenvolvido ao longo de sua construção um intenso processo participativo, com a chancela do Conselho Deliberativo de Desenvolvimento Metropolitano (CDDM), responsável por conduzir a elaboração e aprovar o plano. O PDDI estruturou-se em quatro Eixos Integradores e um volume de políticas de Dimensão Estruturante. Pautou-se pelas propostas de Reestruturação Territorial e Institucionalidade e pelos eixos temáticos integrados de Acessibilidade, Seguridade, Urbanidade e Sustentabilidade. Ao todo, são 28 políticas propostas, organizadas em Programas, que são subdivididos em projetos.

Aprovado pelo Conselho Deliberativo de Desenvolvimento Metropolitano em 2011, foi encaminhado para a Assembleia Legislativa de Minas Gerais no Projeto de Lei n° 74 de 2017 e arquivado por regras regimentares, implicando na necessidade de ser reencaminhado.

Orientado pelo PDDI-RMBH, foi elaborado o Macrozoneamento da Região Metropolitana de Belo Horizonte, instrumento que permite a organização das diversas áreas que são de interesse comum da metrópole e o estabelecimento das diretrizes para o uso e a ocupação dessas áreas. Foram definidas as Zonas de Interesse Metropolitano – ZIMs – territórios delimitados em que o interesse metropolitano prevalece sobre o local, e as Áreas de Interesse Metropolitano – AIMs – porções do território voltadas para a implementação de políticas do PDDI.

A **Figura 3-56** e **Figura 3-57** apresentadas a seguir mostram o zoneamento, segundo os planos diretores municipais (**Figura 3-56**) e o plano diretor metropolitano (**Figura 3-57**) na área de inserção do empreendimento.

O zoneamento elaborado recentemente para São Joaquim de Bicas dialoga com o macrozoneamento proposto para a RMBH, já que sua elaboração contou com a participação da equipe que integrou a concepção do PDDI. O zoneamento apresentado para o município de Brumadinho baseia-se na revisão, ora em andamento, do plano diretor e lei de uso e ocupação do solo, logo, eventuais mudanças poderão ocorrer. E, por fim, o zoneamento do município de Igarapé teve por referência mapa de 2015 que integra a Lei Complementar Nº 70, de 14 de setembro de 2015, que altera os anexos i, ii e v da Lei Complementar nº 03 de 03 de janeiro de 2007 e dá outras providências. Identificou-se que em 2018 houve atualização do mapa de zoneamento do município (Lei Complementar No 94 de 26 de dezembro de 2018), mas até o fechamento desse relatório, o mapa mais recente ainda não havia sido disponibilizado.

Grande parte da ADA localiza-se na Zona de Expansão Urbana de Igarapé (aproximadamente 78,3% da área), segundo o mapa de zoneamento de 2015. A Zona de Expansão Urbana corresponde às áreas ainda vazias dentro do perímetro urbano e propícias à ocupação, pelas condições do sítio natural e possibilidade de instalação de infraestrutura, respeitando-se as Áreas de Preservação Permanente previstas na legislação ambiental e aquelas com declividade acima de 30%.

Uma parte menor está na Zona de Adensamento Restrito (21,7%, aproximadamente) de Igarapé, que corresponde às:

> *"áreas de ocupação urbana não consolidadas pertencentes à Zona Urbana e/ou a APA - Área de Proteção Ambiental do Município de Igarapé, de ocupação rarefeita e sem o suporte da infraestrutura básica ou da possibilidade de sua implantação em curto ou médio prazo, onde a restrição à ocupação e ao adensamento deve evitar o agravamento da função dormitório do município".*

No macrozoneamento metropolitano, o empreendimento se localiza na Macrozona de Proteção Ambiental 1 (MPA1) e na Zona de Diretrizes Metropolitanas – Territórios Minerários, sendo que essa zona tem sobreposição com a Macrozona de Proteção Ambiental 1. Segundo o macrozoneamento metropolitano, a ZP1 compreende:

> *.... áreas de proteção ambiental, cultural e paisagística localizadas dentro ou fora de perímetros urbanos, onde as possibilidades de ocupação e utilização ficam condicionadas ao cumprimento de parâmetros urbanísticos e diretrizes extremamente restritivos, com o objetivo de manter e/ou recuperar os atributos de interesse metropolitano que motivam sua criação. São áreas predominantemente vagas, de propriedade pública ou privada, que abrangem, além das unidades de conservação de proteção integral, áreas que podem admitir apenas usos e formas de ocupação que contribuam para a sua conservação ou recuperação, bem como para a sua manutenção e viabilidade econômica e ambiental (Macrozoneamento RMBH, Produto 5, Cedeplar/UFMG, 2015).*

Já a Zona de Diretrizes Metropolitanas – Territórios Minerários:

> *Correspondem às áreas degradadas por atividade mineraria ou ainda aquelas que poderão vir a ser exploradas no interior das ZIMs (**Zonas de Interesse Metropolitano**) e que devem ser objeto de políticas e programas de recuperação*

de áreas degradadas e implantação de novos usos sociais e econômicos sintonizados com as características das zonas nas quais se inserem e, sempre que possível, integradas à Trama Verde e Azul (Macrozoneamento RMBH, Produto 5, Cedeplar/UFMG, 2015 – inserção nossa do nome por extenso da sigla ZIMs).

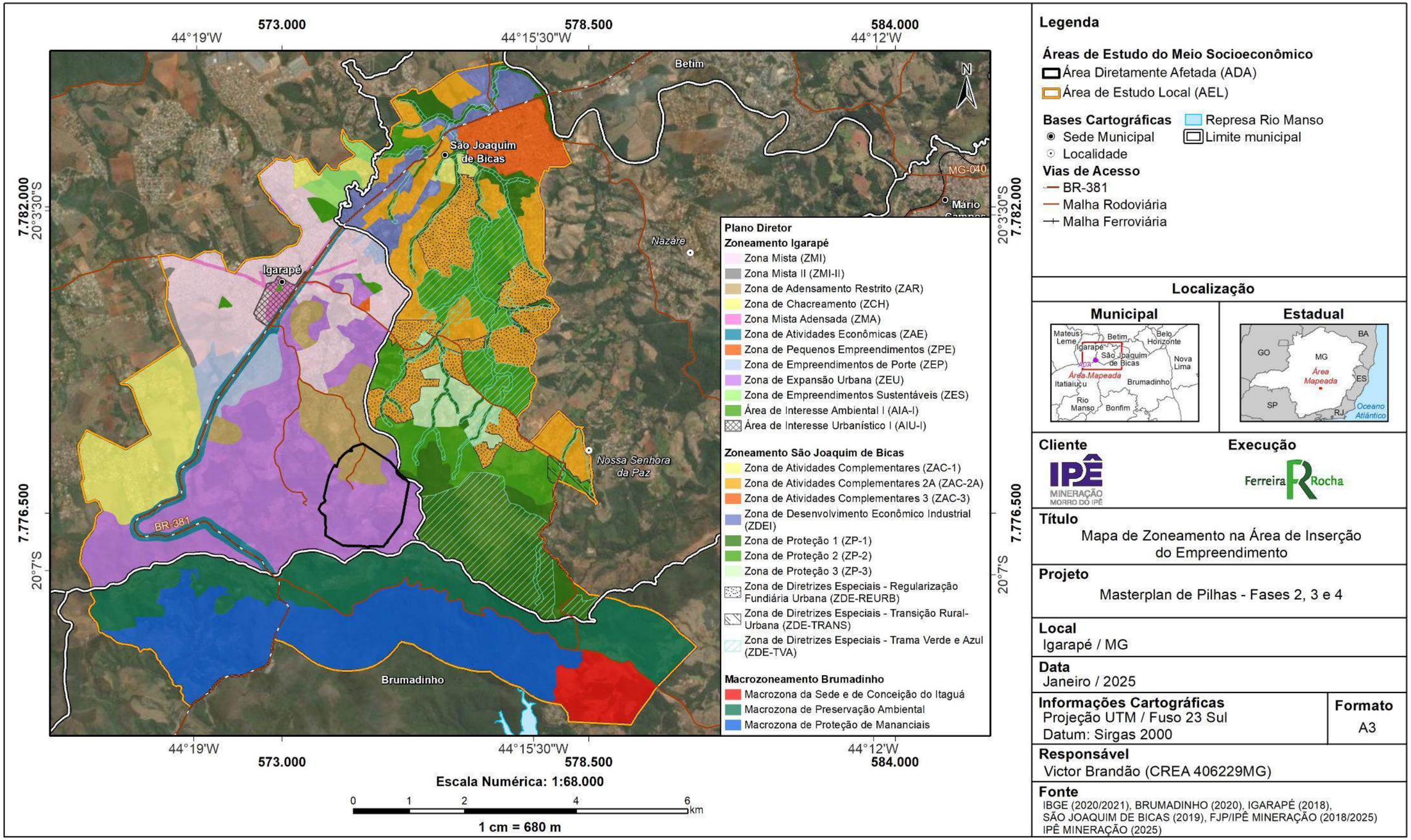


Figura 3-56 – Zoneamento na Área de Inserção do empreendimento, segundo os planos diretores municipais.

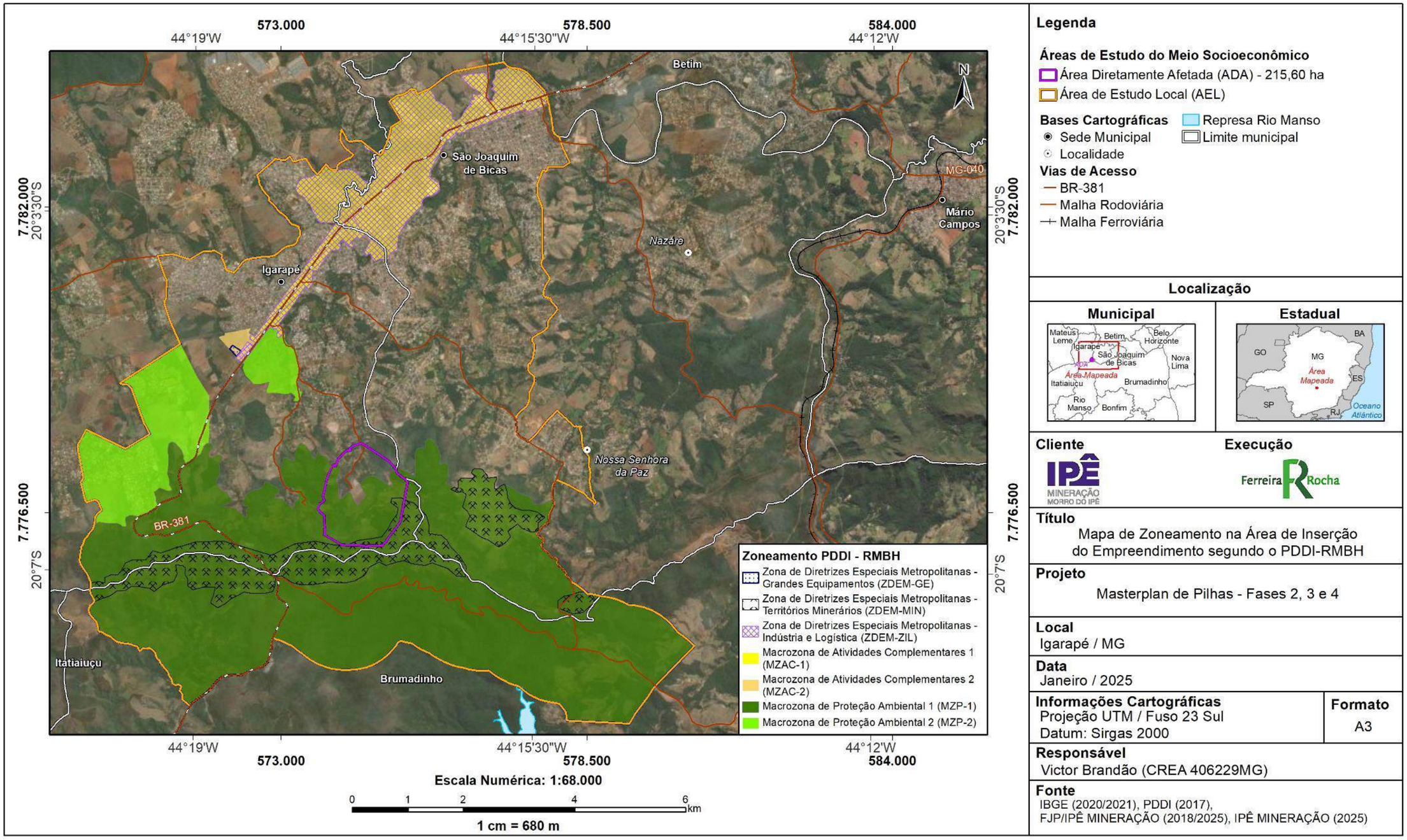


Figura 3-57 – Zoneamento na Área de Inserção do empreendimento, segundo o plano diretor metropolitano - PDDI.

3.1.1.8 PATRIMÔNIO CULTURAL, NATURAL E HISTÓRICO E TURISMO

O Patrimônio Natural e Cultural diz respeito ao acervo histórico, arquitetônico, arqueológico, paleontológico, espeleológico e cultural, que envolve as práticas, símbolos e significados, tradições e costumes que se reproduzem de uma geração para outra de uma dada população. No âmbito do diagnóstico do Estudo de Impacto Ambiental Morro do Ipê 6 Mtpa (Amplo/ Mineração Morro do Ipê, 2017), foi realizado levantamento dos bens tombados a nível federal, estadual ou municipal e bens inventariados no ICMS Cultural, de acordo com a Listagem de Bens Protegidos em Minas Gerais apresentada ao IEPHA até o ano de 2015 - exercício 2016.

Em relação ao patrimônio imaterial, a folia é um importante traço cultural da região. Com o registro estadual das folias de reis como Patrimônio Imaterial em 06/01/201748, resultado do cadastro digital dos grupos do estado, além do incentivo gerado pela pontuação do ICMS cultural dos municípios participantes, diversas prefeituras manifestaram interesse em apoiar as folias. Segundo apurado em Amplo/Mineração Morro do Ipê (2017), em Brumadinho e em Igarapé existe um histórico de apoio e fomento das folias na organização de encontros regionais de Folias.

Neste repertório, encontra-se, com frequência, a culinária regional associada às folias e ao congado, uma vez que, em ambos há a oferta de banquetes aos detentores e convidados.

Além dessas ocasiões, o calendário das cidades mostra o impacto deste saber na produção cultural da região, estando presentes os festivais de receitas tradicionais, receitas à base de polvilho e o uso de ingredientes singulares como a cansanção (espécie vegetal).

Um bem natural significativo no município de Igarapé é o Conjunto Natural e Paisagístico da Pedra Grande de Igarapé, formação rochosa que se configura como divisa natural entre os municípios de Mateus Leme, Igarapé e Itatiaiuçu, situada em região sudoeste do limite municipal. O bem paisagístico e natural é caracterizado por espécies de cerrado, campo rupestres e remanescente de mata atlântica, abrigando fauna e flora típicas destes biomas, além das nascentes dos mananciais de abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Além disso, apresenta um conjunto espeleológico expressivo, caracterizado por 19 cavidades, 29 abrigos sob rocha e 16 reentrâncias (CAMPELLO et al, 2012). O conjunto é protegido por tombamento municipal, pelo Decreto nº 1.318, de 01 de outubro de 2008, e se configura como uma Área de Proteção Ambiental (APA), conforme Lei Municipal nº 1.306, de 16 de maio de 2003.

É válido mencionar que o bem natural e paisagístico, mesmo com grande relevância e diferentes níveis de proteção municipal, vem sofrendo com a pressão dos empreendimentos minerários que se instalaram no entorno imediato (CAMPELLO et al, 2012). A exemplo, em 2013 o Ministério Público de Minas Gerais (MPMG) expediu liminar determinando que o município de Igarapé e uma empresa de mineração, proprietária de terrenos pertencentes às áreas de preservação e tombamento

municipal, cumprissem obrigações legais contra o impacto ambiental causado pela mineradora nas áreas de tombamento e de entorno do Conjunto Natural e Paisagístico da Pedra Grande.

A **Tabela 3-64** elenca bens culturais de natureza material e imaterial localizados na Área de Estudo Regional.

Tabela 3-64 – Patrimônio Cultural Material e Imaterial - Municípios da Área de Estudo

MUNICÍPIO	BEM CULTURAL	
Brumadinho	Material	Conjunto Histórico e Paisagístico da Serra da Calçada
Brumadinho	Material	Ruínas do Forte de Brumadinho
Brumadinho	Material	Casa de cultura Carmita Barros
Brumadinho	Material	Estação Ferroviária de Brumadinho
Brumadinho	Material	Matriz de nossa Senhora da Piedade
Brumadinho	Material	Fazenda Gorduras
Brumadinho	Material	Estação Ferroviária de Marinhos
Brumadinho	Material	Fazenda Martins
Brumadinho	Imaterial	Jubileu de Nossa Senhora da Piedade
Brumadinho	Imaterial	Festa de Nossa Senhora das Mercês
Brumadinho	Imaterial	Folia de Reis de Ribeirão
Brumadinho	Imaterial	Festival da Cachaça
Brumadinho	Imaterial	Banda de Música de Santo Antônio
Brumadinho	Imaterial	Guarda de Moçambique de Nossa Senhora do Rosário
Brumadinho	Imaterial	Guarda de Congo de Nossa Senhora do Rosário
Brumadinho	Imaterial	Moçambique de Santa Isabel
Brumadinho	Imaterial	Moçambique de Santa Efigênia 7,16 3,65
Brumadinho	Imaterial	30 Moçambique de Brumado Velho 4,14 3,94
Brumadinho	Imaterial	Secretaria de Cultura
Brumadinho	Imaterial	Corporação Musical Santa Efigênia
Brumadinho	Imaterial	Banda de Nossa Senhora da Conceição
Brumadinho	Imaterial	Casa de Cultura Carmita Passos
Igarapé	Material	Conjunto Natural e Paisagístico da Pedra Grande
Igarapé	Material	Escola Estadual Professora Maria Magalhaes Pinto
Igarapé	Material	Imagem de Nossa Senhora Mãe de Misericórdia
Igarapé	Imaterial	Inhotim
Igarapé	Imaterial	Casa de Cultura de Igarapé
Igarapé	Imaterial	Espaço da Música

MUNICÍPIO	BEM CULTURAL	
Igarapé	Imaterial	Banda Lira de Santo Antônio
Igarapé	Imaterial	Folia de Reis do Zé Doido
Igarapé	Imaterial	Mestras da Culinária de Igarapé
Igarapé	Imaterial	Moçambique de S. J. Batista e N. Sra. do Rosário
Igarapé	Imaterial	Conjunto de Coroas de Guarda de Moçambique
Igarapé	Imaterial	Maria Helena (Pintura)
São Joaquim de Bicas	Material	Estação Fecho do funil
São Joaquim de Bicas	Imaterial	Matriz de São Joaquim e Casa da Memória
São Joaquim de Bicas	Imaterial	Festa da Farofa
São Joaquim de Bicas	Imaterial	Folia de São Joaquim
São Joaquim de Bicas	Imaterial	Folia de Nossa Senhora da Paz
São Joaquim de Bicas	Imaterial	Festa de São Joaquim
São Joaquim de Bicas	Imaterial	Dona Vilma (Polvilho e Culinária)
São Joaquim de Bicas	Imaterial	Festa de Nossa Senhora da Paz

Fonte: Iepha, 2019,2020 e 2021; Amplo/Mineração Morro do Ipê (2017).

Na **Figura 3-58** são apresentados espacialmente os bens culturais protegidos no estado de Minas Gerais localizados nos três municípios em análise (espacialização disponibilizada pelo Iepha-MG).

Observa-se que na área diretamente afetada pelo empreendimento e seu entorno imediato não há registro de bens protegidos pelo estado, devendo ser feita referência aos festejos tradicionais, como as folias de reis, e expressões musicais da viola.

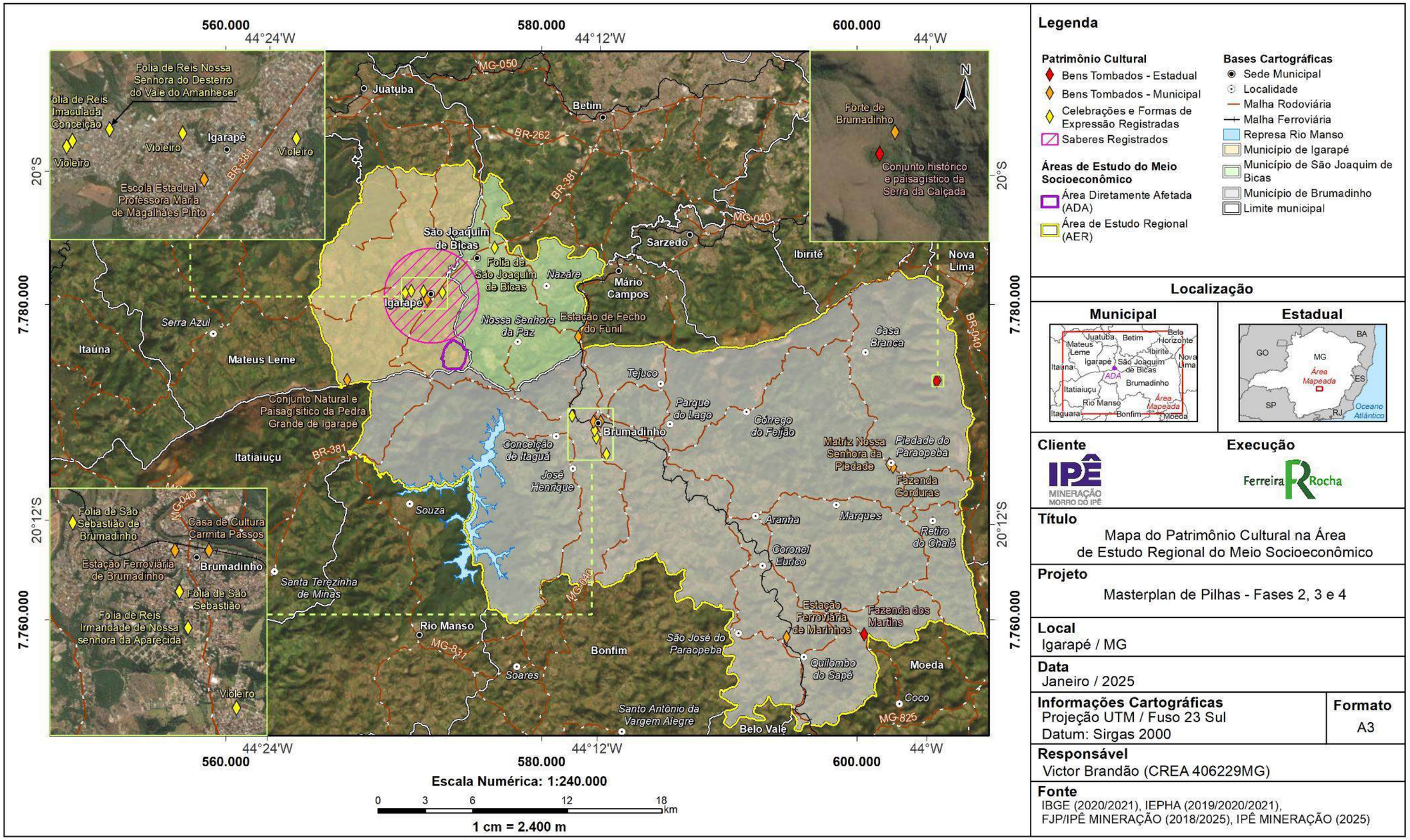


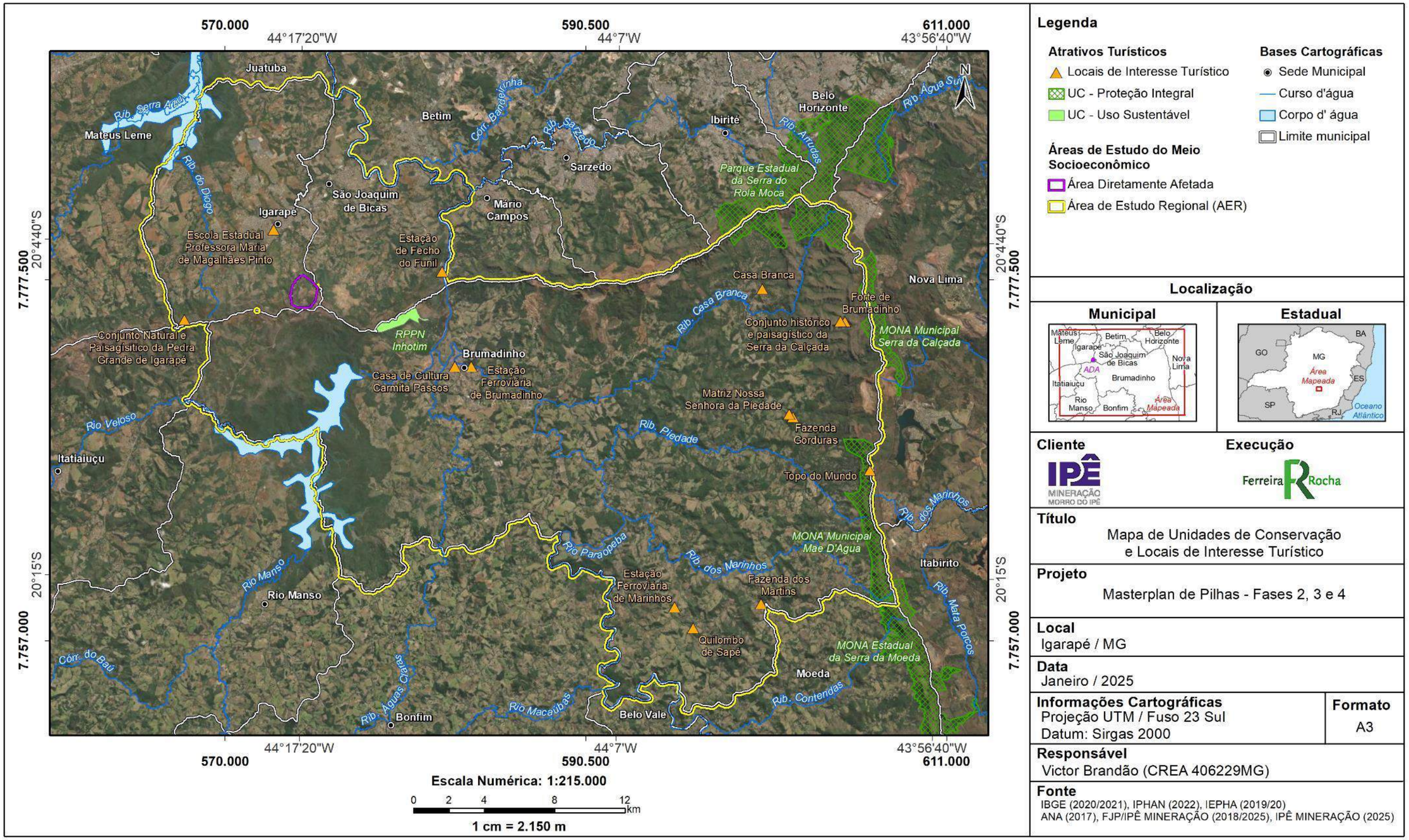
Figura 3-58 – Bens culturais protegidos no estado de Minas Gerais na Área de Estudo – 2024.

Todos esses elementos citados fazem com que a Área de Estudo Regional seja um território turístico importante.

Um dos lugares mais visitados, por turistas nacionais e internacionais, é o Instituto Inhotim, museu de arte contemporânea e Jardim Botânico, localizado em Brumadinho. Reconhecido como Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP) pelo Governo de Minas Gerais em 2008, o Inhotim é uma entidade privada. O espaço possui paisagens exuberantes ao longo de 140 hectares de visitação. Obras de artistas de diferentes países são exibidas ao ar livre e em galerias em meio a um Jardim Botânico com mais de 4,3 mil espécies botânicas raras, vindas de todos os continentes.

Destaque também em Brumadinho as cachoeiras, como a cachoeira da Ostra e cachoeira de Toca de Cima, a Serra da Calçada, o Poço Encantado, as Ruínas do forte Brumadinho, a vila Piedade do Paraopeba e a Igreja Nossa Senhora da Piedade, entre outras atrações.

Em Igarapé e São Joaquim de Bicas, locais religiosos, como a Matriz de Santo Antônio do Igarapé e Matriz de São Joaquim, trilhas, como a que leva a Pedra Grande e o turismo rural em fazendas e chácaras. Na **Figura 3-59** são enfatizados, em sua dimensão espacial, os locais de interesse turístico nos três municípios em estudo.



Legenda

Atrativos Turísticos
- Locais de Interesse Turístico
- UC - Proteção Integral
- UC - Uso Sustentável

Áreas de Estudo do Meio Socioeconômico
- Área Diretamente Afetada
- Área de Estudo Regional (AER)

Bases Cartográficas
- Sede Municipal
- Curso d'água
- Corpo d' água
- Limite municipal

Localização

Municipal

Estadual

Cliente

IPÊ MINERAÇÃO MORRO DO IPÊ

Execução

Ferreira Rocha

Título

Mapa de Unidades de Conservação e Locais de Interesse Turístico

Projeto

Masterplan de Pilhas - Fases 2, 3 e 4

Local

Igarapé / MG

Data

Janeiro / 2025

Informações Cartográficas

Projeção UTM / Fuso 23 Sul
Datum: Sirgas 2000

Formato

A3

Responsável

Victor Brandão (CREA 406229MG)

Fonte

IBGE (2020/2021), IPHAN (2022), IEPHA (2019/20)
ANA (2017), FJP/IPÊ MINERAÇÃO (2018/2025), IPÊ MINERAÇÃO (2025)

Figura 3-59 – Locais de interesse turístico na Área de Estudo – 2022.

a) Comunidades Tradicionais e Patrimônio Arqueológico

Segundo o Decreto nº 6.040, de 07 de fevereiro de 2007, as comunidades e povos tradicionais são grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais. Apresentam características próprias de organização social, ocupam e usam territórios tradicionais, além de recursos naturais, como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica. Para tanto, se utilizam de conhecimentos, inovações e práticas geradas e transmitidas pela tradição. Assim, são comunidades tradicionais: povos indígenas, quilombolas, populações ribeirinhas, ciganos, povos de terreiro, dentre outras.

Segundo o Ministério do Desenvolvimento Social, conforme o Decreto nº 4887/03, as comunidades quilombolas são grupos étnico-raciais, segundo critérios de auto atribuição, com trajetória histórica própria, dotados de relações territoriais específicas e com ancestralidade negra relacionada com a resistência à opressão histórica sofrida. Essas comunidades possuem direito de propriedade de suas terras consagrado desde a Constituição Federal de 1988.

A Fundação Cultural Palmares (FCP), vinculada ao Ministério da Cultura, é o órgão oficial voltado para a preservação da cultura afro-brasileira e tem como principais funções formalizar a existência destas comunidades assessorá-las juridicamente e desenvolver projetos, programas e políticas públicas de acesso à cidadania. Mais de 1.500 comunidades espalhadas pelo território nacional são certificadas pela Fundação. Em Minas Gerais, há atualmente 406 Comunidades Remanescentes Quilombolas certificadas pela Fundação Palmares, sendo que grande parte ainda não possui titulação do Incra.

A Portaria Interministerial n°419/11 e nº 60/2015 estabelece que, para estudos ambientais de licenciamento de âmbito federal, seja feita a verificação de existência de terras indígenas e comunidades quilombolas em um raio de 8 km a partir do empreendimento minerário a ser licenciado. Verificou-se que, a partir da ADA do empreendimento, no raio previsto, foi identificada duas áreas ocupadas por população tradicional, sendo essas uma terra indígena regularizada e uma aldeia indígena, conforme mostra a **Figura 3-60** adiante. A identificação dessas áreas, que estão localizadas no território de São Joaquim de Bicas, foi feita a partir da consulta junto à base de dados atualizada da Fundação Nacional de Índios (FUNAI). Não há registro de outras áreas indígenas nos municípios em estudo, além das duas que estão situadas no raio de 8 km.

A **Tabela 3-66** apresenta as informações sobre as áreas indígenas identificadas.

Tabela 3-65 – Comunidades Indígenas na Área de Estudo

MUNICÍPIO	ALDEIA	TERRA INDÍGENA	DATA CADASTRO	FASE – TERRA INDÍGENA	ÁREA – TERRA INDÍGENA
São Joaquim de Bicas	Katurãma	Katurãma	06/03/2023	Regularizada	346,12 ha
São Joaquim de Bicas	NaÔ Xohã	-	06/03/2023	-	-

Fonte: FUNAI, 2024.

De acordo com a base da FUNAI, a aldeia Katurãma faz parte da Terra Indígena Katurãma, que ocupa um polígono demarcado de 346,12 hectares e encontra-se regularizada junto ao órgão competente. Já para a aldeia NaÔ Xohã não são apresentadas maiores informações. Ambas as comunidades foram cadastradas na base de dados da FUNAI no dia 06/03/2023.

As aldeias estão situadas à nordeste da ADA do projeto em tela, no limite máximo do raio de restrição estabelecido pela legislação, a cerca de 8 km das estruturas do empreendimento. Essa distância, atrelada às características físicas e geográficas da região de inserção do projeto, faz com que o território dessas aldeias esteja preservado das interferências advindas da implantação e operação do empreendimento. Ainda, o entorno imediato da ADA é marcado por intensa ocupação urbana, com a presença de bairros da zona urbana do município de Igarapé, sendo alguns bastante populosos, dotados de infraestrutura urbana e social, com equipamentos comerciais e de serviços, de lazer, educação e saúde. A população residente nas aldeias indígenas não possui relação com essa área do entorno do empreendimento e não se utiliza da infraestrutura local existente como referência para suas demandas.

Diante desse contexto, não se vislumbra impacto potencial direto ou indireto do projeto nas terras indígenas reconhecidas, ressaltando que as condições geográficas específicas da região, dotada de barreiras naturais (relevo acidentado, rios e matas) e antrópicas (construções, estradas e ruas, propriedades rurais), reforçam a separação física entre o local do projeto e as áreas indígenas. Essas condições garantem que o desenvolvimento do projeto não afetará de maneira direta ou indireta as comunidades ou os ecossistemas das aldeias indígenas existentes.

Sobre as comunidades remanescentes quilombolas (CRQ), foram identificadas quatro no território da Área de Estuo Regional, sendo estas certificadas pela Fundação Cultural Palmares. Todas estão situadas no município de Brumadinho, sendo que na base de dados da FCP não consta as coordenadas de localização de uma delas. Em Igarapé e São Joaquim de Bicas não há registro de CRQs, de acordo com a consulta realizada no endereço eletrônico da Fundação Cultural Palmares. Não foi verificada a

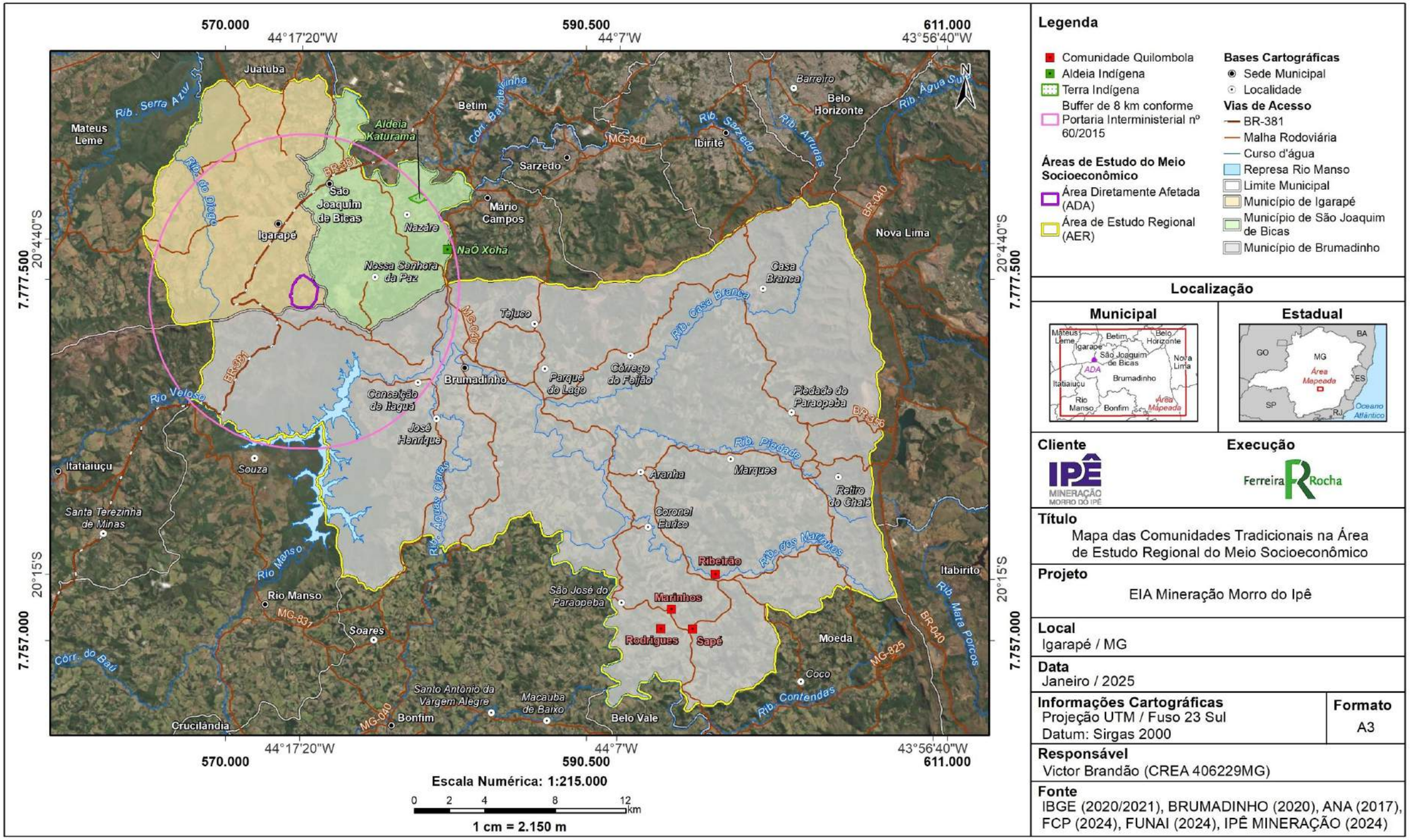
existência de comunidades quilombolas dentro do raio de 8 km, como pode ser visto na **Figura 3-60**.

A **Tabela 3-66** apresenta as informações sobre as CRQs existentes em Brumadinho.

Tabela 3-66 – Comunidades Remanescentes Quilombolas na Área de Estudo

MUNICÍPIO	COMUNIDADE	Nº PROCESSO NA FCP	ETAPA ATUAL PROCESSO FCP	Nº DA PORTARIA	DATA DA PORTARIA NO DOU	Nº PROCESSO INCRA
Brumadinho	Sapé	01420.001980/ 2005-01	Certificada	44/2005	06/12/2005	54170.000708/ 2012-80
Brumadinho	Ribeirão	01420.002947/ 2010-57	Certificada	135/2010	04/11/2010	54170.004339/ 2011-13
Brumadinho	Marinhos e Rodrigues	01420.003089/ 2010-68	Certificada	135/2010	04/11/2010	54170.004340/ 2011-48
Brumadinho	Sanhudo	01420.102896/20 23-87	Certificada	15/2024	19/01/2024	-

Fonte: FCP, 2024.



Escala Numérica: 1:215.000

0 2 4 8 12 km

1 cm = 2.150 m

Legenda

- Comunidade Quilombola
- Aldeia Indígena
- Terra Indígena
- Buffer de 8 km conforme Portaria Interministerial nº 60/2015

Áreas de Estudo do Meio Socioeconômico

- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Estudo Regional (AER)

Bases Cartográficas

- Sede Municipal
- Localidade

Vias de Acesso

- BR-381
- Malha Rodoviária
- Curso d'água
- Represa Rio Manso
- Limite Municipal
- Município de Igarapé
- Município de São Joaquim de Bicas
- Município de Brumadinho

Localização

Municipal

Estadual

Cliente

IPÊ MINERAÇÃO MORRO DO IPÊ

Execução

Ferreira Rocha

Título

Mapa das Comunidades Tradicionais na Área de Estudo Regional do Meio Socioeconômico

Projeto

EIA Mineração Morro do Ipê

Local

Igarapé / MG

Data

Janeiro / 2025

Informações Cartográficas

Projeção UTM / Fuso 23 Sul
Datum: Sirgas 2000

Formato

A3

Responsável

Victor Brandão (CREA 406229MG)

Fonte

IBGE (2020/2021), BRUMADINHO (2020), ANA (2017), FCP (2024), FUNAI (2024), IPÊ MINERAÇÃO (2024)

Figura 3-60 – Comunidades Tradicionais na Área de Estudo – 2024.

Com relação ao patrimônio arqueológico dos municípios, de acordo com o Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA), do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), há 66 sítios cadastrados na Área de Estudo, todos em Brumadinho, que além de maior área, possivelmente é mais estudado do ponto de vista arqueológico, pelas atividades de mineração ou ligadas a ela ali existentes. As informações disponíveis estão apresentadas na **Tabela 3-67**.

A Erro! Fonte de referência não encontrada. apresentada adiante mostra a localização dos sítios arqueológicos segundo a base disponibilizada pelo Iphan. Pode-se observar que eles estão relativamente distantes da ADA e AID (buffer de 250 metros a partir da ADA), sendo os mais próximos aqueles identificados com a numeração 1 a 5. Regista-se que há diferença no número de sítios apresentado na **Tabela 3-67** e Erro! Fonte de referência não encontrada.**.** Embora a fonte consultada em ambos os registros de informação seja o Iphan, essas incongruências entre as bases consultadas podem ocorrer, por conta de indisponibilidade do registro de coordenadas geográficas.

Ressalta-se que a região de inserção dos municípios em estudo, bem como da área do empreendimento em tela, possui um potencial histórico relevante e diversos outros sítios arqueológicos em estudo ou já estudados podem existir nos municípios, mas não constam na base de dados oficial (CNSA) do IPHAN.

Tabela 3-67 – Sítios Arqueológicos cadastrados nos municípios de Brumadinho, Igarapé e Preto

ID	MUNICÍPIO	CÓDIGO CNSA	NOME DO SÍTIO	CATEGORIA
1	Brumadinho	G01167	Aqueduto Fazenda Gado Bravo	Histórico
2	Brumadinho	MG01169	Aqueduto Distrito Melo Franco	Histórico
3	Brumadinho	MG01184	Sítio Sede Fazenda Bom Jardim	Histórico
4	Brumadinho	MG01185	Muro de Divisa Fazenda Bom Jardim	Histórico
5	Brumadinho	MG02501	Alicerce 5	Histórico
6	Brumadinho	MG02502	Alicerce 6	Histórico
7	Brumadinho	MG02503	Bom jardim	Histórico
8	Brumadinho	MG02504	Parada Coronel Eurico	Histórico

ID	MUNICÍPIO	CÓDIGO CNSA	NOME DO SÍTIO	CATEGORIA
9	Brumadinho	MG02505	valo 11	Histórico
10	Brumadinho	MG02506	Valo 13	Histórico
11	Brumadinho	MG02508	Estrada 5	Histórico
12	Brumadinho	MG02509	Estrada 6	Histórico
13	Brumadinho	MG02510	Curral de pedras	Histórico
14	Brumadinho	MG02511	conjunto hidráulico	Histórico
15	Brumadinho	MG02512	Parada Inhotim	Histórico
16	Brumadinho	MG02514	Estação ferroviária Souza Noschese	Histórico
17	Brumadinho	MG02515	Estrada 1	Histórico
18	Brumadinho	MG02516	Estação Alberto flores	Histórico
19	Brumadinho	MG02517	Ruinas olaria 1	Histórico
20	Brumadinho	MG02518	Valo 3	Histórico
21	Brumadinho	MG02519	Valo 4	Histórico
22	Brumadinho	MG02520	Valo 5	Histórico
23	Brumadinho	MG02521	Valo 1	Histórico
24	Brumadinho	MG02522	Valos 6 e 7	Histórico
25	Brumadinho	MG02523	Valo 12	Histórico
26	Brumadinho	MG02524	valo 10	Histórico
27	Brumadinho	MG02525	Valo 9	Histórico
28	Brumadinho	MG02546	Fazenda Morro Velho e Pedro Paulo	Histórico
29	Brumadinho	MG02547	Núcleo de mineração do córrego Morro Velho e Pedro Paulo	Histórico

ID	MUNICÍPIO	CÓDIGO CNSA	NOME DO SÍTIO	CATEGORIA
30	Brumadinho	MG02549	Núcleo de mineração Retiro das Pedras I	Histórico
31	Brumadinho	MG02550	Muros do córrego Bernardino	Histórico
32	Brumadinho	MG02551	Núcleo de mineração do córrego Bernardino	Histórico
33	Brumadinho	MG02552	Núcleo de mineração do Ribeirão Catarina	Histórico
34	Brumadinho	MG02554	Forte de Brumadinho	Histórico
35	Brumadinho	MG02555	Núcleo de Mineração I do Córrego Senzala	Histórico
36	Brumadinho	MG02556	Núcleo de Mineração II do Córrego Senzala	Histórico
37	Brumadinho	MG02557	Estrada cavaleira da Serra da Calçada	Histórico
38	Brumadinho	MG02558	Núcleo de Mineração do Córrego Fundo / Tutaméia I	Histórico
39	Brumadinho	MG02559	Núcleo de Mineração do Córrego Fundo / Tutaméia II	Histórico
40	Brumadinho	MG02560	Núcleo de Mineração do Córrego Fundo / Tutaméia III	Histórico
41	Brumadinho	MG02561	Núcleo de mineração Pau Branco	Histórico

ID	MUNICÍPIO	CÓDIGO CNSA	NOME DO SÍTIO	CATEGORIA
42	Brumadinho	MG02562	Estrada Cavaleira Beira Serra	Histórico
43	Brumadinho	MG02593	Núcleo de mineração Retiro das Pedras II	Histórico
44	Brumadinho	MG02618	Núcleo de Mineração do Córrego Senzala II	Histórico
45	Brumadinho	MG02619	Núcleo de mineração do córrego senzala I	Histórico
46	Brumadinho	MG02782	Sítio Arqueológico Pau Branco 2 (Atualização CNSA MG02543)	Histórico
47	Brumadinho	MG02783	Sítio Arqueológico Pau Branco 3	Histórico
48	Brumadinho	MG02788	Galeria 1959	Histórico
49	Brumadinho	MG00374	Abrigo da Casa Branca	Pré-colonial
50	Brumadinho	MG01132	Nossa Fazendinha	Pré-colonial
51	Brumadinho	MG01168	Condomínio Tiradentes	Pré-colonial
52	Brumadinho	MG01184	Sítio Sede Fazenda Bom Jardim	Pré-colonial
53	Brumadinho	MG01186	Sítio Zé Ernesto	Pré-colonial
54	Brumadinho	MG01297	Boa Vitória I	Pré-colonial
55	Brumadinho	MG01298	Boa Vitória II	Pré-colonial
56	Brumadinho	MG01299	Paraíso do Sol	Pré-colonial
57	Brumadinho	MG02418	Sitio arqueológico pilha cachoeirinha	Pré-colonial
58	Brumadinho	MG02503	Bom jardim	Pré-colonial

ID	MUNICÍPIO	CÓDIGO CNSA	NOME DO SÍTIO	CATEGORIA
59	Brumadinho	MG02543	Sítio arqueológico pau branco 2	Pré-colonial
60	Brumadinho	MG02544	Sítio arqueológico pau branco 1 prb 11	Pré-colonial
61	Brumadinho	MG02548	Abrigo do Retiro das pedras	Pré-colonial
62	Brumadinho	MG02782	Sítio Arqueológico Pau Branco 2 (Atualização CNSA MG02543)	Pré-colonial
63	Brumadinho	MG02783	Sítio Arqueológico Pau Branco 3	Pré-colonial
64	Brumadinho	MG02784	Sítio Arqueológico Cachoeirinha	Pré-colonial
65	Brumadinho	MG02785	Sítio Arqueológico Cachoeirinha 2	Pré-colonial
66	Brumadinho	MG02789	Sítio Arqueológico Pau Branco 1 (Atualização CNSA MG02544)	Pré-colonial

Fonte: CNSA, IPHAN – 2020.

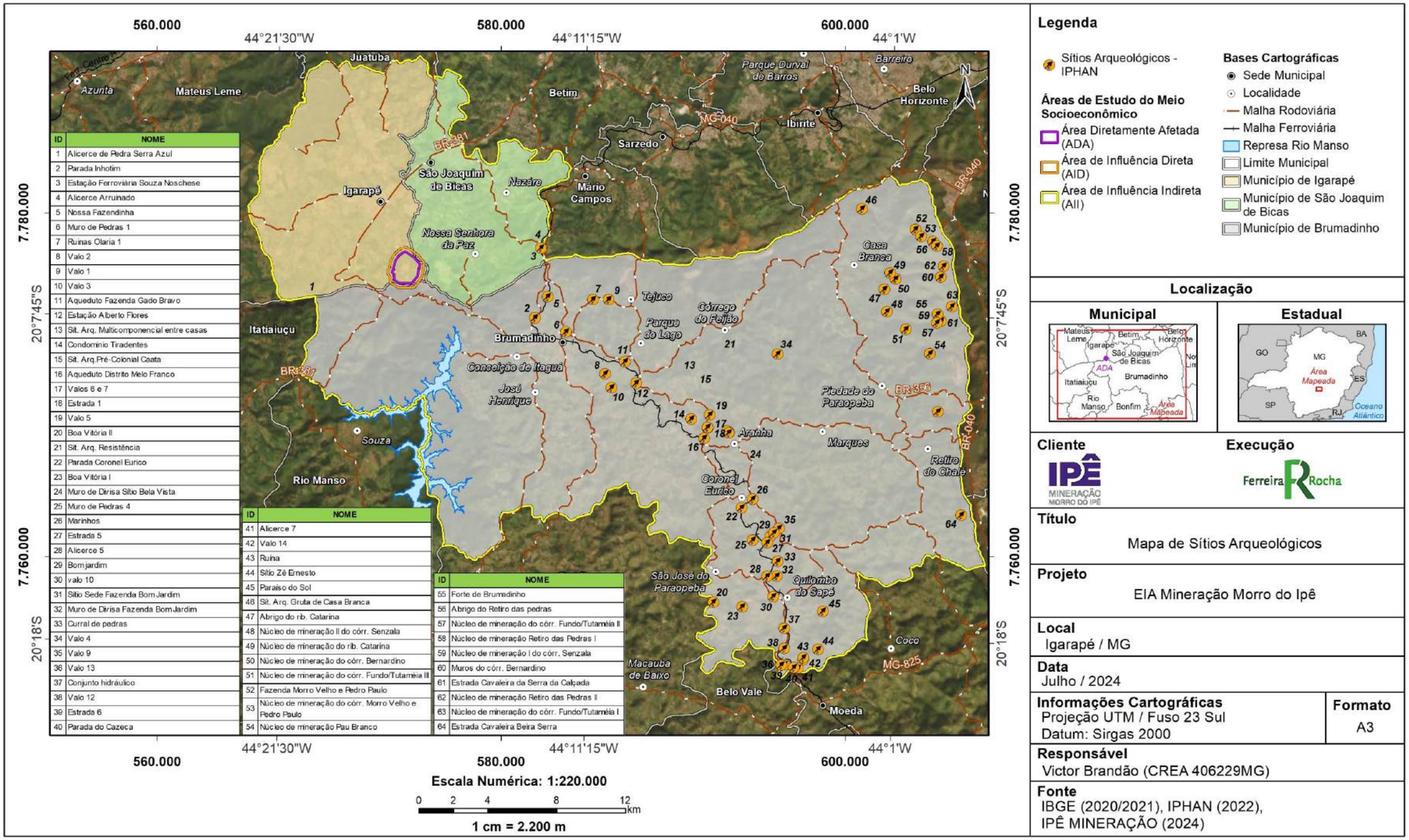


Figura 3-61 – Localização dos Sítios Arqueológicos na Área de Estudo – 2022.

3.2 DIAGNÓSTICO DA ÁREA DE ESTUDO LOCAL

3.2.1 INTRODUÇÃO

Conforme apresentado no item de Definição das Áreas de Estudo, e durante os trabalhos de campo para reconhecimento técnico da área e coleta de dados primários, foram identificadas localidades na área de entorno do projeto que, pela proximidade ao local onde serão implantadas as estruturas do empreendimento, ou por constituírem-se como rotas de passagem de equipamentos e outros materiais durante a etapa de implantação e operação do empreendimento, bem como pelo potencial para fornecimento de mão de obra, estarão susceptíveis a interferências relacionadas ao projeto em tela.

A caracterização dessas localidades, definidas como Área de Estudo Local – AEL, foi pautada nas observações técnicas dos profissionais responsáveis pelos trabalhos de campo, bem como em informações obtidas em entrevistas realizadas com lideranças ou representantes (*stakeholders*[33]) destas localidades. Para subsidiar estas entrevistas foi utilizado um roteiro de pesquisa, combinando perguntas abertas e fechadas, com questões relacionadas ao número de famílias e moradores, condições de infraestrutura das localidades, referências para o atendimento das demandas básicas dos habitantes, principais atividades produtivas, fontes de renda e organização social dos moradores, dentre outros.

Nessa etapa procurou-se aferir a percepção dos entrevistados a respeito das operações minerárias em vigência na região e da possibilidade de implantação das PDE's, bem como sobre a relação da comunidade com o Complexo Minerário existente na região. Buscou-se também apurar a participação do entrevistado em grupos sociais, ambientais e atividades coletivas em geral, além do sentimento em fazer parte do desenvolvimento local por meio das suas iniciativas e formas alternativas de participação comunitária. Explorou-se ainda a percepção sobre as mudanças e transformações na região com a operação dos empreendimentos, a influência destes nas atividades econômicas locais e como podem promover a melhoria de vida local.

Para o mapeamento social dos *stakeholders* foram consideradas as principais lideranças formais (gestores ou representantes comunitários ou de associações), caso existentes, bem como as informais que, mesmo não configurando entidades representativas, exercem atividades de diferentes naturezas junto à comunidade (agentes de saúde, diretores de escola, comerciantes). Uma parte desse público foi identificada previamente por meio de indicações e outra parte foi apontada durante a realização dos trabalhos de campo, seja por indicação de membros das localidades ou por outras

[33] Adotou-se para este levantamento o conceito de *stakeholders* (partes interessadas) proposto por Freeman (1984), abordando-os como pessoas ou grupos que podem ou poderiam afetar o desempenho de uma empresa ou negócio.

lideranças entrevistadas. Este método foi baseado na técnica "Bola de Neve" [34], utilizada na pesquisa qualitativa como uma forma de amostragem não probabilística que utiliza cadeias de referência.

A metodologia da pesquisa, com abordagem qualitativa, teve como objetivo levantar as percepções dos núcleos populacionais (bairros e comunidades) situados no entorno imediato do empreendimento. Os núcleos centrais das localidades da AEL estão localizados a uma distância de até 3 km das áreas diretamente afetadas do empreendimento, sendo que algumas ocupações dos bairros Maracanã e Nova Esperança estão situadas bem próximas aos limites da ADA. Destaca-se a população dos núcleos populacionais da AEL possuem uma relação de dependência com a sede municipal de Igarapé, que está localizada a uma distância de cerca de 7 km.

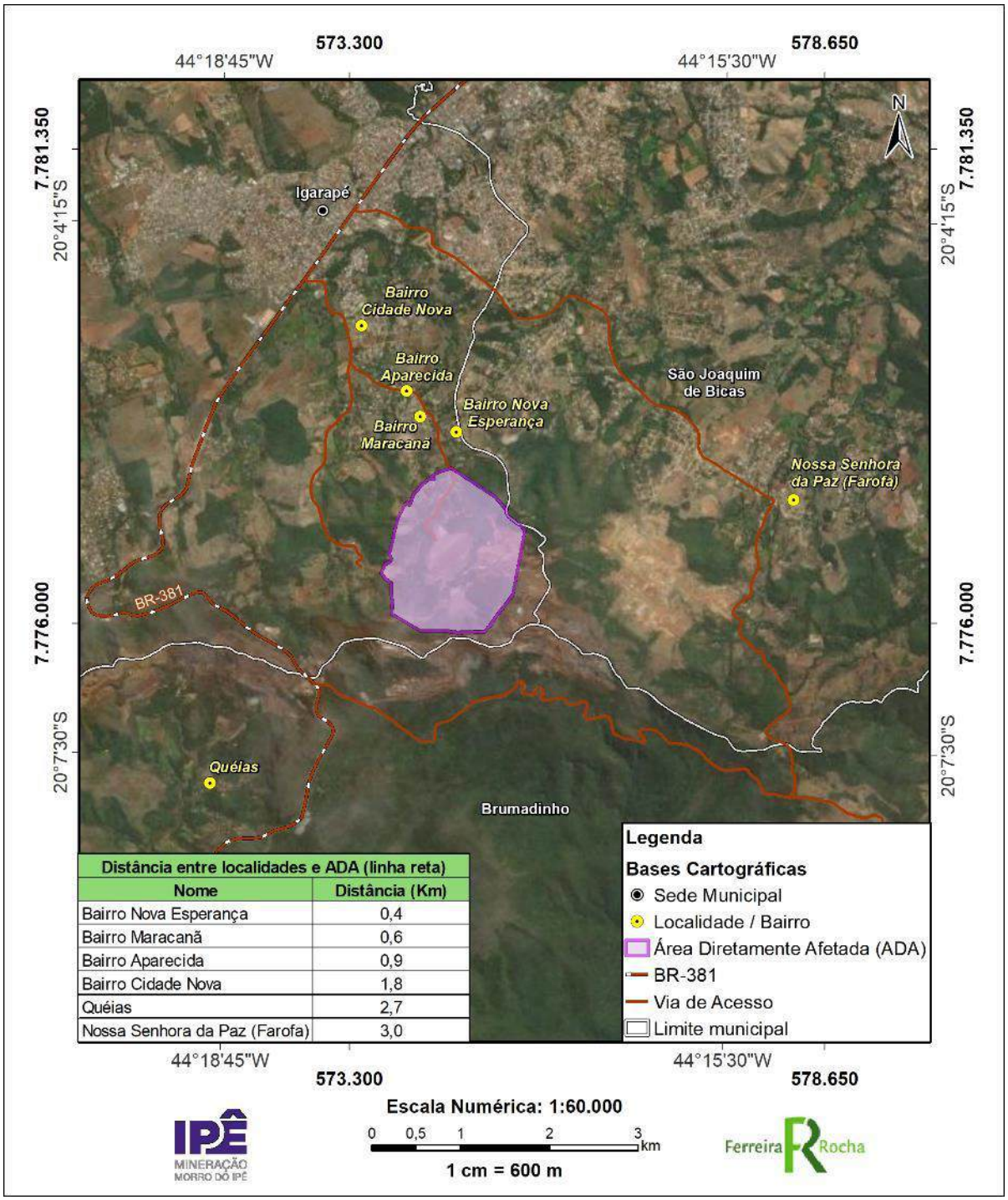
A **Tabela 3-68** a seguir relaciona as localidades que integram a AEL, o município a qual pertencem, bem como a posição do entrevistado frente às localidades que representam. A **Figura 3-62** apresentada na sequência mostra a localização das localidades da AEL com relação ao empreendimento em tela.

Tabela 3-68 – Relação das localidades da AEL.

LOCALIDADE	MUNICÍPIO	LIDERANÇA
Bairro Cidade Nova	Igarapé	-
Bairro Aparecida	Igarapé	Empresário
		Comerciante
Bairro Maracanã	Igarapé	Moradora
		Diretora de escola
Bairro Nova Esperança	Igarapé	Proprietário rural
Distrito de Nossa Senhora da Paz (Farofa)	São Joaquim de Bicas	Presidente da Associação de Artesanato Casa Fiari
		Presidente da Associação Comunitária do Bairro Recreio do Lago 1 e 2
Comunidade Quéias	Brumadinho	-
Sede Municipal	Igarapé	Diretora da ASSECIG (Associação educativa e cultural de igarapé)

[34] O método de abordagem "Bola de Neve" implica em se conversar com pessoas inicialmente mapeadas, denominadas de informantes-chave. Os informantes-chave foram as lideranças identificadas, em escritório, na Matriz de *Stakeholders*. A partir dessas primeiras entrevistas, solicita-se aos entrevistados que indiquem novos indivíduos que possam contribuir com a pesquisa. Em seguida, pede-se que as pessoas apontadas indiquem novos contatos com as características desejadas a partir de sua própria rede pessoal e assim sucessivamente.

Fonte: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.



Distância entre localidades e ADA (linha reta)	
Nome	Distância (Km)
Bairro Nova Esperança	0,4
Bairro Maracanã	0,6
Bairro Aparecida	0,9
Bairro Cidade Nova	1,8
Quéias	2,7
Nossa Senhora da Paz (Farofa)	3,0

Figura 3-62 – Localização das localidades da AEL. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

A Área de Estudo Local possui características homogêneas com relação aos aspectos socioeconômicos, no que diz respeito às formas de ocupação do espaço, perfil demográfico, níveis de renda familiar existentes e infraestrutura urbana e social

presentes. As localidades em estudo estão distribuídas entre uma comunidade rural, um distrito e quatro bairros.

O distrito de Nossa Senhora da Paz, conhecido como Farofas, é a única localidade da AEL com esse *status*. O distrito está situado no território do município de São Joaquim de Bicas e possui acesso asfaltado a partir da BR-381, passando por bairros da sede urbana de Igarapé e pela Estrada de Nossa Senhora da Paz, até o núcleo central do distrito. Os bairros Cidade Nova, Aparecida, Maracanã e Nova Esperança são espaços bem demarcados, localizados em território do município de Igarapé, com acesso a partir da BR-381, pela margem direita no sentido Belo Horizonte. A comunidade de Quéias também tem como acesso a BR-381, logo após o trevo de acesso para a sede municipal de Igarapé, na margem esquerda da rodovia (sentido Belo Horizonte). A localidade pertence ao município de Brumadinho e possui características de ocupação com finalidade de uso voltada para o lazer dos proprietários.

A seguir, serão apresentados os conceitos de cada um desses diferentes núcleos populacionais em estudo.

Sobre os bairros, para O'NEILL & NATAL:

> estes têm um papel importante na organização das cidades, pois, enquanto lugares de residência associados a um conteúdo social e possuindo um certo grau de permanência são mantenedores das características fundamentais das classes ou grupos sociais a eles circunscritos, ajustando indivíduos ao comportamento coletivo do grupo ao qual pertencem e, ao mesmo tempo, reproduzindo-os. (O'NEILL & NATAL, 1988, p.129).

Nessa visão, SOUZA, escreve que:

> o bairro, qualquer bairro, é simultaneamente uma realidade objetiva e subjetiva/intersubjetiva, e que estas duas dimensões se condicionam e interpenetram-se uma à outra ao longo do processo histórico. O bairro pertence àquela categoria de 'pedaços da realidade social' que possuem uma identidade mais ou menos inconfundível para todo um coletivo; o bairro possui uma Identidade intersubjetivamente aceita pelos seus moradores e pelos moradores de outros bairros da cidade, ainda que com variações. SOUZA (1989 p. 148).

O conceito de Distrito aqui utilizado é o de Pinto (2003), segundo o qual:

> o distrito é uma subdivisão do município, que tem como sede a vila, que é um povoado de maior concentração populacional. Ele não tem organização da pequena produção e atendimento das primeiras necessidades da população residente em seu entorno, cujo comando fica a cargo da sede do município. O distrito tem a mesma denominação de sua vila e, somente pode ser criado por meio de lei municipal. No entanto, os requisitos exigidos para a criação de um distrito são estabelecidos por meio de lei estadual. O município não pode, por si só, instalar distritos adotando critérios próprios. Faz-se necessário que um povoado atenda todas as exigências determinadas pela legislação estadual para que o município, por meio de uma lei municipal aprovada

> pela Câmara de Vereadores local, o eleve à categoria de distrito. (PINTO, 2003, p. 57).

A Lei Complementar Estadual nº 37, de 18 de janeiro de 1995, através dos artigos 32, 33 e 34, regulamenta, dentre outros assuntos, os critérios relevantes para a criação de municípios em Minas Gerais:

> Art. 32 – O município poderá dividir-se em distritos, e, estes, em subdistritos, para efeito de descentralização administrativa.
>
> Art. 33 – O distrito-sede terá o nome do município e categoria de cidades, ao passo que os demais distritos, a categoria de vila. Parágrafo único – Os distritos terão o nome do povoado que lhes deu origem, respeitada a denominação vigente na data desta Lei, e serão designados por número ordinal, conforme a ordem de sua criação.
>
> Art. 34 – Competem ao município, por meio de Lei municipal, a criação, a organização, a redelimitação e a supressão de distrito, observada a sua Lei Orgânica e o § 2º do artigo 8º desta Lei.
>
> § 1º - A sua criação e a redelimitação de distritos devem observar os seguintes requisitos: I – eleitorado não inferior a 200 (duzentos) eleitores; II – existência de povoado com, pelo menos, 50 (cinquenta) moradias e escola pública; III – demarcação dos limites, obedecido, no que couber, o disposto no artigo 9º desta Lei. § 2º - A lei municipal que criar, organizar, redelimitar ou suprimir distrito será publicada no órgão oficial do Estado

Em relação ao contexto urbano presente nos distritos:

> [...] o modo de vida é tipicamente urbano, pois, mesmo possuindo uma ligação forte com o meio rural, que se expressa na prática de atividades do setor primário (agricultura e pecuária), as pessoas que ali residem utilizam telefones celulares, vestem-se de acordo com os padrões urbanos, assistem a programas de televisão que expressam o modo de viver urbano. As suas reivindicações também são caracteristicamente urbanas: calçamento de ruas, rede de esgotos, iluminação pública, postos de saúde, escolas, dentre outras. (PINTO, 2003, p. 60). "[...] mesmo estando situado na zona rural do município e, sendo legalmente considerado como parte integrante da zona urbana, o modo de ser e de viver de um distrito encontra-se muito mais sintonizado com o urbano do que com o rural". (PINTO, 2003, p. 60).

A seguir, procede-se à caracterização individualizada das localidades integrantes da AEL para o Meio Socioeconômico

3.2.2 BAIRRO CIDADE NOVA

3.2.2.1 ASPECTOS GERAIS

Vinculado territorialmente ao município de Igarapé, o bairro Cidade Nova está localizado a uma distância de cerca de 5 km da sede municipal. Possui como rota de acesso a

rodovia BR-381 e vias de acesso da sede municipal de Igarapé. O bairro está situado na margem oposta da BR-381, em relação ao centro de Igarapé.

A **Figura 3-63** abaixo apresenta a localização do bairro Cidade Nova, ilustrando a proximidade com a ADA.

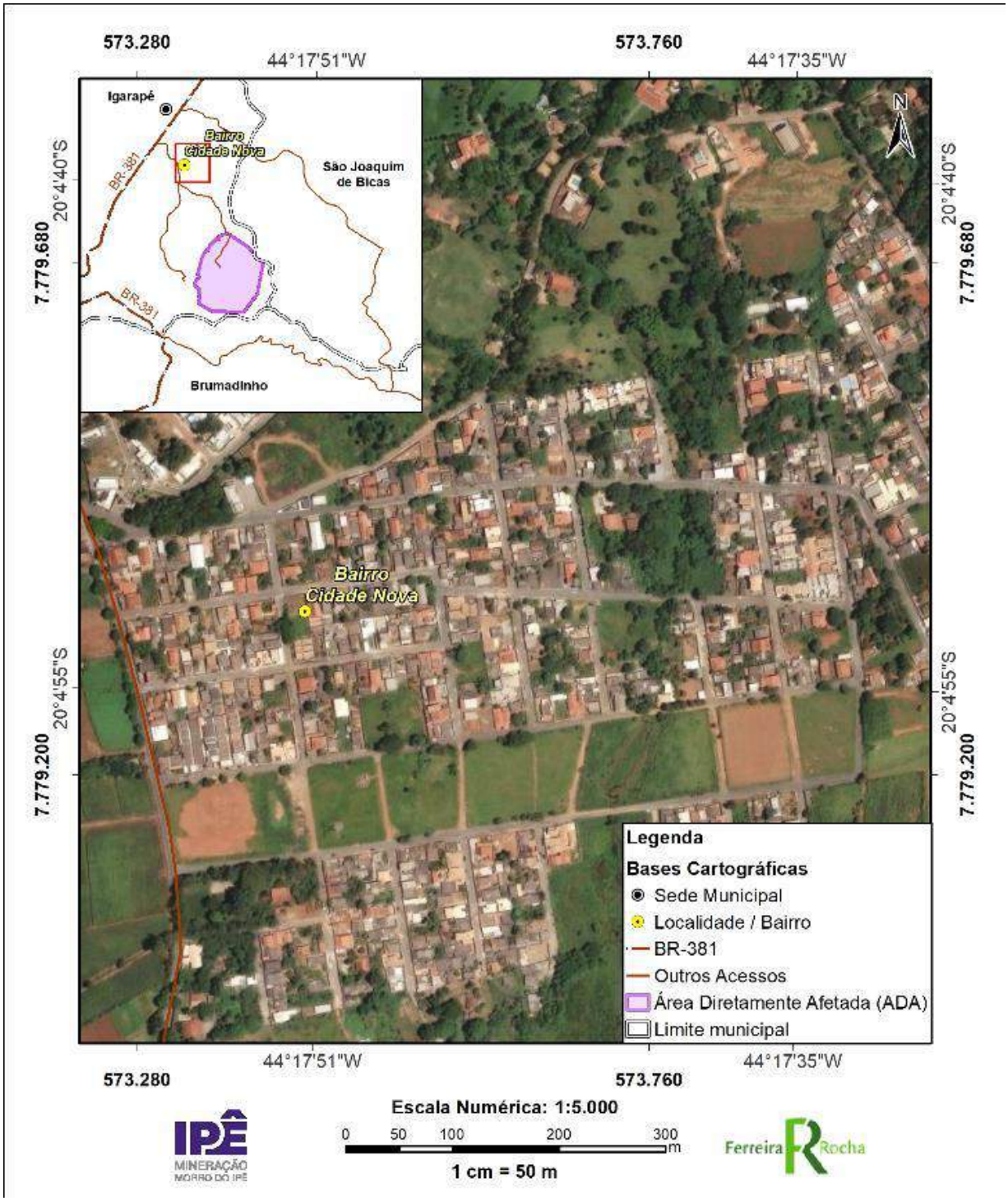


Figura 3-63 – Localização do Bairro Cidade Nova. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022

O bairro atualmente possui uma rede diversificada de comércios e serviços, tanto para atendimento primário da população residente quanto para fornecimento de insumos e equipamentos necessários para a operação de empreendimentos, de diversos portes, existentes na região. Os estabelecimentos de comércio existentes são voltados para os mais diversos segmentos, com a presença de lojas de vestuário, paisagismo, informática, farmácia, veículos e alimentação. Também estão instalados no bairro os galpões que fornecem equipamentos e máquinas pesadas, assim como as diversas oficinas mecânicas e locais para lavagem de veículos.

As Figuras a seguir ilustram as lojas e estabelecimentos de comércio existentes no bairro Cidade Nova.

Figura 3-64 – Entrada para o Bairro Cidade Nova. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-65 – Comércio no Bairro Cidade Nova. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

3.2.2.2 CARACTERÍSTICAS POPULACIONAIS E DE INFRAESTRUTURA

As Figuras a seguir ilustram as ruas e habitações do bairro Cidade Nova.

Figura 3-66 – Ruas asfaltadas, com presença de meio fio e iluminação, e residências no bairro Cidade Nova. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-67 – Condomínio residencial no bairro Cidade Nova. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

3.2.2.3 INFRAESTRUTURA SOCIAL E ATIVIDADES ECONÔMICAS

Com relação aos equipamentos de saúde, educação e segurança, existem dois Postos de Saúde (Posto 1 e Posto 2) e uma UPA instalados no bairro, para dividir o atendimento da população. Os serviços públicos de saúde mais utilizados pelas famílias são as consultas, de forma geral. As famílias da localidade recebem visitas mensais de profissionais do Programa de Saúde da Família (PSF) e os serviços de saúde pública ofertados são classificados como bons pela entrevistada.

No bairro existe um CRAS para atendimento à população vulnerável, que oferta (mensalmente) cesta básica e de frutas para as famílias cadastradas.

Sobre os equipamentos de educação, são ofertados no bairro todos os níveis de ensino (infantil, fundamental e médio), por meio de cerca de cinco escolas da rede pública e cinco da rede particular. Existe a previsão para início de um curso profissionalizante (prefeitura irá ofertar). Na opinião da entrevistada, atualmente os serviços públicos de educação oferecidos estão regulares, apesar de ter uma boa oferta de escolas, necessita de uma melhoria no nível de ensino (capacitação dos profissionais). O transporte escolar é considerado satisfatório.

Figura 3-68 – Unidade Básica de Saúde (UBS) Cidade Nova. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

3.2.3 BAIRRO APARECIDA

3.2.3.1 ASPECTOS GERAIS

O bairro Aparecida está localizado no território do município de Igarapé e pode ser acessado a partir da BR-381. A **Figura 3-69** abaixo mostra a localização da localidade.

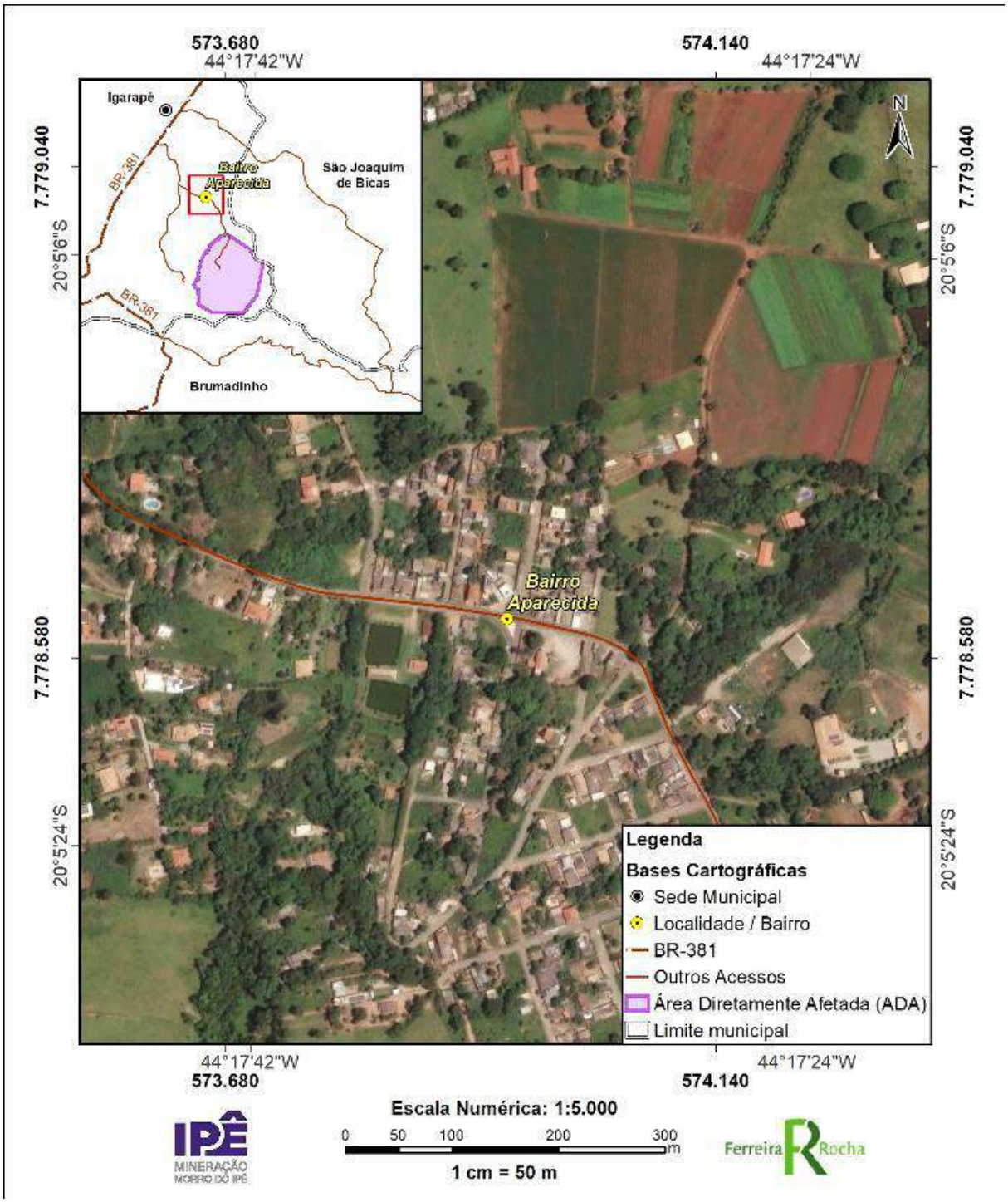


Figura 3-69 – Localização do Bairro Aparecida. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022

Figura 3-70 – Entrada para o bairro Aparecida. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-71 – Habitações do bairro Aparecida. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

3.2.3.2 INFRAESTRUTURA SOCIAL E ATIVIDADES ECONÔMICAS

No bairro existe um CRAS para atendimento à população vulnerável, que oferta (mensalmente) cesta básica e de frutas para as famílias cadastradas. Também está instalado no bairro um CPP – Centro Pisco Pedagógico. Foi informado que as famílias de baixa renda recebem o auxílio do Programa Bolsa Família, do governo federal.

Sobre os equipamentos de educação, são ofertados no bairro todos os níveis de ensino (infantil, fundamental e médio), por meio de cerca de cinco escolas da rede pública e cinco da rede particular. Existe a previsão para início de um curso profissionalizante (prefeitura irá ofertar). Na opinião da entrevistada, atualmente os serviços públicos de educação oferecidos estão regulares, apesar de ter uma boa oferta de escolas, necessita de uma melhoria no nível de ensino (capacitação dos profissionais). O transporte escolar é considerado satisfatório.

Figura 3-72 – Área de Laser no Bairro Aparecida. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

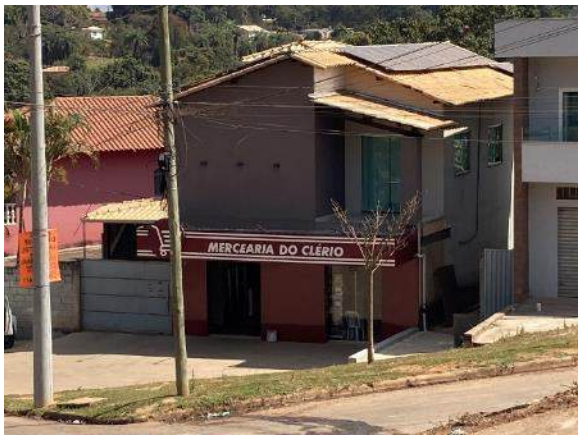


Figura 3-73 – Comércio no Bairro Aparecida. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-74 – Ruas asfaltadas, com presença de meio fio e iluminação, e igreja no bairro Aparecida. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-75 – Ruas asfaltadas, com presença de meio fio e iluminação. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

3.2.4 BAIRRO MARACANÃ

3.2.4.1 ASPECTOS GERAIS

A **Figura 3-76** abaixo mostra a localização do bairro Maracanã e as Figuras na sequência ilustram as ruas e habitações do bairro.

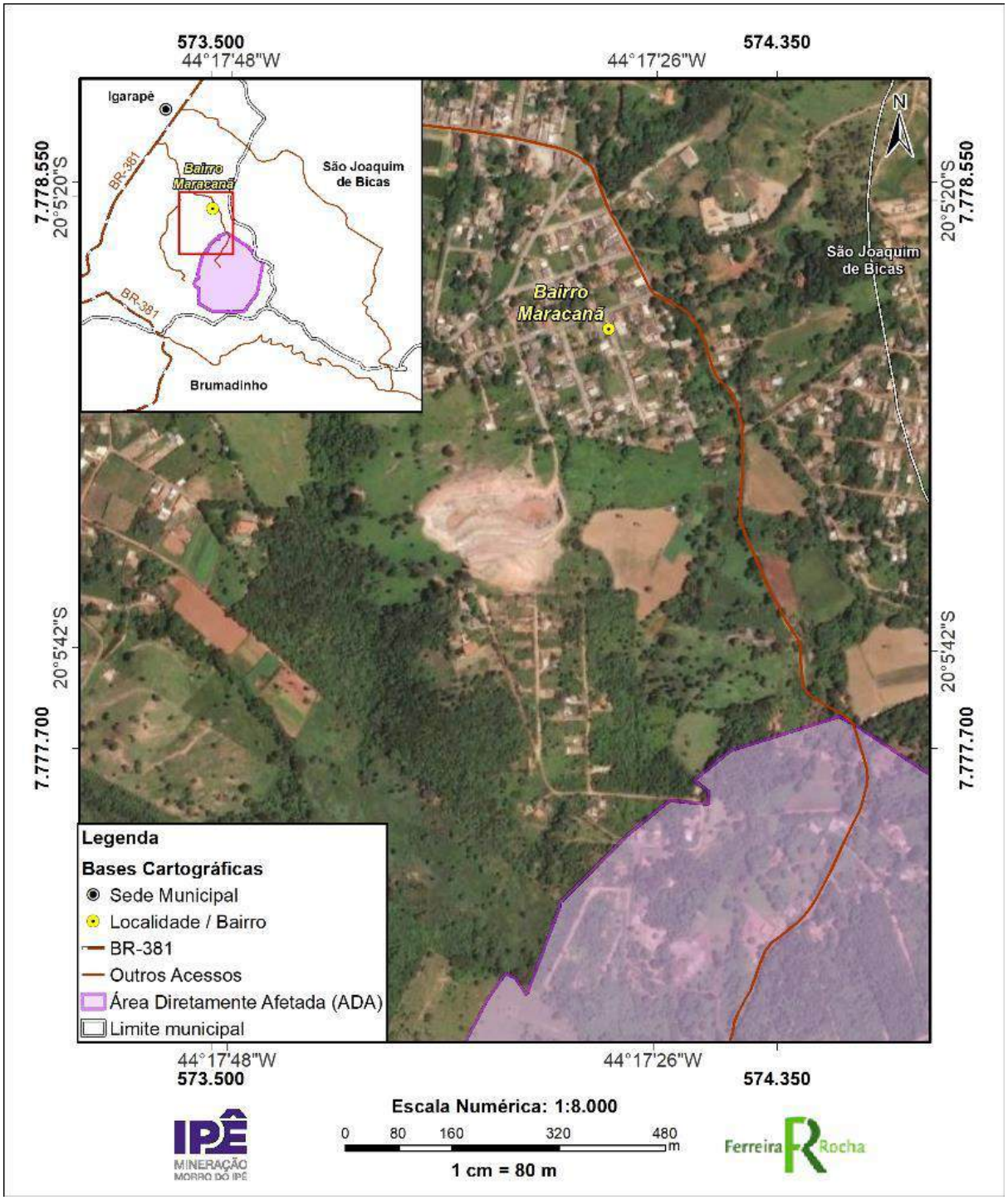


Figura 3-76 – Localização do bairro Maracanã. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022

Figura 3-77 - Habitações do bairro Maracanã. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-78 – Rua e habitações do bairro Maracanã. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

3.2.4.2 INFRAESTRUTURA E ATIVIDADES ECONÔMICAS

As Figuras a seguir ilustram a unidade escolar existente no bairro Maracanã.

Figura 3-79 – Escola Municipal Maria das Graças Dias Maldonado no bairro Maracanã. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-80 – Transporte escolar no bairro Maracanã. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

3.2.5 BAIRRO NOVA ESPERANÇA

3.2.5.1 ASPECTOS GERAIS

Conforme destacado na introdução deste diagnóstico, os representantes de algumas localidades e instituições não deram o retorno para que pudesse ser efetivada a aplicação da pesquisa de caracterização socioeconômica dos núcleos populacionais em estudo. A **Figura 3-81** abaixo mostra a localização do bairro Nova Esperança.

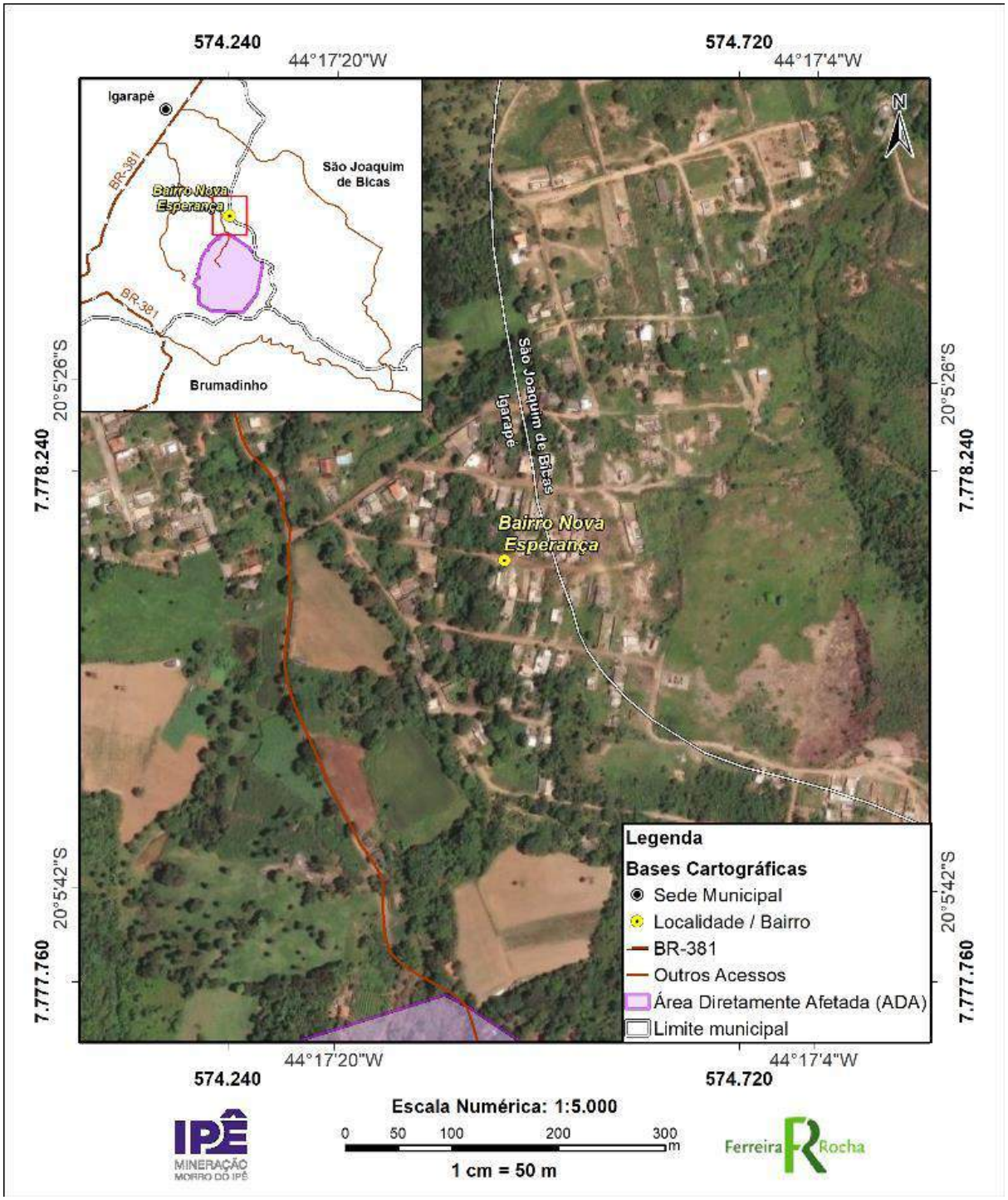


Figura 3-81 – Localização do bairro Nova Esperança. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

3.2.5.2 CARACTERÍSTICAS POPULACIONAIS E DE INFRAESTRUTURA

As Figuras a seguir ilustram as ruas e residências do bairro Nova Esperança.

Figura 3-82 – Habitação no bairro Nova Esperança. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-83 – Arruamento sem asfaltamento e habitações no bairro Nova Esperança. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-84 – Arruamento sem asfaltamento e habitações no bairro Nova Esperança. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-85 – Habitação no bairro Nova Esperança. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

3.2.6 DISTRITO NOSSA SENHORA DA PAS (FAROFAS)

3.2.6.1 ASPECTOS GERAIS

O distrito de São Nossa Senhora da Paz, conhecido como Farofas, está localizado no território do município de São Joaquim de Bicas e pode ser acessado a partir da rodovia BR-381, a partir de vias da sede urbana do município de Igarapé até o distrito. A partir da sede municipal de São Joaquim de Bicas, que está localizado às margens da BR-381, são cerca 10 km até o distrito, passando pela Estrada Nossa Senhora da Paz. A **Figura 3-76** abaixo mostra a localização de Farofa e as Figuras na sequência ilustram o núcleo central do distrito.

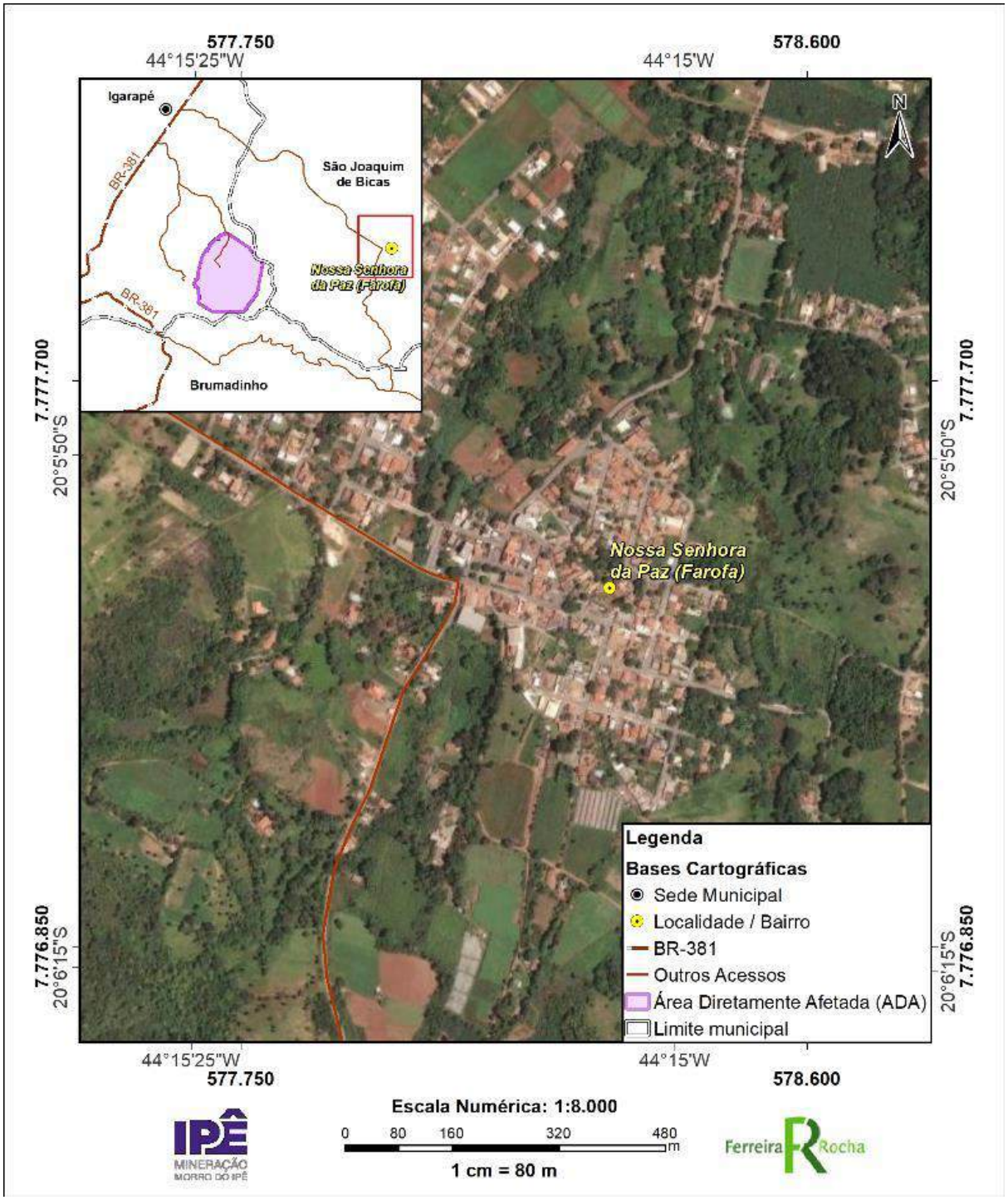


Figura 3-86 – Localização do distrito de Nossa Senhora da Paz (Farofas). **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-87 – igreja em Farofas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-88 – Rua e habitações em Farofas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

3.2.6.2 CARACTERÍSTICAS POPULACIONAIS E DE INFRAESTRUTURA

Na ausência de dados demográficos oficiais atualizados, serão apresentadas as informações primárias coletadas em campo. De acordo com o que foi informado pela liderança entrevistada, existem aproximadamente de 1.500 a 2.000 mil pessoas residentes atualmente na localidade. O número estimado de residências é de 600 domicílios. Em relação à disponibilidade habitacional, foi informado que existem apenas terrenos, sendo que os imóveis para habitação estão saturados. Foi destacado que em 2019 a especulação imobiliária foi intensa e muitos imóveis foram vendidos abaixo do valor.

Figura 3-89 – Rua, ponto de ônibus e habitações em Farofas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-90 – Rua e habitações em Farofas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

3.2.6.3 INFRAESTRUTURA SOCIAL E ATIVIDADES ECONÔMICAS

Com relação aos equipamentos de saúde, educação e segurança, existe um Posto de Saúde instalado no distrito para atendimento da população. Os serviços públicos de saúde mais utilizados pelas famílias são as consultas, de forma geral. As famílias da localidade recebem visitas quinzenais de profissionais do Programa de Saúde da Família (PSF) e os serviços de saúde pública ofertados são classificados como regulares pelo entrevistado.

No bairro existe um CRAS para atendimento à população vulnerável, especialmente aquela residente na região conhecida como Capela. Foi informado que as famílias de baixa renda recebem o auxílio do Programa Bolsa Família, do governo federal.

As Figuras a seguir ilustram as atividades e equipamentos comerciais e posto de saúde existentes em Farofas.

Figura 3-91 –Unidade Básica de Saúde – UBS, no distrito de Farofas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-92 – Igreja em Farofas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-93 – Escola em Farofas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

Figura 3-94 – Comércio em Farofas. **Fonte**: Ferreira Rocha, pesquisa de campo – 2022.

3.3 ANÁLISE DIAGNÓSTICA INTEGRADA DO MEIO SOCIOECONÔMICO E CULTURAL

O diagnóstico socioeconômico e cultural dos municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas, situados no estado de Minas Gerais, foi realizado em conformidade com o Termo de Referência para o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e considerando as exigências legais para projetos de grande impacto, como as Pilhas de Disposição de Rejeitos e Estéril do Projeto Tico-Tico e Minas Ipê. Esses municípios integram uma área que combina elementos culturais históricos com desafios associados à expansão urbana, atividades econômicas e preservação ambiental.

Historicamente, Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas evoluíram a partir de núcleos estabelecidos no período colonial e se consolidaram como localidades significativas em termos de população e economia. Brumadinho, por exemplo, surgiu como um núcleo bandeirante e se destacou pela mineração e pela cultura cafeeira, com a chegada da ferrovia fomentando o crescimento urbano. Igarapé, também originado em uma rota de tropeiros, consolidou-se como município nos anos 1960, mantendo até hoje uma combinação de atividades urbanas e rurais. São Joaquim de Bicas, mais recente em sua formação administrativa, reflete características similares, mas ainda guarda aspectos tradicionais de comunidades mais rurais.

A análise populacional aponta para uma evolução demográfica significativa nas últimas décadas, com taxas de crescimento variando entre os municípios e destacando Igarapé como o mais populoso. A urbanização também é uma tendência marcante, mas há nuances: enquanto Brumadinho e Igarapé exibem elevados índices de urbanização, São Joaquim de Bicas mantém uma parcela expressiva de população em áreas rurais. Tal distinção se reflete em características socioeconômicas e culturais, com diferenças no acesso a infraestrutura, serviços e oportunidades econômicas.

Do ponto de vista econômico, a região apresenta uma matriz diversificada. A mineração desempenha papel central, mas é acompanhada por setores como agricultura, serviços e pequenas indústrias. A arrecadação derivada da exploração mineral é significativa e influencia a capacidade dos municípios em implementar políticas públicas. Apesar disso, desafios permanecem, incluindo a dependência de uma economia extrativa, a necessidade de diversificação e o enfrentamento de impactos ambientais e sociais gerados pela atividade minerária.

Culturalmente, a região combina tradições religiosas, manifestações artísticas e o patrimônio histórico e arqueológico. Bens culturais protegidos, como igrejas e sítios arqueológicos, convivem com desafios de conservação e valorização. Há também uma presença importante de comunidades remanescentes quilombolas, que representam um aspecto fundamental da diversidade cultural local.

Por fim, o diagnóstico conclui que os municípios de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas possuem potencial para um desenvolvimento sustentável que equilibre crescimento econômico e conservação ambiental. Recomenda-se o fortalecimento de políticas integradas, que promovam a educação ambiental, o monitoramento de impactos e a inclusão das comunidades locais no planejamento e gestão territorial.

4 ANÁLISE INTEGRADA DOS DIAGNÓSTICOS (MEIOS FÍSICO, BIÓTICO E SOCIOECNÔMICO)

O projeto em questão está inserido em uma região de transição ecológica entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado, caracterizada por alta biodiversidade e relevância ambiental. A análise dos elementos climáticos, físicos, bióticos e socioeconômicos permite uma compreensão aprofundada dos desafios e oportunidades associados à implantação do empreendimento.

A região apresenta um clima tropical semiúmido, com variação sazonal significativa de temperatura e precipitação. Os padrões climáticos são essenciais para a manutenção dos ecossistemas locais, influenciando a disponibilidade de água e a dinâmica dos habitats. A análise histórica aponta um aumento da temperatura média em torno de 1ºC entre 1931 e 2010, indicando possíveis efeitos das mudanças climáticas.

A qualidade do ar na região varia entre os índices "Boa" e "Moderada", com exceção da área próxima à BR-381 e à Serra Azul, onde ocorre atividade minerária e exposição do solo. Nessa localização, os padrões de material particulado ultrapassam os limites legais, resultando em índice de qualidade do ar "Péssimo". O Estudo de Dispersão Atmosférica demonstrou que as atividades da Mineração Morro do Ipê geram concentrações elevadas de poluentes particulados (PTS, PM10 e PM2,5) e NO2. Embora outros poluentes (SO2 e CO) estejam dentro dos limites legais, os impactos sobre receptores sensíveis exigem medidas de controle adicionais para minimizar riscos à população e ao meio ambiente.

As microbacias ao norte do empreendimento demonstram maior degradação devido à mineração, enquanto as microbacias ao sul apresentam melhor conservação ambiental. A qualidade da água se mantém dentro dos padrões legais, mas os índices pioram durante a estação chuvosa, devido ao carreamento de material orgânico e efluentes domésticos. O impacto sobre os cursos d'água da região demanda a adoção de medidas de controle da erosão e manejo adequado da vegetação ciliar.

A área do projeto abriga 999 espécies de flora, das quais 64 estão ameaçadas. A análise da diversidade vegetal, utilizando o índice de Shannon-Weaver, revelou valores elevados, indicando alta heterogeneidade ecológica. A fauna também apresenta grande relevância, com 25 espécies de mamíferos registradas (incluindo o Lobo-guará, ameaçado de extinção), 158 espécies de aves e 27 espécies de anfíbios e répteis. A região desempenha papel crucial na conservação da biodiversidade, necessitando de iniciativas que minimizem os impactos do empreendimento.

A ADA está inserida na região do Quadrilátero Ferrífero, em uma área de alta erodibilidade, o que torna essencial a adoção de medidas de controle de processos erosivos. A aptidão agrícola da área é classificada como baixa a média, reforçando a necessidade de gestão adequada do solo para evitar degradação ambiental e assoreamento dos cursos d'água.

Os municípios afetados pelo projeto apresentam histórico de desenvolvimento atrelado à mineração e à agricultura. O crescimento urbano e econômico se reflete na

estruturação de Brumadinho, Igarapé e São Joaquim de Bicas, embora desafios persistam, como a dependência da economia extrativa e os impactos socioambientais gerados pela atividade minerária. A região também abriga comunidades quilombolas e patrimônio histórico, demandando iniciativas de preservação cultural e inclusão social.

A análise do meio físico, biótico e socioeconômico evidencia a necessidade de um planejamento ambiental robusto para garantir que o empreendimento seja conduzido de forma sustentável. Medidas de controle da erosão, gestão da qualidade da água e monitoramento da qualidade do ar são essenciais para mitigar impactos negativos. No aspecto socioeconômico, é imprescindível que sejam adotadas estratégias de desenvolvimento que minimizem a dependência da mineração e promovam a diversificação econômica da região.

Por fim, a implantação do projeto deve considerar o fortalecimento de políticas públicas integradas e o monitoramento constante dos impactos ambientais e sociais, garantindo um equilíbrio entre o crescimento econômico e a conservação ambiental a longo prazo.

5 PASSIVOS AMBIENTAIS

Esse item contempla, no caso de o empreendimento apresentar áreas previamente antropizadas e modificadas, deverá ser apresentada uma análise diagnóstica de passivos ambientais na área sujeita aos impactos diretos do empreendimento.

Em 05 de dezembro de 2019, a Mineração Morro do Ipê protocolou a Carta_Ext_130/2019, protocolo SIAM S0188071/2019, solicitando a assinatura de Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) para a indenização de danos nas cavidades identificadas no projeto (conforme Decreto Estadual n.º 47.041/2016). Com o acordo, o empreendimento se comprometeu a promover a:

> "Compensação espeleológica [...] por meio de regularização fundiária de unidade de conservação integral, que tenha em seu interior cavidades naturais subterrâneas, de forma a preservação, em caráter permanente, de quatro cavernas de grau de relevância alto ou duas cavernas de máxima para cada uma das 53 cavidades naturais subterrâneas que terão seus impactos continuados em decorrência das intervenções futuras de expansão do Projeto Morro do Ipê 6Mtpa".

As áreas adquiridas para doação e regularização fundiária correspondem à área da Fazenda Cerca Grande, localizada no município de Matozinhos, que condiz com os limites do Parque Estadual Cerca Grande (criado pelo Decreto Estadual n.º 45.398 de 14 de junho de 2010), e à Fazenda Cordisburgo, no interior do Parque Nacional Cavernas do Peruaçu, que foi instituído pelo Decreto Federal de 21 de setembro de 1999.

Além disso, devido às alterações pretéritas em área de influência de cavidades de máxima relevância o empreendedor obrigou-se a:

> "[...] promover a recuperação ambiental da área de influência das cavidades que serão preservadas, por meio do Programa de Recuperação Ambiental da área de influência sobre 16 cavidades do Projeto Morro do Ipê (Bioespeleo, 2019), para o Grupo 1 (SAZ-0010, SAZ-0011, SAZ-0012, SAZ-0013, SAZ-0015, SAZ-0016, SAZ-0017, SAZ-0018, SAZ-0020, SAZ-0020A, SAZ-0021, SAZ-0021A, SAZ-0021B, SAZ-0067, SAZM5-0014, SAZM5-0019), conforme cronograma apresentado no Anexo II". (Parágrafo sexto do TAC)."

Sendo assim, a Carste Ciência Ambiental (2023) executou um estudo durante o período de março a agosto de 2023 conforme os cronogramas estabelecidos nos Anexos I e II do referido TAC. Cabe ressaltar que não se pretende apresentar os resultados detalhados dos estudos espeleológicos já concluídos, de modo que estes foram alvos de trabalhos específicos.

O documento da Carste Ciência Ambiental (2023), apresenta como considerações o cumprimento das atividades realizadas para cumprir o Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) relacionado à compensação espeleológica e recuperação ambiental na área de influência da Mineração Morro do Ipê. As ações iniciaram em julho de 2020 com a contratação da empresa Carste Ciência Ambiental. A Fazenda Cerca Grande foi identificada como área prioritária para compensação espeleológica, e a doação da área para o Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF) foi concluída em junho de 2023. A mineradora aguarda a conclusão das análises pelo órgão ambiental para finalizar o processo de compensação. Enquanto isso, foram selecionadas 150 cavidades na Fazenda Cordisburgo para classificação de relevância e Avaliação de Impacto Espeleológico (AIE).

Na área do Grupo 1, dentro da mina Tico-Tico, as ações de recuperação estão em andamento, com diagnósticos ambientais concluídos e programas de monitoramento em execução. As obras de reconformação topográfica e revegetação já foram finalizadas. Além disso, os Planos de Monitoramento Espeleológicos foram atualizados para a Licença de Operação do Projeto Morro do Ipê, integrando o Plano de Gestão Espeleológica (PGE) e o Programa de Controle Espeleológico (PCE) para uma análise mais sistêmica. O PGE inclui a avaliação da eficácia das medidas de recuperação do Grupo 1 e outros monitoramentos importantes, como Integridade Física e particulado, aguardando aprovação do órgão ambiental.

Por fim, a Mineração Morro do Ipê tem cumprido regularmente o pagamento das indenizações pelas cavidades afetadas, conforme estabelecido no TAC.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB' SABER, A.N. Potencialidades Paisagísticas Brasileiras. Recursos Naturais, Meio Ambiente e Poluição. Rio de Janeiro, IBGE/SUPREN. 1977.

AB'SÁBER, A. N. Os Domínios da Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ABELLA-MEDRANO, C. A. et al. 2015. Spatiotemporal variation of mosquito diversity (Diptera: Culicidae) at places with different land-use types within a neotropical montane cloud forest matrix. Parasites & vectors, v. 8, n. 1, p. 487, 2015.

ABREU, E.F.; CASALI, D.; COSTA-ARAÚJO, R.; GARBINO, G.S.T.; LIBARDI, G.S.; LORETTO, D.; LOSS, A.C.; MARMONTEL, M.; MORAS, L.M.; NASCIMENTO, M.C.; OLIVEIRA, M.L.; PAVAN, S.E.; TIRELLI, F.P. 2021. Lista de Mamíferos do Brasil (2021-2) [Data set]. Zenodo.

ACINAS, S.G., Haverkamp, T.H.A., Huisman, J. & Stal, L.J. 2009. Phenotypic and genetic diversification of Pseudanabaena spp. (cyanobacteria). ISME J 3 (1): 31-46

AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. Megadiversidade, 1(1): 71-78. 2005.

AGOSTINHO, A.A., GOMES, L.C., SANTOS, N.C.L., ORTEGA, J.C.G., PELICICE, F.M. 2016.Fish assemblages in Neotropical reservoirs: Colonization patterns, impacts and management. Fish Res., 173(1):26-36.

AHLF W. & FÖRSTNER U. 2001. Managing contaminated sediments. Part I: Improving chemical and biological criteria. J. Soils & Sediments, 2(1):30-36.

ALKMIM, F.F.; MARSHAK, S. Transamazonian Orogeny in the southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. Precambrian Research, v.90, p.29-58, 1998.

ALMEIDA F. F. M. O Cráton de São Francisco. Revista Brasileira de Geociências. São Paulo.1977.

ALMEIDA FFM AND HASUI Y. O Pré-Cambriano do Brasil. São Paulo. Edgard Blucher (Ed), 378 P. 1984.

ALMEIDA M. C. M., ASSUNÇÃO R. M., PROIETTI F. A., CAIAFFA W. T. 2008. Dinâmica intra-urbana das epidemias de dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 1996-2002. Cad. Saúde Pública.

ALMEIDA, C. A. & ROCHA, O. 2006. Estudo Comparativo da Qualidade dos Sedimentos dos Reservatórios do Rio Tietê. J. Braz. Soc. Ecotoxicol. v. 1, n. 2, 2006, 141-145 doi:10.5132/jbse.2006.02.010.

ALMEIDA, L.G.; CASTRO, P.T.A.; ENDO, I; FONSECA, M.A. O Grupo Sabará no Sinclinal Dom Bosco, Quadrilátero Ferrífero: Uma Revisão Estratigráfica. Revista Brasileira de Geociências. V. 35(2), P. 177-186, 2005.

ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. *Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ALVES R.J.V. & KOLBEK J. Plant Species Endemism in Savanna Vegetation on Table Mountains (Campo Rupestre) in Brazil. Vegetation 113: 125-139. 1994.

ALVES, C. B. M. 2012. A ictiofauna e a escada experimental para peixes no rio Paraopeba - UTE Igarapé, bacia do rio São Francisco (Minas Gerais). In: LOPES, J. DE M.; SILVA, F. O. (Eds.) Transposição de Peixes Série Peixe Vivo. Belo Horizonte: Cemig, p. 59–75.

ALVES, C. B. M.; LEAL, C. G. 2010. Aspectos da conservação da fauna de peixes da bacia do rio São Francisco em Minas Gerais. MG Biota2, v. 2, n. 6, p. 26–50.

ALVES, R. R. N., VIEIRA, K. S., SANTANA, G. G., VIEIRA, W. L. S., AMEIDA, W. O., SOUTO, W. M. S., MONTENEGRO, P. F. G. P., PEZZUTI, J. C. B. 2012. A reviwe on human atitudes towards reptiles in Brazil. Environmental Monitoring and Assesment. 184: 6877-6901.

ALVES-DA-SILVA, Sandra Maria et al. Species richness of the genera Trachelomonas and Strombomonas (pigmented Euglenophyceae) in a subtropical urban lake in the Porto Alegre Botanical Garden, RS, Brazil. Acta Botanica Brasilica, v. 27, n. 3, p. 526-536, 2013.

AMPLO. 2017. Estudo de Impacto Ambiental do Projeto Morro do Ipê 6Mtpa.

AMPLO. 2017. Estudo de Impacto Ambiental do Projeto Morro do Ipê 6Mtpa.

ANA - Agência Nacional de Águas. 2005. Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil. Disponível em: http://www.ana.gov.br. Acesso em 2022.

ANDRADE, MIGUEL ÂNGELO, MARTINS, CÁSSIO SOARES, DOMINGUES, SÉRGIO AUGUSTO et al. (org.). (2015) Primeira Revisão Periódica da Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço. RBSE, MaB – UNESCO. Belo Horizonte, MG, Brasil.

ARCADIS, 2019. Plano de Recuperação da Bacia do rio Paraopeba. Rompimento da Barragem B1 do Complexo da Mina Córrego do Feijão.

ARCADIS, 2019. Plano de Recuperação da Bacia do rio Paraopeba. Rompimento da Barragem B1 do Complexo da Mina Córrego do Feijão.

ÁVILA, L. F.; MELLO, C. R. de; YANAGI, S. de N. M; NETO, O. B. S. Tendência de temperaturas mínimas e máximas do ar no estado de Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 49, n. 4, p. 247-256, 2014.

BALTAZAR *et al.* Mapa Geológico Casa de Pedra na Escala 1:50.000 com Nota Explicativa. *In:* Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero - Integração e Correção Cartográfica em SIG com nota explicativa. CODEMIG. Belo Horizonte, 2005.

BALTAZAR, O.F.; BAARS F.J.; LOBATO, L.M.; REIS, L.B.; ACHTSCHIN, A.B.; BERNI, G.V.; SILVEIRA, V.D. Mapa Geológico da Folha Casa de Pedra, na Escala 1: 50.000 com Nota Explicativa. In: Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero - Integração e Correção Cartográfica em SIG com Nota Explicativa. Lobato *et al.* CODEMIG. Belo Horizonte. 2005

BALTAZAR, O.F.; ZUCCHETTI, M. *Lithofacies associations and structural evolution of the Archean Rio das Velhas Greenstone Belt, Quadrilátero Ferrífero, Brazil: A review of the settings of gold deposits. Ore Geology Reviews*, v.32, p. 471-499. 2007.

BARATA, R. A.; PAZ, G. F.; BASTOS, M. C.; ANDRADE, R. C. O.; BARROS, D. C. M. D.; SILVA, F. O. L.; DIAS, E. S. 2011. Phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae) in Governador Valadares, a transmission area for American tegumentary leishmaniasis in State of Minas Gerais, Brazil. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 44(2), 136-139.

BARATA, R.A.; FRANÇA-SILVA, J.C., MAYRINK, W.; SILVA, J.C.; PRATA. A.; LOROSA, E.S.; FIÚZA, J.A.; GONÇALVES, C.M.; PAULA, K.M.; DIAS, E.S. 2005. Aspectos da ecologia e do comportamento de flebotomíneos em área endêmica de leishmaniose visceral, Minas Gerais. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. 38: 421-425.

BARBOSA, C.S.; BARBOSA, F. S.; ARRUDA, F. Long-term controlled field expirement on the competition between two species of Biomphalaria (Mollusca, Basommatophora), the snail vectors of Schistossoma mansoni in Northeastern Brazil. Cad. Saúde Pública, v. 9, n. 2, p. 170-176, 1993. "

BARBOSA, F.S.; BARBOSA, C.S. The bioecology of snail vectors for schitosomiasis in Brazil. Cad. Saúde Pública, v. 10, n. 2, p. 200-209, abr./jun. 1994.

BARBOSA, G. V. Superfícies de erosão no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Revista Brasileira de Geociências, 1980. v. 10(1), p. 89-101.

BARBOSA, G.V., RODRIGUES, D.M.S. Quadrilátero Ferrífero. Belo Horizonte: IG-UFMG, Imprensa Universitária, 1967. 130 p.

BARBOSA, WALDEMAR – 1995 – Dicionário Histórico e Geográfico de Minas Gerais. Belo Horizonte: Itatiaia.

BEATO, D. A.; MONSORES, A. L.; BERTACHINI, A. Potencial Aquífero nos Metassedimentos do Quadrilátero Ferrífero. Região da APA Sul RMBH-MG. Águas Subterrâneas, 2006.

BECA G.; VANCINE, M.H.; CARVALHO, C.S.; PEDROSA, F.; ALVES, R.S.C.; BUSCARIOL, D.; PERES C.A.; RIBEIRO, M.C.; GALETTI, M. 2017. High mammal species turnover in forest patches immersed in biofuel plantations. Biological Conservation. 1-8 p.

BECKER, M. & DALPONTE, J.C. 1999. Rastros de mamíferos silvestres brasileiros. Brasília: Editora da Universidade de Brasília. 180p.

BIBBY, C. J.; BURGESS, N. D.; HILL, D. A. 1992. Bird Census Techniques. Academic Press: London. 257p.

BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. São Carlos: Rima, 2006.

BIODIVERSITAS, Fundação. Plano de manejo do Parque Estadual da Serra do Rola Moça, incluindo a Estação Ecológica de Fechos. 2007b.

BIODIVERSITAS, Fundação. Revisão das listas das espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção do estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. 2007a.

BIRINDELLI, J. L. O.; SIDLAUSKAS, B. L. 2018. Preface: How far has Neotropical Ichthyology progressed in twenty years? Neotropical Ichthyology, v. n. 3, p. e180128.

BLINN, D. W., & POFF, N. L. (2005). COLORADO RIVER BASIN. Rivers of North America, 482–538.

BONVICINO, C. R.; D'ANDREA, P.A.; OLIVEIRA, J.A. 2008. Guia dos Roedores do Brasil, com Chaves para Gêneros Baseados em Características Externas. Rio de Janeiro: Centro Pan-Americano de Febre Aftosa - OPAS/OMS.

BORGES, P. A. L. & TOMÁS, W. M. 2004. Guia de rastros e outros vestígios de mamíferos do Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, 139 p.

BORSALI, E.F. 2012. A Flora Vascular Endêmica do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais,Brasil: Levantamento das Espécies e Padrões de Distribuição Geográfica. 194 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG.

BRANDES, T. S. 2008. Automated sound recording and analysis techniques for bird surveys and conservation. Bird Conservation International 18(1): 163-173.

BRILS, J. *Sediment monitoring and the European Water Framework Directive*, ANN IST SUPER SANITÀ. 6p. 2008.

BROOKS, T.; TOBIAS, J. & BALMFORD, A. 1999. Deforestation and bird extinctions in the Atlantic Forest. Animal Conservation v.2, p. 211-222.

BROWN, Kenneth M. 2001 Mollusca: Gastropoda in Thorp, J.H. and A. P. Covich, Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates. Academic Press, New York

CAMARGO-NEVES, V. L. F. de; POLETTO, D. W., RODAS, L. A. C., PACHIOLI, M. L., CARDOSO, R. P., SCANDAR, S. A. S., et al. 2005. Entomological investigation of a sylvatic yellow fever area in São Paulo State, Brazil. Cadernos de Saúde Pública; 21:1278-1286.

CAMPOS, A. E. F. Contribuição à geologia da Porção Sul do Sinclinal Gandarela, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: Belo Horizonte: Departamento de Geologia da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG (1985). (monografia).

CARDOSO, J.C., DE PAULA, M. B. F., A., DOS SANTOS, E., De ALMEIDA, M. A. B., DA FONSECA, D.F., SALLUM, M. A. M., 2011. Ecological aspects of mosquitoes (Diptera : Culicidae) in an Atlantic forest area on the north coast of Rio Grande do Sul State , Brazil. J. Vector Ecol. 36, 175– 186.

CARMO, F.F. & KAMINO, L.Y. (Org.). Chapada de Canga: patrimônio natural e cultural de relevante interesse para a conservação. Belo Horizonte: 3i Editora, 2017.

CARMO, Flávio Fonseca do & JACOBI, Claudia Maria. A vegetação de canga no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: caracterização e contexto fitogeográfico. Rodriguésia [online]. 2013, vol.64, n.3

CARMO, Flávio Fonseca do. Importância Ambiental e Estado de Conservação dos Ecossistemas de Cangas no Quadrilátero Ferrífero e Proposta de Áreas-Alvo para a Investigação e Proteção da Biodiversidade em Minas Gerais. Dissertação (UFMG), 90 p. 2010.

CARMO, Flávio Fonseca do; MOTA, Rubens Custódio da; KAMINO, Luciana Hiromi Yoshino; JACOBI, Claudia Maria. Check-list of vascular plant communities on ironstone ranges of south-eastern Brazil: dataset for conservation. Biodiversity Data Journal, [s. l.], ed. 6, p. 1-19, 12 jul. 2018.

CASATTI, L.; LANGEANI, F.; SILVA, A. M. & CASTRO, R. M. C. 2006. Stream fish, water and habitat quality in a pasture dominated basin, southeastern Brazil. Brazilian Journal Biology. 2006, 66 (2): 681-696 .

CASSETI, V. (A). Introdução à Geomorfologia. Em Geomorfologia. Disponível em: www.funape.org.br/geomorfologia.2007.

CASTRO, P. T. A.; ENDO, I.; GANDINI, A. L. Quadrilátero Ferrífero: avanços do conhecimento nos últimos 50 anos. Belo Horizonte: 3i editora. 420p. 2020.

CATALOG OF FISHES - California Academy of Sciences. http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatsearch.html.

CAVALCANTE, Kaoli Pereira et al. Towards a comprehension of Ceratium (Dinophyceae) invasion in Brazilian freshwaters: autecology of C. furcoides in subtropical reservoirs. Hydrobiologia, v. 771, n. 1, p. 265-280, 2016.

CAVARZERE, V.; COSTA, T. V. V. D. & SILVEIRA, L. F. (2012). On the use of 10-minute point counts and 10-species lists for surveying birds in lowland Atlantic Forests in southeastern Brazil. Papéis Avulsos de Zoologia (São Paulo) 52(28): 333-340.

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS – CECAV. Base de Dados. 2019. Disponível em http://www.icmbio.gov.br/cecav/canie.html. Acesso em: 11 mar. 2019.

CETEC - Centro Tecnológico de Minas Gerais. 1995. Determinação de equações volumétricas aplicáveis ao manejo sustentado de florestas nativas no estado de minas gerais e outras regiões do país. Belo horizonte: SAT/CETEC, 295 p.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Apêndice D - Índices de Qualidade das Águas. São Paulo. 2017

CETSB. 2019. Apêndice E: Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. São Paulo, 52p.

CHAUTON, Matilde Skogen et al. Titanium uptake and incorporation into silica nanostructures by the diatom Pinnularia sp.(Bacillariophyceae). Journal of applied phycology, v. 27, n. 2, p. 777-786, 2015.

CHEMALE, F.J.; ROSIERE, C.A.; ENDO, I. *The tectonic evolution of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. Precambrian Research*, v.65, p.25-54, 1994.

CHESSER. T. 1994. Migration in South America: an overview of the austral system. Bird Conservation International 4: 91-107.

CHIARELLO, A.G., L.M. DE S. AGUIAR, R. GREGORIN, A. HIRSCH, F.R. DE MELO, A.P. PAGLIA, F.H.G. RODRIGUES. 2008. Mamíferos Ameaçados de Extinção em Minas Gerais. In: G.M. Drummond, A.B.M. Machado, C.S. Martins, M.P. Mendonça & J.R. Stehmann. Listas vermelhas das espécies da fauna e da flora ameaçadas de extinção em Minas Gerais. 2ª ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. CD-ROM.

CNCFlora. 2014. Centro Nacional de Conservação da Flora. Lista Vermelha. Disponível em: <http:// cncflora.jbrj.gov.br/portal>. Acesso em 01 de março 2022.

COBRAPE - COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS - Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba. 2020.

COLLI, G. R.; BASTOS, R. P.; ARAÚJO, A.F.B. 2002.The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. Nova York: Columbia University Press. p. 223-239.

COLWELL, R. K. 2013. Estimates: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 8. Persistent URL <purl.oclc.org/estimates>. Acesso em 25/02/2013.

COLWELL, R. K. 2013. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples.

COLWELL, R.K.; MAO, C.X. & CHANG, J. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. Ecology. 85: 2717-2727. 2004.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução n° 392, de 25 de junho de 2007. Definição de vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no estado de Minas Gerais.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2017. Resolução nº357 de 17 de março de 2005, (http://www.mma.gov.br/conama). Acesso: 14/12/2020.

CONCEIÇÃO, A.A. & GIULIETTI, A.M. Composição florística e aspectos estruturais de campo rupestre em dois platôs do Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Hoehnea 29(1): 37-48. 2002.

CONCEIÇÃO, A.A. & PIRANI, J.R. Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia: substratos, composição florística e aspectos estruturais. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 23(1): 85-111. 2005.

CONNELLY, C. Roxanne; ALTO, Barry W.; O'MEARA, George F. The spread of Culex coronator (Diptera: Culicidae) throughout Florida. Journal of Vector Ecology, v. 41, n. 1, p. 194-198, 2016.

CONSOLI, R. A. G. B. e OLIVEIRA, R. L. de. 1994. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: Fiocruz, 228 p.

COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental. 2010. Deliberação Normativa COPAM nº 147, de 30 de abril de 2010: Aprova a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais. Minas Gerais (Diário do Executivo), 04/05/2010.

COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental. 2010. Deliberação Normativa 147: Aprova a lista de espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais. Minas Gerais, 18p.

COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação nº 367, de 15 de dezembro de 2008. Aprova a Lista das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora do Estado de Minas Gerais.

COPAM. 2010. Deliberação Normativa COPAM Nº 147, DE 30 DE ABRIL DE 2010.

COPAM. 2018. Deliberação Normativa COPAM n° 147, de 30 de abril de 2010. Aprova a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: Diário do Executivo de Minas Gerais, 4 maio 2010.

CORDEIRO-ARAÚJO, Micheline K. & Cavalcanti-Silva, Erika & Piccin, Viviane & Dias, Silvana & Bittencourt-Oliveira, Maria do Carmo & Severi, William & Moura, Ariadne. (2010). Diversidade fitoplanctônica de lagoas marginais no reservatório de Sobradinho - Bahia.

CORN, P.S. 1994. Straight-line dritl fences and pitfall traps, p. 109-117.111 : W .R. HEYER; M.A. DONNEL Y: R.W. Mc DIARMID ; L.-A. HAY EK & M. FOSTER (Eds). Measuring and monitoring biological diversity: standard mcthods for 3mphibians. Wa shington, D.C., Smithsonian Institution Press, XrX +364p.

CORREIA, D.M. Domínio Eukarya Phylum Euglenophyta. 3.p. 2016.

COSTA, H. C.; BÉRNILS, R. S. Répteis brasileiro: Lista de espécies. 2018. Disponível em < http://sbherpetologia.org.br/wp-content/uploads/2016/10/Lista-repteis.pdf >. Acesso em: 03 nov. 2019.

COSTA, L. P., Y. L. R. LEITE, S. L. MENDES, AND A. D. DITCHFIELD. 2005. Mammal Conservation in Brazil. Conservation Biology 19:672-679.

COSTA, R.D.V.F.D. 2015. Mapeamento geoquímico e estabelecimento de valores de referência (background) de sedimentos fluviais do Quadrilátero Ferrífero. 185 f. Tese (Doutorado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

COSTA, R.D.V.F.D; MATSCHULLAT, J.; LEITE, M.G.P. JUNIOR, H.A.N.; LEÃO, L.P. 2018. Geochemical mapping of potentially hazardous elements in surface waters and stream sediments of the Quadrilátero Ferrífero, Brazil Geochimica Brasiliensis. 32(2): 243 – 267.

COSTA-NETO, E. M. 2000. Conhecimento e usos tradicionais de recursos faunísticos por uma comunidade Afro-brasileira. Etnozoologia, 25(9): 423-431.

COUTO, Flávia FB et al. Schistosoma mansoni: a method for inducing resistance to praziquantel using infected Biomphalaria glabrata snails. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 106, p. 153-157, 2011.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Projeto Apa Sul RMBH. 2005.

CRIA (Centro de Referência e Informação Ambiental). 2011. Specieslink - simple search. Disponível em: <https://specieslink.net/search/>. Acesso em 01 de março 2022.

CRUMP, ML. and SCOTT-JUNIOR, NJ., 1994. Visual encounter surveys. In HEYER, WR., DONNELLEY, MA., McDIARMID, RW., HAYEK, LC. and FOSTER, MS., (eds.). Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians. Washington: Smithsonian Institution Press. p. 84-92.

CRUZ, A. J. R. 2019. Diversidade e Biogeografia dos Lagartos da Serra do Espinhaço. Tese apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, UFMG. Belo Horizonte, 278p.

CUNHA, L.C., PÍPOLE, F., ARJONILA-DE-MATTOS, L.F., RANGEL, M., SANT'ANNA, C.L., Garcia, A.N. & Carvalho, L.R. Anais da Semana Científica Benjamin Eurico Malucelli, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia-USP, São Paulo Vol 4: 159-160. 2010.

DA SILVA, Fábio Henrique et al. Índices bióticos para avaliação da qualidade ambiental em trechos do rio Correntoso, Pantanal do Negro, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 33, n. 3, p. 289-299, 2011.

DEGROOTE, L. W., HINGST-ZAHER, E., MOREIRA-LIMA, L., WHITACRE, J. V., SLYDER, J. B., & WENZEL, J. W. 2021. Citizen science data reveals the cryptic migration of the Common Potoo Nyctibius griseus in Brazil. Ibis, 163(2), 380-389.

DEL HOYO, J., ELLIOTT, A., SARGATAL, J., CHRISTIE, D.A. & DE JUANA, E. (eds.) 2019. Handbook of the Birds of the World Alive. Lynx Edicions, Barcelona. Disponível em: http://www.hbw.com/species.

DELIBERAÇÃO NORMATIVA COPAM nº 14, de 28 de dezembro de 1995 que dispõe sobre o enquadramento das águas da Bacia do rio Paraopeba.

Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG 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. 27p.

DIBO, Margareth Regina et al. 2011. Presença de culicídeos em município de porte médio do Estado de São Paulo e risco de ocorrência de febre do Nilo Ocidental e outras arboviroses. Rev Soc Bras Med Trop, v. 44, n. 4, p. 496-503, 2011.

DING, Tengda et al. Biouptake, toxicity and biotransformation of triclosan in diatom Cymbella sp. and the influence of humic acid. Environmental pollution, v. 234, p. 231-242, 2018.

DINIZ, M. F., MAZZONI, L. G., D'ANGELO NETO, S, VASCONCELOS, M. F., PERILLO, A. & BENEDICTO, G. A. 2012. Historical synthesis of the avifauna from the Rio São Francisco basin in Minas Gerais, Brazil. Revista Brasileira de Ornitologia 20(3): 329-349.

DIRZO, R. & MIRANDA, A. 1990. Contemporary neotropical defaunation and forest structure, function and diversity - a sequel to Jonh Terborgh. Conservation Biology, 4: 444-447.

DORR J. V. N. II. *Physiographic, Stratigraphic and Structural Developmente of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil*. USGS/DNPM. 641-A. 110P. 1969.

DORR J. V. N. II., GAIR J. E., POMERENE J. B., RYNEARSON G. A. Revisão Estratigráfica Pré-Cambriana do Quadrolátero Ferrífero. Rio de Janeiro, DNPM/DFPM. Avulso. AVULSO. 81. 36P. 1957.

DORVILLÉ, L. F. M. 1996. Mosquitoes as bioindicators of forest degradation in southeastern Brazil, a statistical evaluation of published data in the literature. Stud. Neotrop. Fauna E., Amsterdam, 31; 68-78.

DRUMMOND, G. M. (Org.). 2005. Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. Belo Horizonte: Biodiversitas. 222 p.

DRUMMOND, G. M., C. S. MARTINS, A. B. M. MACHADO, F. A. SEBAIO & Y. ANTONINI. 2005. Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas.

DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; MACHADO, A. B. M.; SEBAIO, F. A.; ANTONINI, Y. Biodiversidade em Minas Gerais. Segunda Edição. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005.

DRUMMOND, G.M.; MARTINS, C.S.; MACHADO, A.B.M.; SEBAIO, F.A.; ANTONINI, Y. 2005. Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 222p.

DRUMMOND, G.M.; SOARES, C.S.; MACHADO, A.B.M.; SEBAIO, F.A.; ANTONINI, Y. Biodiversidade em Minas Gerais: Um Atlas para sua Conservação. 2ª Ed, Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte. 2005.

DUELLMAN, W. E.; TRUEB; L. Biology of Amphibians. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 670p, 1994.

EISENBERG, J.F. & REDFORD, K.H. 1999. Mammals of the neotropics, the central neotropics. Chicago, University of Chicago. v. 3, 609p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. In: REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS, 10, 1979, Rio de Janeiro. Súmula. Rio de Janeiro. 1979.

EMMONS, L. H. & FEER, F. 1997. Neotropical rainforest mammals: a Field Guide. Chicago: University of Chicago Press. 2ª ed.

ENDO, I. et al. Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. Escala 1: 150.000: uma celebração do cinquentenário da obra de Dorr (1969). O Quadrilátero Ferrífero: Avanços do conhecimento nos últimos, v. 50, 2019.

ENDO, I. et al. Nappe Curral: Uma megaestrutura alóctone do Quadrilátero Ferrífero e controle da mineralização. Boletim de resumos expandidos, p. 279-282, 2005.

ENDO, Issamu et al. Estratigrafia e evolução estrutural do quadrilátero ferrífero, Minas Gerais. Quadrilátero Ferrífero: avanços do conhecimento nos últimos 50 anos, p. 70-113, 2020.

ENGE, K. M. 2001. The pitfalls of pitfall traps. Journal of Herpetology. 35:467- 478.

ERIZE, F.; MATA, J. R. R.; RUMBOLL, M. 2006. Birds of South America, Non-Passerines: Rheas to Woodpeckers. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 384p.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 2 a Ed. Rio de Janeiro, Interciência/ FINEP, 602 p. 2011.

FAHRIG, L. 1997. Relative effects of habitat loss and frag-mentation on population extinction. Journal of Wildlife Management, 61: 603-610.

FEAM-Fundação Estadual do Meio Ambiente. Mapa de Solos de Minas Gerais: legenda expandida. UFV/CETEC/UFLA/FEAM. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente. 2010.

FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E.; BROCHADO, A.L. & GUALA, G.F. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. Cadernos de Geociências 12: 39-43. 1994.

FIMBRES-OLIVARRIA, Diana et al. Chemical characterization and antioxidant activity of sulfated polysaccharides from Navicula sp. Food Hydrocolloids, v. 75, p. 229-236, 2018.

FISHBASE - http://www.fishbase.org.

FITCH, H. S. Collecting and Life-History Techniques. In: SEIGEL, R. A.; COLLINS, J. T.; NOVAK, S. S. Snakes: Ecology and Evolutionary Biology. Nova York: Macmillan Publishing Company, p. 143-164, 1987.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < http://floradobrasil.jbrj.gov.br/ >. Acesso em: 11 mai. 2022.

FNS. 1999. Fundação Nacional de Saúde. Manual de vigilância epidemiológica de febre amarela. Ministério da Saúde, Brasília, 1999.

FORATTINI, O. P. 2002. Culicidologia médica: identificação, biologia, epidemiologia. São Paulo: EDUSP; Vol. 2, 860 p.

FORATTINI, O. P. et al. Estudos ecológicos sobre mosquitos Culicidae no Sistema da Serra do Mar, Brasil: 2-Observações no ambiente domiciliar. Revista de Saúde Pública, v. 12, n. 4, p. 476-496, 1978.

FORATTINI, O. P. KIKITANI, I., MASSAD, E., MARUCCI, D. 1995. Studies on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and anthropic environment. 9- Synanthropy and epidemiological vector role of Aedes scapularis in South-Eastern Brazil*. Rev Saúde Pública, 29(3): 199-207.

FRAMPTON, Dion MF et al. Biodiesel production potential of Kirchneriella sp., an Australian wastewater microalga. Bioresource technology 2012.

FRANCESCHINI, I.M.; BURLIGA, A.L.; REVIERS, B.; PRADO, J.F.; RÉZIG, S.H. Algas:Uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica. Artmed Editora, 2010.

FREIRE, Paulo. Educação como prática de liberdade. 24ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2000.

FREITAS, W. K., & MAGALHÃES, L. M. S. 2012. Métodos e Parâmetros para Estudo da Vegetação com Ênfase no Estrato Arbóreo. Floresta e Ambiente, 19(4), 520-540.

FROST, D. R. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.1. 2022. Disponível em < https://amphibiansoftheworld.amnh.org/> Acesso em 10 nov. 2022.

GALATI, E. A. B. 2016. Phlebotominae (Diptera, Psychodidae) - Classificação, morfologia, terminologia e identificação de Adultos. Apostila Disciplina PSP5127-1. Bioecologia e Identificação de Phlebotominae. Departamento de Epidemiologia. Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo

GALATI, E.A.B.; FONSECA, M.B.; MARASSA, A.M.; BUENO, E.F.M. 2009. Dispersal and survival of Nyssomyia intermedia and Nyssomyia neivai (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in a cutaneous leishmaniasis endemic area of the speleological province of the Ribeira Valley, state of São Paulo, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 104(8):1148-1158.

GALETTI, M.; DONATTI, C.I.; PIRES, A.S.; GUIMARÃES Jr, P.R.; JORDANO, P. 2006. Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic forest palm: the combined effects of defaunation and forest fragmentation. Botanical Journal of the Linnean Society, 151.1:141-149.

GIMENES, M. R.; ANJOS, L. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. Acta Scientiarum. Biological Sciences. Maringá, v. 25, n. 2, p. 391-402, 2003.

GIULIETTI, A. M. & PIRANI. J. R. 1988. Patterns of geographic distribution of some pl ant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. In Vanzolini, P. E. & Heyer, W. R. (eds.). Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns he ld 12-16. January 1987. p. 39-69. Acad. Bras. Cien. Rio de Janeiro.

GIULIETTI, A. M. et al. (Orgs.) Plantas raras do Brasil. Belo Horizonte, MG: Conservação Internacional, 2009. 496 p. : il. 2009.

GIULIETTI, A. M. et al. Espinhaço Range region. In: Davis, S. D.; Heywood, V. H.; MacBryde, O. H.; Villa-Lobos, J. e Hamilton, A. C. (eds.). Centers of plant diversity: a guide e strategy for their conservation. Cambrige. Pp. 397-404. 1997.

GOGLIATH, M., BISAGGIO, E. L., RIBEIRO, L. B., RESGALLA, A. E. & BORGES, R. C. 2010. Avifauna apreendida e entregue voluntariamente ao Centro de Triagem de Animais Silvestres (Cetas) do Ibama de Juiz de Fora, Minas Gerais. Atualidades Ornitológicas 154: 55-59.

GOMES, A. de C., TORRES, M. A. N., PAULA, M. B. de., FERNANDES, A., MARASSÁ, A. M., CONSALES, C. A., FONSECA, D. F. 2010. Ecologia de Haemagogus e Sabethes (Diptera: Culicidae) em áreas epizoóticas do vírus da febre amarela, Rio Grande do Sul, Brasil. Epidemiologia e Serviços de Saúde, Brasília, v. 19, n. 2, p. 101-113, abr.-jun. http://producao.usp.br/handle/BDPI/13399.

GOVINDAN, Natanamurugaraj et al. Otimização estatística da produção de lipídeos pela diatomácea Gyrosigma sp. cultivada em efluentes industriais. Journal of Applied Phycology , v. 32, n. 1, pág. 375-387, 2020.

GRANTSAU, R. 2010a. Guia completo para identificação das Aves do Brasil. vol.1 Vento Verde, São Carlos, São Paulo.

GRANTSAU, R. 2010b. Guia completo para identificação das Aves do Brasil. vol.2 Vento Verde, São Carlos, São Paulo.

GREENBERG,C. H., D. G. NEARY, AND L. D. HARRIS. 1994. A comparison of herpetofaunal sampling effectiveness of pitfall, single-ended, and double- ended funnel traps used with drift fences. J. Her- petol. 28:319-324.

GUEDES, M. L. P. 2012. Culicidae (Diptera) no Brasil: Relações entre Diversidade, Distribuição e Enfermidades. Oecologia Australis, 16(2): 283-296.

GUERRA, A. T; GUERRA, A. J. T. Novo Dicionário Geológico – Geomorfológico. 5ª Edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GUIMARÃES, A.E.; MELLO, R.P.; LOPES; C.M.; ALENCAR, J. & GENTILE, C., 1997. Prevalência de anofelinos (Diptera: Culicidae) no crepúsculo vespertino em áreas da Usina Hidrelétrica de Itaipu, no município de Guairá, estado do Paraná, Brasil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. 92:745-754.

GUIMARÃES, C.T., SOUZA, C.P.D., CONSOLIi, R.A. and AZEVEDO, M.D.L.L.D. Controle biológico: Helobdella triserialis lineata Blanchard, 1849 (Hirudinea: Glossiphonidae) sobre Biomphalaria glabrata Say, 1818 (Mollusca: Planorbidae), em laboratório. Revista de Saúde Pública, 17, p.481-492. 1983.

GUIRY, M.D. & Guiry, G.M. 29 de dezembro de 2017. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Disponível em <https://www.algaebase.org>.Acesso em dezembro de 2022;

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for educational and data analysis. Paleontologia Electronica 4(1):9 pp.

HARBACH, R. E. 2017. Mosquito Taxonomic Inventory. Disponível em: < http://mosquito-taxonomic-inventory.info/

HARDER, E.C., CHAMBERLIN, R.T. *The Geology of Central Minas Gerais: Brazil. Journal Geology,* V.23, N. 4, P. 341-378, V. 23, N. 5, P. 385-424, 1915.

HARLEY, R. M. Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina-Bahia, Brasil. Stannard, B. L. E. (ed.). The trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew, 853p. 1995.

HELTSHE, J. F. & FORRESTER, N. E. 1983. Estimating Species Richness Using the Jackknife Procedure. Biometrics 39(1): 1-11.

HERZ, N. *Metamorphic Rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. In: Geological Survey Professional Paper*. 641-C: 1-81, 1978.

HERZOG, S. K., KESSLER, M. & CAHILL, T. M. 2002. Estimating species richness of tropical communities from rapid assessment data. Auk vol 119: 729-768.

HERZOG, S. K., M. KESSLER & T. M. CAHILL. 2002. Estimating species richness of tropical bird communities from rapid assessment data. Auk 119: 749–769.

HITT, N.P & CHAMBERS, D.B. 2014. Temporal changes in taxonomic and functional diversity of fish assemblages downstream form mountaintop mining. Freshwater Sciences. 33(3) 915-926.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004a. Mapa de biomas do Brasil. Diretoria de Geociências.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004b. Mapa de Vegetação do Brasil. Diretoria de Geociências.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. 2ª ed. Rio de janeiro: IBGE -Diretoria de Geociências. 2012

IBGE, 2008. Mapa dos Biomas do Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível online em <http://www.ibge.gov.br>, acessada em [29/03/2012].

IBRAHIM, Amina M. et al. Hematological, physiological and genotoxicological effects of Match 5% EC insecticide on Biomphalaria alexandrina snails. Ecotoxicology and environmental safety, v. 147, p. 1017-1022, 2018.

ICMBIO. 2020 Plano de Ação para Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna Aquática da Bacia do Rio São Francisco (PAN) São Francisco (Portaria N° 34, de 27 de maio de 2015).

ICMBIO. Plano de Ação Nacional para a Conservação dos répteis e anfíbios ameaçados de extinção na Serra do Espinhaço. 2016.

IDE-SISEMA - Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema), instituída pela Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM nº 2.466/2017. Acesso em 2022.

IEPHA. Guia dos Bens Tombados (volume 1). Belo Horizonte, 2014.

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. *Implications for Conservation. Biológical Conservation.* V. 142, P.1141-1153, 2009.

INMET – INSTITUTONACIONAL DE METEREOLOGIA. Disponível em <HTTP://WWW.INMET.GOV.BR/PORTAL/>. Último acesso em 06 de maio de 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Manual técnico de geomorfologia*. 2ª ed. - Rio de Janeiro, IBGE, 2008.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DE ÁGUAS – IGAM, Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e Planos de Ações para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce. 472p. 2010.

IUCN - INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Versão 2022. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 08 de setembro de 2022.

IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022.3. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 04 de Dezembro de 2022.

IUCN. 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-1. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acesso em 21/06/2021.

IUCN. 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022. <www.iucnredlist.org>.

IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. 2022. Disponível em <http://www.iucnredlist.org>. Acesso em 02 nov. 2022.

JACOBI, C.M., CARMO, F.F., VINCENT, R.C. & STEHMANN, J.R. Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. Biodiversity and Conservation 16: 2185-2200. 2007.

JACOBI, Claudia Maria & CARMO, Flávio Fonseca do. (Orgs.) Diversidade Florística nas Cangas do Quadrilátero Ferrífero. 2012.

JAHN, A. E., SEAVY, N. E., BEJARANA, V., GUZMÁN, M. B., PROVINCIATO, I. C. C., PIZO, M. A., & MACPHERSON, M. (2016). Intra-tropical migration and wintering areas of Fork-tailed Flycatchers (Tyrannus savana) breeding in São Paulo, Brazil. Revista Brasileira de Ornitologia, 24(2), 116-121.

JANSEN *et. al.* Mapa de potencialidade de ocorrências de cavernas no Brasil, escala 1:2.500.000. Revista Brasileira de Espeleologia, Brasília. 2012.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R. (Coord.) Caracterização das coberturas de alteração intempéricas e suas múltiplas aplicações na região centro oeste do Estado de São Paulo. Rio Claro, Relatório Final de projeto auxílio a pesquisa FAPESP (n° 89/3495-0), 1993.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; MATTOS, J. T. MALAGUTTI FILHO, W. Estudos integrados para controlar impactos ambientais de um sistema de irrigofertilização com vinhoto na região centro-leste do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCION REMOTA, 4. Bariloche: Anais... Bariloche, 1989, p. 459-465.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; MATTOS, J. T. *Monitoreo de las actividades antrópicas para la evaluación de la capacidad de suporte del medio físico: diagnostico y prognostico*. In: Simpósio Latinoamericano Sobre R|iesgo Geologico Urbano, 2; Conferência Colombiena de Geologia Ambiental. 2. Pereira. Anais... Pereira (Colômbia), 1992.

KÜGLER, H. *Zur Aufgaben Der Geomorphologischen Forchung und Kartierung in Der DDR. Petermanns Geographiesche Mitteilungn,* V. 120, N. 2, P. 154-160, 1976.

LANANAN, Fathurrahman et al. Optimization of biomass harvesting of microalgae, Chlorella sp. utilizing auto-flocculating microalgae, Ankistrodesmus sp. as bio-flocculant. International Biodeterioration & Biodegradation, v. 113, p. 391-396, 2016.

LAURANCE, S. G.; FERREIRA, L. V.; RANKIN DE MERONA, J. M.; GASCON, C. & LOVEJOY, T. E. 1997. Biomass collapse in Amazonian forest fragments. Science 278: 1117-1118.

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.

LEITE, F. S. F.; PEZZUTI, T. L.; GARCIA, P. C. A. 2019. Anfíbios anuros do Quadrilátero Ferrífero. Universidade Federal de Viçosa, Campus Florestal, Minas Gerais, Brasil. Disponível em <http://saglab.ufv.br/aqf/>.

LEITE, F.S.F. Taxonomia, biogeografia e conservação dos anfíbios da Serra do Espinhaço. Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais. 2012.

LEWINSOHN, T. M.; FREITAS, A.V.I.; PRADO, P.I. 2005. Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. Megadiversidade 1(1): 62-69.

LIMA, J. G. Elementos químicos nas águas e sedimentos do Rio Piracicaba, afluente do Rio Doce – MG. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 206 f. 2009.

LOBATO, L. M.; RIBEIRO-RODRIGUES, L. C.; VIEIRA, F. W. R. *Brazil´s premier gold province. Part II: Geology and Genesis of gold deposits in the Archean Rio das Velhas greenstone belt,* Quadrilátero Ferrífero. Mineralium Deposita, v. 36, p. 249-277, 2001.

LOPES, E. L.; FERNANDES, A. M. & MARINI, M. A. 2005. Diet of some Atlantic Forest birds. Ararajuba 13 (1): 95-103.

LOPES, L. E.; PEIXOTO, H. J. C.; NOGUEIRA, W. Aves da Serra Azul, sul da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. Atualidades Ornitológicas, v. 169, n. 5, p. 41-53, 2012.

LOURENÇO, A. C. C.; LACERDA, J. V. A.; CRUZ, C. A. G.; NASCIMENTO, L. B.; POMBAL JR, J. P. 2020. A new species of the Scinax catharinae species group (Anura: Hylidae) from the Atlantic rainforest of northeastern Minas Gerais, southeastern Brazil. Zootaxa, 4878(2): 305-321.

LUCENA, C. AL. S.; CALEGARI, B.B.; PEREIRA, E.H.L. & DALLEGRAVE, E. 2013. O uso do óleo de cravo na eutanásia de peixes. Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia, nº 105- ISSN 1808-1436, pp 20-24.

LUME. 2021. Estudo de Linha de Base caracterização da de linha de base quanto à impactos toxicológicos e ecotoxicológicos – Água, Sedimentos e Biota Ofício Feam/Pre Nº 91/2020, ArcelorMittal –Serra Azul.

LUME. Estudo de Impacto Ambiental (EIA) – Projeto de Ampliação da Mina do Baú. Belo Horizonte, 2016.

MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. (eds.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. 1. ed. Brasília, DF: MMA (Biodiversidade 19), 2 volumes, 2008.

MACKINNON, S. & K. PHILLIPS. 1993. A Field Guide to the Birds of Borneo, Sumatra, Java and Bali. Oxford: Oxford University Press.

MAGALHÃES, F.M., LYRA, M.L., CARVALHO, T.R., BALDO, D., BRUSQUETTI, F., BURELLA, P., et al. (2020): Taxonomic Review of South American Butter Frogs: Phylogeny,

Biogeographic Patterns, and Species Delimitation in the Leptodactylus latrans Species Group (Anura: Leptodactylidae). Herpetological Monograph 34: 131–177.

MAGALHÃES, J. S. 2002. Tráfico de animais silvestres no Brasil. Monografia apresentada à Faculdade de Ciências da Saúde, Uniceub. Brasília, 42p.

MAGURRAN, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton, Princeton University, 179p.

MAGURRAN, A. E. 1988. Ecological Diversity and its Measurement. Princeton: Princeton University Press, 179p.

MAGURRAN, A. E. 2004. Measuring biological diversity. Oxford: Blackwell Science.

MAGURRAN, A. E. 2013. Medindo a diversidade biológica. Curitiba: UFPR. 261p.

MAGURRAN, A. E. 2013. Medindo a diversidade biológica. Curitiba: UFPR. 261p.

MAGURRAN, A. E., BAILLIE, S.R., BUCKLAND, S.T., DICK, J.P., ELSTON, D.A., SCOTT, E.M., SMITH, R., SOMERFIELD, P.J., WATT, A.D. 2010. Long-term datasets in biodiversity research and monitoring: assessing change in ecological communities through time. Trends in Ecology and Evolution. 25: 574-582.

MAGURRAN, A.E. 2004. Measuring biological diversity. Oxford, Blackwell Science. 256p.

MAIA, B. P. et al. 2007. Reproductive activity and recruitment of the yellow-mandi Pimelodus maculatus (Teleostei: Pimelodidae) in the Igarapava Reservoir, Grande River, Southeast Brazil. Neotropical Ichthyology [online]. 2007, v. 5, n. 2 [Accessed 14 December 2022], pp. 147-152.

MALLET-RODRIGUES, F. 2010. Técnicas para amostragem da dieta e procedimentos para estudos do forrageamento de aves In: MATTER, S. V.; STRAUBE, F. C.; ACCORDI, I.; PIACENTINI, V.; CÂNDIDO-JR, J. F. Ornitologia e Conservação: Ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books. p. 47-60.

MARINI, M. A.; GARCIA, F. I. 2005. Conservação de Aves no Brasil. Megadiversidade 1 (1).

MARTINELLI, G., MESSINA, T. & FILHO, L. S. (Org.). Livro Vermelho da Flora do Brasil: Plantas raras do Cerrado. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2014.

MARTINS, F. R.; SANTOS, F. A. M. 1999. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. Holos Environment, v.1, n.1, p.236 – 267.

MATTOS J.T.; BALIEIRO M.G.; SOARES P.C.; BARCELLOS P.E.; MENESES P.R.; CSORDAS S.M. Análise morfoestrutural com uso de imagens MSS-Landsat e Radar para pesquisa de hidrocarbonetos no estado de São Paulo. São José dos Campos: INPE, RTR/015.1982.

MAZZONI, L. G. 2013. Efeito de curtos gradientes altitudinais e longitudinais sobre a comunidade de aves florestais do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. 91 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia de Vertebrados) – Pós-graduação em Zoologia de Vertebrados, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MAZZONI, L. G., & PERILLO, A. 2014. The wintering distribution of the Blue-tufted Starthroat Heliomaster furcifer (Apodiformes: Trochilidae) in Minas Gerais, and its association with Pyrostegia venusta (Bignoniaceae). Atualidades Ornitológicas, v. 180, p. 07-09.

MDGEO Serviços de Hidrogeologia Ltda. Relatório do modelo numérico de simulação do fluxo d'água subterrânea da Mina de Águas Claras e Adjacências. Rel-MBR-MAC-001/01. Belo Horizonte: MBR, Jun/2001. 30p. (Relatório interno).

MEDINA, A. I. V.; DANTAS, M. E.; SAADI, A. Geomorfologia. *In:* Projeto APA Sul RMBH - Estudos do Meio Físico. Belo Horizonte: CPRM/SEMAD/CEMIG. 2005.

MELLOR P.S., BOORMAN J, BAYLIS M. Culicoides biting midges: their role as arbovirus vectors. Ann Rev Entomol. 2000.

MELO, A. S. 2008. O que ganhamos 'confundindo' riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? Biota Neotropica, 8(3): 21-27.

MÉNDEZ, Wilmer et al. Spatial dispersion of adult mosquitoes (Diptera: Culicidae) in a sylvatic focus of Venezuelan equine encephalitis virus. Journal of Medical Entomology, v. 38, n. 6, p. 813-821, 2001.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. Oficina de textos. 2017.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA (MME). Projeto RADAMBRASIL. Levantamento de recursos naturais: Folhas SF 23/24 Rio de Janeiro/Vitória. Ministério das Minas e Energia: Rio de Janeiro. 1983.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, MMA. 2022. PORTARIA MMA Nº 148, DE 7 DE JUNHO DE 2022 Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção.

MIRANDA, E. E. (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005.Disponível em: http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br. Acesso em: 13 mar. 2022.

MITTERMEIER, R.; GIL, P.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C.; LAMOREUX, J.; FONSECA, G. (2004). Hotspots revisited. Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions.

MITTERMEIER, R.A.; ROBLES GIL, P.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C.G.; LAMOREUX, J. & DA FONSECA, G.A.B. (Eds.). (2004) Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. CEMEX / Agrupación Sierra Madre, Mexico City. 392p.

MMA – Ministério do Meio Ambiente - Portaria n° 443 DE 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçada de Extinção.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. (2022). Portaria nº 148, de 07 de junho de 2022. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de

17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2022. Atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. 116p.

MMA, 2022. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Portaria MMA nº 148 de 7 de Junho de 2022. Lista nacional oficial de espécies da fauna ameaçadas de extinção.

MMA. 2022. Portaria N° 148, de 7 de Junho de 2014. 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.

MONATH, T.P. 1987. Yellow fever: A medically neglected disease. Report on a seminar. Reviews on Infectious Diseases 9: 165-175.

MONÉ, Yves et al. An example of molecular co-evolution: reactive oxygen species (ROS) and ROS scavenger levels in Schistosoma mansoni/Biomphalaria glabrata interactions. International journal for parasitology, v. 41, n. 7, p. 721-730, 2011.

MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; CONTE, C. E. (orgs.). 2017. Revisões em Zoologia Mata Atlântica. In: Répteis, Anfíbios. 1. ed. – Curitiba: Ed. UFPR, 2017. 490 p.: il. (Série Pesquisa, 310).

MORENO, P. & CALLISTO, M. 2010. Bioindicadores de qualidade de água ao longo da bacia do rio das Velhas (MG). UFMG, Bioindicadores de Qualidade de Água, 95-116.

MORENO, P. & CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água ao longo da bacia do rio das Velhas (MG). UFMG, Bioindicadores de Qualidade de Água, 95-116. 2010.

MOTTA JÚNIOR, J. C. 1990. Estrutura trófica e composição da avifauna de três habitats terrestres na região central do Estado de São Paulo. Ararajuba, v. 1, p. 65-71.

MYERS, N., MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-858.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, R. A.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, v. 403, 2000.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B. & KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-858. 2000.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403: 853-858.

NAGAKI, S. S. 2009. Estudos sistemáticos sobre espécies da Seção Myzorhynchella do subgênero Nyssorhynchus (Diptera: Culicidae). 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

NBR 9897. 1987. Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. ABNT, 14p.

NBR 9897. Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. ABNT, 14p. 1987.

NBR 9898. 1987. Preservação e técnicas de preservação e amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. ABNT, 22p.

NBR 9898. Preservação e técnicas de preservação e amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. ABNT, 22p. 1987.

NEVES, ANA C.; BERTACHINI, ANTÔNIO C. Modelo hidrogeológico conceitual e matemático, mineração Casa de Pedra, Congonhas - MG. In: CONG. BRAS. DE GEOL., 42, Araxá. Anais... Belo Horizonte: SBG-MG, 2004. 1 CD-ROM. 2004.

NOGUEIRA, C. C.; ARGÔLO, A. J. S.; ARZAMENDIA, V.; BARBO, F. E.; BÉRNILS, R. S.; BOLOCHIO, B. E.; MARTINS; M.B; GODINHO, M. B.; BRAZ, H.; BUONONATO, M. A.; HEREDIA, D. F. C.; COLLI, G. R.; COSTA, H. C.; FRANCO, F. L.; GIRAUDO, A.; GONZALEZ, R. C.; GUEDES, T.; HOOGMOED, M. S.; MARQUES, O. A. V.; MONTINGELLI, G. G.; PASSOS, P.; PRUDENTE, A. L. C.; RIVAS, G. A.; SANCHEZ, P. M.; SERRANO, F. C.; SILVA, N. J.; STRUSSMAN, C.; ALENCAR, J. P. S. V.; ZAHER, H.; SAWAYA, R. J.; MARTINS, M. 2019. Atlas of Brazilian Snakes: Verified Point-Locality Maps to Mitigate the Wallacean Shortfall in a Megadiverse Snake Fauna. South American Journal of Herpetology, 14(S1): 1-274.

NOGUEIRA, C.; RIBEIRO, S.; COSTA, G. C.; COLLI, G. R. 2011. Vicariance and endemism in a Neotropical savana hotspot: distribution patterns of Cerrado squamate reptiles. Journal of Biogeography, 38: 1907-1922.

NRIAGU, J.O. *Global metal pollution – poisonig the biosphere? Environment* 32(7): 26p. 1990.

NUNES, N. S. P.; CARVALHO, E. M.; NAKAGAKI, J. M. Are chironomidae (diptera) good indicators of impact in lotic environments?. Ibero-American Journal of Environmental Sciences v 11 n 4, 2020.

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 FILHO A.T. & FLUMINHAN FILHO M. 1999. ECOLOGIA DA VEGETAÇÃO DO PARQUE FLORESTAL QUEDAS DO RIO BONITO. Revista CERNE, Lavras. v.5, n.2, p.051-064.

OLIVEIRA FILHO A.T. & FONTES, M.A.L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. Biotropica 32:793-810

OLIVEIRA FILHO A.T. & SCOLFORO J.R.S. Inventário Florestal de Minas Gerais: Espécies Arbóreas da Flora Nativa. Lavras: Editora UFLA, 2008. 619 p.

OLIVEIRA, I. B. Zygnematophyceae (Streptophyta) da área de proteção ambiental Litoral Norte, Bahia, Brasil. 2011. 670 f. Tese (Doutorado em Ciências – Botânica) – Programa

de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2011.

OPUTE, FI Estudos sobre acúmulo de gordura em Nitzschia palea Kütz. Annals of Botany , v. 38, n. 4, pág. 889-902, 1974.

PACHECO, J.F.; SILVEIRA, L.F.; ALEIXO, A.; AGNE, C.E.; BENCKE, G.A.; BRAVO, G.A; BRITO, G.R.R.; COHN-HAFT, M.; MAURÍCIO, G.N.; NAKA, L.N.; OLMOS, F.; POSSO, S.; LEES, A.C.; FIGUEIREDO, L.F.A.; CARRANO, E.; GUEDES, R.C.; CESARI, E.; FRANZ, I.; SCHUNCK, F. & PIACENTINI, V.Q. 2021. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee – second edition. Ornithology Research, 29(2). https://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x.

PAGLIA, A.P.; FONSECA, G.A.B.; RYLANDS, A.B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L.M.S.; CHIARELLO, A.G.; LEITE, Y.L.R; COSTA, L.P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M. C.M.; MENDES, S.L.; TAVARES, V.C.; MITTERMEIER, R.A.; PATTON, J.L. 2012. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil / Annotated Checklist of Brazilian Mammals. 2ed. Occasional Papers in Conservation Biology, 6: 1-76.

PARDINI, R., DITT, E. H., CULLEN Jr, L., BASSI, C., & RUDRAN, R. 2004. Levantamento rápido de mamíferos terrestres de médio e grande porte. Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre.

PARDINI, R.; SOUZA, M.S.; BRAGA-NETO, R.; METZGER, J.P. 2005. The role of forest structure fragment size and corridors maintaining small mammal abundance and diversity in na Atlantic Forest landscape. Bilogical Conservation. Barking. 124.2:253-266.

PARRA, R.R. Análise geoquímica de água e sedimentos afetados por minerações na bacia hidrográfica do Rio Conceição, Quadrilátero ferrífero, Minas Gerais – Brasil – Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto ,113p. 2006.

PAULA NETO, F. de.; BRANDI, R.M.; RIBEIRO, J.C.; GUIMARAES, D.P. 1977. Teste de aplicação de tabelas volumétricas para estimar a produção de plantações de Eucalyptus paniculataSm.: na região de Ipatinga, Minas Gerais. Revista Arvore, Vicosa, v.1, n.2, p.154-166.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. Hydrol. Earth Syst. Sci., 11, n. 5, p. 1633-1644, 2007.

PENA, A.L. Caracterização Granulométrica, Mineralógica e Geoquímica dos Sedimentos da Embocadura do Porto da Figueira de Foz – Dissertação de Mestrado – Universidade de Aveiro. Portugal. 168p. 2016.

PEÑA, M. R.; RUMBOLL, M. 1998. Birds of Southern South America and Antartica. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 304p.

PEREIRA, Andreia Cavalcante; TORGAN, Lezilda Carvalho; MELO, Sérgio. Pinnularia (Bacillariophyta) do curso inferior do rio Negro, Amazonas, Brasil: taxonomia e distribuição temporal. Acta Amazonica, v. 42, n. 3, p. 305-314, 2012.

PERES, C.A. 2000. Effects of subsistence hunting on vertebrate community structure in amazonian forests. Conservation Biology.14: 240-253.

PIACENTINI, V.Q.; A. ALEIXO, C.E. AGNE, G.N. MAURÍCIO, J.F. PACHECO, G.A. BRAVO, G.R.R. BRITO, L.N. NAKA, F. OLMOS, S. POSSO, L.F. SILVEIRA, G.S. BETINI, E. CARRANO, I. FRANZ, A.C. LEES, L.M. LIMA, D. PIOLI, F. SCHUNCK, F.R. AMARAL, G.A. BENCKE, M. COHN-HAFT, L.F.A. FIGUEIREDO, F.C. STRAUBE & E. CESARI. 2015. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee / Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. Revista Brasileira de Ornitologia 23(2): 91–298.

PIELOU, E. C. Mathematical ecology. Wiley. New York, 385. 1977.

PIMENTEL, J.; TEIXEIRA, C. Z.; SILVA, F. M. Geotecnia. *In*: Projeto APA Sul RMBH Estudos do Meio físico: área de proteção ambiental da região metropolitana de Belo Horizonte. Belo Horizonte. SEMAD/CPRM, v. 4, 2005.

PINHEIRO, C.H.R. 2001. Análises de diferentes fatores na disposição de metais pesados em sedimentos lacustres no parque ecológico do Tietê. Dissertação de Mestrado. USP, 154p.

PINHEIRO, G. G. Estudo da fauna de mosquitos (Diptera: Culicidae) e detecção de arbovírus no Parque Estadual da Serra do Rola-Moça e Estação Ecológica de Fechos–Minas Gerais. 2019. Tese de Doutorado.

PINTO JUNIOR, V. L., LUZ, K., PARREIRA, R., FERRINHO, P.. 2015. Zika Vírus: Revisão para Clínicos. Acta Med Port 2015 Nov-Dec;28(6):760-765

PINTO, C. 1932. Mosquitos da região neotropica (Brasil, S. Paulo). I:(Diptera: Culicidae). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 23, n. 3, p. 153-157, 1930.

PÍPOLE, F., ARJONILLA-DE-MATTOS, Garcia, A.N., CUNHA, L.C., RANGEL, m., SANT'ANNA, C.L. & CARVALHO, L.R. 2010. Avaliação dos possíveis efeitos tóxicos do extrato de Pseudanabaena galeata administrados via oral e intraperitoneal. XIII Congresso Brasileiro de Ficologia, Paraty, pp. 1-75. 2010.

PIRATELLI, A. & PEREIRA, M. R. 2002. Dieta de Aves na Região Leste de Mato Grosso do Sul, Brasil. Ararajuba 10 (2), p. 131-139.

PIRES, A.S.; FERNANDEZ, F.A.; de FREITAS, D.; FELICIANO, B.R. 2005. Influence of edge and fire-induced changes on spatial distribution of small mammals in Brazilian Atlantic Forest fragments. Studies on Neotropical Fauna and Environment, 40.1:7-14.

PREVEDELLO, J. A., MENDONÇA, A. F., & VIEIRA, M. V. 2008. Uso do espaço por pequenos mamíferos: uma análise dos estudos realizados no Brasil. Oecologia Brasiliensis, 12(4), 3.

REIS, N. R.; FREGONEZI, M. N.; PERACCHI, A. L.; SHIBATTA, O. A.; SARTORE, E. R.; RASSANEIS, B. K.; SANTOS, V. R. & FERRACIOLI, P. 2014. Mamíferos Terrestres de Médio e Grande Porte da Mata Atlântica – Guia de Campo. Rio de Janeiro. Technical Books Editora. 146p.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. (eds.) 2011. Mamíferos do Brasil. Londrina: Editora da Universidade Estadual de Londrina, 437 p.

REIS, N.R.; SHIBATTA, O.A.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W.A.; LIMA, I.P. 2011. Sobre os Mamíferos do Brasil. In: REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W.A.; LIMA, I.P. Mamíferos do Brasil, 2ed., Londrina: Universidade Estadual de Londrina, p. 23-29.

REIS, R. E., S. O. KULLANDER & C. J. FERRARIS, JR. 2003. Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre, Edipucrs, 729p.

RENCTAS. 2002. Primeiro relatório nacional sobre o tráfico de fauna silvestre. Brasilia: Rede Nacional de Combate ao Tráfico de Animais, RENCTAS 108p. Disponível em: http://www.renctas.org.br.

RENGER F. E., NOCE C. M., ROMANO A. W., MACHADO N. Evolução Sedimentar do Supergrupo Minas: 500 ma de Registro Geológico no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. Geonomos. 2(1): 1-11. 1994.

RESENDE, M.; SOUZA, L. M.; CAMINHAS, W. M.; PATARO, C. D. M. e FARIA, C. M. Utilização de redes neurais artificiais na correção e predição da evapotranspiração para programação de irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 12., Uberlândia. 2002.

RESOLUÇÃO CONAMA N° 454, DE 1º DE NOVEMBRO DE 2012. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008. Publicada no DOU nº 66, de 7 de abril de 2008, Seção 1, páginas 64-68. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

RESOLUÇÂO CONAMA. 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 27p.

RESOLUÇÃO CONJUNTA SEMAD/FEAM/IEF/ IGAM nº 2.466 de 13 de fevereiro de 2017. Institui a Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos e cria seu Comitê Gestor.

RESOLUÇÃO nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005 Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. 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.

REZENDE, J.P. & SCHIAVETTI, A. 2010. Conhecimentos e usos da fauna cinegética pelos caçadores indígenas “Tupinambá de Olivença” (Bahia). Biota Neotropica. 10(1): 175-183.

RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 2008. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In Cerrado: ecologia e flora (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds.). Embrapa Cerrados, Planaltina. p.151 -212.

RIBEIRO-RODRIGUES, L.C; OLIVEIRA, C.G.; FRIEDRICH, G. *The Arquean BIF-hosted Cuiabá Gold deposit, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Ore Geology Reviews*, v.32, p. 543-570, 2007.

RIBEIRO-RODRIGUES, L.C; OLIVEIRA, C.G.; FRIEDRICH, G. *The Arquean BIF-hosted Cuiabá Gold deposit, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Ore Geology Reviews,* v.32, p. 543-570, 2007.

RIBON, R. 2010. Amostragem de Aves pelo método de listas de Mackinnon. Pp. 33-44 in: Matter, S. V., F. C. Straube, I. Accordi, V. Piacentini & J. F. Cândido-Jr (Orgs.). Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento. Rio de Janeiro: Technical Books. 516p.

RIDGELY, R. S., TUDOR, G. 1994. The Birds of South America Volume 2: The Suboscine Passerines. Austin (TX): University of Texas Press. 940p.

ROLDÁN, A.I. & SIMONETTI J.A. 2001. Plant-mammal interactions in tropical bolivian forests with different hunting pressures. Conservation Biology, 15: 617-623.

ROOS, A. L. 2010. Capturando aves. Pp. 79-104 in: Matter, S. V., F. C. Straube, I. Accordi, V. Piacentini & J. F. Cândido-Jr (Orgs.). Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento. Rio de Janeiro: Technical Books. 516p.

RORIZ, Paula dos Reis Chaves; BATISTA, Bruno Dias; FONSECA, Bárbara Medeiros. Primeiro registro da espécie invasora Ceratium furcoides (Levander) Langhans 1925 (Dinophyceae) no Lago Paranoá, Distrito Federal. Oecologia Australis, v. 23, n. 3, 2019.

ROSOLEN V.; HERPIN U., FRÄNZLE S., BREULMANN G., CAMARGO P.B., PAGANINI W.S., CERRI C.C., MELFI A.J., MARKERT B.A. 2005. Land application of wastewater in Brazil – a scientific challenge: chemical characterization of soil at Populina, São Paulo State. Journal of Soils and Sediments, 5(2):112-120.

RYLANDS, A.B., & KEUROGHLIAN, A. 1988. Primate populations in continuous forest and forest fragments in Central Amazonia. Acta Amazonica 18:291-307.

SALGADO, A. A. R. Estudo da Evolução do Relevo do Quadrilátero Ferrífero, MG, Através da Quantificação dos Processos Erosivos e Denudacionais. Ouro Preto, UFOP. Tese de Doutorado. 188P. 2006.

SALOMONS W. & BRILS J. 2004. Contaminated sediments in European River Basins. In: SedNet booklet as final report for the ECFP5 Thematic Network Project SedNet. Disponível em: http://www.sednet.org/download/Sednet_booklet_final.pdf. Acesso em: 10/04/2008.

SALOMONS, W. 1995. Environmental impact of metals derivided from mining activities: Processes, predictions, prevention. Journal of Geochemical Exploration, 52 (1-2):5-23.

SANTOLIN, C.V.A. Quantificação e Avaliação ambiental dor metais e Arsênio em Sedimentos da Bacia do Rio Doce. Tese de doutorado - Universidade Federal de Minas Gerias. 157p. 2016.

SANTOS, A. J. Estimativas de riqueza em espécies. In: Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre / Laury Cullen Jr., Claudio Valladares-Padua, Rudy Rudran (orgns.). Curitiba: Ed. Da UFPR; Fundação O Boticário de Proteção da Natureza. p. 19-41. 2003.

SANTOS-FITA, D.S.; COSTA NETO, E.M. & SCHIAVETTI, A. 2010. 'Offensive' snakes: cultural beliefs and practices related to snakebites in a Brazilian rural settlement. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine 6: 13.

SCHAEFER, C. E., CÂNDIDO, H. G., CORRÊA, G. R., PEREIRA, A., NUNES, J. A., SOUZA, O. F. & KER, J. C. Solos desenvolvidos sobre canga ferruginosa no Brasil: uma revisão crítica e papel ecológico de termiteiros. Geossistemas Ferruginosos do Brasil'.(Eds FF do Carmo and LHY Kamino) pp, 77-102. 2015.

SCLIAR, C. Geologia da Serra da Piedade. In: Duarte, R.H. (org.) Serra da Piedade. Belo Horizonte: CEMIG, 136 p., 1992.

SCOLFORO, J.R.S; CARVALHO, L.M.T; OLIVEIRA, A.D. Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais – componentes geofísico e biótico. Lavras: Editora UFLA, 2008.

SCOLFORO, JOSÉ ROBERTO ET AL. Zoneamento ecológico-econômico de Minas Gerais. Zoneamento ecológico-econômico do Estado de Minas Gerais: Zoneamento e cenários exploratórios, UFLA, Lavras, v. 245, 2008.

SEGALLA, M. V.; BERNECK, B.; CANEDO, C.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; GARCIA, P. C. A.; GRANT, T.; HADDAD, C. F. B.; LOUORENÇO, A. C. C.; MÂNGIA, S.; MOTT, T.; NASCIMENTO, L. B.; TOLEDO, L. F.; WERNECK, F. P.; LANGONE, J. A. List of Brazilian Amphibians. Herpetologia Brasileira, v.10, n.1, 2021.

SEGURA, M.N.O. E CASTRO, F.C. 2007. Atlas de Culicídeos na Amazônia Brasileira: características específicas de insetos hematófagos da família Culicidae. Instituto Evandro Chagas MS/SVS. Seção de Arbovirologia de Febres Hemorrágicas. Belém. 69p.

SICK, H. 1997. Ornitologia Brasileira. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 912p.

SIGRIST, T. 2012. Mamíferos do Brasil: uma visão artística. São Paulo: Avis Brasilis. 448p.

SILVA, A. C. Solos do Topo da Serra São José (Minas Gerais) e suas Relações com o Paleoclima no Sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, V. 28, N. 3, P. 455-466, MAIO. 2004.

SILVA, ADELBANI B. DA; SOBREIRO NETO, AGOSTINHO F.; BERTACHINI, ANTÔNIO C. Potencial das águas subterrâneas no Quadrilátero Ferrífero. In: CONG. BRAS. de ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 8, Recife, 1994. Anais... Recife: ABAS/DNPM/CPRM, 1994.

SILVA, E. C.; BARROS, F. Macrofauna bentônica introduzida no brasil: lista de espécies marinhas e dulcícolas e distribuição atual. Oecologia Australis,v. 15, n. 2, p. 326-344, 2011.

SILVA, J. M. C. & BATES, J. M. 2002. Biogeographic Patterns and Conservation in the South American Cerrado: A Tropical Savanna Hotspot. BioScience 52 (3): 225-233.

SILVA, J. M. C. 1995. Birds of the Cerrado region, South America. Steenstrupia v.21, p.69-92.

SILVA, J.M.C. & SANTOS, M.P.D. 2005 A importância relativa dos processos biogeográficos na formação da avifauna do Cerrado e de outros biomas brasileiros. In: Scariot, A.J.; Sousa Filho, C. & Felfili, J.M. (Eds.). Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 224-233.

SILVA, R.F. DA & D.P. NEVES. 1989. Os mosquitos (Diptera: Culicidae) do Campus Ecológico da UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais. Mem. Inst. Oswaldo Cruz 84 (Sup. 4): 501-503.

SILVA, S.M., AULER, A.S.: Análise Morfométrica de Cavidades em Rochas Siliciclásticas. Anais do I Encontro Brasileiro de Estudos do Carste. Belo Horizonte, 2004. P. 81. 2004.

SILVEIRA, A. L.; RIBEIRO L. S. V. B.; FERNANDES T. N.; DORNAS T. T. 2019. Anfíbios do Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais): atualização do conhecimento, lista comentada e guia fotográfico. Belo Horizonte, Editora Rupestre.

SIVER, Peter A.; BASKETTE, George. A morphological examination of Frustulia (Bacillariophyceae) from the Ocala National Forest, Florida, USA. Canadian journal of botany, v. 82, n. 5, p. 629-644, 2004.

SMITH, E.P. & GERALD, V.B. (1984). Nonparametric estimation of species richness. Biometrics, 40:119-129.

SOARES P.C.; LUZ, M.E.; REDAELLI, R.; GUERRA, S.M.S. Análise morfoestrutural em fotos aéreas: aplicação na prospecção de hidrocarbonetos na bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2. São José dos Campos. Anais ... São José dos Campos: INPE, 1982a, p.157-168

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. Dendrometria e inventário florestal. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 276p.

SOARES, P. C.; BARRETO, M. de L. K.; REDAELLI, R. Aplicação de análise morfoestrutural em semidetalhe com fotos aéreas na Bacia do Paraná. In: SIM-PÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3. Curitiba. Anais... Curitiba: SBG, 1981b.

SOARES, P. C.; FIORI, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em Geologia. Notícias Geomorfológicas. Campinas, v. 16, n. 32, p. 71-104, dez. 1976.

SOARES, P. C.; MATTOS, J. T. de; BALIEIRO, M. G.; BARCELLOS, P. E.; MENESES, P. R.; GUERRA, S. M. S.; CSORDAS, S. M. Análise morfoestrutural 171 regional com imagens de Radar e Landsat na Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3. Curitiba. Anais... Curitiba: SBG, 1981a.

SOUZA, Q.S.S., MACHADO, C.M.S., MOURA, L.O.G. E LIMA, F.S. Análise de Coliformes totais e termotolerantes fecais em diferentes pontos da sub-bacia do rio Poxim-Sergipe, Brasil. Agrofrorestalis News.v.2(2). 9p. 2017.

SOUZA, T. O, VILELA, D. A. R, & CÂMARA, B. G. O. 2014. Pressões sobre a avifauna brasileira: Aves recebidas pelo CETAS/IBAMA, Belo Horizonte, Minas Gerais. Ornithologia, 7(1), 1-11.

STOTZ, D. F., FITZPATRICK, J. W., PARKER, T. A. & D. K. MOSKOVITS. 1996. Neotropical Birds: ecology and conservation. Chicago: University of Chicago Press. 478p.

STRAHLER, Arthur N. *Quantitative analysis of watershed geomorphology. Eos, Transactions American Geophysical Union*, v. 38, n. 6, p. 913-920, 1957.

STRAUBE, F. C., VASCONCELOS, M. F., URBEN-FILHO, A & CÂNDIDO-JR, J. F. 2010. Protocolo mínimo para levantamentos de avifauna em Estudos de Impacto Ambiental. In: MATTER, S. V.; STRAUBE, F. C.; ACCORDI, I.; PIACENTINI, V.; CÂNDIDO-JR, J. F. Ornitologia e Conservação: Ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books. p. 239-253.

TADEI, W. P.; DUTARY THATCHER, B. Malaria vectors in the Brazilian Amazon: Anopheles of the subgenus Nyssorhynchus. Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo, v. 42, p. 87-94, 2000.

TALAMONI, S.A. & DIAS, M.M. 1999. Population and community ecology of sma ll mammal in southeastern Brazil. Mammalia. 63.2:167-18 1.

TAMPO, Lallébila et al. Benthic macroinvertebrates as ecological indicators: their sensitivity to the water quality and human disturbances in a tropical river. Frontiers in Water, v. 3, p. 662765, 2021.

TANURE, A. (2017). Estudo dos flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) na localidade de Casa Branca, município de Brumadinho, área de transmissão para leishmanioses no Estado de Minas Gerais (Doctoral dissertation).

TEICH, Vanessa; ARINELLI, Roberta; FAHHAM, Lucas. Aedes aegypti e sociedade: o impacto econômico das arboviroses no Brasil. JBES: Brazilian Journal of Health Economics/Jornal Brasileiro de Economia da Saúde, v. 9, n. 3, 2017.

TELINO-JÚNIOR, W. R.; DIAS, M. M.; AZEVEDO JÚNIOR, S. M.; LYRA-NEVES, R. M. & LARRAZÁBAL M. E. L. 2005. Trophic structure of bird community of Reserva Estadual de Gurjaú, Zona da Mata Sul, Pernambuco State, Brazil. Revista Brasileira de Zoologia, v. 22, n. 4, p. 962-673.

TEODORO, U. et al. Mosquitos de ambientes peri e extradomiciliares na região sul do Brasil. Rev. Saúde Publ., São Paulo, v. 28, n. 2, p. 107-115, 1994.

TERBORGH, J. 1992. Diversity and the tropical rain forest. Scientific American Library.

TERBORGH, J., LOPEZ, L., NUNEZ, P., RAO, M., SHAHABUDDIN, G., ORIHUELA, G., RIVEROS, M., ASCANIO, R., ADLER, G.H., LAMBERT, T.D. & BALBAS, L. 2001. Ecological meltdown in predator-free forest fragments. Science 294:1923-1926.

TOMAS, W. M. & MIRANDA, G. H. B. 2003. Uso de armadilhas fotográficas em levantamentos populacionais. In: CULLEN Jr., L.; R. RUDRAN, R. & VALLADARES-PADUA, C. eds. Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba, Editora da Universidade Federal do Paraná. p.243-268.

TRICART, J. O Modelo do Quadrilátero Ferrífero Sul de Belo Horizonte. Annales de Geographie, 70: 255-272. 1961.

TROMBULAK, S.C. & FRISSELL, C.A. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. Conservation Biology, 14(1): 18-30.

UETZ, P.; FREED, P; AGUILAR, R; HOŠEK, J. The Reptile Database. 2022. Disponível em <http://www.reptile-database.org/> Acesso em 25 novembro. 2022.

URAMOTO, K., WALDER, J. M., & ZUCCHI, R. A. 2005. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de Anastrepha (Diptera: Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. Neotropical Entomology, 34(1), 33-39.

VALDUJO, P. H. 2011. Diversidade e distribuição de anfíbios no Cerrado: o papel dos fatores históricos e dos gradientes ambientais. Tese de Doutorado apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, USP. São Paulo, 136p.

VALDUJO, P. H.; SILVANO, D. L.; COLLI, G.; MARTINS, M. Anuran species composition and distribution patterns in brazilian cerrado, a neotropical hotspot. South American Journal of Herpetology. v. 7, n. 2, 2012.

VALE. Vieira, F.; Gomes, J. P. C.; Maia, B. P. & Martins, L. G. 2015. Peixes do Quadrilátero Ferrífero: guia de identificação. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte. 208 p. ilust.

VALERIANO, M. M. Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia, GO. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005.

VAN DAM, Herman; MERTENS, Adrienne; SINKELDAM, Jos. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. Netherland Journal of Aquatic Ecology, v. 28, n. 1, p. 117-133, 1994.

VAN PERLO, B. 2009. A field guide to the Birds of Brazil. New York: Oxford University Press.

VAREJÃO, C. A. C. A questão da correlação das superfícies de erosão do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Revista Brasileira de Geociências, Ouro Preto, v. 21(2), p. 138-145, jun. 1991.

VASCONCELOS, M. F.; LIMA, P. C.; SANTOS, S. S. & LIMA, R. C. F. R. 2003. Ocorrência migratória de Progne tapera fusca (Passeriformes: Hirundinidae) na região da Serra do Caraça, Minas Gerais, Brasil. Ararajuba 11(2): 221-222.

VASCONCELOS, M. F.; RODRIGUES, M. 2010. Patterns of geographic distribution and conservation of the open-habitat avifauna of southeastern Brazilian mountaintops (campos rupestres and campos de altitude). Papéis Avulsos de Zoologia 50(1): 1-29.

VAZ, J. F.; TELES, H. M. S.; CORREA, M. A.; LEITE, S. P. S. Ocorrência no Brasil de Thiara (Melanoides tuberculatus) Müller, 1774, (Gastropoda, Prosobranchia), primeiro hospedeiro intermediário de Clonorchissinensis (Cobbold, 1875) (Trematoda, Plathyhelmintes). Revista de Saúde Pública,v. 20, n. 4, p. 318-322, 1986.

VERNER, J. 1981. Measuring responses of avian communities to habitat manipulation. Studies in avian Biology, Los Angeles: 543-547.

VIANELLO, R.L. & A.R. ALVES. Meteorologia básica e aplicações. Viçosa, Imprensa Universitária, 449p. 1991.

VIDAL, R.G.R. Diatomáceas Perifíticas como bioindicadoras de qualidade de água na microbacia do Urumari, Santarém (Pará, Brasil). Dissertação de mestrado . UFOPA 115p. 2019.

VIELLIARD, J. M. E.; ALMEIDA, M. E. C.; ANJOS, L.; SILVA, W. R. 2010. Levantamento quantitativo por pontos de escuta e o Índice Pontual de Abundância (IPA) In: MATTER, S. V.; STRAUBE, F. C.; ACCORDI, I.; PIACENTINI, V.; CÂNDIDO-JR, J. F. Ornitologia e Conservação: Ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books. p. 47-60.

VIELLIARD, J. M. E.; SILVA, W. R. 1990. Nova metodologia de levantamento quantitativo da avifauna e primeiros resultados no interior do Estado de São Paulo. Brasília, n.p. (Palestra Proferida no IV Encontro Nacional de Anilhadores de Aves).

VOLKMER, S. Caracterização mineralógica das coberturas de alteração intempéricas da quadrícula de São Carlos (QSC), SP – escala 1:100.000. 1993. 157 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 1993.

VON SPERLING, M. 2005. Modelling of coliform removal in 186 facultative and maturation ponds around the world. Water research, 39(20), 5261-5273.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 2005

WEKSLER, M.; PERCEQUILLO, A. R.; VOSS, R. S. 2006. Ten new genera of Oryzomyine Rodents (Cricetidae: Sigmodontinae). American Museum Novitates, 3537: 1-29.

WHO. (WORLD HEALTH ORGANIZATION). Study group on the ecology of intermediate snail hosts of bilharziasis. Technical Report Series, Geneva, n. 120, 1957.

WRIGHT, S.J.; GOMPPER, M.E. & DELEON, B. 1994. Are large predators keystone species in the Neotropical forests? The evidence from Barro Colorado Island. Oikos, 71: 279-294.

YAMAMOTO , L. F.; KINOSHITA, S. L.; MARTINS, F. R. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. Acta Botanica Brasilica. 21 (3): 557-573. 2007.

YEATES, D. K.; WIEGMANN, B M.; COURTNEY, G. W.; MEIES, R.; LAMBKIN, C.; APE, T. 2007. Phylogeny and systematic of Diptera: Two decades of progress and prospects. Zootaxa 1668:565-590

ZEE - ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Lavras, MG: UFLA, 2008.

FERREIRA ROCHA

ASSESSORIA E SERVIÇOS SOCIOAMBIENTAIS

www.ferreirarocha.com.br