



VALE S.A.
COMPLEXO MINERADOR DE MARIANA
MUNICÍPIOS DE ITABIRITO E SANTA BÁRBARA / MG

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
(EIA)
PROJETO DE PESQUISA MINERAL MINA DE
CAPANEMA

VOLUME I

VALE S.A.

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
(EIA)
PROJETO DE PESQUISA MINERAL MINA DE
CAPANEMA**

VOLUME I

**COMPLEXO MINERADOR DE MARIANA
MUNICÍPIOS DE ITABIRITO E SANTA BÁRBARA / MG**

**BELO HORIZONTE, MG
MARÇO / 2023**

ÍNDICE GERAL

VOLUME I

1. INTRODUÇÃO
2. REQUISITOS LEGAIS
3. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS
4. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO
5. ÁREA DE ESTUDO
6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL
 - 6.1. MEIO FÍSICO

VOLUME II

- 6.2. MEIO BIÓTICO
 - 6.2.1. FLORA
 - 6.2.2. FAUNA TERRESTRE E BIOTA AQUÁTICA

VOLUME III

- 6.3. MEIO SOCIOECONÔMICO
- 6.4. ANÁLISE INTEGRADA DO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL
7. AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL
 - 7.1. METODOLOGIA
 - 7.2. DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS
8. ÁREAS DE INFLUÊNCIA
9. CORRELAÇÃO ENTRE OS PROGRAMAS DE MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO , COMPENSAÇÃO E RECUPERAÇÃO PROPOSTOS E OS IMPACTOS IDENTIFICADOS
10. PROGNÓSTICO AMBIENTAL
11. CONCLUSÃO
12. REFERENCIAS
13. ANEXOS

IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Empreendedor	Vale S.A. – Complexo Minerador de Mariana
CNPJ	33.592.510/0412-68
CTF IBAMA	49322
Endereço	Capanema S/N Zona Rural Itabirito/MG CEP 34.450-000
Contato	Carolina Martins
Telefone	99585-4927
E-mail	carolina.martins@vale.com

IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Empreendimento	Projeto de Pesquisa Mineral Mina de Capanema
Localização	Vale S.A. Complexo Minerador de Mariana – Mina de Alegria/Capanema
CNPJ	33.592.510/0412-68 alterado para 33.592.510/0151-86
CTF IBAMA	8102942
Endereço	Capanema S/N Zona Rural Itabirito/MG CEP 34.450-000

IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELO ESTUDO

Nome	Total Planejamento em Meio Ambiente Ltda.
CNPJ	07.985.993/0001-47
CTF IBAMA	2069778.
Endereço	Avenida Raja Gabaglia, nº 4055 - Sala 210 Bairro Santa Lúcia Belo Horizonte, MG CEP 30.350-577
Telefone	(31) 2555-8436
Contato	Marcela Cardoso Lisboa Pimenta
E-mail	marcela@totalmeioambiente.com.br

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO ESTUDO

NOME	FORMAÇÃO	CTF/ IBAMA	ART DO PROJETO	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES
Patricia Kelly Coelho de Abreu	Geógrafa CREA-MG 91.623/D	2261346	MG20220943683	Coordenação Geral
Pietro Della Croce V. Cota	Engenheiro Ambiental CREA-MG 135.617/D	5645846	MG20220878004	Coordenação Adjunta/ Coordenação do Meio Físico / Caracterização do Projeto / APP / Reserva Legal e Propriedades
Giovanna Maria Gardini Linhares	Geóloga CREA-MG 103.415/D	5084640	MG20220883001	Elaboração dos Estudos do Meio Físico
Morgana Rodrigues Rabelo	Bióloga CRBio 76.165/4-D	5039234	20221000101859	Coordenação da Flora e Elaboração dos Estudos de Flora
Cassiano Cardoso Costa Soares	Engenheiro Florestal CREA-MG 245.992/D	7460264	MG20220878003	Elaboração dos Estudos de Flora
Lucas Michel Ferreira	Biólogo CRBio 098.487/04-D	5985583	20221000104158	Campo de Flora e Identificação
Sara Rodrigues Araújo	Bióloga CRBio 70.601/04-D	4706446	20221000114903	Coordenação da Fauna e Elaboração de Estudos da Herpetofauna
Marcelo Salles Trindade da Cunha	Biólogo CRBio 117.240/04-D	6159116	20221000114902	Elaboração de Estudos da Fauna
Augusto Mendes de Oliveira	Biólogo CRBio 57561/04-D	3606874	20221000107552	Especialista Técnico da Limnologia: Atividades de Campo e Relatório
Lucas de Oliveira Vianello Pereira	Biólogo CRBio 117197/04-D	5838324	20221000101667	Elaboração dos Estudos de Herpetofauna
Erica Daniele Cunha Carmo	Bióloga CRBio 70.489/04-D	4281207	20221000100266	Elaboração dos Estudos da Mastofauna
Willian Lopes Silva	Biólogo CRBio 104040/04-D	5320803	20221000114973	Elaboração dos Estudos de Ictiofauna
Luiz Otávio Pinto Martins	Economista CORECON 5.883/D	901768	011/2022	Coordenação e Elaboração de Estudos do Meio Socioeconômico
Breno Lima Veras	Engenheiro Ambiental CREA-MG 245.703/D	7726693	MG20220915116	Elaboração dos Estudos de Socioeconômicos
Luana Salciaray	Geógrafa	5156510	-	Levantamento do Patrimônio Natural e Cultural
Edward Koole	Arqueólogo	1247378	-	Elaboração dos Estudos de Arqueologia
Marcela Pimenta	Bióloga CRBio 30.820/04-D	1031328	20231000101067	Crerários Locacionais
Flávio Juliano Garcia Santos Pimenta	Advogado OAB-MG 170.842	-	-	Estudos de Socioeconomia Regional/Corretor Ortográfico/Diagramação
Alessandro Cazeli Pereira	Geógrafo CREA-MG 182.050/D	6772967	MG20210805045	Coordenação de Geoprocessamento

APRESENTAÇÃO

A Mina de Capanema está situada nos municípios de Itabirito e Santa Bárbara e pertence ao Complexo Minerador de Mariana, da empresa Vale S.A.

O Projeto de Pesquisa Mineral Mina de Capanema compreende o desenvolvimento de uma campanha de sondagem, com 30 furos, totalizando profundidade estimada de 8.230 m (somatório de todos os furos), demandando a abertura de praças de sondagem de 400 m² (20 m x 20 m) e acessos de 6 m de largura.

A Área de Ocupação do Projeto possui 11,94 ha. Tendo em vista a necessidade de supressão de vegetação nativa do bioma Mata Atlântica, em atendimento à Lei nº 11.428/2006, tornou-se necessária a elaboração deste Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

A Deliberação Normativa do COPAM nº 217/2017 estabelece na Listagem H – Outras Atividades que as 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, ficam sujeitos a EIA/RIMA nos termos da Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, exceto árvores isoladas. Dessa forma, a atividade de pesquisa mineral se enquadra no código de atividade H-01-01-1.

Conforme os parâmetros estabelecidos por essa normativa para essa tipologia de atividade, o empreendimento é caracterizado como de médio potencial poluidor geral e grande porte (área de intervenção > 5 ha).

Deste modo, a empresa Total Planejamento em Meio Ambiente foi contratada para desenvolver os estudos ambientais que subsidiarão a análise do órgão ambiental.

Encontram-se anexos a este estudo os seguintes documentos:

- ✓ Anexo I – Anotação de Responsabilidade Técnica (ART);
- ✓ Anexo II – Cadastro Técnico Federal (CTF);
- ✓ Anexo III – Registros dos Imóveis e o CAR (Meio Digital);
- ✓ Anexo IV Prospecção Espeleológica Complementar (Meio Digital);
- ✓ Anexo V – Dados Secundários de Flora (Meio Digital);
- ✓ Anexo VI – Dados Brutos de Flora (Meio Digital);
- ✓ Anexo VII – Questionário de Socioeconomia (Meio Digital);
- ✓ Anexo VIII-Compensação Ambiental (Meio Digital),
- ✓ Anexo IX – Formulário de solicitação da dispensa do Programa de Educação Ambiental (Meio Digital)

Este estudo é composto por três (03) volumes, sendo:

Primeiro (Volume I), conteúdo: Introdução; Requisitos legais, Alternativas locacionais, Caracterização do Empreendimento; Área de Estudo; Diagnósticos do Meio Físico.

Segundo (Volume II), contém: Diagnóstico de Flora e Fauna do Meio Biótico.

Terceiro (Volume III), conteúdo: Diagnóstico do Meio Socioeconômico, Avaliação de Impacto Ambiental; Análise Integrada; Correlação entre os Programas de Mitigação, Monitoramento, Compensação e Recuperação Propostos e os Impactos Identificados; Áreas de Influência; Prognóstico Ambiental; Conclusão; Referências Bibliográficas e os Anexos do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do Projeto de Pesquisa Mineral na Mina de Capanema.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	OBJETIVO E JUSTIFICATIVA.....	1
1.2.	LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO	2
1.3.	IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL	4
1.4.	COMPATIBILIDADE COM PLANOS E PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS	6
1.4.1.	ESFERA FEDERAL	6
1.4.1.1.	PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO (PNM) 2030	6
1.4.1.2.	PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (PNRH 2022-2040)	7
1.4.1.3.	PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PLANARES).....	7
1.4.2.	ESFERA ESTADUAL.....	8
1.4.2.1.	PLANO ESTADUAL DE MINERAÇÃO (PEM-MG).....	8
1.4.2.2.	PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (PERH)	8
1.4.2.3.	PLANO MINEIRO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO - PMDI 2019-2030	9
1.4.3.	ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS (ZEE-MG)	12
1.4.3.1.	O ZONEAMENTO DA ÁREA DO PROJETO SEGUNDO PARÂMETROS DO MEIO SOCIOECONÔMICO	12
1.4.3.1.1.	POTENCIAL PRODUTIVO	13
1.4.3.1.2.	POTENCIAL NATURAL.....	14
1.4.3.1.3.	POTENCIAL HUMANO.....	15
1.4.3.1.4.	POTENCIAL INSTITUCIONAL	16
1.4.3.2.	O ZONEAMENTO DA ÁREA DO PROJETO SEGUNDO PARÂMETROS DO MEIO FÍSICO	17
1.4.3.2.1.	RECURSOS HÍDRICOS	17
1.4.3.2.1.1.	VULNERABILIDADE NATURAL DOS RECURSOS HÍDRICOS	17
1.4.3.2.1.2.	VULNERABILIDADE NATURAL ASSOCIADA À DISPONIBILIDADE NATURAL DA ÁGUA SUPERFICIAL.....	19
1.4.3.2.1.3.	NÍVEL DE COMPROMETIMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS	20
1.4.3.2.1.4.	NÍVEL DE COMPROMETIMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....	21
1.4.3.2.1.5.	QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	22
1.4.3.2.2.	SOLOS E RECURSOS MINERAIS	24
1.4.3.2.2.1.	ERODIBILIDADE DO SOLO	24
1.4.3.2.2.2.	VULNERABILIDADE À DEGRADAÇÃO ESTRUTURAL DO SOLO.....	25
1.4.3.2.2.3.	RECURSOS MINERAIS.....	26
1.4.3.3.	O ZONEAMENTO DA ÁREA DO PROJETO SEGUNDO PARÂMETROS DO MEIO BIÓTICO	27
1.4.3.3.1.	VULNERABILIDADE NATURAL.....	27
1.4.4.	ESFERA MUNICIPAL	28
1.4.4.1.	PLANO DIRETOR MUNICIPAL	28
1.4.4.1.1.	INSERÇÃO DA ÁREA DE OCUPAÇÃO DO PROJETO (AOP) EM RELAÇÃO AO ZONEAMENTO DOS MUNICÍPIOS DE ITABIRITO E SANTA BÁRBARA	28
2.	REQUISITOS LEGAIS	31
3.	ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS	37
4.	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	38
4.1.	TÍTULOS MINERÁRIOS RELACIONADOS AO EMPREENDIMENTO	38
4.2.	ETAPA DE PLANEJAMENTO	40
4.3.	ETAPA DE IMPLANTAÇÃO	43
4.3.1.	SUPRESSÃO DA VEGETAÇÃO	43
4.3.2.	TERRAPLANAGEM	43
4.3.2.1.	ACESSOS OPERACIONAIS	44
4.3.2.2.	PRAÇAS DE SONDAGEM	44

4.3.3.	IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL	44
4.3.4.	SINALIZAÇÃO VERTICAL.....	44
4.4.	ETAPA DE OPERAÇÃO	45
4.4.1.	MOBILIZAÇÃO DA SONDA.....	45
4.4.2.	EXECUÇÃO DAS SONDAGENS	45
4.5.	ETAPA DE DESATIVAÇÃO.....	47
4.6.	INFRAESTRUTURA DE APOIO	48
4.6.1.	ENERGIA E INSTALAÇÃO ELÉTRICA	48
4.6.2.	HOSPEDAGEM	49
4.6.3.	ABASTECIMENTO	49
4.7.	CAPTAÇÃO DE ÁGUA	49
4.8.	MÃO DE OBRA.....	52
4.8.1.	LOGÍSTICA E ESTRUTURAS DE APOIO À MÃO DE OBRA.....	53
4.8.2.	INSUMOS E MATÉRIAS PRIMAS.....	53
4.8.3.	FLUXO DE VEÍCULOS E OPERACIONALIZAÇÃO DA ATIVIDADE.....	54
4.8.4.	CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E DESATIVAÇÃO	54
4.9.	SISTEMAS DE CONTROLE AMBIENTAL	57
4.10.	SISTEMAS DE DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS E CONTENÇÃO DE SEDIMENTOS.....	57
4.11.	CONTROLE DE EFLUENTES.....	57
4.12.	GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	58
4.13.	CONTROLE DA EMISSÃO DE PARTICULADOS	59
4.14.	CONTROLE DE RUÍDOS	60
5.	ÁREA DE ESTUDO (AE)	60
5.1.	MEIO FÍSICO	60
5.2.	MEIO BIÓTICO	63
5.3.	MEIO SOCIOECONÔMICO.....	66
6.	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	68
6.1.	MEIO FÍSICO	68
6.1.1.	CLIMA E METEOROLOGIA	68
6.1.1.1.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	68
6.1.1.2.	CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS.....	69
6.1.1.3.	PARÂMETROS CLIMÁTICOS.....	70
6.1.2.	QUALIDADE DO AR.....	73
6.1.2.1.	METODOLOGIA	73
6.1.2.2.	ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DO AR	74
6.1.2.3.	PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO (PTS)	76
6.1.2.3.1.	SÍNTESE DOS RESULTADOS	77
6.1.2.4.	PARTÍCULAS MP ₁₀	77
6.1.2.4.1.	SÍNTESE DOS RESULTADOS	78
6.1.2.5.	PARTÍCULAS MP _{2,5}	78
6.1.2.5.1.	SÍNTESE DOS RESULTADOS	79
6.1.2.6.	PARTÍCULAS MP ₁	80
6.1.2.6.1.	SÍNTESE DOS RESULTADOS	80
6.1.3.	RUÍDO AMBIENTAL E VIBRAÇÃO	81
6.1.3.1.	RUÍDO AMBIENTAL	83
6.1.3.1.1.	METODOLOGIA	83
6.1.3.1.2.	RESULTADOS.....	83
6.1.3.1.3.	SÍNTESE DOS RESULTADOS	84
6.1.3.2.	VIBRAÇÃO.....	85
6.1.3.2.1.	METODOLOGIA	85
6.1.3.2.2.	RESULTADOS.....	85

6.1.3.2.3.	SÍNTESE DOS RESULTADOS	86
6.1.4.	GEOLOGIA	86
6.1.4.1.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	86
6.1.4.2.	GEOLOGIA RREGIONAL	86
6.1.4.3.	GEOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO REGIONAL	90
6.1.4.3.1.	GEOLOGIA ESTRUTURAL DA ÁREA DE ESTUDO REGIONAL	93
6.1.4.4.	GEOLOGIA DAS ÁREAS DE ESTUDO LOCAL E DE OCUPAÇÃO DO PROJETO.....	95
6.1.5.	GEOMORFOLOGIA E PEDOLOGIA	95
6.1.5.1.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	95
6.1.5.2.	GEOMORFOLOGIA E PEDOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO REGIONAL	96
6.1.5.3.	GEOMORFOLOGIA E PEDOLOGIA DAS ÁREAS DE ESTUDO LOCAL E DE OCUPAÇÃO DO PROJETO.....	98
6.1.6.	RECURSOS HÍDRICOS	100
6.1.6.1.	RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS	100
6.1.6.1.1.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	100
6.1.6.1.2.	REDE HIDROGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO REGIONAL.....	100
6.1.6.1.3.	REDE HIDROGRÁFICA DAS ÁREAS DE ESTUDO LOCAL E DE OCUPAÇÃO DO PROJETO	105
6.1.6.1.4.	QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS	105
6.1.6.1.4.1.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	105
6.1.6.1.4.2.	PONTOS DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS	106
6.1.6.1.4.3.	RESULTADOS	108
6.1.6.1.4.4.	SÍNTESE DOS RESULTADOS	114
6.1.6.1.4.5.	ÍNDICE DA QUALIDADE DAS ÁGUAS – IQA	114
6.1.6.2.	RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS	115
6.1.6.2.1.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	115
6.1.6.2.2.	HIDROGEOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO REGIONAL.....	116
6.1.6.2.2.1.	DOMÍNIO HIDROGEOLÓGICO POROSO – SISTEMA AQUÍFERO GRANULAR	118
6.1.6.2.2.2.	DOMÍNIO HIDROGEOLÓGICO POROSO-FISSURAL – SISTEMA AQUÍFERO ITABIRÍTICO.....	118
6.1.6.2.2.3.	DOMÍNIO FISSURAL	119
6.1.6.2.2.3.1.	SISTEMA AQUÍFERO QUARTZÍTICO	119
6.1.6.2.2.3.2.	SISTEMA AQUÍFERO XISTOSO	119
6.1.6.2.2.4.	UNIDADE NÃO-AQUÍFERA – AQUITARDO BATATAL	119
6.1.6.3.	HIDROGEOLOGIA DAS ÁREAS DE ESTUDO LOCAL E DE OCUPAÇÃO DO PROJETO	120
6.1.7.	ESPELEOLOGIA	120

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização e vias de acesso.	3
Figura 2. Propriedades.	5
Figura 3. Distribuição das classes de vulnerabilidade social do Componente Produtivo na AOP.	13
Figura 4. Distribuição das classes de vulnerabilidade social do Componente Natural na AOP.	15
Figura 5. Distribuição das classes de vulnerabilidade social do Componente Humano na AOP.	16
Figura 6. Distribuição das classes de vulnerabilidade social do Componente Institucional na AOP.	17
Figura 7. Distribuição das classes de vulnerabilidade natural dos recursos hídricos na AOP.	18
Figura 8. Distribuição das classes de vulnerabilidade associada à disponibilidade natural das águas superficiais na AOP.	20
Figura 9. Distribuição das classes de nível de comprometimento das águas superficiais na AOP.	21
Figura 10. Distribuição das classes de nível de comprometimento das águas subterrâneas na AOP.	22
Figura 11. Distribuição das classes de qualidade das águas superficiais na AOP.	23
Figura 12. Distribuição das classes de erodibilidade do solo na ADA.	24
Figura 13. Distribuição das classes de vulnerabilidade à degradação estrutural do solo na AOP.	25
Figura 14. Distribuição das classes de favorabilidade para os recursos minerais na AOP.	26
Figura 15. Distribuição das classes de Vulnerabilidade Natural do ZEE-MG na Área de Ocupação do Projeto.	27
Figura 16. Macrozoneamento na Área de Ocupação do Projeto.	30
Figura 17. Situação da área do Projeto em relação aos processos de direito minerário (ANM).	39
Figura 18. Arranjo Geral do Projeto.	42
Figura 19. Exemplos de praças de sondagem em áreas da Vale no Complexo Minerador de Mariana.	45
Figura 20. Sondagem rotativa testemunhada <i>Wire Line</i>	46
Figura 21. Foto ilustrativa de conjunto de hastes de perfuração.	46
Figura 22. Foto ilustrativa de testemunhos de sondagem.	47
Figura 23. Ilustração de um barrilete.	47
Figura 24. Marco de um furo de sonda.	48
Figura 25. Foto ilustrativa do caminhão comboio.	49
Figura 26. Ponto de Captação Poço (Coordenadas SIRGAS 2000, UTM: 644.173 / 7.767.119).	50
Figura 27. Ponto de captação Córrego das Flechas (Coordenadas SIRGAS 2000, UTM: 645968/ 7765522).	50
Figura 28. Localização dos pontos de captação de água superficial.	51
Figura 29. Modelo de banheiro químico.	58
Figura 30. Ilustração do modelo de coletores que são usados pelas empresas de sondagem.	59
Figura 31. Áreas de Estudo do Meio Físico.	62
Figura 32. Área de Estudo Regional do Meio Biótico.	64
Figura 33. Área de Estudo Local do Meio Biótico.	65
Figura 34. Áreas de Estudo do Meio Socioeconômico	67
Figura 35. Localização das estações meteorológicas em relação ao Projeto.	69
Figura 36. Variações dos parâmetros climáticos das Normais Climatológicas de Belo Horizonte e João Monlevade.	72
Figura 37. Pontos de monitoramento da qualidade do ar.	75
Figura 38. Monitoramento de PTS na Estação Fazenda Barão.	76
Figura 39. Monitoramento de PTS na Estação Vila Cristal.	76
Figura 40. Monitoramento de MP ₁₀ na Estação Fazenda Barão.	77
Figura 41. Monitoramento de MP ₁₀ na Estação Vila Cristal.	78
Figura 42. Monitoramento de Partículas MP _{2,5} na Estação Fazenda Barão.	79

Figura 43. Monitoramento de Partículas MP _{2,5} na Estação Vila Cristal.	79
Figura 44. Monitoramento de Partículas MP ₁ na Estação Fazenda Barão.....	80
Figura 45. Monitoramento de Partículas MP ₁ na Estação Vila Cristal.	80
Figura 46. Pontos de monitoramento de ruído ambiental e vibração.	82
Figura 47. Resultados das médias mensais dos monitoramentos de ruído ambiental no período diurno.....	84
Figura 48. Resultados das médias mensais dos monitoramentos de ruído ambiental no período noturno.....	84
Figura 49. Resultados dos Monitoramentos de Vibração.	85
Figura 50. Mapa regional do Cráton do São Francisco, evidenciando o Quadrilátero Ferrífero posicionado na porção Sudeste.	87
Figura 51. Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero mostrando a distribuição das rochas do embasamento cristalino, Supergrupo Rio das Velhas, Supergrupo Minas e Grupo Itacolomi.	88
Figura 52. Mapa geológico.	89
Figura 53. Mapa (1) e perfis (2) geológicos simplificados do Sinclinal Ouro Fino.	91
Figura 54. Coluna estratigráfica caracterísitca do Sinclinal Ouro Fino.	93
Figura 55. Coluna estratigráfica representativa das Áreas de Estudo Local e de Ocupação do Projeto.	95
Figura 56. Unidades geomorfológicas.....	96
Figura 57. Classes de solos.	98
Figura 58. Mapa hipsométrico.	99
Figura 59. Mapa de declividade.	100
Figura 60. Rede hidrográfica.	104
Figura 61. Pontos de Monitoramento de Qualidade das Águas Superficiais.....	107
Figura 62. Resultados do parâmetro pH.	108
Figura 63. Resultados do parâmetro Oxigênio Dissolvido.	108
Figura 64. Resultados do parâmetro DBO.....	109
Figura 65. Resultados do parâmetro DQO.....	109
Figura 66. Resultados do parâmetro Surfactantes.	109
Figura 67. Resultados do parâmetro Cor Verdadeira.	110
Figura 68. Resultados do parâmetro Turbidez.....	110
Figura 69. Resultados do parâmetro Sólidos Sedimentáveis.	111
Figura 70. Resultados do parâmetro Sólidos Suspensos Totais.	111
Figura 71. Resultados do parâmetro Sólidos Totais.	111
Figura 72. Resultados do parâmetro Ferro Dissolvido.....	112
Figura 73. Resultados do parâmetro Manganês Total.	112
Figura 74. Resultados do parâmetro Coliformes Totais.....	113
Figura 75. Resultados do parâmetro Coliformes Termotolerantes.	113
Figura 76. Resultados do parâmetro Estreptococos fecais.	113
Figura 77. Sistemas Aquíferos.	117

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Detalhes das propriedades intervindas no Projeto.	4
Tabela 2. Áreas e percentuais das classes associadas à potencialidade social do componente produtivo na Área de Ocupação do Projeto.	13
Tabela 3. Áreas e percentuais das classes associadas à potencialidade social do componente natural na Área de Ocupação do Projeto.	14
Tabela 4. Áreas e percentuais das classes associadas à potencialidade social do componente humano na Área de Ocupação do Projeto.	15
Tabela 5. Áreas e percentuais das classes associadas à potencialidade social do componente institucional na Área de Ocupação do Projeto.	16
Tabela 6. Áreas e percentuais das classes de vulnerabilidade natural dos recursos hídricos na Área de Ocupação do Projeto.	18
Tabela 7. Áreas e percentuais das classes de vulnerabilidade associada à disponibilidade natural das águas superficiais na Área de Ocupação do Projeto.	19
Tabela 8. Áreas e percentuais das classes de nível de comprometimento das águas superficiais na Área de Ocupação do Projeto.	20
Tabela 9. Áreas e percentuais das classes de nível de comprometimento das águas subterrâneas na Área de Ocupação do Projeto.	21
Tabela 10. Áreas e percentuais das classes de qualidade das águas superficiais na Área de Ocupação do Projeto.	23
Tabela 11. Áreas e percentuais das classes de erodibilidade do solo na Área de Ocupação do Projeto.	24
Tabela 12. Áreas e percentuais das classes de vulnerabilidade à degradação estrutural do solo Área de Ocupação do Projeto.	25
Tabela 13. Áreas e percentuais das classes de favorabilidade para os recursos minerais na Área de Ocupação do Projeto.	26
Tabela 14. Área em números absolutos e percentuais das classes de Vulnerabilidade Natural na Área de Ocupação do Projeto.	27
Tabela 15. Requisitos legais aplicáveis.	32
Tabela 16. Localização dos furos de sondagem (<i>Datum</i> SIRGAS2000).....	41
Tabela 17. Área de Ocupação do Projeto.	43
Tabela 18. Características de corte e aterro.	44
Tabela 19. Mão de Obra - etapas de implantação e desativação.	52
Tabela 20. Mão de Obra - etapa de operação.	52
Tabela 21. Insumos previstos para o Projeto.	53
Tabela 22. Equipamentos previstos para o Projeto.	54
Tabela 23. Cronograma das etapas de implantação, operação e desativação do Projeto.	56
Tabela 24. Dados da estação meteorológica analisada.	68
Tabela 25. Parâmetros climatológicos das Normais Climatológicas de Belo Horizonte e João Monlevade (série histórica 1981-2010).	71
Tabela 26. Detalhes das Estações de Monitoramento de Qualidade do Ar.	74
Tabela 27. Detalhes dos Pontos de Monitoramento de Ruído Ambiental e Vibração.	81
Tabela 28. Limites de velocidade de vibração de partícula de pico por faixas de frequência.	85
Tabela 29. Classes de declividade.	98
Tabela 30. Parâmetros analisados.	105
Tabela 31. Detalhes dos pontos de monitoramento de qualidade das águas superficiais.	106
Tabela 32. Valores de IQA e avaliação da qualidade da água em Minas Gerais.	115
Tabela 33. Relação entre tipos de aquíferos existentes na Área de Estudo Regional do Projeto e suas principais características.	116

1. INTRODUÇÃO

O Projeto de Pesquisa Mineral Mina de Capanema compreende o desenvolvimento de uma campanha de sondagem em 30 furos. A Mina de Capanema está situada nos municípios de Itabirito e Santa Bárbara e integra o Complexo Minerador de Mariana, pertencente à Vale S.A.

O Projeto abrange quatro processos de direito minerário, sendo três da Vale S.A (nº 1.016/1963, nº 806.099/1975 e nº 12.360/1967) e um de terceiro (nº 832.745/2002). Além das praças de sondagem, que possuirão 400 m² cada (20 m X 20 m) também serão implantados acessos de 6 metros de largura incluindo o offset dos taludes e canaletas de drenagens. Dessa forma, a Área de Ocupação do Projeto possuirá 11,94 ha.

A pesquisa mineral é considerada uma importante etapa, a ser desenvolvida previamente à mineração, que permite maior conhecimento do corpo de minério, sua forma de ocorrência, a espessura das camadas, suas principais características e as rochas encaixantes que vão gerar o material estéril.

O Decreto nº 9.406/2018, que regulamentou o Código de Mineração, estabelece como fundamento para o desenvolvimento da mineração o interesse nacional e a utilidade pública. A pesquisa mineral, quando permite melhor planejamento da atividade minerária, se insere nesse fundamento de utilidade pública.

O presente Estudo de Impacto Ambiental (EIA), que refere-se ao Projeto de Pesquisa Mineral Mina de Capanema, foi elaborado para identificar os possíveis impactos que poderão ser gerados em função da sua execução, abordando aspectos, tais como: caracterização do Projeto; diagnóstico ambiental, identificação e avaliação dos principais impactos nos meios físico, biótico e socioeconômico, avaliação da área de influência, monitoramentos ambientais, proposição de medidas mitigadoras, análise ambiental integrada, prognóstico ambiental e conclusão.

1.1.OBJETIVO E JUSTIFICATIVA

A pesquisa geológica tem como objetivo avaliar o potencial geológico de uma área específica, localizar as ocorrências minerais, definir os recursos das eventuais ocorrências, determinar as reservas da jazida mineral e descrever as características do corpo mineralizado.

Em continuidade às pesquisas já realizadas na região, a nova proposta de campanha exploratória de sondagem, tem por finalidade a tomada de decisão estratégica para o Complexo Minerador de Mariana. Os resultados encontrados serão utilizados para geração do modelo e polígono de uma possível nova cava para extração de minério de ferro, incorporada a mina de Capanema.

De tal modo, para executar a pesquisa dos perfis minerais da área foi estabelecido um número de furos de sondagem delimitados por uma praça de trabalho e uma rede de acessos até os furos, partindo de acessos já existentes. A localização dos furos considerou os estudos já realizados no passado e outras malhas de sondagem, visando complementar as informações já existentes sobre a região. A sondagem possibilita determinar a espessura da camada de minério e a coleta de amostras, denominadas testemunho de sondagem, onde se retiram várias informações importantes, como o teor, a presença de contaminantes, a estruturação da rocha, as características das rochas encaixantes, a presença de vazios e outras informações.

1.2. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

O Projeto está situado na porção leste do Quadrilátero Ferrífero, junto à divisa dos municípios de Itabirito e de Santa Bárbara. Situa-se a aproximadamente 80 km a sudeste de Belo Horizonte. O acesso é feito pela rodovia BR-040, sentido Rio de Janeiro. Deve-se seguir até o trevo para a cidade de Ouro preto e, a partir deste local, prosseguir pela rodovia BR-356, passando pela cidade de Itabirito, até o trevo de acesso à Mina de Capanema. Deste trevo, percorre-se aproximadamente 1 km em estrada asfaltada até a portaria da mina (Figura 1).

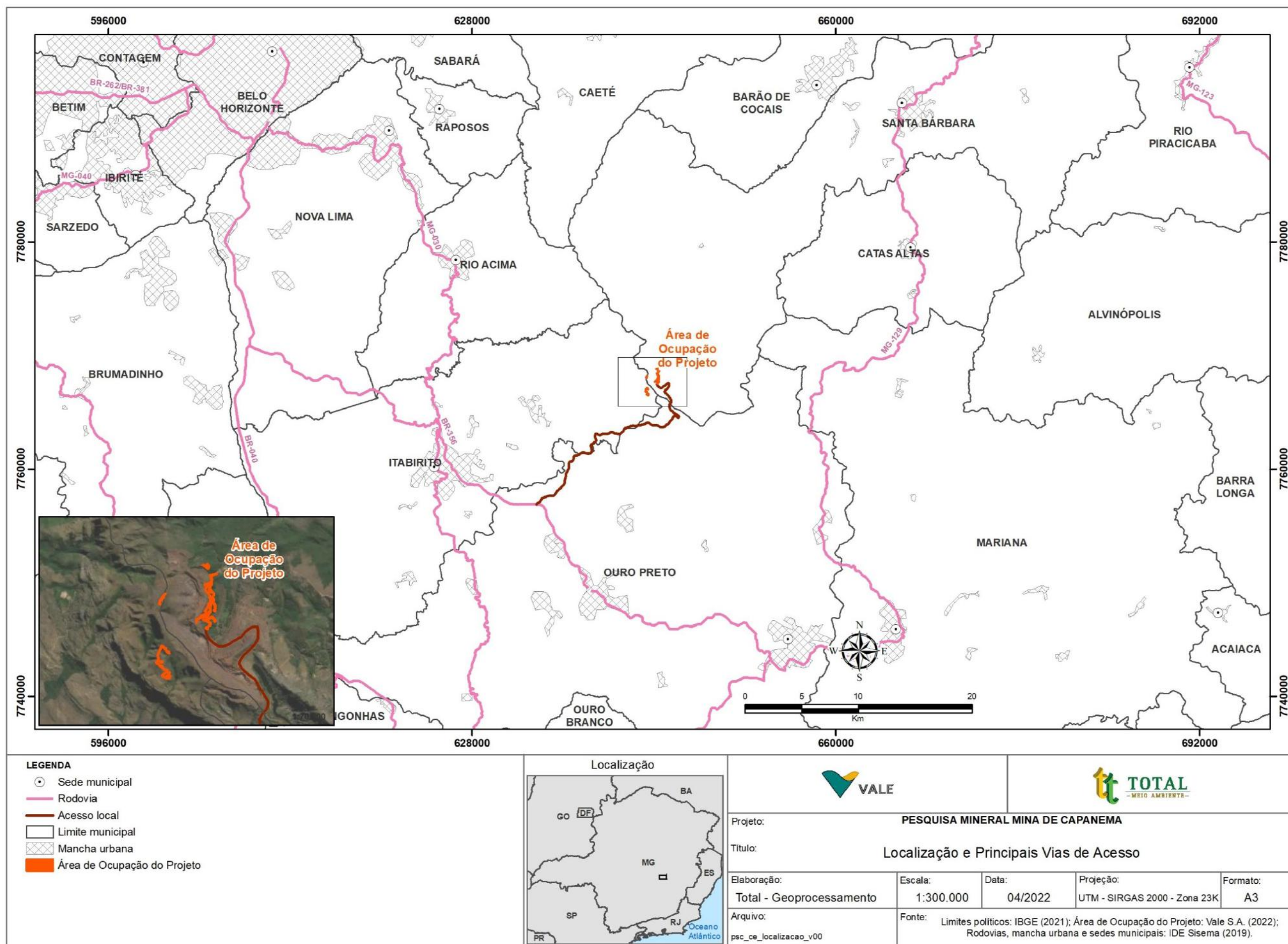


Figura 1. Localização e vias de acesso.

1.3. IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL

O Projeto em questão está localizado nas propriedades detalhadas na Tabela 1 e apresentadas na Figura 2.

Tabela 1. Detalhes das propriedades intervindas no Projeto.

NOME DA PROPRIEDADE	PROPRIETÁRIO	CADASTRO VALE	MUNICÍPIO	MATRÍCULA
Fazenda Fundão do Capivari ou Morro Grande	Vale S.A.	OF-01	Santa Bárbara	5.764
Fazenda Capanema	Vale S.A.	CP-06	Santa Bárbara	9.597
Fazenda São Vicente	Posse - Vale	CAP 24	Itabirito / Ouro Preto	1.857

Fonte: Vale S.A. (2022).

Os registros dos imóveis e o CAR são apresentados no Anexo III.

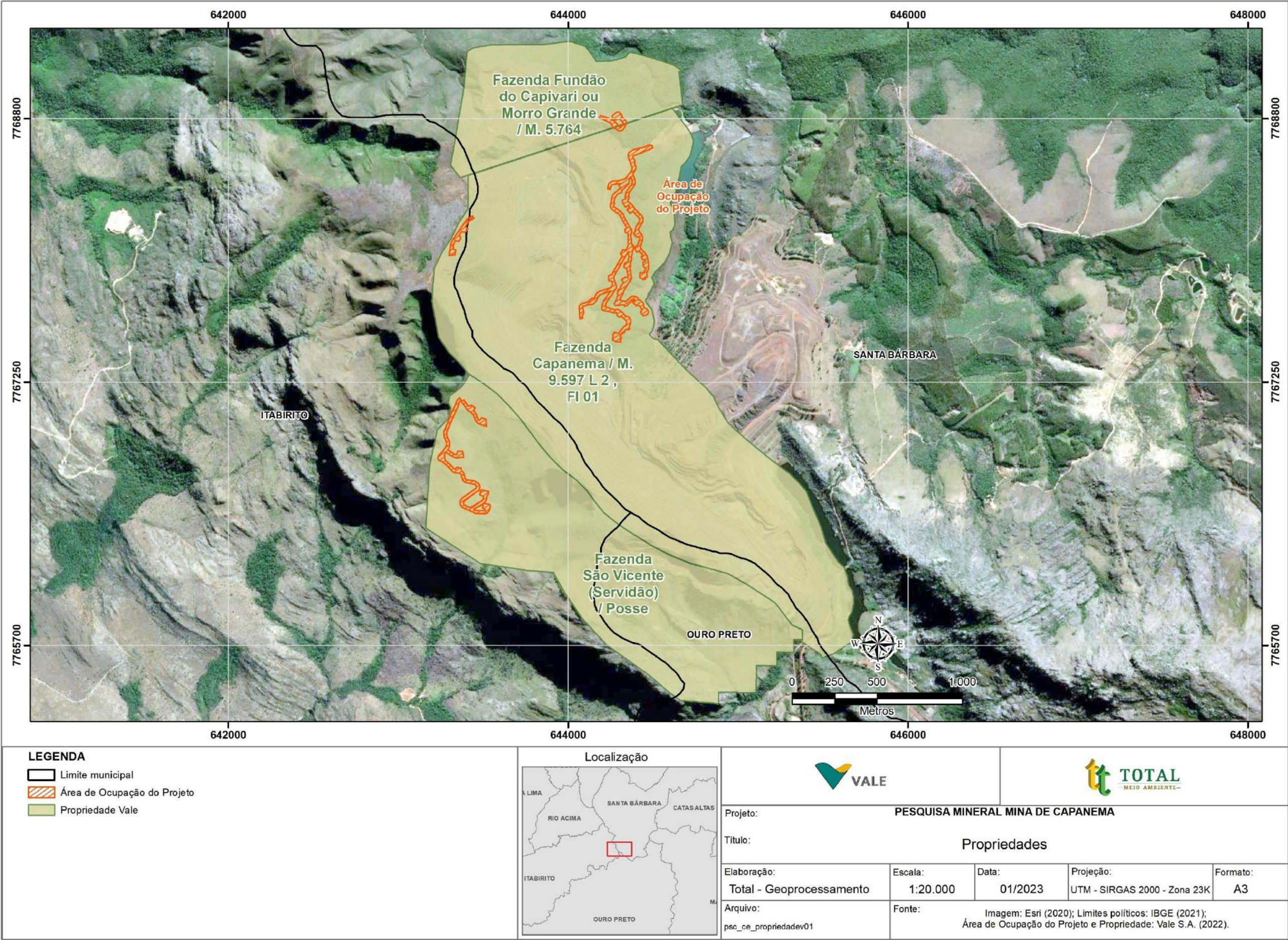


Figura 2. Propriedades.

1.4. COMPATIBILIDADE COM PLANOS E PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS

Esse capítulo apresenta a inserção do Projeto da Pesquisa Mineral Mina Capanema no contexto dos planos e programas governamentais nas esferas federal, estadual, regional e municipal, em execução na área de estudo definida para o Projeto e sua compatibilidade, considerando: Áreas Prioritárias para a Conservação de Biodiversidade, Unidades de Conservação, Zoneamento Ecológico-Econômico do estado de Minas Gerais e as leis de Uso e Ocupação do Solo dos municípios de Itabirito e Santa Bárbara.

1.4.1. ESFERA FEDERAL

1.4.1.1. Plano Nacional de Mineração (PNM) 2030

O PNM-2030 apresenta as diretrizes gerais para as áreas de geologia, recursos minerais, mineração e transformação mineral, inclusive metalurgia e tem como objetivo nortear as políticas de médio e longo prazos para o setor mineral (BRASIL, 2010). Foi elaborado em 2011 e teve como intuito servir como base para o desenvolvimento sustentável do País até 2030. Todavia, o PNM vem sendo atualizado e atualmente encontra-se em elaboração o PNM 2050.

Dentre os objetivos do PNM-2030, destaca-se a consolidação do marco regulatório do setor mineral, com a criação do Conselho Nacional de Política Mineral, mudanças no modelo de outorga e a criação da Agência Nacional de Mineração, além de revisão da política para a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (os *royalties* da mineração).

O setor mineral participa com 4,2% do PIB e 20% do total das exportações brasileiras, gerando um milhão de empregos diretos, o equivalente a 8% dos empregos da indústria, evidenciando a sua relevância diante das previsões de produção, investimentos e geração de empregos.

O aumento na produção mineral em virtude dos investimentos em pesquisa mineral, mineração e transformação mineral (metalurgia e não-metálicos) tem como consequência a geração de empregos. Deve-se ressaltar que os setores de extração e de transformação são os que mais geram empregos no país, e que, além das vagas diretas, devem ser acrescentados outros indiretos nas atividades econômicas, que dependem da indústria mineral, bem como os empregos que são criados em virtude da movimentação financeira oriunda da massa salarial paga.

O Projeto de Sondagem em pauta está inscrito no rol das ações relacionadas à pesquisa mineral, portanto, representa uma iniciativa essencial, que tem potencial para contribuir para a manutenção da produção por um horizonte de tempo mais prolongado.

1.4.1.2. Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH 2022-2040)

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) define as diretrizes para a implantação da Política Nacional dos Recursos Hídricos e a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), bem como os programas e as metas, alinhados aos objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos (art. 2º da Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997).

A elaboração do atual PNRH (2022-2040) foi iniciada em 2019 e, além de compor o cenário diagnóstico dos recursos hídricos no Brasil, apresenta o Plano de Ação, com a estratégia para o gerenciamento dos recursos hídricos, considerando o curto (2026), médio (2030) e longo prazo (2040).

O PNRH 2022-2040 apresenta cinco programas principais, divididos em vinte e três subprogramas. Os principais objetivos desses programas configuram-se no fortalecimento do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH); na implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos; na gestão da qualidade e da quantidade dos recursos hídricos; na integração da Política Nacional de Recursos Hídricos, com políticas e planos setoriais; e, por fim, no gerenciamento do Plano Nacional de Recursos Hídricos.

Esses programas e seus subprogramas visam o aperfeiçoamento dos instrumentos de gestão, tais como outorga dos direitos do uso da água, cadastro e fiscalização, enquadramento dos corpos hídricos em classes de uso, integração de informações sobre disponibilidade hídrica superficial e subterrânea, por meio do monitoramento dos usos e gestão de conflitos, e proposição de soluções adequadas para resolver problemas de balanço hídrico quali-quantitativo para garantir o atendimento das demandas, além de promover a compatibilidade entre políticas públicas e o planejamento para o aproveitamento dos recursos hídricos de forma sustentável.

Para o Projeto em pauta, a Vale S.A. e/ou empresas terceirizadas envolvidas adotam medidas de controle e de monitoramento, a fim de garantir a qualidade dos recursos hídricos que possam estar sob influência do Projeto.

1.4.1.3. Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES)

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares) foi instituído pelo Decreto Federal nº 11.043, de 13 de abril de 2022, e mostra-se como o principal instrumento da Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2022).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos tem como objetivos a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental, visando a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos sólidos, bem como sua disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, e reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com estados, Distrito Federal, municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, cabendo ressaltar que as Políticas de Resíduos Sólidos dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios deverão ser compatíveis.

Por meio dessa Lei, os resíduos passaram a ser classificados quanto à origem e à periculosidade, e foram instituídos o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); os planos

estaduais de resíduos sólidos; os planos microrregionais de resíduos sólidos e planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas; os planos intermunicipais de resíduos sólidos; os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos; e os planos de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS).

O Planares reforça a determinação para o encerramento de todos os lixões no País até 2024 e prevê ainda o aumento da reciclagem de resíduos da construção civil, incentiva a reciclagem de materiais, contribui para a criação de empregos verdes, bem como possibilita melhor atendimento a compromissos internacionais e acordos multilaterais com indicações claras para a redução de emissões de gases de efeito estufa.

O PGRS é um conjunto de documentos que abordam sobre o controle das etapas do manejo dos resíduos gerados por um determinado empreendimento, com o objetivo de instruir como gerenciar, manusear e descartar os resíduos sólidos. É essencial para empresas, órgãos ou indústrias que gerem resíduos que não se adequem à Classificação de Resíduos Domiciliares, independentemente de seu caráter poluidor.

Para o Projeto em pauta, às empresas envolvidas, serão aplicados, nas frentes de serviço, os conceitos do PGRS. As praças de sondagem serão dotadas de coletores específicos ao tipo de resíduo, além da execução de treinamentos dos funcionários e realização de diálogos de saúde e segurança (DSS) específicos sobre o tema e palestras educativas conforme o Programa de Educação Ambiental (PAE).

1.4.2. ESFERA ESTADUAL

1.4.2.1. Plano Estadual de Mineração (pem-MG)

O Plano Estadual de Mineração de Minas Gerais encontra-se em fase de elaboração e terá como objetivo orientar a gestão da política minerária no Estado, tornando-o “mais competitivo e atrativo no ramo, e contribuindo para consolidar a posição de Minas Gerais como um importante player nacional e internacional do mercado de mineração” (MINAS GERAIS, 2022).

A mineração em Minas Gerais apresenta grande relevância para o estado, sendo responsável por quase 20% da indústria mineira, atualmente, e o PEM-MG apresentará diretrizes que subsidiarão a atividade minerária no Estado, sempre visando a responsabilidade social e ambiental, e estimulando o desenvolvimento de cadeias produtivas ligadas direta ou indiretamente à mineração.

Para a formulação do Plano Estadual da Mineração, foi elaborado primeiramente o “Diagnóstico do Setor Mineral de Minas Gerais”. Em paralelo estão sendo elaborados estudos sobre as cadeias produtivas minerais no Estado, e estão sendo levantadas empresas que poderão colaborar com o desenvolvimento de outras partes do conteúdo do Plano.

1.4.2.2. Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH)

Previsto na Lei Estadual nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999, o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) é um instrumento de gestão da Política Estadual de Recursos Hídricos, cujo objetivo é estabelecer princípios básicos e diretrizes para o planejamento e o controle adequado do uso da água no estado de Minas Gerais (IGAM, 2010).

O PERH visa integrar a gestão de recursos hídricos com as políticas setoriais, como a agricultura e o saneamento, e articular os planos diretores das bacias hidrográficas inseridas

no âmbito do estado de Minas Gerais com o Plano Nacional de Recursos Hídricos, como determina a Política Estadual de Recursos Hídricos.

Este Plano apresenta interface com o Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais (ZEE-MG), no que tange à vulnerabilidade natural dos recursos hídricos, assumida como o inverso da disponibilidade desse recurso, e o nível de comprometimento dos recursos hídricos, tanto os superficiais como os subterrâneos, que consiste em um indicador que expressa o grau de utilização do volume de água outorgável.

Sob esse ponto de vista, as regiões do alto rio São Francisco e alto rio Doce, onde está inserido o Projeto, não obstante ao médio índice de comprometimento, haja vista o elevado consumo industrial e urbano, são regiões de elevada produção de água subterrânea.

O objetivo do Projeto é a campanha de pesquisa geológica por meio de sondagem, a qual necessita de abertura de praças de sondagem, não só para a operação das sondas, mas para a instalação de banheiros químicos, tenda para o descanso e refeições dos funcionários. Serão abertas 30 praças e alguns acessos, todos dotados de mecanismos para direcionar o escoamento superficial e conter os sedimentos. Os efluentes sanitários gerados serão succionados e destinados de forma adequada, em atendimento a legislação vigente.

1.4.2.3. Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado - PMDI 2019-2030

Em Minas Gerais, o planejamento governamental de longo prazo está calcado na Constituição Mineira de 1989 (art. 231), que se estabelece por meio do Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado (PMDI).

O PMDI define objetivos e diretrizes estratégicas que se estendem aos planos de curto e médio prazo (tal qual o Plano Plurianual de Ação Governamental - PPAG) e articula, por sua concepção abrangente, as ações e programas formulados pelos órgãos do Governo, de modo a conferir coerência aos processos decisórios e níveis satisfatórios de coordenação e integração de determinado projeto político.

Nesse sentido, o PMDI pretende promover a articulação entre os diversos planos de curto e médio prazo, como forma de estabilizar uma política de longo prazo em torno dos permanentes problemas e oportunidades do Estado. Isso pressupõe uma alocação estratégica pautada pela clareza de prioridades.

Em 2019, o Governo de Minas Gerais atualizou o Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado (PMDI 19-30), cujo objetivo é estabelecer medidas emergenciais e necessárias à recuperação fiscal de Minas Gerais, definindo metas, diretrizes e ambiente favorável para o desenvolvimento sustentável do Estado. Foram estipulados dez objetivos estratégicos, com 31 indicadores, definindo metas específicas para 2022, 2026 e 2030, além de quatorze diretrizes estratégicas a serem observadas por todos os órgãos governamentais. São esses os objetivos:

1. Ser um Estado simples, eficiente, transparente e inovador;
2. Aumentar a segurança e a sensação de segurança;
3. Proporcionar acesso a serviços de saúde de qualidade;
4. Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas;
5. Ser referência em qualidade, eficiência e oportunidade em ensino;
6. Reduzir a vulnerabilidade social promovendo o acesso a direitos e a trajetória para autonomia;
7. Estabelecer parcerias com o setor privado;

8. Recuperar o equilíbrio econômico e financeiro do Estado;
9. Ser o melhor destino turístico e cultural do Brasil;
10. Ser o Estado mais competitivo e mais fácil de se empreender no Brasil, em agronegócio, indústria e serviços, propiciando ambiente para maior geração de emprego e renda e promovendo o desenvolvimento regional com vistas à redução das desigualdades.

Um dos desafios do PMDI 19-30 é a gestão ambiental voltada para a sustentabilidade, impondo condições para o bem-estar social de longo prazo no território mineiro. Dentre os dez objetivos do PDMI, configura-se como o quarto: “Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas”, cujos indicadores são (i) a razão entre a área recuperada e conservada em relação às áreas suprimidas, e (ii) o índice de qualidade das águas nas bacias do estado de Minas Gerais.

A perda da cobertura vegetal é de extrema importância para a gestão ambiental estadual, haja vista as consequências negativas do desmatamento, como erosão do solo, desertificação, perda da biodiversidade e de outros serviços ecossistêmicos.

Entre 2017 e 2018, Minas Gerais foi o estado com maior área de Mata Atlântica desmatada no Brasil e essa situação evidencia a necessidade de empregar mais esforços para preservar o bioma no Estado. Todavia, é importante ressaltar que os outros biomas, especialmente o Cerrado, merecem destaque em função da sua relevância ecológica e extensão territorial em Minas Gerais.

A remoção da vegetação existente na área do Projeto é essencial para a sua implantação. Em continuidade às pesquisas já realizadas na região, a nova proposta de campanha exploratória de sondagem tem por finalidade a tomada de decisão estratégica para o Complexo Minerador de Mariana. Os resultados encontrados serão utilizados para geração do modelo e polígono de uma possível nova cava para extração de minério de ferro, incorporada a mina de Capanema.

Outro ponto de atenção é a disponibilidade e a qualidade da água. A escassez hídrica afeta tanto abastecimento público quanto a geração de energia elétrica, remetendo a necessidade de antecipar as incertezas climáticas. Desse modo, o PMDI visa adotar uma política estadual de água com aproveitamento, planejamento e gestão racional dos recursos hídricos.

No que tange ao Projeto, cujo objetivo é a sondagem para a prospecção mineral, não se observa alguma incompatibilidade com o objetivo quatro do PDMI (Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas). Afirma-se isso em função do caráter temporário do Projeto, e de realizar desmates em áreas pequenas, que poderão ser ambientalmente recuperadas. Ainda mais que a Vale S.A. prevê em seus programas ambientais, a recuperação das áreas degradadas e compensações para sanar tais efeitos.

À luz do segundo indicador para o objetivo quatro (Índice de Qualidade da Água nas bacias do estado de Minas Gerais), a mina de Capanema executa o Plano de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais, uma importante ferramenta para a obtenção de dados e geração de informações, úteis tanto no diagnóstico quanto no acompanhamento das medidas mitigadoras e compensatórias, contando inclusive, com três pontos de monitoramento no córrego das Flechas e um no córrego da Serra, que drenam a área em análise.

Considerando as diretrizes estratégicas do PMDI, foram organizadas quatorze áreas temáticas, das quais nove foram consideradas como “Finalísticas” e cinco classificadas como “Apoio e Suporte”.

As áreas temáticas finalísticas são aquelas que produzem resultados efetivos para os cidadãos, sendo responsáveis por consolidar as transformações almejadas e necessárias, enquanto as áreas de Apoio e Suporte visam fornecer a sustentação necessária, principalmente no que concerne à gestão e ao aumento da competitividade.

As Áreas Temáticas Finalísticas são:

- ✓ Agricultura, Pecuária e Abastecimento;
- ✓ Cultura e Turismo;
- ✓ Desenvolvimento Econômico;
- ✓ Desenvolvimento Social;
- ✓ Educação;
- ✓ Infraestrutura e mobilidade;
- ✓ Meio Ambiente;
- ✓ Saúde;
- ✓ Segurança Pública.

E as Áreas de Apoio e Suporte são:

- ✓ Advocacia-Geral;
- ✓ Fazenda;
- ✓ Governo e Gabinete Militar;
- ✓ Combate à Corrupção, Integridade e Ouvidoria;
- ✓ Planejamento e Gestão.

O setor extrativo mineral é citado na Área Temática relacionada ao Desenvolvimento Econômico. O documento reconhece a necessidade de o Estado buscar a diversificação econômica, já que sua pauta exportadora é baseada nos produtos básicos, com participação superior a 50%. O PMDI afirma que “Minas possui desafios próprios devido à sua trajetória econômica e histórica, com destaque para a necessidade de fortalecimento da economia por meio de sua diversificação, tanto de sua pauta exportadora, com bens de maior valor agregado, quanto a composição economia em si” (PMDI – 2019-2030).

Com base nisso, o Estado deve buscar ressignificar o papel da atividade extrativista minerária, pois, apesar de ser uma das forças motrizes de sua economia, é um recurso finito. Dessa maneira, reconhece-se a vocação mineradora de Minas Gerais, mas entende-se que essa atividade demanda o desenvolvimento e a aplicação de tecnologia inovadoras que a tornem sustentável ambiental e economicamente. De acordo com o Plano, o fomento a cadeias produtivas de minerais de maior valor agregado, como lítio, grafeno, nióbio e terras raras, e a potencialização da verticalização das cadeias produtivas tradicionais são caminhos para a resolução desse desafio.

A diretriz apontada para o setor é:

- ✓ Estimular a diversificação econômica nos municípios mineradores, calcada no desenvolvimento de serviços e produtos da própria cadeia produtiva da mineração.

O estado de Minas Gerais é reconhecido por sua vocação mineradora e a mina de Capanema que executa as atividades de exploração e beneficiamento de minério de ferro, possui toda infraestrutura necessária à sua operação (pilhas de estéril, barragem de rejeitos, estruturas administrativas e operacionais, diques e barragem de contenção de sedimentos, infraestrutura de apoio etc.).

Sendo assim, o Projeto de Pesquisa Mineral Mina Capanema se encontra em linha com os objetivos preconizados pelo Estado, uma vez que está sendo realizado de acordo com a Legislação Ambiental, portanto, seguindo os princípios do desenvolvimento ambientalmente sustentável.

1.4.3. ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS (ZEE-MG)

Instituído pela Deliberação Normativa do COPAM Nº 129/2008, o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais - ZEE-MG integra o rol de ações implementadas pelo Projeto Gestão Ambiental do Governo do Estado de Minas Gerais, cuja coordenação está sob a responsabilidade da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais – SEMAD.

Trata-se de um instrumento de apoio ao planejamento e à gestão das ações governamentais, para a proteção do meio ambiente no estado, sendo direcionado à identificação de potencialidades e fragilidades ambientais, sociais e econômicas, de forma a subsidiar análises integradas do território, que permitam a definição de áreas estratégicas para o desenvolvimento sustentável de Minas Gerais e para a orientação dos investimentos do Governo e da sociedade civil segundo as peculiaridades regionais. (SCOLFORO *et. al.*, 2008)

O Índice Ecológico-Econômico- IEE do ZEE-MG é o resultado da combinação lógico-intuitiva dos vários níveis de Potencialidade Social com os de Vulnerabilidade Natural:

- ✓ AA = Terras de baixa vulnerabilidade em locais de alto potencial social;
- ✓ AB = Terras de alta vulnerabilidade em locais de alto potencial social;
- ✓ BA = Terras de baixa vulnerabilidade em locais de médio potencial social;
- ✓ BB = Terras de alta vulnerabilidade em locais de médio potencial social;
- ✓ CA = Terras de baixa vulnerabilidade em locais de baixo potencial social;
- ✓ CB = Terras de alta vulnerabilidade em locais de baixo potencial social.

1.4.3.1. O Zoneamento da Área do Projeto segundo Parâmetros do Meio Socioeconômico

“A Carta de Potencialidade Social do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) do estado de Minas Gerais representa um conjunto de informações capazes de fornecer uma perspectiva integrada e sintética da área estudada nos aspectos produtivos, naturais, humanos e institucionais. Esse conjunto de informações articuladas e representadas pela categorização dos municípios permite compreender as principais tendências de uso do território, suas formas de produção e os modos e condições de vida a elas associados, dentro do que preconiza a Agenda 21 brasileira.

A análise de Potencialidade Social apresentada no ZEE trata o conceito de desenvolvimento sustentável na perspectiva holística, pois considera em igual nível de importância os aspectos econômicos e ecológicos.

Ao ser tratado dentro da perspectiva holística de desenvolvimento sustentável, o Zoneamento Ecológico-Econômico adquire o caráter revelador de potencialidades sociais dos municípios e regiões, no sentido de identificar e apontar aqueles ambientes que estão fragilizados ou vulneráveis à ação do homem e às capacidades que o próprio homem dispõe sobre esses ambientes. O ZEE poderá revelar, especialmente, no que diz respeito às potencialidades sociais, os seguintes aspectos:

- a) oportunidades que os indivíduos têm para utilizar recursos econômicos com propósitos de consumo, produção, troca e distribuição;
- b) disposições que a sociedade oferece aos indivíduos nas áreas de educação, saúde, trabalho, renda, entre outras;
- c) informações articuladas e consistentes que podem proporcionar a transparência do Estado no estabelecimento de critérios de interações sociais ao nível de contratos comerciais e possibilidades de gestão social dos recursos naturais;
- d) disposições institucionais de acesso aos cidadãos.

1.4.3.1.1. Potencial Produtivo

Conforme apresentado a área do projeto está inserida na Zona de desenvolvimento 1 ou Zona Ecológico-Econômica 01, formada pela classe A do Índice Ecológico-Econômico-IEE.

Isso significa que o Projeto está inserido em municípios que possuem condições gerais semelhantes, como ponto de partida muito favorável para o desenvolvimento.

Conforme ZEE-MG, disponibilizado no IDE-Sisema, a Área de Ocupação do Projeto encontra-se em sua totalidade (100,0%) em região muito favorável para a potencialidade social do componente produtivo (Tabela 2 e Figura 3).

Tabela 2. Áreas e percentuais das classes associadas à potencialidade social do componente produtivo na Área de Ocupação do Projeto.

CLASSE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
Muito favorável	11,94	100,00
Favorável	0,00	0,00
Pouco favorável	0,00	0,00
Precário	0,00	0,00
Muito precário	0,00	0,00
Total	11,94	100,00

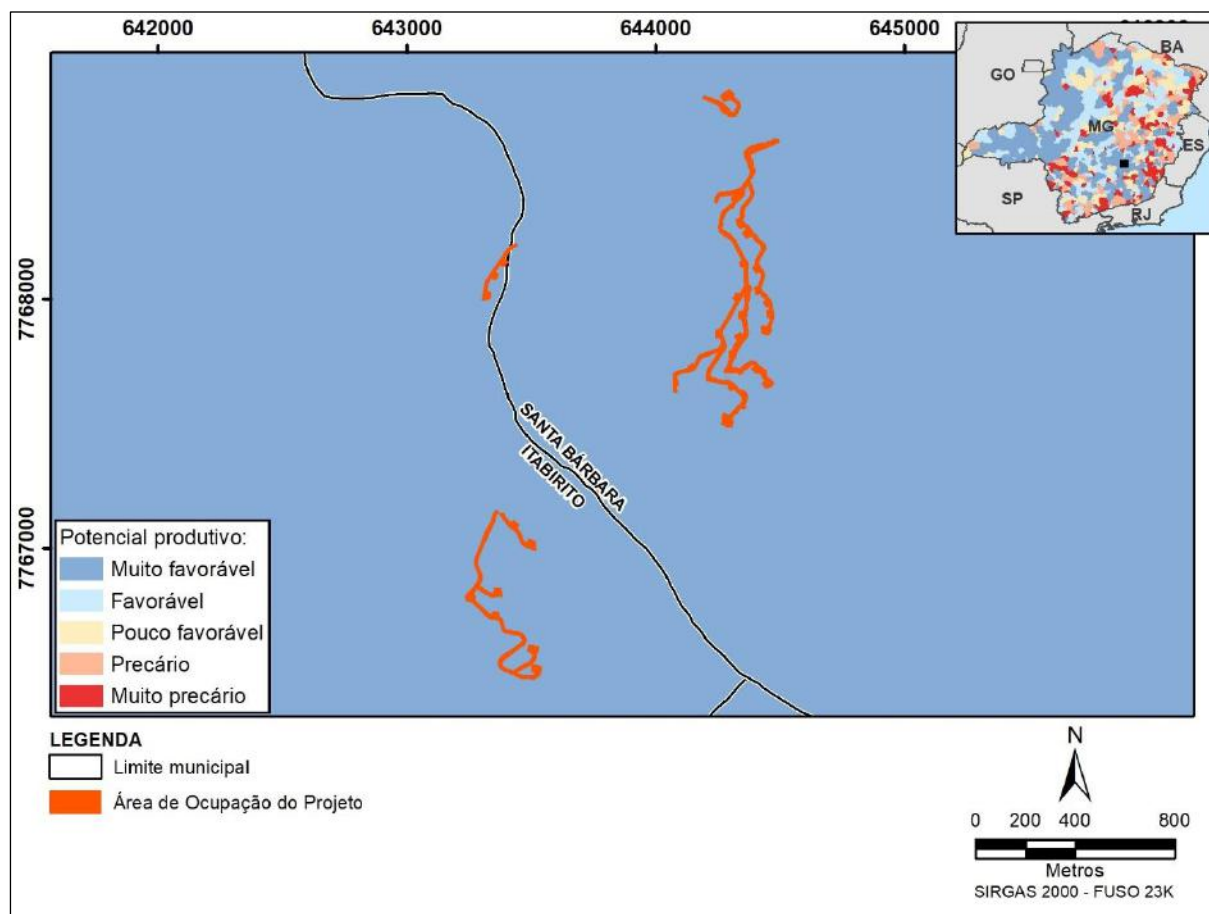


Figura 3. Distribuição das classes de vulnerabilidade social do Componente Produtivo na AOP.

1.4.3.1.2. Potencial Natural

A participação do componente natural, na composição da potencialidade social do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais, diz respeito, em especial, à utilização econômica dos recursos naturais compreendida pela exploração de minérios, pela intensidade de uso da terra, pela sua forma de ocupação e pela preservação e conservação do meio ambiente.

O potencial natural, para fins do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais, foi determinado por quatro fatores condicionantes: utilização das terras (dois indicadores), estrutura fundiária (dois indicadores), recursos minerais (dois indicadores) e ICMS Ecológico (um indicador).

Conforme apresenta a Figura 4 e a Tabela 3, toda a Área de Ocupação do Projeto (100,0%) foi classificada como precária para o componente natural. Com efeito, a AOP possui capacidade extremamente limitada de oferecer resposta aos investimentos realizados em áreas estratégicas ou em setores específicos, quando ela é avaliada a partir do componente natural.

Tabela 3. Áreas e percentuais das classes associadas à potencialidade social do componente natural na Área de Ocupação do Projeto.

CLASSE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
Muito favorável	0,00	0,00
Favorável	0,00	0,00
Pouco favorável	0,00	0,00
Precário	11,94	100,00
Muito precário	0,00	0,00
Total	11,94	100,00

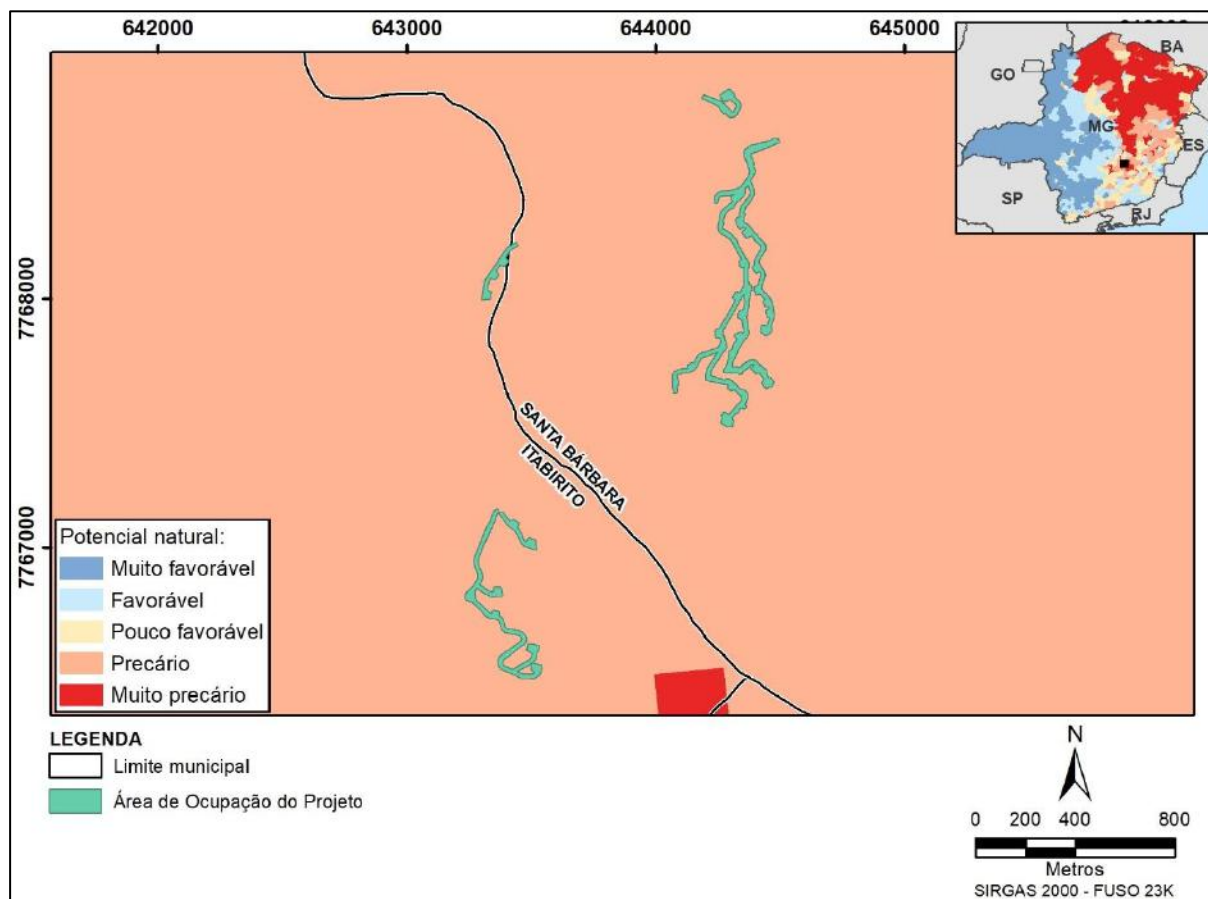


Figura 4. Distribuição das classes de vulnerabilidade social do Componente Natural na AOP.

1.4.3.1.3. Potencial Humano

A formulação do Zoneamento Ecológico Econômico Estadual seguiu, como marco referencial, o conceito de desenvolvimento sustentável.

Portanto, os indicadores do potencial humano abrangem temas como: trabalho, população, renda, saúde, educação, habitação e segurança, bem como aqueles que retratassem a ocupação econômica, a situação demográfica e social, a distribuição da renda e as condições de vida da população dessas unidades territoriais.

Pouco mais de um quarto (26,84%) da Área de Ocupação do Projeto foi classificada como muito favorável (Figura 5), sob o ponto de vista analítico da potencialidade humana. Ou seja, nesse trecho o fator humano apresenta condições adequadas para responder positivamente aos investimentos que possam ser realizados na região (Tabela 4). Na condição somente favorável encontra-se 73,16% da AOP. Em termos absolutos, a Área de Ocupação do Projeto no trecho muito favorável é de 3,21 hectares e a do trecho somente favorável 8,73 hectares.

Tabela 4. Áreas e percentuais das classes associadas à potencialidade social do componente humano na Área de Ocupação do Projeto.

CLASSE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
Muito favorável	3,21	26,84
Favorável	8,73	73,16
Pouco favorável	0,00	0,00
Precário	0,00	0,00
Muito precário	0,00	0,00
Total	11,94	100,00

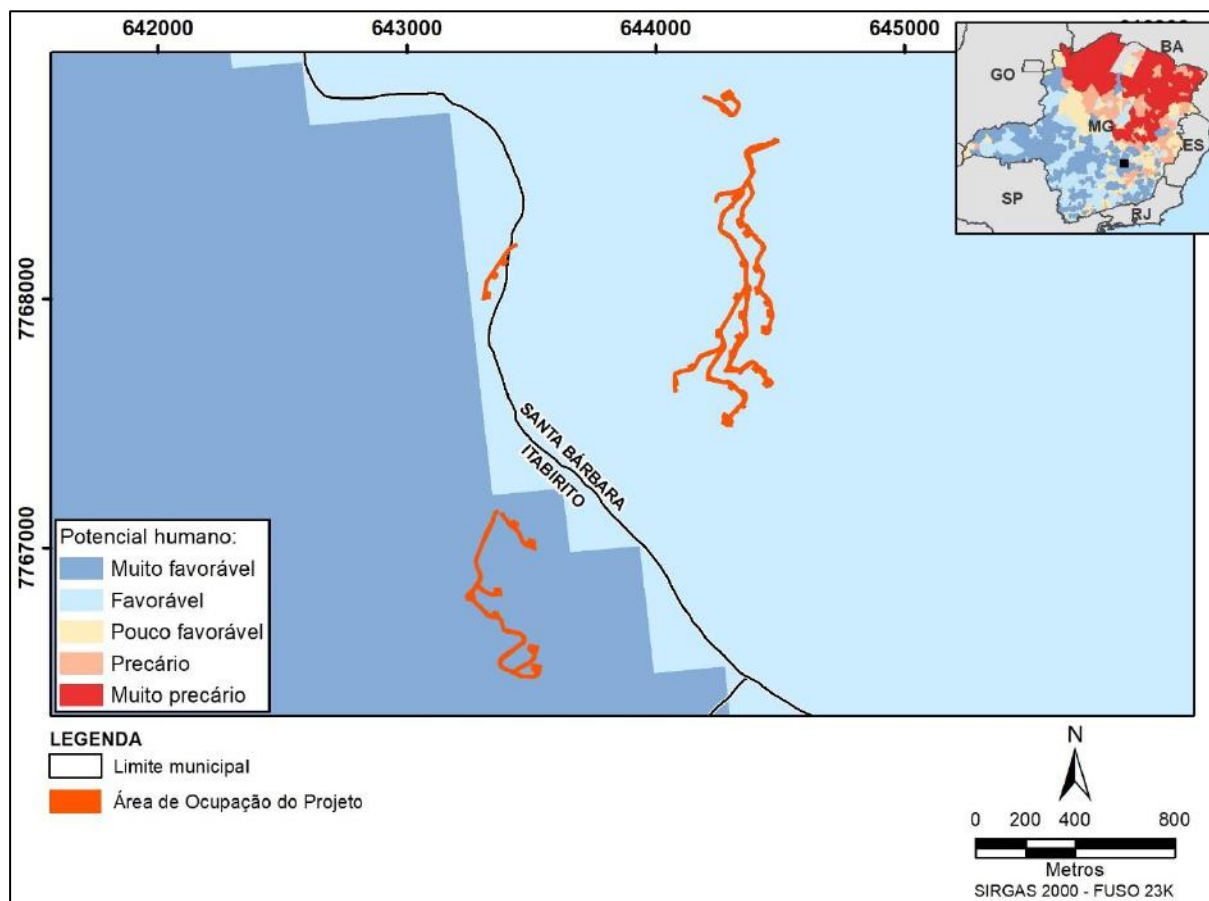


Figura 5. Distribuição das classes de vulnerabilidade social do Componente Humano na AOP.

1.4.3.1.4. Potencial Institucional

O componente institucional cumpre papel fundamental na potencialidade social do Zoneamento Ecológico-Econômico, pois representa a capacidade institucional dos municípios de atender aos cidadãos em suas demandas, sejam de caráter social, ecológico, econômico, político ou cultural.

O componente institucional é formado por seis fatores condicionantes e onze indicadores, são eles: Capacidade institucional (Gestão municipal, do desenvolvimento rural, ambiental e cultural), Organizações jurídicas, Organizações financeiras, Organização de fiscalização e controle, Organizações de ensino e pesquisa e Organizações de Segurança Pública.

Conforme a Figura 6 e a Tabela 5, toda a Área de Ocupação do Projeto, que é de 11,94 hectares, foi classificada como muito favorável para o componente institucional. Isso indica que a área possui instituições públicas consolidadas, atuantes e capazes de oferecer respostas adequadas às demandas que lhes são impostas.

Tabela 5. Áreas e percentuais das classes associadas à potencialidade social do componente institucional na Área de Ocupação do Projeto.

CLASSE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
Muito favorável	0,00	0,00
Favorável	11,94	100,00
Pouco favorável	0,00	0,00
Precário	0,00	0,00
Muito precário	0,00	0,00
Total	11,94	100,00

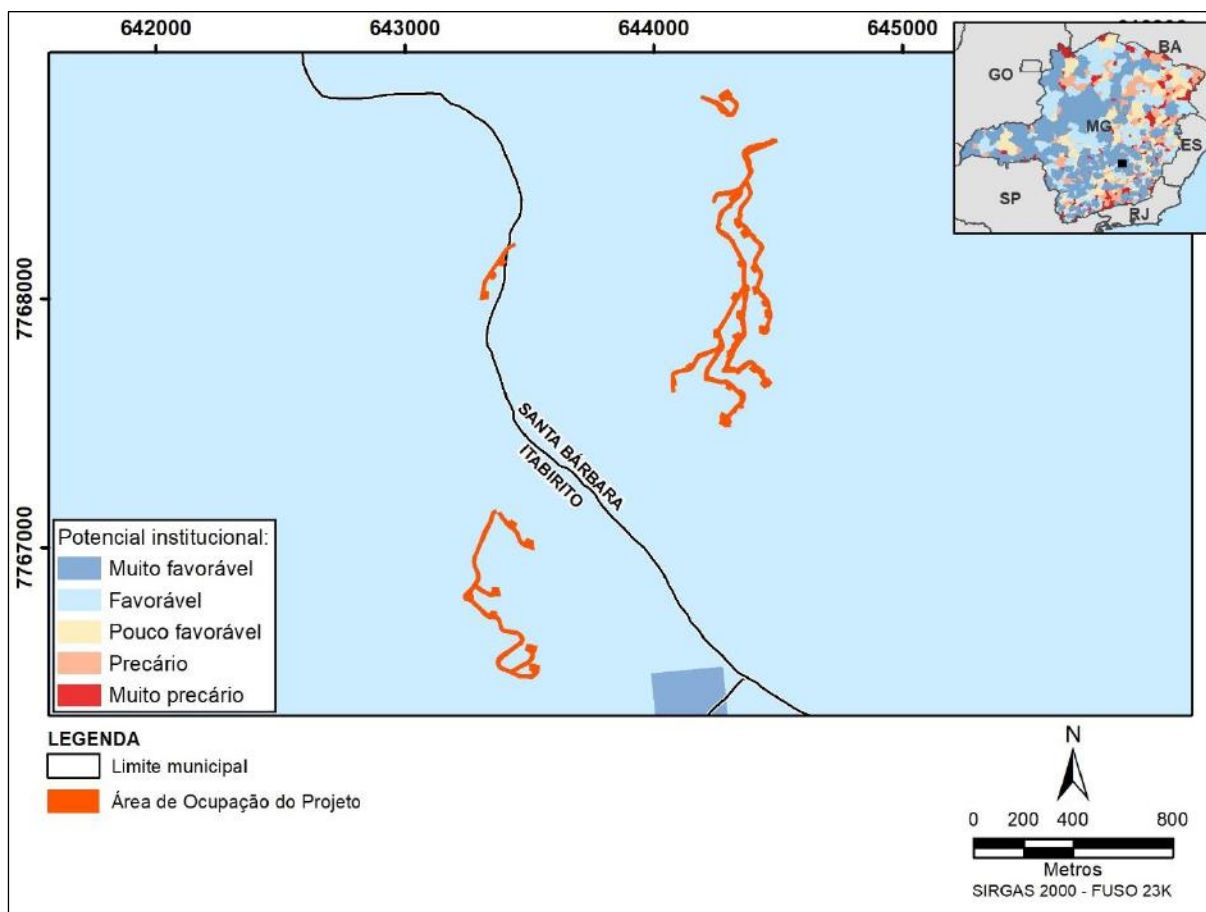


Figura 6. Distribuição das classes de vulnerabilidade social do Componente Institucional na AOP.

1.4.3.2.O Zoneamento da Área do Projeto segundo Parâmetros do Meio Físico

Considerando a Área de Estudo Regional, foram analisados os seguintes parâmetros para o Meio Físico:

- ✓ Vulnerabilidade natural dos recursos hídricos;
- ✓ Vulnerabilidade associada à disponibilidade natural de água superficial;
- ✓ Qualidade da água superficial;
- ✓ Nível de comprometimento de água subterrânea;
- ✓ Nível de comprometimento de água superficial;
- ✓ Erodibilidade do solo;
- ✓ Vulnerabilidade à degradação estrutural do solo;
- ✓ Recursos minerais.

1.4.3.2.1. Recursos Hídricos

1.4.3.2.1.1. Vulnerabilidade Natural dos Recursos Hídricos

A vulnerabilidade natural dos recursos hídricos considera a disponibilidade natural de água e a potencialidade de contaminação dos aquíferos, ressaltando-se que quanto maior a oferta de água, menor a vulnerabilidade e quanto maior a potencialidade de contaminação, maior a vulnerabilidade.

Para expressar a Vulnerabilidade Natural dos Recursos Hídricos, o ZEE-MG considera o peso da disponibilidade natural de água superficial como 50%, e os demais indicadores, com peso de 25%, cada (disponibilidade natural de água subterrânea e potencialidade de contaminação).

A Área de Ocupação do Projeto apresenta Média a Alta Vulnerabilidade Natural dos Recursos Hídricos. Os principais aquíferos de área de inserção – Sinclinal Santa Rita –, bem como grande parte do Quadrilátero Ferrífero, estão hospedados nas cangas e itabiritos, que compreendem o minério explorado. Esses materiais geológicos apresentam elevada permeabilidade e transmissibilidade, e a extração reduz sobremaneira a formação de nascentes pontuais, comprometendo os cursos d'água superficiais.

A Tabela 6 apresenta as classes de vulnerabilidade natural dos recursos hídricos na Área de Ocupação do Projeto.

Tabela 6. Áreas e percentuais das classes de vulnerabilidade natural dos recursos hídricos na Área de Ocupação do Projeto.

CLASSE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
Muito baixa	0,00	0,00
Baixa	0,00	0,00
Média	11,36	95,16
Alta	0,58	4,84
Muito alta	0,00	0,00
Total	11,94	100,00

A Figura 7 apresenta a distribuição das classes de vulnerabilidade natural dos recursos hídricos.

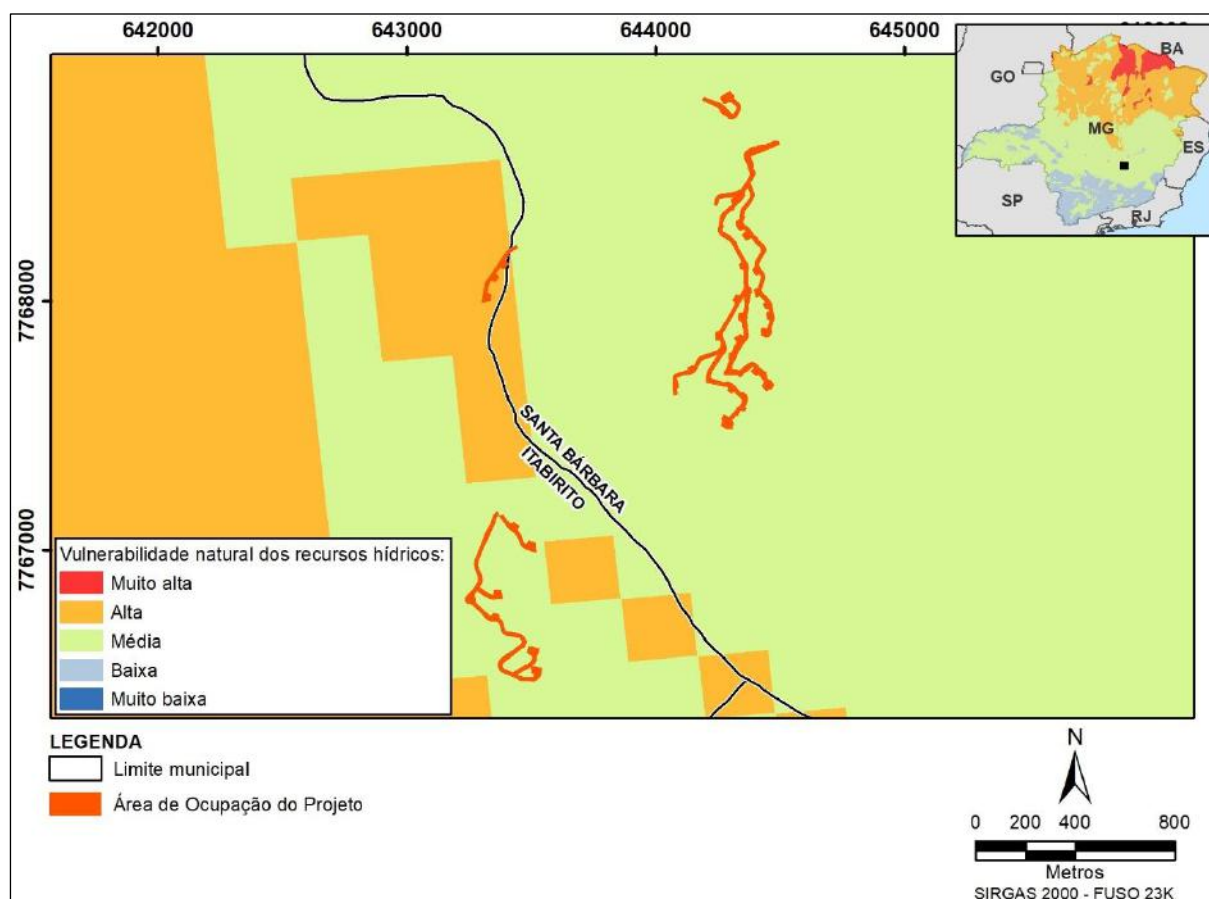


Figura 7. Distribuição das classes de vulnerabilidade natural dos recursos hídricos na AOP.

Em relação à potencialidade de contaminação, as Áreas de Estudo e de Ocupação do Projeto estão localizadas nos municípios de Itabirito e Santa Bárbara, onde há, muitas vezes, lançamento de esgoto *in natura*, lixo e demais atividades poluidoras, como ocupação ilegal e construções indevidas.

1.4.3.2.1.2. Vulnerabilidade Natural Associada à Disponibilidade Natural da Água Superficial

Entende-se por disponibilidade hídrica aquela quantidade de água que pode ser retirada de um manancial sem que se comprometa a flora e a fauna existentes na área da bacia hidrográfica, bem como à jusante do ponto de captação.

O ZEE-MG, em conformidade com a Portaria Administrativa IGAM Nº 10, de 30 de dezembro de 1998, considerou como vazão de referência para caracterizar a disponibilidade hídrica a vazão equivalente a $Q_{7,10}$ (mínima das médias das vazões diárias de sete dias consecutivos e dez anos de tempo de retorno).

A Área de Ocupação do Projeto está localizada na área classificada de alta vulnerabilidade dos recursos hídricos associada à disponibilidade natural, pois há intensa atividade mineradora, com exploração de minérios de ferro e ouro e, consequentemente, rebaixamento do nível freático para a evolução das cavas.

Os múltiplos usos das águas, as captações de água, muitas vezes ilegais, causam pressão sobre os recursos hídricos, tanto superficial como subterrâneo, o que permite classificar a vulnerabilidade associada à disponibilidade natural das águas superficiais como alta.

A Tabela 7 apresenta as classes de vulnerabilidade associadas à disponibilidade natural das águas superficiais na Área de Ocupação do Projeto.

Tabela 7. Áreas e percentuais das classes de vulnerabilidade associada à disponibilidade natural das águas superficiais na Área de Ocupação do Projeto.

CLASSE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
Muito baixa	0,00	0,00
Baixa	0,00	0,00
Média	0,00	0,00
Alta	11,94	100,00
Muito alta	0,00	0,00
Total	11,94	100,00

A Figura 8 apresenta o mapa de distribuição das classes de vulnerabilidade associada à disponibilidade natural de água superficial.

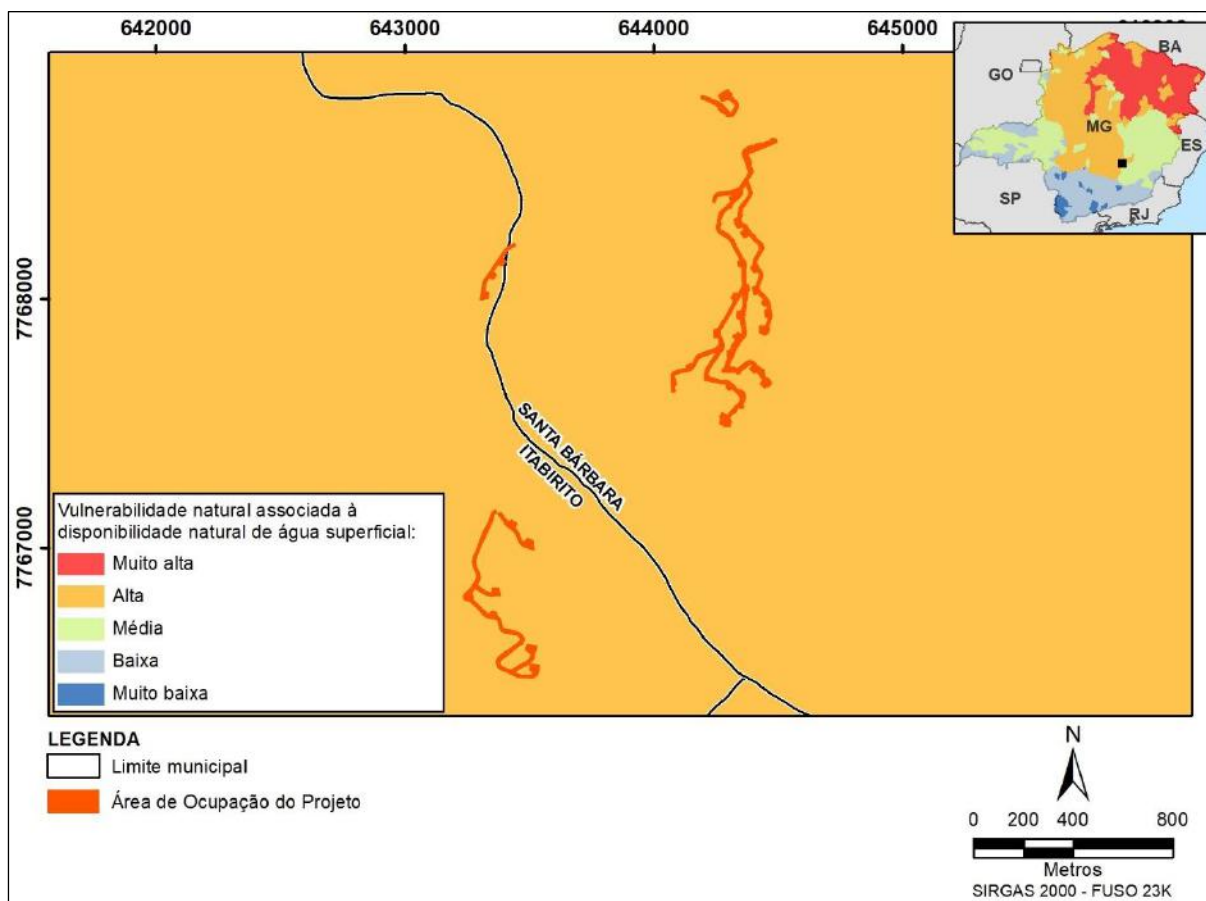


Figura 8. Distribuição das classes de vulnerabilidade associada à disponibilidade natural das águas superficiais na AOP.

1.4.3.2.1.3. Nível de Comprometimento das Águas Superficiais

A demanda crescente das águas, tanto superficiais como subterrâneas, para atividades econômicas diversas, e o lançamento de efluentes urbanos e industriais sem controle têm comprometido cada vez mais esses recursos naturais.

O nível de comprometimento das águas superficiais na Área de Ocupação do Projeto foi classificada como muito baixo, uma vez que há relativa disponibilidade hídrica superficial (Tabela 8). Todavia, cabe ressaltar que a Área de Ocupação do Projeto está inserida nos municípios de Itabirito e Santa Bárbara, onde há lançamento de efluentes, muitas vezes sem tratamento, o que pode contribuir para a diminuição da qualidade das águas superficiais.

Tabela 8. Áreas e percentuais das classes de nível de comprometimento das águas superficiais na Área de Ocupação do Projeto.

CLASSE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
Muito baixa	11,94	100,00
Baixa	0,00	0,00
Média	0,00	0,00
Alta	0,00	0,00
Muito alta	0,00	0,00
Totalmente comprometido	0,00	0,00
Total	11,94	100,00

A Figura 9 apresenta o mapa de distribuição das classes de nível de comprometimento das águas superficiais.

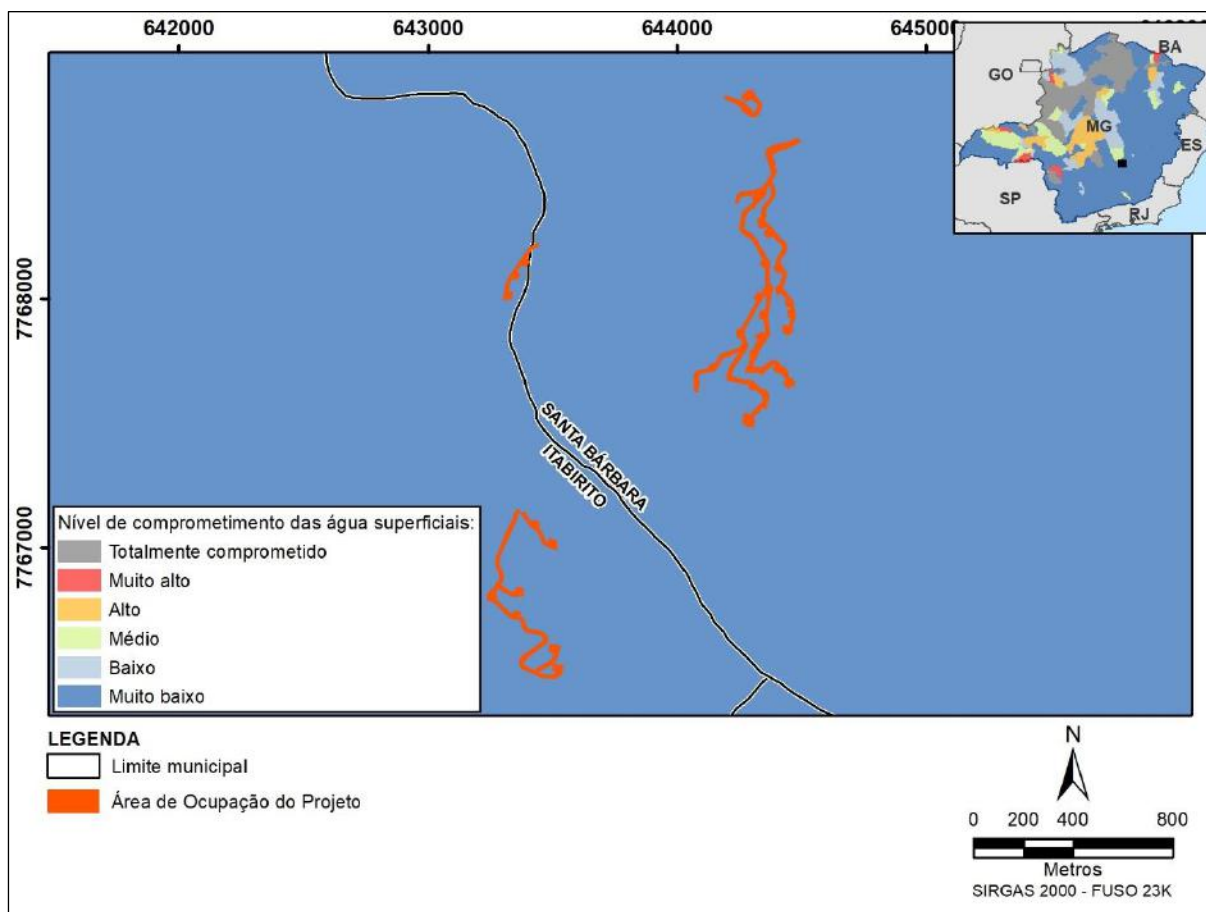


Figura 9. Distribuição das classes de nível de comprometimento das águas superficiais na AOP.

1.4.3.2.1.4. Nível de Comprometimento das Águas Subterrâneas

O nível de comprometimento dos recursos hídricos subterrâneos é apontado pela disponibilidade e pela potencialidade à contaminação. A disponibilidade natural de água subterrânea foi estimada com base nas reservas exploráveis, já a potencialidade de contaminação dos aquíferos corresponde à susceptibilidade de contaminação da água subterrânea por substâncias tóxicas as quais podem atingir o aquífero principalmente pelo processo de lixiviação. Na AOP podem ser observadas duas classes de comprometimento das águas subterrâneas: “Muito Baixa”, contemplado 70% do total, e “Baixa”, considerando 30%, como apresentado na Tabela 9.

Tabela 9. Áreas e percentuais das classes de nível de comprometimento das águas subterrâneas na Área de Ocupação do Projeto.

CLASSE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
Muito baixa	8,36	70,00
Baixa	3,58	30,00
Média	0,00	0,00
Alta	0,00	0,00
Muito alta	0,00	0,00
Totalmente comprometido	0,00	0,00
Total	11,94	100,00

A Figura 10 apresenta o mapa de distribuição das classes de nível de comprometimento das águas subterrâneas.

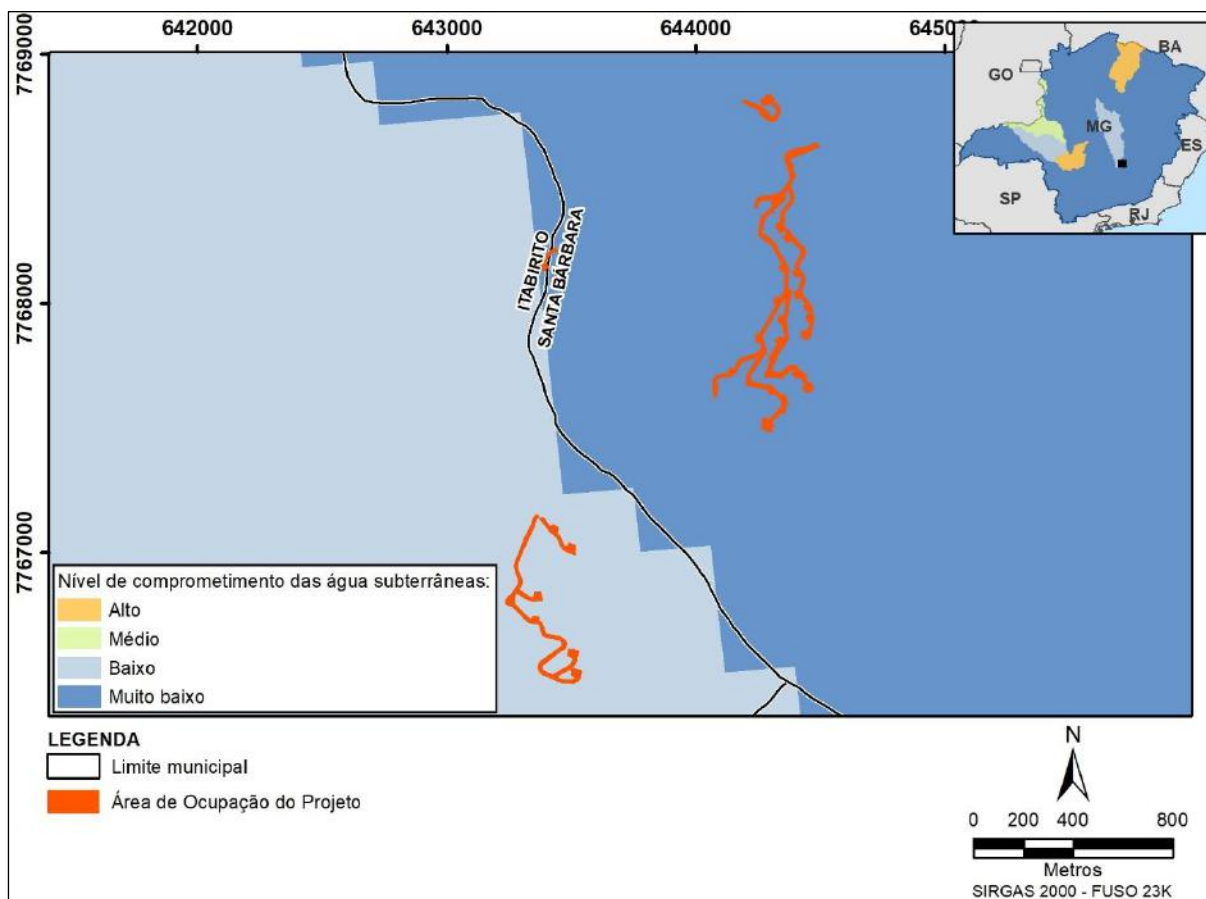


Figura 10. Distribuição das classes de nível de comprometimento das águas subterrâneas na AOP.

Embora áreas onde ocorra exploração mineral sejam mais suscetíveis à contaminação dos mananciais subterrâneos em virtude dos subprodutos tóxicos, metais pesados inclusive, e pela grande exposição dos substratos rochosos inferiores, os aquíferos existentes no Quadrilátero Ferrífero mais suscetíveis à contaminação são os denominados aquíferos livres, sem camada confinante e hospedados nas coberturas cenozoicas, e os aquíferos carbonáticos hospedados nos mármores com feições de dissolução da Formação Ganderela. Os primeiros aquíferos são descontínuos e pontuais, ao passo que as porções carstificadas da Formação Ganderela são menos comuns, quando comparada às porções dolomíticas íntegras.

Já os aquíferos com menor potencial à contaminação são os aquíferos atribuídas ao solo laterítico com níveis enriquecidos em óxidos de ferro, argila com grãos de quartzo, hematita e limonita, hematita compacta e pulverulenta, amplamente distribuídos em todo QF, recobrando inclusive, a unidade aquífera de maior importância, hospedada na Formação Cauê.

Desse modo, considera-se que o nível de comprometimento das águas subterrâneas da AOP é “Muito Baixo”.

1.4.3.2.1.5. Qualidade das Águas Superficiais

A Qualidade das Águas abrange um conjunto de características físicas, químicas e biológicas que ela apresenta, de acordo com a sua utilização, apontando para sua potabilidade e a segurança para o ser humano e para o bem-estar dos ecossistemas.

A qualidade das águas na Área de Ocupação do Projeto está predominantemente classificada como Média, como consta na Tabela 10.

Tabela 10. Áreas e percentuais das classes de qualidade das águas superficiais na Área de Ocupação do Projeto.

CLASSE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
Baixa	0,00	0,00
Média	11,94	100,00
Alta	0,00	0,00
Muito Alta	0,00	0,00
Total	11,94	100,00

A Figura 11 apresenta o mapa de distribuição das classes de qualidade da água superficial.

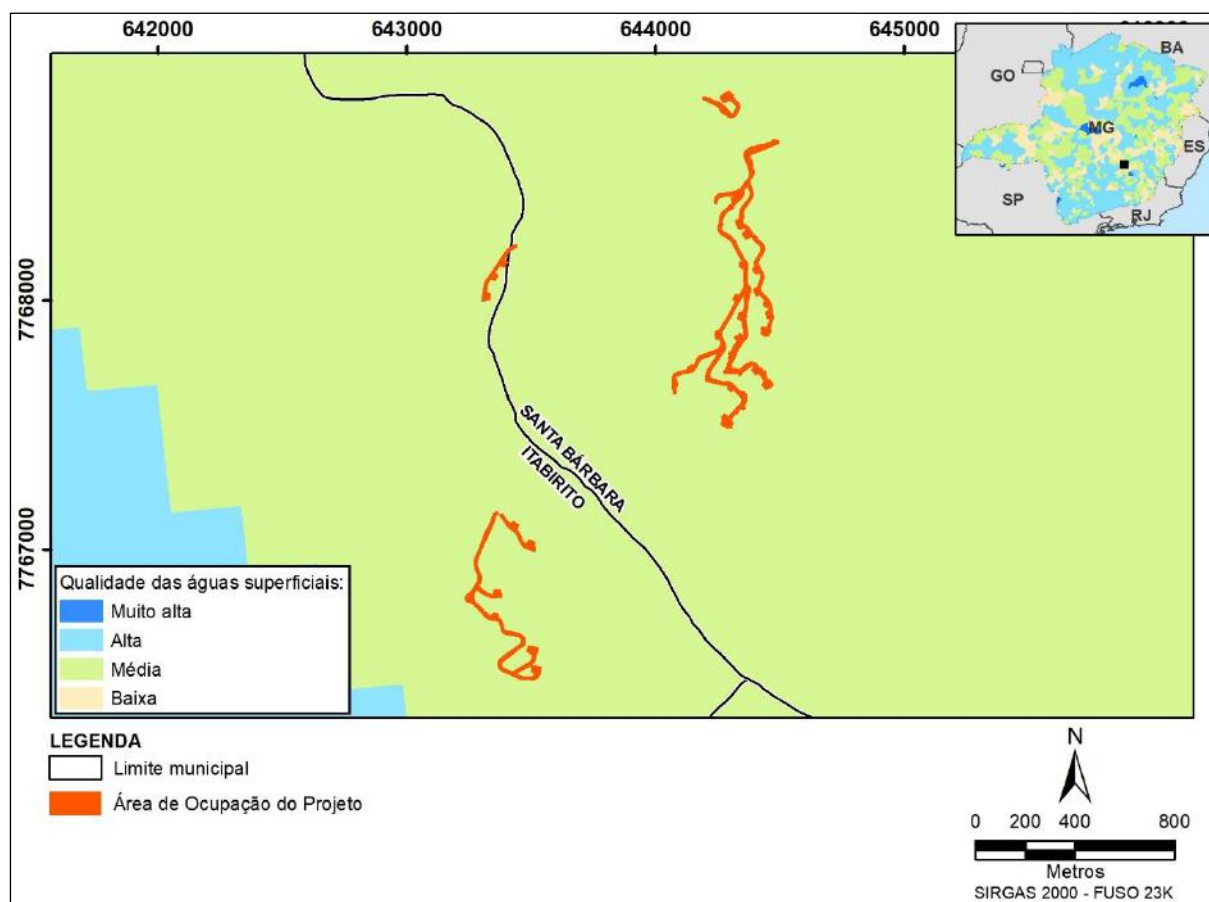


Figura 11. Distribuição das classes de qualidade das águas superficiais na AOP.

A Área de Ocupação do Projeto está inserida nos municípios de Itabirito e Santa Bárbara, onde há lançamento de efluentes, muitas vezes sem tratamento, o que contribui em larga escala para a diminuição da qualidade das águas superficiais.

1.4.3.2.2. Solos e Recursos Minerais

1.4.3.2.2.1. Erodibilidade do Solo

A Área de Ocupação do Projeto possui relevo forte-ondulado, com ampla ocorrência de afloramentos rochosos. As elevadas declividades propiciam a formação de movimentos de massa e a erodibilidade pode ser classificada como “Muito alta” na AOP.

A Tabela 11 apresenta a classificação quanto à erodibilidade dos solos existentes na Área de Ocupação do Projeto, ilustrada na Figura 12.

Tabela 11. Áreas e percentuais das classes de erodibilidade do solo na Área de Ocupação do Projeto.

CLASSE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
Muito baixa	0,00	0,00
Baixa	0,00	0,00
Média	0,00	0,00
Alta	0,00	0,00
Muito alta	11,94	100,00
Total	11,94	100,00

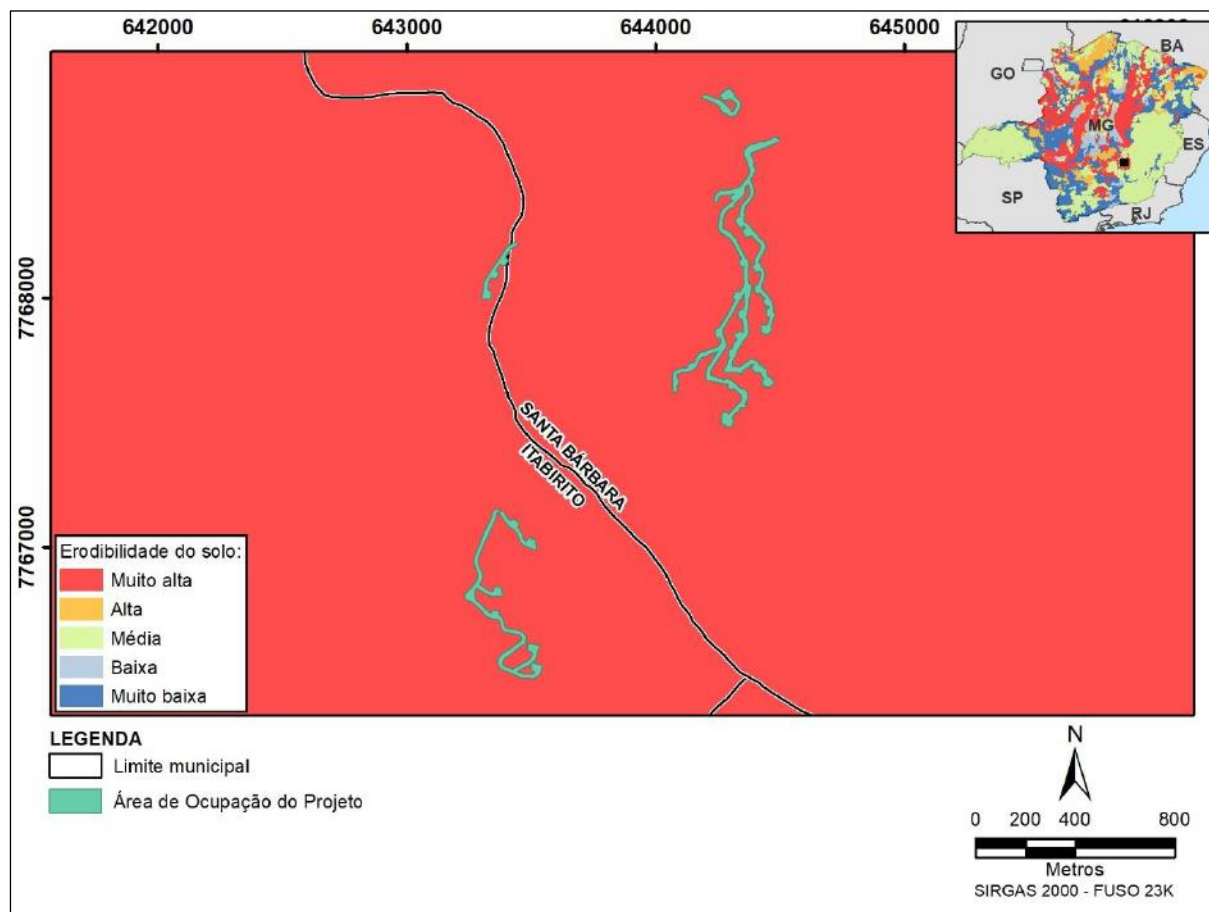


Figura 12. Distribuição das classes de erodibilidade do solo na ADA.

A erodibilidade do solo representa a suscetibilidade do solo à erosão, sempre correlacionando seus aspectos físicos e estruturais ao relevo, que na área é considerado forte-ondulado. Desse modo, toda a região do Quadrilátero Ferrífero é classificada como muito alta para a erodibilidade do solo.

1.4.3.2.2.2. Vulnerabilidade à Degradação Estrutural do Solo

Os fatores que determinam a vulnerabilidade do componente ambiental “solos” foram: (i) susceptibilidade do solo à degradação estrutural; (ii) taxa de decomposição da matéria orgânica do solo; e (iii) probabilidade de contaminação ambiental pelo uso do solo.

Considerando a vulnerabilidade do componente solo à degradação estrutural a totalidade da AOP encontra-se na classe “Alta”, que indica necessidade de cuidados especiais (Tabela 12).

Tabela 12. Áreas e percentuais das classes de vulnerabilidade à degradação estrutural do solo Área de Ocupação do Projeto.

CLASSE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
Baixa	0,00	0,00
Média	0,00	0,00
Alta	11,94	100,00
Total	11,94	100,00

A Figura 13 apresenta o mapa de distribuição das classes de vulnerabilidade à degradação estrutural do solo na Área de Ocupação do Projeto.

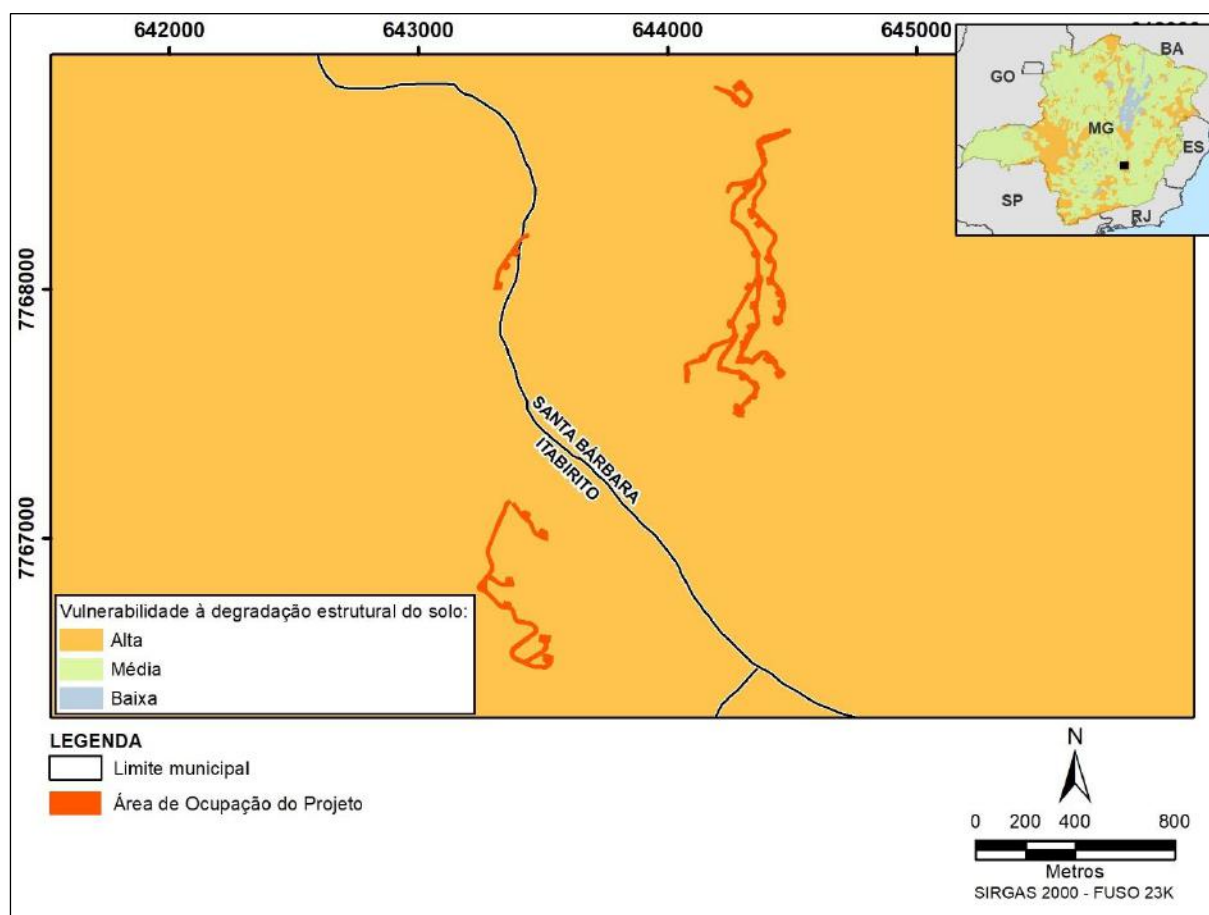


Figura 13. Distribuição das classes de vulnerabilidade à degradação estrutural do solo na AOP.

Considerando a vulnerabilidade do componente solo à degradação estrutural, a classe “Alta” indica necessidade de cuidados especiais tais como manutenção da cobertura vegetal, construção de estruturas de dissipação de energia de fluxo em áreas antropizadas.

1.4.3.2.2.3. Recursos Minerais

O Quadrilátero Ferrífero, local de inserção do Projeto, é apontado como sendo uma das maiores e mais importantes províncias metalogenéticas do Brasil, com grandes reservas de ferro e ouro e muito favorável aos empreendimentos minerários.

A classe referente à favorabilidade para os recursos minerais na Área de Ocupação do Projeto é considerada “Muito Favorável”, conforme apresentado na Tabela 13.

Tabela 13. Áreas e percentuais das classes de favorabilidade para os recursos minerais na Área de Ocupação do Projeto.

CLASSE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
Muito favorável	11,94	100,00
Favorável	0,00	0,00
Pouco favorável	0,00	0,00
Precário	0,00	0,00
Muito precário	0,00	0,00
Total	11,94	100,00

A Figura 14 apresenta o mapa de distribuição das classes de favorabilidade para os recursos minerais.

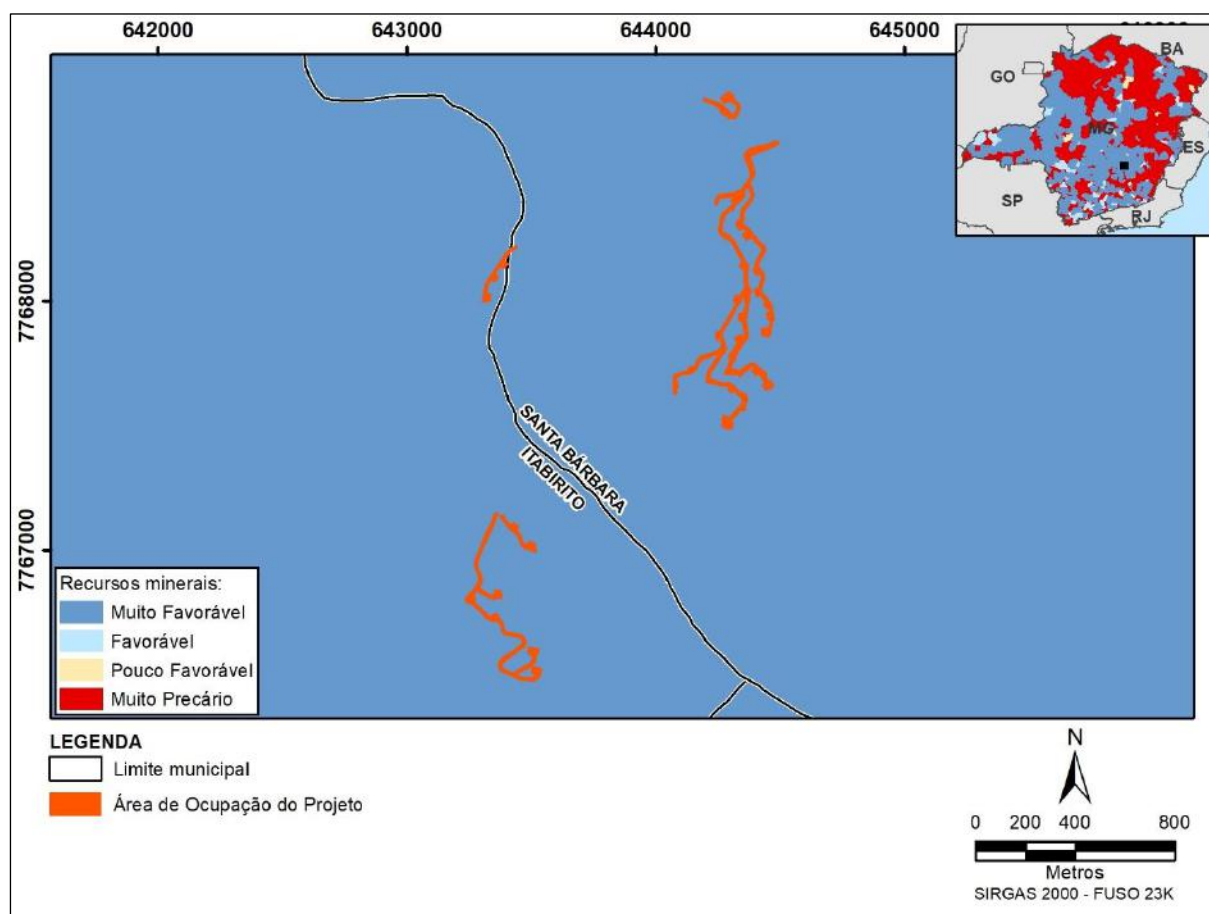


Figura 14. Distribuição das classes de favorabilidade para os recursos minerais na AOP.

Cabe ressaltar que todo o Quadrilátero Ferrífero apresenta-se como muito favorável à ocorrência dos recursos minerais.

1.4.3.3.O Zoneamento da área do Projeto segundo parâmetros do meio biótico

1.4.3.3.1. Vulnerabilidade Natural

De modo a diagnosticar a possibilidade de ocorrência de pressões sobre os ambientes em razão da ocupação humana em uma região, os mapas de vulnerabilidade natural são considerados ferramentas que permitem um melhor planejamento das ações de controle e proteção ambiental. A partir do mapeamento é possível analisar as áreas susceptíveis aos impactos ambientais potenciais, considerando os diversos aspectos biogeofísicos.

Quanto à Vulnerabilidade Natural, a Área de Ocupação do Projeto possui quase a totalidade de seu território classificada na categoria Muito Alta (98,80%), e o restante classificada como Alta (1,20%), de acordo com o ZEE-MG, conforme apresentado na Tabela 14.

Tabela 14. Área em números absolutos e percentuais das classes de Vulnerabilidade Natural na Área de Ocupação do Projeto.

CLASSE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
Muito baixa	0,00	0,00
Baixa	0,00	0,00
Média	0,00	0,00
Alta	0,14	1,20
Muito alta	11,80	98,80
Total	11,94	100,00

A Figura 15 apresenta a distribuição das classes de Vulnerabilidade Natural do Zoneamento Ecológico Econômico do estado de Minas Gerais na Área de Ocupação do Projeto.

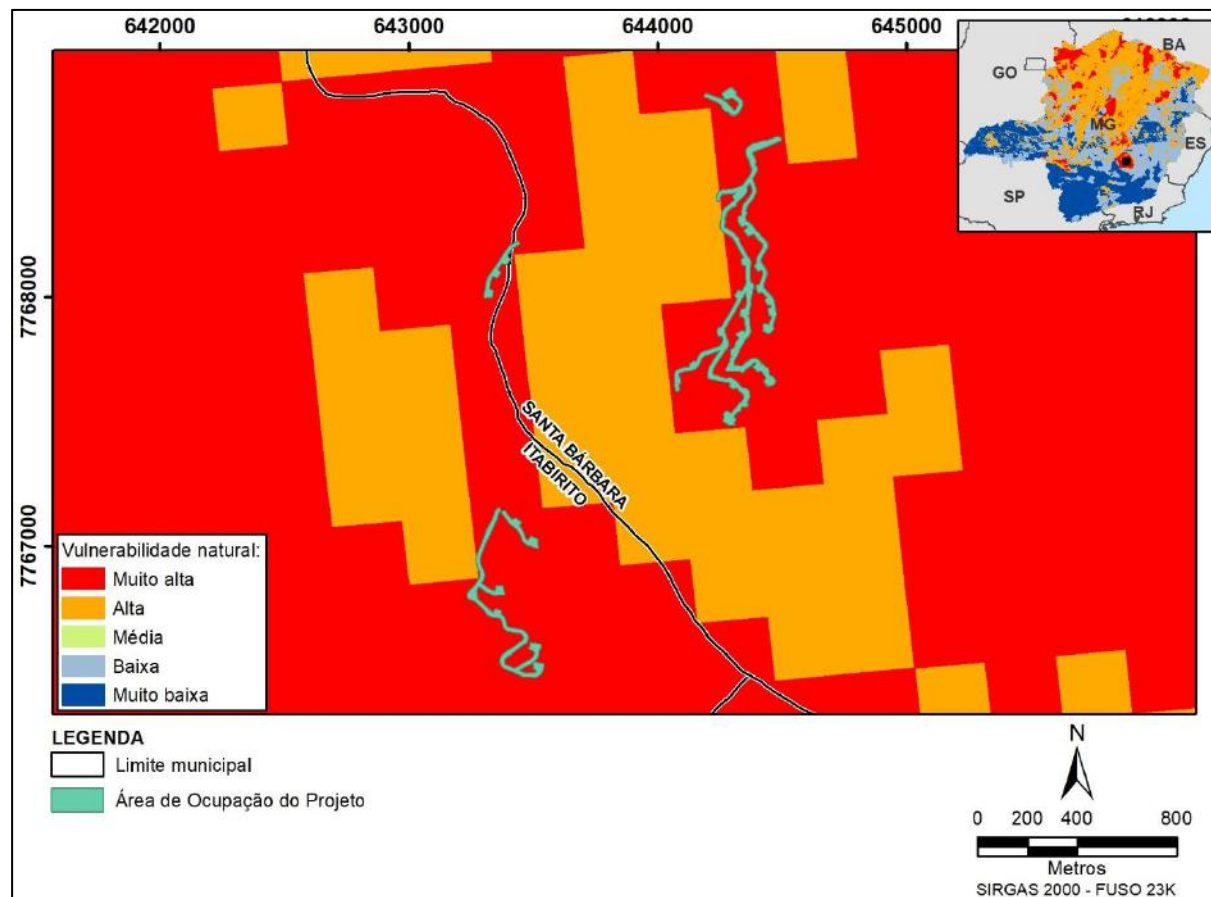


Figura 15. Distribuição das classes de Vulnerabilidade Natural do ZEE-MG na Área de Ocupação do Projeto.

1.4.4. ESFERA MUNICIPAL

1.4.4.1. Plano Diretor Municipal

1.4.4.1.1. Inserção da Área de Ocupação do Projeto (AOP) EM relação ao zoneamento dos municípios de Itabirito e Santa Bárbara

Tendo como pressuposto a necessidade de regularização de seu espaço territorial, os mecanismos legislativos, como Plano Diretor e Lei de Uso e Ocupação do Solo, procuram estabelecer um zoneamento no território do município, considerando as particularidades geoambientais e os usos atuais. Tais medidas avaliam, como critérios fundamentais, o meio físico, a cobertura vegetal existente e remanescente, as características gerais dos recursos hídricos superficiais, a tipologia das aglomerações urbanas e o grau de intervenção e influência antrópicos.

Em atendimento aos arts. 182 e 183 da Constituição Federal, de 05 de outubro de 1988, e em consonância com o art. 41 da Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001, denominada Estatuto da Cidade, a aprovação do Plano Diretor pela Câmara Municipal é obrigatória para cidades:

- I – com mais de vinte mil habitantes;
- II – integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas;
- III – onde o Poder Público municipal pretenda utilizar os instrumentos previstos no § 4º do art. 182 da Constituição Federal;
- IV – integrantes de áreas de especial interesse turístico;
- V – inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional.
- VI – incluídas no cadastro nacional de Municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos.

Em relação aos municípios sobre os quais a AOP se encontra, a Lei Municipal nº 3.323, de 08 de julho de 2019, que instituiu o Plano Diretor de Itabirito, dividiu o município em duas zonas, a urbana e a rural. Em seu art. 35, parágrafo 2º, “A Zona Rural compreende todo território municipal excluído o perímetro urbano”. Analisando o Plano Diretor de Itabirito, a AOP, no município de Itabirito, encontra-se em Zona Rural, especificamente na Zona Rural Especial de Uso Restrito-ZR-UR, que: “Os usos culturais e de lazer, bem como o desenvolvimento de atividades residenciais e econômicas rurais, as atividades minerárias e acessórias e a instalação de equipamentos institucionais de saneamento básico serão tolerados, desde que observadas as diretrizes da legislação ambiental pertinente. Quaisquer intervenções na ZR-UR deverão ser previamente aprovadas pelos órgãos ambientais competentes”. Em seu art. 36, inc.II, parágrafo 2º, “A atividade minerária e suas estruturas acessórias poderão ser realizadas no município de Itabirito, desde que autorizadas pelos órgãos competentes, devendo ser observada a legislação ambiental municipal, estadual e federal pertinentes, bem como as normas de manejo das Unidades de Conservação”.

Já o Plano Diretor do município de Santa Bárbara, foi instituído pela Lei Complementar nº 1.982, de 18 de setembro de 2020, e, em seu art. 9º, o território do município de Santa Bárbara foi dividido em cinco zonas, a Zona de Conservação Ambiental (ZCA); a Zona de Recuperação Ambiental da Bacia do Peti (ZRA); a Zona de Vulnerabilidade Ambiental (ZVA); a Zona Urbana (ZU); e a Zona de Desenvolvimento Econômico Sustentável (ZDES).

Em relação a AOP no município de Santa Bárbara, pode-se observar que ela se encontra na Zona de Conservação Ambiental (ZCA); e no parágrafo único do art. 11 do

Plano Diretor diz que, “A permissão de atividades de exploração extrativa vegetal e mineral, industrial e ecoturismo somente será possível após licenciamento ou autorização ambiental dos órgãos federal, estadual e/ou municipal, conforme legislação vigente, devendo ser associada à preservação ambiental de fragmentos florestais ou outras formações de vegetação nativa”.

A seguir (Figura 16), é mostrada no mapa a localização do Projeto em relação ao macrozoneamento dos municípios de Itabirito e Santa Bárbara.

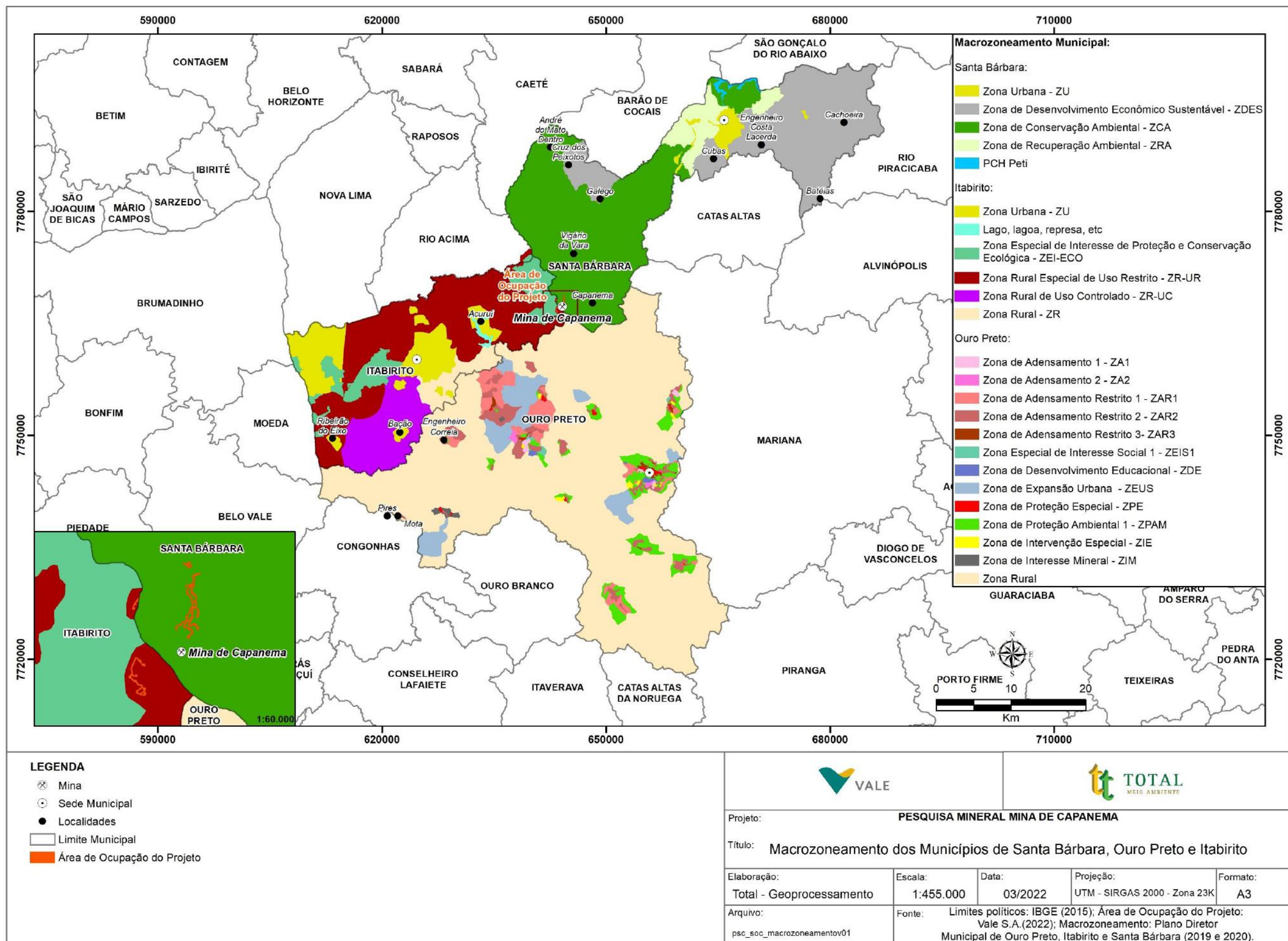


Figura 16. Macrozoneamento na Área de Ocupação do Projeto.

2. REQUISITOS LEGAIS

No desenvolvimento do estudo são observadas diversas leis, decretos, normas, instruções de serviço e portarias, conforme os diferentes temas abordados. Apresenta-se, a seguir, uma listagem das leis e normas regulamentaras consideradas (Tabela 15).

Tabela 15. Requisitos legais aplicáveis.

TEMA	REQUISITO LEGAL APLICÁVEL	ESCOPO DO REQUISITO	APLICABILIDADE NO ESTUDO AMBIENTAL
MEIO AMBIENTE	Constituição da República Federativa do Brasil, promulgada em 5 de outubro de 1988	Art. 23 (incisos VI e VII) estabelece competência comum para União, Estados, Distrito Federal e Municípios protegerem o meio ambiente. Já o art. 24 (incisos VI e VIII), estabelece a competência legislativa concorrente da União, Estados e Distrito Federal em questões relacionadas ao meio ambiente. Art. 225, <i>caput</i> , estabelece que 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.	As políticas nacional e estadual do Meio Ambiente estabelecem os mecanismos necessários para o exercício das atividades econômicas dentro de parâmetros adequados à preservação do meio ambiente. Deste modo, visa compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a preservação ambiental e o equilíbrio ecológico. Neste contexto, para obter a devida anuência do órgão ambiental para o Projeto de Sondagem Geológica de Capanema, torna-se necessário avaliar seu enquadramento perante a legislação em vigor para identificar os estudos ambientais necessários e sua viabilidade de implantação em relação às questões ambientais, bem como seguir a legislação vigente para que não haja nenhum desvio passível de infrações e sanções administrativas e penais.
	Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação, e dá outras providências.	
	Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.	
	Decreto Federal nº 4.297, de 10 de julho de 2002	Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências.	
	Decreto Federal nº 6.514, de 22 de julho de 2008	Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências.	
	Portaria MMA Nº 148, de 07 de junho de 2022	Altera o Anexo I da Portaria MMA Nº 443 de 17 de dezembro de 2022. Reconhece a Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção	
	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 pequiheiro (<i>Caryocar brasiliense</i>), e a Lei nº 9.743, de 15 de dezembro de 1988[2], que declara de interesse comum, de preservação permanente e imune de corte o ipê-amarelo.	
	Constituição do Estado de Minas Gerais, promulgada em 21 de setembro de 1989	Em seu art. 10, inciso V, art. 11, inciso VI e VII, art. 214, estabelecem que ao Estado compete a proteção do meio ambiente e que todos têm direito a meio ambiente ecologicamente equilibrado.	

TEMA	REQUISITO LEGAL APLICÁVEL	ESCOPO DO REQUISITO	APLICABILIDADE NO ESTUDO AMBIENTAL
	Lei Estadual nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016	Dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA – e dá outras providências.	
	Lei Estadual nº 7.772, de 08 de setembro de 1980	Dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente.	
	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.	
	Portaria MMA/ICMBIO Nº 208, de 14 de março de 2018	Atualizar e aprovar o Plano de Ação Nacional para Conservação das Aves da Mata Atlântica - PAN Aves da Mata Atlântica.	
	Portaria ICMBIO Nº 34, 27 de março de 2014.	Aprova o Plano de Ação Nacional para Conservação das Aves do Cerrado e Pantanal - PAN Aves do Cerrado e Pantanal, contemplando 47 táxons estabelecendo seu objetivo, objetivos específicos metas, prazo, abrangência e formas de implementação e supervisão.	
	Instrução Normativa MMA/ICMBIO Nº 21, de 18 de dezembro de 2018.	Disciplina os procedimentos para a elaboração, aprovação, publicação, implementação, monitoria, avaliação e revisão de Planos de Ação Nacional para Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção. Processo SEI n.º 02070.005340/2018-66.	
	Decreto Federal Nº 5.092 de 21 de maio de 2004.	Define regras para identificação de áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade, no âmbito das atribuições do Ministério do Meio Ambiente.	
	Deliberação Normativa COPAM Nº 55, de 13 de junho de 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".	
MINERAÇÃO	Constituição da República Federativa do Brasil, promulgada em 5 de outubro de 1988	O art. 5º, inciso XXIV, estabelece o procedimento de desapropriação por necessidade ou utilidade pública, ou por interesse social. O art. 20, inciso IX, e art. 176 estabelecem que as jazidas e demais recursos minerais são patrimônio da União, constituindo propriedade distinta em relação ao solo e subsolo. Já o art. 22, inciso XII, indica a competência privativa da União para legislar sobre jazidas e minas, requerendo outorga da União para sua lavra.	Partindo do preceito constitucional que os recursos naturais integram o universo patrimonial da União, é competência privativa da União legislar sobre jazidas e minas, concedendo a outorga dos direitos de pesquisa e lavra de um bem mineral. O Decreto-Lei nº 3.365/1941 estabeleceu os casos considerados de utilidade pública em seu art. 5º, onde inclui o aproveitamento industrial das minas e das jazidas minerais, das águas e da energia hidráulica. Neste mesmo sentido, o
	Decreto-Lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941	Dispõe sobre desapropriações por utilidade pública.	
	Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967	Dá nova redação ao Decreto-Lei nº 1.985 (Código de	

TEMA	REQUISITO LEGAL APLICÁVEL	ESCOPO DO REQUISITO	APLICABILIDADE NO ESTUDO AMBIENTAL
		Mineração), de 29 de janeiro de 1940.	Decreto Federal nº 9.406/2018 reafirmou como fundamentos para o desenvolvimento da mineração o interesse nacional e a utilidade pública (art.2º). Neste contexto, o empreendimento contempla a fase de pesquisa mineral que visa melhor conhecimento do bem mineral presente no subsolo e, portanto, engloba o conceito de utilidade pública estabelecido para a mineração. Em relação ao município de Santa Bárbara, a Lei 1683/2013 estabelece obrigações administrativas às empresas mineradoras, inclusive para aquelas que estão realizando pesquisa mineral, como é o caso do presente Projeto.
	Lei Federal nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017	Cria a Agência Nacional de Mineração (ANM); extingue o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); altera as Leis nº 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).	
	Decreto Federal nº 9.406, de 12 de junho de 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	
	Lei Municipal nº 1.683, de 17 de setembro de 2013, de Santa Bárbara	Dispõe sobre o registro, o acompanhamento e a fiscalização da exploração de recursos minerais no território do Município de Santa Bárbara-MG, de acordo com as competências definidas no art. 23, XI e no art. 30, I e II, da Constituição Federal, estabelece condições para o funcionamento das empresas que exploram recursos minerais e que realizam pesquisas minerais no território do Município de Santa Bárbara-MG, institui obrigações correlatas e impõe penalidades decorrentes do respectivo descumprimento, dando outras providências.	
	Lei Municipal nº 2.928, de 07 de junho de 2013, de Itabirito	Dispõe sobre o registro, o acompanhamento e a fiscalização da exploração de recursos minerais no território do Município de Itabirito, de acordo com as competências definidas no art. 23, XI e no art. 30, I e II, da Constituição Federal, estabelece condições para o funcionamento das empresas que exploram recursos minerais e que realizam pesquisas minerais no território do Município de Itabirito, institui obrigações correlatas e impõe penalidades decorrentes do respectivo descumprimento, dando outras providências.	Já a Legislação de Itabirito, estabelece as condições para o acompanhamento da pesquisa e exploração mineral em seu território, estabelecendo as condições, fiscalização e sanções decorrentes de seu descumprimento.
LICENCIAMENTO AMBIENTAL	Constituição da República Federativa do Brasil, promulgada em 5 de outubro de 1988	Art. 225 (§1º, inciso IV) atribui ao Poder Público o dever de exigir, na forma da lei, a realização de estudo de impacto ambiental, previamente à instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente.	A Constituição Federal mostra a necessidade e, em prol do meio ambiente, estabelecer critérios que garantam a defesa do meio ambiente e, ao mesmo tempo, a obrigação de recuperar o meio ambiente degradado. O Projeto de Sondagem, apesar de sua pequena área de intervenção, requer estudos ambientais que demonstrem os
	Lei Complementar Federal nº 140, de 8 de dezembro	Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do	

TEMA	REQUISITO LEGAL APLICÁVEL	ESCOPO DO REQUISITO	APLICABILIDADE NO ESTUDO AMBIENTAL
	de 2011	caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.	possíveis impactos e indique as medidas mitigadoras cabíveis. A Lei Complementar Federal nº 140/2011 estabelece as competências devidas a cada ente federado na proteção do meio ambiente. Já a Lei nº 6.938/1981 estabelece a necessidade de licenciamento ambiental prévio para qualquer empreendimento/atividade que possa ocasionar a degradação ambiental. A partir dessas definições, a Resolução CONAMA Nº 01/1986 dispôs os critérios e diretrizes para realização da Avaliação do Impacto Ambiental e a Resolução CONAMA Nº 237/1997 dispôs sobre o licenciamento ambiental. Baseado nesse conjunto normativo, observa-se que o licenciamento do empreendimento é de competência estadual. Logo, para seu enquadramento considera-se a DN COPAM Nº 217/2017, que avalia o enquadramento considerando o porte, o potencial poluidor, os critérios locacionais e as restrições ambientais. Por essa normativa, o presente empreendimento é considerado de médio potencial poluidor e grande porte, já que tem uma intervenção maior que 5 hectares. Já a Lei Estadual nº 21.972/2016, institui as modalidades de licenciamento, bem como a licença a ser obtida em cada fase de implantação do empreendimento.
	Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981	A Lei que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, em seu art. 10, estabelece que a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma de causar degradação ambiental dependerão de prévio licenciamento ambiental.	
	Lei Estadual nº 7.772, de 8 de setembro de 1980	Esta lei dispõe sobre as medidas de proteção, conservação e melhoria do meio ambiente no estado de Minas Gerais.	
	Lei Estadual nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016	Altera a Lei Estadual 7.772/1980 e, em seu Capítulo II, dispõe do Licenciamento Ambiental, como procedimento Administrativo (PU, art.16); as modalidades de licenciamento ambiental (art.17), bem como os tipos de licença a serem obtidas de acordo com cada etapa da implantação da atividade (art. 18).	
	Resolução CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986	Dispõe sobre as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental.	
	Resolução CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997	Dispõe sobre o licenciamento ambiental.	
	Deliberação Normativa COPAM Nº 214, de 26 de abril de 2017	Estabelece as diretrizes para a elaboração e a execução dos Programas de Educação Ambiental no âmbito dos processos de licenciamento ambiental no Estado de Minas Gerais.	
	Deliberação Normativa COPAM Nº 217, de 06 de dezembro de 2017	Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no estado de Minas Gerais e dá	

TEMA	REQUISITO LEGAL APLICÁVEL	ESCOPO DO REQUISITO	APLICABILIDADE NO ESTUDO AMBIENTAL
		outras providências.	
	Resolução Conjunta SEMAD/IEF N° 3.162, de 20 de julho de 2022	Altera a Resolução Conjunta Semad/IEF n° 3.102, de 26 de outubro de 2021, que dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental no âmbito do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.	
	Resolução Conjunta SEMAD/IEF N° 3.102, de 26 de outubro de 2021	Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental no âmbito do estado de Minas Gerais e dá outras providências.	
	Decreto n° 47.749, de 11 de novembro de 2019	Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental e sobre a produção florestal no âmbito do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.	
	Decreto Estadual n° 47.228, de 04 de agosto de 2017	Dispõe sobre o uso e a gestão do Sistema Eletrônico de Informações – SEI – no âmbito do Poder Executivo.	Instituiu a formalização dos estudos ambientais de forma eletrônica nos Órgãos Ambientais Estaduais em Minas Gerais.
	Decreto Municipal n° 2.438, de 03 de junho de 2013, de Santa Bárbara	Estabelece os critérios para a emissão, pelo Município de Santa Bárbara-MG, de Declaração de Conformidade para fins de licenciamento ambiental junto ao Estado de Minas Gerais ou à União Federal e dá outras providências.	Estabelece o procedimento administrativo junto ao município de Santa Bárbara, para o requerimento e obtenção da Declaração de Conformidade para Licenciamento Ambiental junto ao Estado de Minas Gerais.

3. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS

Na região de entorno do Projeto já foram realizados outros trabalhos de pesquisa exploratória ao longo do tempo, devido à potencialidade mineradora da região. Atualmente, se fazem necessários trabalhos adicionais de pesquisa mineral visando ao detalhamento de jazidas locais na área.

A alternativa tecnológica para o processo de pesquisa mineral por meio de sondagem geológica é a prospecção geofísica, que executa estudos através de perfilagem, avaliando o perfil litológico do substrato com radiações de raio gama, e que compreende um processo pouco agressivo e bastante preciso, resultando na real densidade do corpo mineralizado e no perfil de estimativa de massa. Entretanto, a sondagem geológica exploratória se faz necessária, tendo em vista que a prospecção geofísica necessita de corpos de prova (testemunhos) os quais são retirados do solo por meio das sondagens para calibrar as estimativas. Ressalta-se também, neste processo de pesquisa mineral, a necessidade de apresentação à Agência Nacional de Mineração (ANM, antigo Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM) de relatórios sucintos sobre a jazida, incluindo a disponibilidade de amostras testemunho para auditoria, como evidência física da reserva e aprovação desta autarquia.

Desta forma, para um melhor entendimento do modelo tridimensional do depósito e da qualidade e teor do minério, é programada a pesquisa mineral por meio das sondagens geológicas em áreas estratégicas. A localização dos furos programados do referido Projeto considerou, como fator preponderante, o comportamento espacial da camada de minério de ferro em relação ao contexto geológico da região; e, também, foram avaliados estudos anteriores e outras malhas de sondagens realizadas, as quais foram utilizadas para o desenvolvimento da malha de amostragem em licenciamento.

Cabe ressaltar que, o deslocamento de furos de sondagem previamente demarcados na malha apresentada para este projeto poderá comprometer os resultados esperados pela pesquisa mineral. Ainda, devido ao contexto das atividades de sondagem deste projeto, não se aplica a elaboração de estudo de alternativas locais, tendo em vista a rigidez locacional de uma jazida mineral. Sendo assim, grandes relocações dos furos para sondagem torna o projeto inviável devido à localização do corpo mineral (depósito, capa e lapa).

Ressalta-se que, mesmo considerando a rigidez locacional do corpo de minério para projeção dos furos de sondagem do projeto em estudo, as avaliações ambientais das localizações das praças de sondagem e acessos foram realizadas.

4. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A pesquisa mineral é uma importante etapa a ser desenvolvida previamente à mineração, pois permite maior conhecimento do corpo de minério, sua forma de ocorrência, a espessura das camadas, suas principais características e as rochas encaixantes que vão gerar o material estéril.

A seguir, se encontram descritas as etapas de planejamento, implantação, operação e desativação do Projeto, cujas informações foram disponibilizadas pela Vale S.A.

4.1. TÍTULOS MINERÁRIOS RELACIONADOS AO EMPREENDIMENTO

O Projeto interferirá em três direitos minerários da Vale S.A. e em um de terceiro, quais sejam:

- ✓ Direito minerário nº 1.016/1963 – de titularidade da Vale em fase de Concessão de Lavra.
- ✓ Direito minerário nº 806.099/1975 – de titularidade da Vale em fase de Concessão de Lavra.
- ✓ Direito minerário nº 12.360/1967 – de titularidade da Vale em fase de Concessão de Lavra.
- ✓ Direito minerário nº 832.745/2002 – de titularidade de Ilam Akherman em fase de alvará prorrogado.

A Figura 17 mostra os processos de direito minerário (concessão de lavra) junto à ANM na região do Projeto.

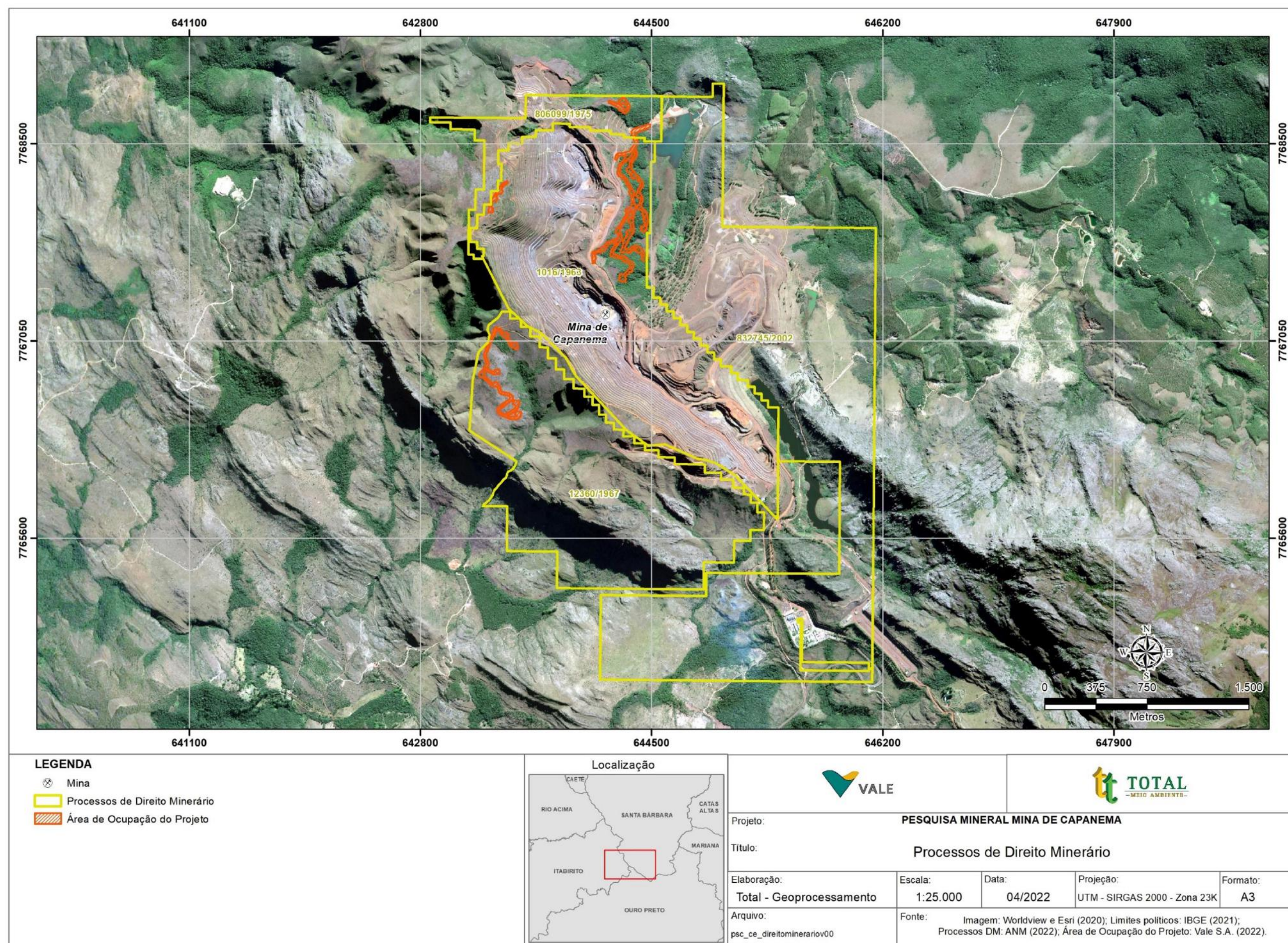


Figura 17. Situação da área do Projeto em relação aos processos de direito mineral (ANM).

4.2. ETAPA DE PLANEJAMENTO

Esta etapa, realizada previamente em escritório, foi iniciada pela avaliação dos dados geológicos disponíveis por uma equipe de especialistas. Como dados secundários, foram considerados mapeamentos geológicos, resultados de sondagens e amostragens realizadas no passado, informações geofísicas e imagens de sensores remotos. A partir do cruzamento desses dados e sua análise detalhada, definiu-se a necessidade das sondagens geológicas visando obter as informações básicas da geometria e da qualidade dos corpos de minério. Uma programação prévia das sondagens foi, então, desenvolvida a partir de mapas topográficos e de fotografias aéreas ou imagens de satélite, definindo-se a localização (posição geográfica) dos furos de sondagens a serem realizados.

A partir da localização dos furos, elaborou-se um projeto conceitual de acessos e praças, ajustado às condições topográficas e aos equipamentos a serem utilizados para a execução das sondagens (sonda, caminhões, veículos de apoio), obtendo-se então o arranjo das praças de sondagens e dos acessos às mesmas.

O projeto foi validado por uma equipe de topografia em campo, para verificar a viabilidade técnica da execução dos acessos e/ou das praças de sondagem. Essa validação foi realizada junto à equipe de meio ambiente, a qual identificou previamente em campo as áreas de importância ambiental, no sentido de avaliar ambientalmente a alternativa proposta de modo a evitar impactos ambientais desnecessários.

Ainda para a elaboração do plano de sondagem, após reconhecimento de campo foram preferencialmente utilizados os acessos existentes e, quando necessário, propostas apenas adequações/correções, reduzindo, desta forma, a terraplenagem necessária para a execução das sondagens.

Para este Projeto foram estabelecidos 30 furos de sondagem rotativa, com profundidade estimada de 150 a 400 metros por furo. Para chegar aos furos projetados, serão abertos acessos de no máximo 6 metros de largura, a partir de estradas já existentes. Cada praça de sondagem possuirá dimensões médias de 400 m² (0,04 ha). Considerando as 30 praças de sondagens mais a abertura dos acessos, será necessária a intervenção em uma área total de 11,94 ha.

A Tabela 16 mostra a localização (coordenadas UTM) e a denominação dos furos de sondagem do Projeto. Na sequência, a Figura 18 mostra o arranjo geral das praças de sondagens e dos acessos estabelecidos para o Projeto.

Tabela 16. Localização dos furos de sondagem (*Datum* SIRGAS2000)

ITEM	IDENTIFICAÇÃO DO FURO	X	Y
1	CAP-2017-FD029	644301,103	7767653,295
2	CAP-2017-FD031	644270,1022	7767801,294
3	CAP-2017-FD032	644140,0859	7767723,424
4	CAP-2017-FD033	644327,8081	7768011,616
5	CAP-2017-FD035	644355,0983	7768147,292
6	CAP-2017-FD037	644370,1284	7768272,354
7	CAP-2017-FD040	644287,0939	7768830,289
8	CAP-2017-FD075	643355,313	7768094,398
9	CAP-2019-FD061	644284,0105	7767518,187
10	CAP-2019-FD062	644400,101	7767726,294
11	CAP-2019-FD072	644345,4706	7767845,57
12	CAP-2019-FD073	644447,0046	7767984,647
13	CAP-2019-FD074	643520,4455	7766517,504
14	CAP-2019-FD079	644441,2091	7767874,762
15	CAP-2019-FD080	644347,1001	7767934,293
16	CAP-2019-FD081	643510,5388	7766595,368
17	CAP-2019-FD098	644336,0973	7768314,291
18	CAP-2019-FD099	643352,5711	7766736,306
19	CAP-2019-FD102	644319,8364	7768403,614
20	CAP-2019-FD103	643494,9316	7767019,272
21	CAP-2019-FD163	643316,6307	7768015,632
22	CAP-2020-FD053	644457,4839	7767940,261
23	CAP-2020-FD054	644453,68	7767665,37
24	CAP-2020-FD057	644405,4565	7768034,879
25	CAP-2020-FD058	644403,0518	7768130,714
26	CAP-2020-FD059	644250,34	7767866,207
27	CAP-2020-FD072	643363,6119	7766825,855
28	CAP-2020-FD075	643427,2491	7767093,598
29	CAP-2020-FD076	643259,9469	7766810,417
30	CAP-2020-FD095	643388,2813	7768148,071

Fonte: Vale S.A., (2021).

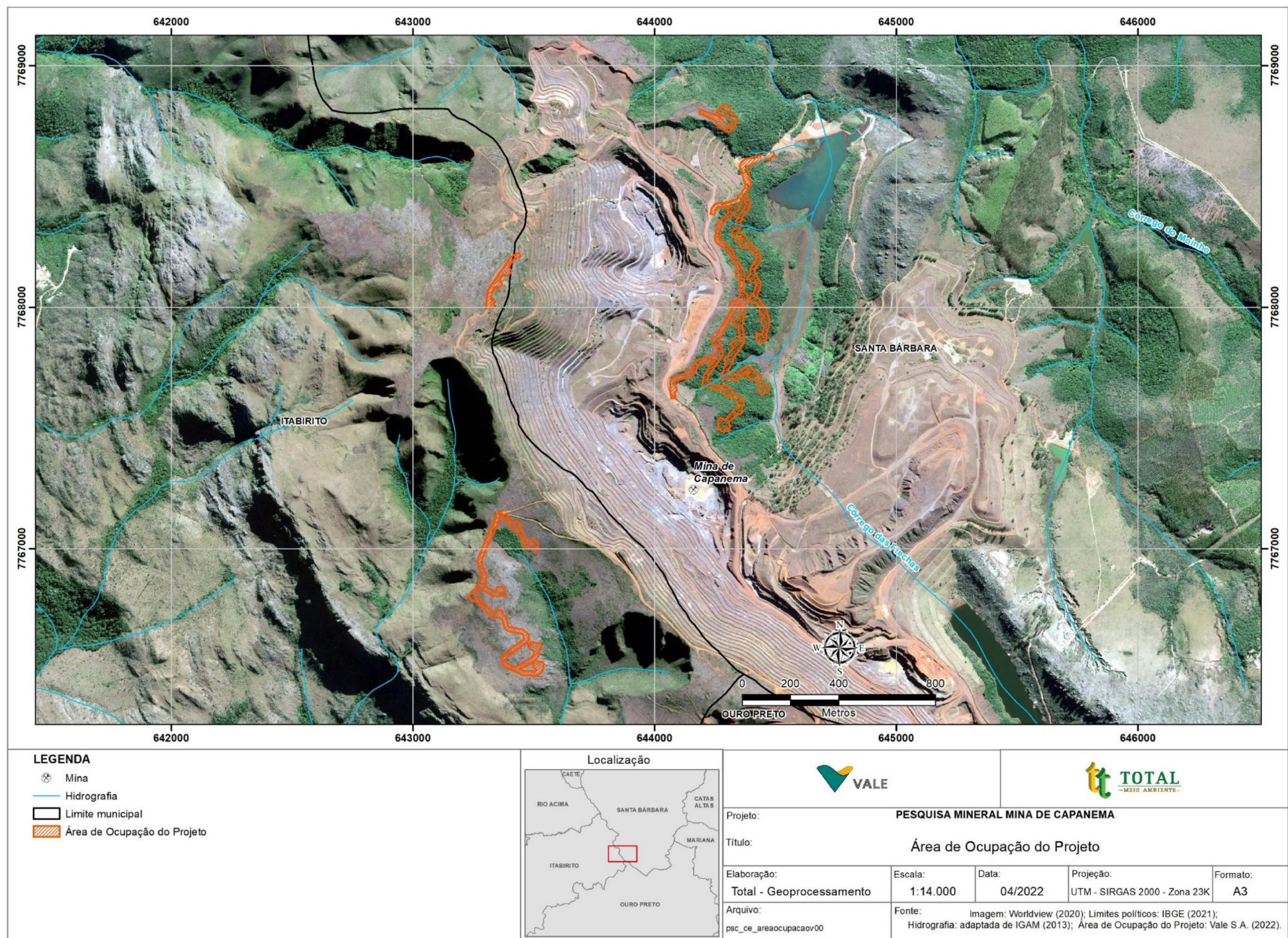


Figura 18. Arranjo Geral do Projeto.

4.3. ETAPA DE IMPLANTAÇÃO

As atividades de implantação do projeto de pesquisa mineral se resumem em:

- ✓ Supressão vegetal nas áreas previstas para implantação dos acessos e praças de sondagem geológica;
- ✓ Abertura dos acessos e das praças de sondagem por meio de trator de esteira modelo D6 ou D8 e/ou retroescavadeira;
- ✓ Terraplanagem para conformação dos terrenos, que consiste na remoção de material sem suporte, transporte e compactação de aterro;
- ✓ Implantação de Sistema de Drenagem Pluvial;
- ✓ Sinalização das estradas e áreas a serem interferidas.

A Área de Ocupação do Projeto totalizará 11,94 ha, dos quais correspondem à abertura de acessos e às praças de sondagem, como pode ser observado na Tabela 17.

Tabela 17. Área de Ocupação do Projeto.

INFRAESTRUTURAS	ÁREA (ha)
Praças e Acessos	11,94

Fonte: Vale S.A., (2021).

4.3.1. SUPRESSÃO DA VEGETAÇÃO

As atividades de supressão da vegetação e limpeza das áreas-alvo da sondagem geológica contemplarão o corte seletivo a remoção e a estocagem de madeira em forma de pilhas. Toda a madeira deverá ser empilhada por classe de diâmetro e por classe de fuste, em local situado no interior da área autorizada para supressão de vegetação. As pilhas serão uniformes e seguirão uma altura padrão de cerca de 2 m, com placa de identificação da origem da madeira. Essas atividades serão realizadas, basicamente, de forma mecânica com equipamentos adequados, podendo ser complementadas por emprego de serviços manuais (motosserras).

Após a formação de lotes de madeira com volumetria adequada ao transporte, o material lenhoso poderá ser transportado por meio de caminhões para locais a serem designados para este fim, de acordo com as operações do complexo da Mina de Capanema e sua destinação final será realizada conforme procedimentos atuais desta Mina.

4.3.2. TERRAPLANAGEM

Para início das atividades de sondagem geológica será necessária a construção de vias de acesso e/ou melhorias em alguns dos acessos já existentes na área destinada ao Projeto, que permitirão a entrada dos equipamentos e a abertura das praças de sondagem.

Será gerado material excedente proveniente das atividades de terraplanagem. Os acessos e praças serão desenvolvidos entre as curvas de nível e grande parte do material gerado será utilizado para nivelar a pista de rolamento. O material excedente será depositado em pilhas de estéril da Mina de Capanema, devidamente licenciadas. Essas disposições serão realizadas em acordo com as áreas de Meio Ambiente e Operações de Mina.

A Tabela 18 apresenta as características de corte e aterro.

Tabela 18. Características de corte e aterro.

Inclinação Média	17,0%	
Dimensões das Praças	20 m x 20 m	400 m ²
Volume total de Corte	108.267,25 m ³	
Volume total de Aterro	20.974,68m ³	
Excedente Fator de empolamento 25%	87.292,57 m ³	
Inclinação Máxima	17,0%	
Dimensões do acesso	6,0 m	
Talude de corte	Inclinação de 0,5H / 1,0v (200%) com banquetas a partir de 8,0m de altura	
Talude de aterro	Inclinação de 1,5H / 1,0V (66,6%) com banquetas a partir de 8,0m de altura	
Área total	11,94 Hectares	

Fonte: Vale S.A., (2021).

4.3.2.1.ACESSOS OPERACIONAIS

Os acessos que ligarão as praças de sondagem partirão de vias locais já existentes que foram projetados para tráfego de veículos necessários às atividades previstas. Terão largura de 6 metros, contando com a pista de rolamento para o trânsito de equipamentos, além dos cortes dos eixos finais do *offset*, de acordo com a topografia do local.

Esses acessos serão implantados seguindo as curvas de nível do terreno ou em planos menos inclinados, sempre buscando o percurso mais curto entre a via local existente e a praça de sondagem. O traçado dos acessos foi definido priorizando, sempre que possível, as áreas com menor incidência de vegetação nativa e a não intervenção em cursos d'água.

4.3.2.2.PRAÇAS DE SONDAAGEM

Os locais onde serão instaladas as sondas e realizadas as sondagens geológicas correspondem às praças de sondagem ou frentes de serviço. Essas praças têm como objetivo possibilitar a instalação e a movimentação do equipamento de sondagem (sonda), suas hastes, caixa d'água e sobressalentes, área de vivência para os empregados, Depósito Intermediário de Resíduos (DIR) e apresentarão dimensões de aproximadamente 400 m². Conforme já mencionado, para este Projeto serão realizadas 30 praças de sondagem.

4.3.3.IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL

Ao longo dos acessos e, especialmente nas praças de sondagem, será estabelecido sistema de drenagem pluvial para destinar corretamente o escoamento das águas de chuva. Os controles e dispositivos de contenções de sedimentos, serão implantados no ato da abertura dos acessos, por uma empresa especializada. Todos os controles de sedimentações serão definidos e instalados de forma que não causem impactos ambientais em cursos de água e nascentes.

4.3.4.SINALIZAÇÃO VERTICAL

Os acessos serão sinalizados com a utilização de pontaletes de cano de PVC, cuja finalidade será sinalizar as delimitações das bordas das estradas para maior segurança e visibilidade dos acessos conforme procedimentos de trânsito da Mina de Capanema.

As praças de sondagem serão sinalizadas com cerquites, para isolamento, e identificadas com banners contendo a área e os responsáveis pelas atividades, além do Relatório de Orientação de Campo com as diretrizes ambientais.

4.4. ETAPA DE OPERAÇÃO

4.4.1. MOBILIZAÇÃO DA SONDA

As sondas e demais estruturas em contêiner que irão auxiliar a execução das sondagens serão transportadas em caminhão Munck até as praças de sondagem, conforme a programação estabelecida (Figura 19).



Fonte: Vale S.A., (2021).

Figura 19. Exemplos de praças de sondagem em áreas da Vale no Complexo Minerador de Mariana.

4.4.2. EXECUÇÃO DAS SONDAgens

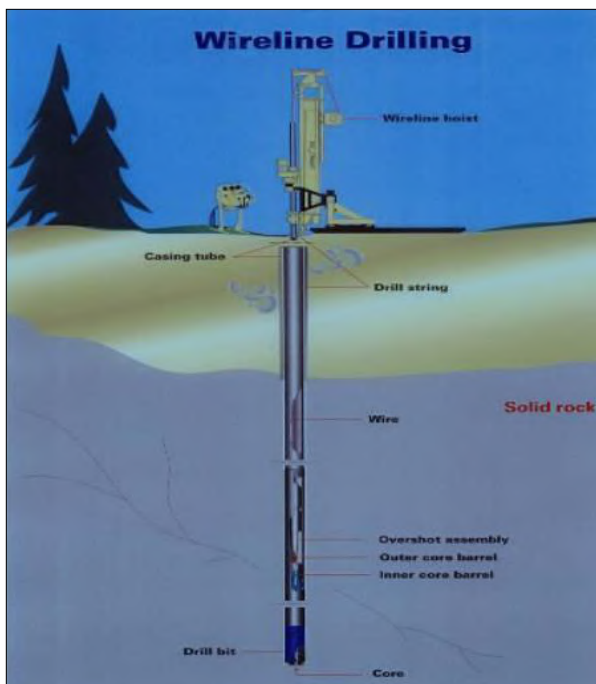
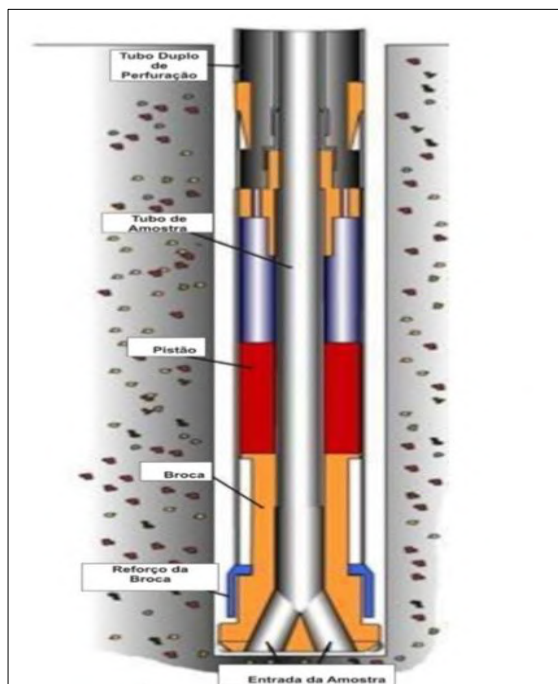
As atividades de sondagem para pesquisa mineral (geológica), como é o caso presente, constituem no processo de perfuração do solo/rocha por meio de equipamentos denominados sondas rotativas diamantadas que executam os furos de sondagem.

Este Projeto possivelmente será realizado com utilização de sonda hidráulica modelo SHPP-1500, equipamento que trabalha com coroas impregnadas com diamante utilizadas para “cortar” as rochas, sendo por isso utilizada a denominação técnica de sondagem diamantada para este tipo de sonda.

Os métodos utilizados na pesquisa mineral são definidos de acordo com as condições geológicas, do intervalo a ser sondado e com os objetivos da pesquisa mineral. Para áreas com menor densidade de informação, sem sondagem prévia ou com sondagem muito espaçada, o método mais utilizado é a sondagem rotativa, com recuperação de testemunho que, para a área proposta, será pelo sistema *Wire Line*.

Na sondagem rotativa testemunhada *Wire Line*, a coluna de perfuração (Figura 20) é composta por um conjunto de coroa de perfuração, barrilete e hastes de perfuração (Figura 21

Por meio deste sistema, após cada manobra de corte do testemunho, somente o tubo interno do barrilete é alçado à superfície, o que não acontece no método convencional, onde é necessária a retirada de todo o ferramental do furo para cada coleta de amostra.



Fonte: Vale S.A., (2021).

Figura 20. Sondagem rotativa testemunhada *Wire Line*.



Fonte: Vale S.A., (2021).

Figura 21. Foto ilustrativa de conjunto de hastes de perfuração.

O testemunho, que reflete fielmente as características físicas, químicas e geológicas das rochas atravessadas pela sondagem geológica, é cortado e alçado até a superfície para coleta e acondicionamento em caixas apropriadas e identificadas, como mostra a Figura 22.

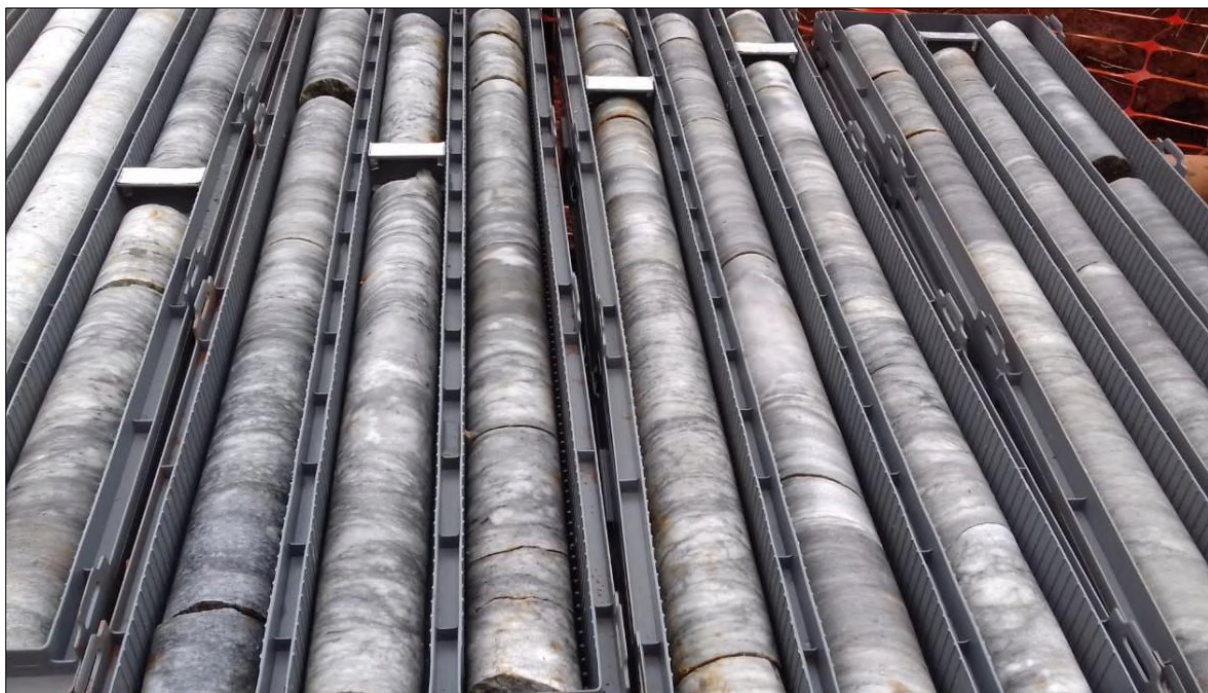


Figura 22. Foto ilustrativa de testemunhos de sondagem.

A perfuração é executada com coroa diamantada, na qual se utiliza um polímero biodegradável (bentonita, antex) para lubrificar e resfriar a lâmina da coroa, bem como manter a estabilidade da parede do furo. A perfuração é intermitente, devido às condições geológicas e ao tamanho do coletor de amostra denominado de barrilete (Figura 23).



Figura 23. Ilustração de um barrilete.

Em cada manobra coloca-se, junto ao término do testemunho, o registro da profundidade do furo, a extensão e a recuperação do intervalo. Quando necessário, após o término da execução do furo, são realizadas medições que possibilitem a verificação da trajetória do furo.

Para a realização dos furos, é entregue à equipe de execução das atividades de sondagem, mapas topográficos da área com a programação das sondagens, contendo as coordenadas, inclinação e direção dos furos a serem executados, conforme definição prévia das equipes de geologia.

4.5. ETAPA DE DESATIVAÇÃO

Após a finalização dos furos de sondagem serão realizadas as seguintes atividades:

- ✓ Retirada do equipamento de cada praça (sonda e acessórios);
- ✓ Conformação do terreno no limite de cada praça com a ajuda de equipamentos auxiliares;
- ✓ Recuperação das áreas das praças e acessos. Os acessos principais serão preservados e passarão por manutenções periódicas por meio de revegetação, reconformação e limpeza para evitar o desenvolvimento de processos erosivos e os acessos provisórios, de interligação das praças, serão fechados posteriormente.
- ✓ Finalizada as sondagens, incluindo a perfilagem dos furos e a remoção das caixas de testemunhos, todos os equipamentos, estruturas de apoio e sondas serão

retirados da área em caminhões apropriados. A área de cada praça terá sua superfície recomposta (reconformada topograficamente) e será realizado o fechamento do reservatório de fluido de sondagem, sendo mantido somente o marco de cada furo, que corresponde a um bloco de concreto contendo a identificação do nome do furo, as coordenadas e demais dados técnicos (Figura 24). Após a retirada dos equipamentos e conformação dos terrenos, incluindo as superfícies das praças e dos acessos, iniciam-se as ações de revegetação.



Figura 24. Marco de um furo de sonda.

4.6. INFRAESTRUTURA DE APOIO

A seguir, será descrita a infraestrutura necessária para a execução das sondagens, que se aplica às etapas de implantação, operação e desativação.

4.6.1. ENERGIA E INSTALAÇÃO ELÉTRICA

Nas sondas, a energia elétrica utilizada é gerada por motor próprio da sonda ou em torres de iluminação específicas, sendo suficiente para a iluminação da praça e dos containers de apoio. O motor permanece instalado em uma estrutura metálica com sistema de contenção para possíveis vazamentos de óleo.

A distribuição de energia é realizada por meio de cabos elétricos, que possuem isolamento e propriedades antichama, conforme normas brasileiras. Todo o sistema possui chave de emergência para desligamento geral em caso de acidentes envolvendo equipamentos e trabalhadores na praça de sondagem.

4.6.2.HOSPEDAGEM

Os trabalhadores deverão ficar hospedados em estabelecimentos ou pontos conveniados (pousadas, estalagem, hotel, alojamentos) na cidade de Ouro Preto ou em cidades mais próximas ao empreendimento (como por exemplo Itabirito, Mariana ou Catas Altas) conforme contrato da empresa terceirizada. Não serão implantados alojamentos no entorno das áreas de pesquisa mineral.

4.6.3.ABASTECIMENTO

Os automóveis e equipamentos farão abastecimento em postos externos a Vale, em distritos ou municípios próximos. Os equipamentos fixos (sonda) serão abastecidos por caminhão comboio (capacidade de 3.000 litros), que transportará combustível dos postos até as praças de sondagem.

Esses caminhões comboio serão homologados e seguirão todos os padrões normativos para transporte de combustíveis (Figura 25).



Figura 25. Foto ilustrativa do caminhão comboio.

4.7.CAPTAÇÃO DE ÁGUA

As captações de água serão feitas por meio de bomba centrífuga acoplada a caminhão pipa. A água captada terá como objetivo o abastecimento do processo de sondagem. Neste processo, a água seguirá até as sondas, transportada por caminhões pipa, que abastecerão uma caixa d'água intermediária de armazenamento, com capacidade de 10.000 litros. A partir da caixa, a água segue por gravidade, em tubos de PVC e/ou

mangueiras, até a praça de sondagem. A captação deverá ocorrer em três turnos durante 24 horas.

As captações de água para as atividades ocorrerão em locais outorgados dentro da Mina de Capanema (Figura 26 e Figura 27).



Figura 26. Ponto de Captação Poço (Coordenadas SIRGAS 2000, UTM: 644.173 / 7.767.119).



Figura 27. Ponto de captação Córrego das Flechas (Coordenadas SIRGAS 2000, UTM: 645968/ 7765522).

A outorga que estabelece as autorizações das captações em Capanema refere-se à portaria de Outorga de nº 1507378/2021 de 11/09/2021 com modo de uso para Captação De Água Subterrânea Por Meio De Poço Tubular Já Existente, e por meio da Certidão De Registro De Uso Insignificante De Recurso Hídrico de nº 226981/2020.

Ressalta-se que a água armazenada será reutilizada no processo de sondagem, com objetivo de diminuir a quantidade de água nova a ser captada dos apanhadores. A água será utilizada no resfriamento da coroa e dos demais equipamentos da sonda, evitando-se com isso que tais equipamentos possam fundir.

A Figura 28 mostra a localização dos pontos de captação de água superficial.

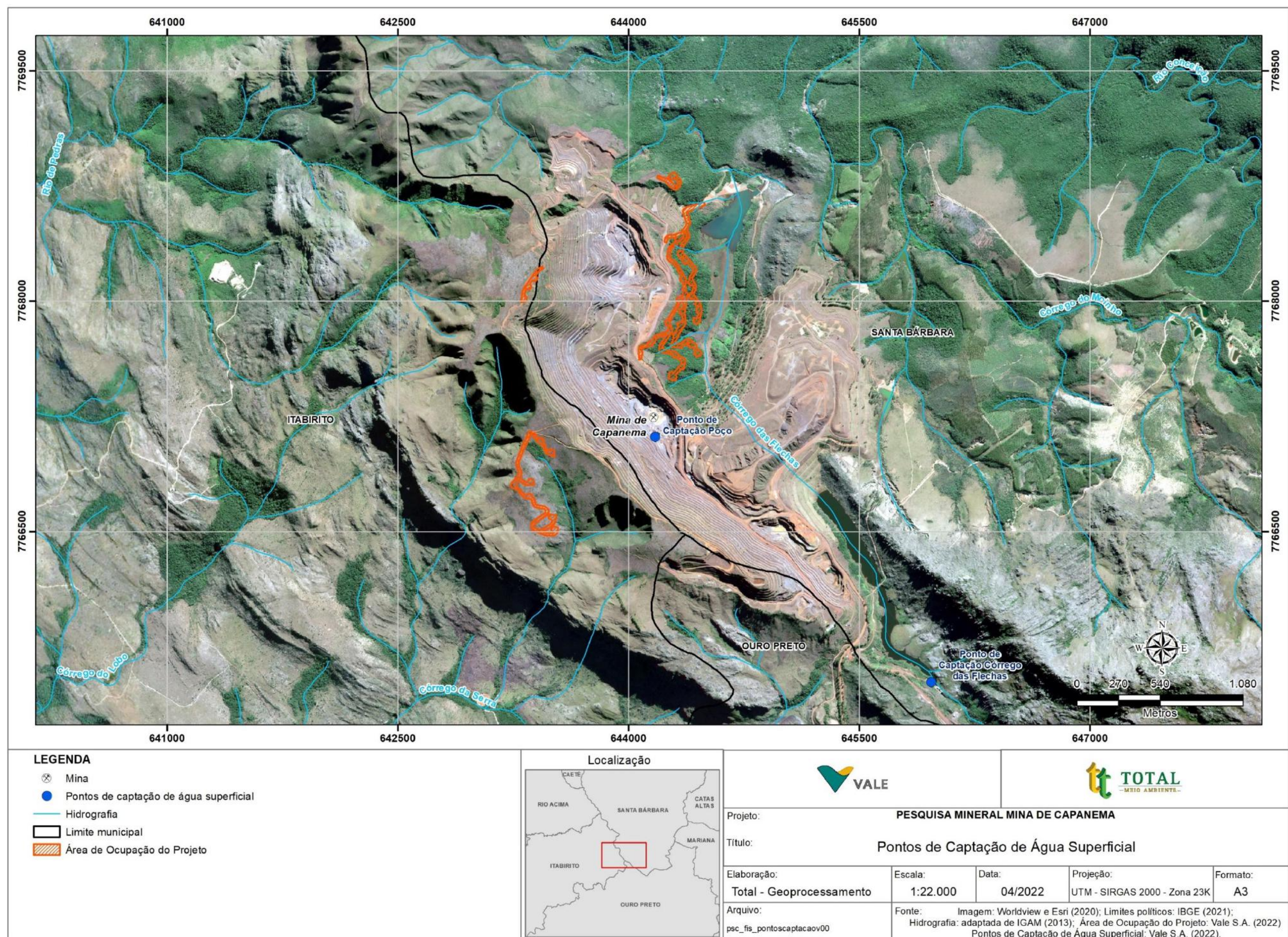


Figura 28. Localização dos pontos de captação de água superficial.

4.8. MÃO DE OBRA

A etapa de implantação do Projeto, que inclui a supressão de vegetação e terraplanagem para a abertura de acessos e praças de sondagem, contará com um total de 16 trabalhadores (Tabela 19) que atuarão também na etapa de desativação. Esta etapa ocorrerá de 7 h às 22 h.

Tabela 19. Mão de Obra - etapas de implantação e desativação.

EQUIPE	QUANTIDADE	FINALIDADE
Operador de máquinas	05	Abertura das praças e acessos
Mecânico	01	Manutenção
Encarregado	01	Supervisão
Mateiro	02	Picadas para demarcações topográficas
Motorista de frente de serviço	02	Deslocamento de empregados
Topografia	02	Demarcações de campo
Fiscalizador	01	Supressão e mobilização
Técnico de Segurança	01	Avaliação de Riscos e inspeções
Supervisor Vale	01	Acompanhamento em campo

Fonte: Vale S.A., (2021).

A etapa de operação do projeto, quando serão realizados os furos de sondagem, será realizada com um efetivo de 18 trabalhadores (Tabela 20). Esta etapa ocorrerá de 7 h às 22 h.

Tabela 20. Mão de Obra - etapa de operação.

MÃO DE OBRA	QUANTIDADE	FINALIDADE
Sondador	03	Sondagem
Auxiliar	03	Sondagem
Mecânico	01	Manutenção
Encarregado	01	Supervisão
Motorista de frente de serviço	02	Deslocamento
Topografia	02	Demarcações de campo
Fiscalizador	01	Sondagem
Perfil Geofísico	02	Perfilagem Geofísico
Técnico de Segurança	01	Avaliação de riscos e inspeções
Engenheiro de Segurança	01	Avaliação de riscos e inspeções
Supervisor Vale	01	Acompanhamento em campo

Fonte: Vale S.A., (2021).

A etapa de desativação e recuperação das áreas alteradas pelas praças de acessos contará com o mesmo efetivo da etapa de implantação.

Ressalta-se que toda mão-de-obra mobilizada será composta por trabalhadores de empresas contratadas que já atuam nesse tipo de atividade no Complexo Minerador de Mariana ou nas unidades da Vale, não sendo prevista a contratação de novos empregados.

A supervisão das atividades ficará a cargo da equipe da Vale, constituída por geólogos e técnicos em geologia/mineração, bem como os fiscalizadores da Gerência responsável pelas Pesquisas Minerais que farão o acompanhamento dos trabalhos realizados, bem como o cumprimento da política de Segurança, Saúde Ocupacional e Meio Ambiente da Vale.

4.8.1. LOGÍSTICA E ESTRUTURAS DE APOIO À MÃO DE OBRA

O transporte dos funcionários será realizado por meio de micro-ônibus e/ou caminhonetes adaptadas, devidamente equipadas para transporte de pessoas e serão conduzidas por profissionais habilitados e treinados. Tais veículos ficarão disponíveis na área para atender às demandas de trabalho e eventuais emergências.

No que se refere a estrutura de apoio, à medida que o Projeto for avançando, será montado um local em área interna às praças para descanso dos trabalhadores. A alimentação será disponibilizada no refeitório da Mina de Capanema e a água potável será ofertada em garrafas térmicas.

Quanto aos efluentes sanitários, serão utilizados banheiros químicos em todas as praças que também serão instalados a medida do avanço do Projeto, o descarte e limpeza periódica dos banheiros ocorrerão de acordo com procedimentos Vale. Para o descarte dos resíduos sólidos, serão utilizados coletores para coleta seletiva com posterior direcionamento para áreas destinadas ao recebimento desses materiais, essas áreas ficam localizadas no interior da Mina de Capanema denominados DIR – Depósito Intermediário de Resíduos. A partir do DIR os resíduos seguem o fluxo de destinação, respeitando as legislações vigentes.

4.8.2. INSUMOS E MATÉRIAS PRIMAS

O transporte de insumos e materiais de consumo da base de apoio para a área de operação de sondagem será realizado de acordo com a necessidade de cada praça, nos veículos de apoio. Estes materiais ficarão armazenados em container na área do Projeto e o transporte diário para as praças de sondagem será realizado de acordo com a necessidade, também nos veículos de apoio.

Entre esses materiais incluem-se: bentonita, polímeros (usados para aumentar a viscosidade da lama), óleo diesel para o abastecimento das sondas, brocas diamantadas, broca de vídea, haste, graxa, barrilete, lubrificantes para motor a diesel, bomba de lama, sonda. Estes insumos serão de responsabilidade da empresa contratada para execução dos serviços. Os insumos a serem utilizados, em média, para cada sonda são apresentados na Tabela 21.

Tabela 21. Insumos previstos para o Projeto.

INSUMOS	QUANTIDADE
Haste de sondagem	200 unidades
Barriletes	06 unidades
Brocas diamantadas	20 unidades
Tubos galvanizados de 3" para encanamento	2.500 unidades
Tubos de revestimento 115 mm	36 unidades
Polímeros de perfuração	Conforme demanda
Óleo lubrificante	500 L/mês
Óleo diesel	22.000 L/mês
Caixas de testemunho de plástico	800 unidades
Água Bruta	1800 m³/mês

Fonte: Vale S.A., (2021).

4.8.3. FLUXO DE VEÍCULOS E OPERACIONALIZAÇÃO DA ATIVIDADE

Para a supressão de vegetação serão necessários trator de esteira, caminhões e retroescavadeira. Além disso, poderá ser solicitado, em caso de necessidade, um caminhão Munck, que poderá ser requerido de alguma área operacional da Mina de Capanema para dar apoio ao projeto ou realizar alguma manutenção.

A equipe de topografia será deslocada por meio de caminhonete (veículo de apoio) para a execução da marcação dos acessos e furos. Essa equipe executará um trabalho que permanecerá durante todo o período da atividade.

O caminhão pipa circulará dos pontos de captações de água outorgados até os locais das praças de sondagem.

Ocorrerá circulação de micro-ônibus e/ou caminhonetes para o transporte dos trabalhadores durante os turnos de trabalhos do local de hospedagem, nas cidades do entorno, até as praças de serviços. Também ocorrerão eventuais circulações de caminhonetes para fiscalização. Estes veículos utilizarão as estradas principais que ligam as portarias das minas correlatas da Vale aos acessos desejados para o projeto.

Como apoio aos funcionários existirão dois contêineres internos às praças, um contendo infraestrutura para realização de refeições simples e descanso, apoio aos serviços e documentação e outro armazenando insumos de sondagem.

Terminada a sondagem, a sonda e estruturas serão desmobilizadas e levadas para a próxima praça, sem haver circulação dentro da cidade.

Na Tabela 22 são apresentados os veículos, equipamentos e estruturas utilizados para a execução da pesquisa mineral.

Tabela 22. Equipamentos previstos para o projeto.

EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE	FINALIDADE
Retroescavadeira	02	Abertura e manutenção de acessos e praças
Caminhão comboio	02	Abastecimento de equipamentos e sondas
Sonda hidráulica	03	Execução das sondagens
Veículos de apoio	06	Transporte de pessoal para apoio
Caminhão pipa	03	Fornecimento de água para a sondagem e aspersão áreas expostas
Caminhão munck	02	Transportar os equipamentos para as praças
Micro-ônibus	01	Transporte de pessoal
Trator de esteira modelo D6 ou D8	01	Supressão vegetal/abertura de praças e acessos/recuperação das áreas
Containers	06	Apoio as refeições da equipe e, documentação; armazenamento de insumos
Caixas de testemunho de sondagem de plástico	800	Caixas para disposição dos testemunhos retirados nas sondas
Caminhão de sucção de banheiro	01	Limpeza dos banheiros 02 vezes por semana

Fonte: Vale S.A., (2021).

4.8.4. CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E DESATIVAÇÃO

As etapas destes processos operacionais Capanema não ocorrerão de forma linear e sequencial, uma vez que a atividade é dinâmica nas áreas de pesquisa. Enquanto a equipe de topografia demarca praças e acessos conforme o projeto executivo, a equipe técnica de sondagem e operação determina quais acessos e furos serão executados primeiro.

Estabelecida a ordem dos furos, inicia-se o processo de supressão com base nos projetos dos acessos e praças, para, posteriormente, os equipamentos com a sonda e demais estruturas de apoio operacional serem instalados e assim iniciada a sondagem. Durante o processo de pesquisa mineral prevê-se a utilização de três sondas de forma concomitante.

Enquanto o furo em uma determinada praça é executado, a equipe de supressão segue abrindo novos acessos e praças pré-definidos, para que a sonda possa se estabelecer e dar continuidade à rede de pesquisa planejada.

Desmobilizada a sonda e direcionada para outra praça, a equipe de recuperação de áreas degradadas iniciará as ações pré-estabelecidas no Projeto de Recomposição de Áreas Degradadas ou Alteradas (PRADA), aplicadas para o reestabelecimento ambiental do local. Lembrando que ações referentes à recuperação de áreas degradadas serão realizadas logo após o início das atividades de supressão, no que tange às medidas de controle de processos erosivos e à implantação do sistema de drenagem pluvial nas praças e acessos abertos.

Assim, entende-se que as etapas definidas ocorrerão concomitantemente e de forma dinâmica, num período de 24 meses, sendo 18 meses efetivos de execução das sondagens, conforme apresentado na Tabela 23.

Tabela 23. Cronograma das etapas de implantação, operação e desativação do Projeto.

ATIVIDADE DE PESQUISA MINERAL	MESES PARA EXECUÇÃO DA PESQUISA MINERAL																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Mobilização de Equipe																								
Planejamento																								
Implantação																								
Operação																								
Desativação																								

Fonte: Vale S.A., (2021).

4.9. SISTEMAS DE CONTROLE AMBIENTAL

4.10. SISTEMAS DE DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS E CONTENÇÃO DE SEDIMENTOS

As características intrínsecas da atividade de sondagem exigem o estabelecimento de mecanismos que permitam um correto direcionamento das águas pluviais e a contenção de sedimentos porventura carregados, para que estes não alcancem as drenagens a jusante e comprometam a qualidade das águas do entorno.

Conforme apresentado, é prevista a abertura de 30 praças de sondagem, com área de 20 m x 20 m, e abertura de acessos, a partir de acessos existentes, de 6 m de largura para interligar as praças. Para permitir o transporte da sonda, utilizando caminhão Munck, será adotada uma inclinação média de 17% nos acessos. Assim, para abertura das praças e acessos, foi estimada uma movimentação de terra com um volume total de corte de cerca de 108.267,25 m³ e um volume total de aterro de cerca de 20.974,68 m³.

Com a finalidade de disciplinar o escoamento pluvial e evitar o carreamento de sólidos, serão adotados alguns mecanismos para direcionar o escoamento, lançar de forma correta e conter os sedimentos.

Ao longo dos acessos, serão estabelecidas leiras laterais de cerca de 0,3 m de altura, sendo avaliado em campo o local adequado para efetuar abertura de “bigodes” e saída do escoamento pluvial, como por exemplo, sobre capeamento de canga. Se o trecho não apresentar condições adequadas para lançamento da drenagem, será realizada a execução de pequeno *sump*, junto à saída, com soleira de dispersão a jusante, permitindo conter os sólidos e dispersar o escoamento sem a criação de focos erosivos.

As praças de sondagem serão conformadas com pequena inclinação para a porção central da praça para que a chuva incidente permaneça confinada na área da praça. Para as praças situadas em solo, nas áreas de corte, será aberta canaleta ao longo do pé do talude, direcionando o escoamento para pequeno *sump*, onde os sólidos serão contidos e a água infiltrará no subsolo. Para as praças localizadas sobre capeamento de canga, pela coesão da canga, não se faz necessária tal providência, sendo prevista somente uma leira ao longo de seus limites. Nos taludes de aterro, será executada leira ao longo do pé do talude, de cerca de 0,5 m para que, na eventualidade de ocorrência de carreamento de sólidos na face do talude, o material fique contido a montante da leira.

Na etapa de desativação, as áreas serão recompostas com reconformação topográfica dos terrenos e recomposição da cobertura vegetal.

4.11. CONTROLE DE EFLUENTES

Para execução das sondagens, utiliza-se a bentonita (polímero biodegradável) para lubrificar e resfriar a lâmina da coroa. Para realização do furo, é preparada uma calda de bentonita que irá recircular durante o uso na perfuração do furo. Apesar de compreender um material inerte, para utilização da bentonita, será aberta uma bacia no solo e disposta uma lona impermeável, sobre a qual será preparado o polímero.

Em casos de descartes de materiais excedentes, esses serão descartados em pilhas de estéril licenciadas.

Nas praças de sondagem serão utilizados banheiros químicos (Figura 29) que serão esgotados duas vezes por semana por empresa especializada em recolhimento de efluentes

sanitários que fará a sucção dos efluentes e a destinação adequada, além da limpeza e higienização dos banheiros. Importante salientar que cada praça de sondagem terá o seu próprio banheiro químico.



Figura 29. Modelo de banheiro químico.

4.12. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Na etapa de implantação, os restos vegetais, troncos, galhos e folhas originados das supressões necessárias à abertura das praças e acessos serão transportados para área utilizada para esse fim, situada em área da Vale, sendo a gestão dos resíduos conforme o Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Vale. Após a supressão da vegetação, o *top-soil* será raspado e armazenado em locais específicos para ser reutilizado nos processos de reabilitação, durante a etapa de desativação.

A movimentação de terra realizada para abertura das praças de sondagem e acessos prevê a compensação entre os volumes de corte e aterro. Contudo, haverá material excedente que será depositado em pilhas de estéril da Mina de Capanema, devidamente licenciadas.

Na etapa de operação, serão instalados coletores seletivos nas praças de sondagem, com posterior direcionamento para descarte em áreas próprias para essa finalidade, no interior da mina.

Todas as praças de sondagem possuirão coletores de resíduos para a coleta seletiva (Figura 30), sendo que a empresa que executará as sondagens deverá seguir todos os procedimentos ambientais necessários para a correta destinação dos mesmos. O material oleoso será devidamente acondicionando em tambores homologados e a bentonita, apesar de inerte, também será removida e destinada. Mensalmente, a empresa repassará à Vale documento atestando a correta destinação dos resíduos gerados.



Figura 30. Ilustração do modelo de coletores que são usados pelas empresas de sondagem.

4.13. CONTROLE DA EMISSÃO DE PARTICULADOS

Durante a etapa de implantação para realização da supressão da vegetação e movimentação de terra necessárias para a abertura das praças e acessos é prevista a utilização de 02 retroescavadeiras e 01 trator de esteira modelo D6 ou D8, contando com o apoio de 02 caminhões comboio.

Na etapa de operação, os equipamentos de sondagem serão transportados por 02 caminhões Munck e os trabalhadores serão transportados por 01 micro-ônibus e/ou caminhonetes. Foi previsto ainda a circulação de 06 veículos de apoio.

Esse tráfego de máquinas, veículos e caminhões em acessos não pavimentados poderá, especialmente nos períodos secos, ocasionar a emissão de material particulado.

Para controlar essas emissões, serão utilizados 03 caminhões-pipa que irão realizar a aspersão d'água ao longo dos acessos nas etapas de implantação, operação e desativação. Os caminhões pipa serão abastecidos nos pontos de captação da mina de Capanema.

A emissão de fumaça preta, proveniente dos gases de combustão de veículos movidos à diesel, será verificada por meio da escala de Ringelmann. Caso algum veículo apresente resultado acima do aceitável, deverá ser enviado à manutenção corretiva. Já a manutenção preventiva dos veículos e equipamentos será realizada de acordo com a rotina estabelecida pela Vale S.A. para a Mina de Capanema.

4.14. CONTROLE DE RUÍDOS

Na etapa de implantação, as atividades de supressão da vegetação e movimentação de terra serão executadas por máquinas, equipamentos e caminhões. Na etapa de operação, além do tráfego de caminhões e veículos, haverá a operação simultânea de três equipamentos de sondagem.

Será analisado na época junto à Equipe de Relações com Comunidades se irão surgir reclamações com a comunidade de forma que sejam revistos os processos, equipamentos e horários de trabalhos.

5. ÁREA DE ESTUDO (AE)

Para uma adequada avaliação ambiental, é necessário estabelecer inicialmente áreas de estudo, onde serão desenvolvidos os trabalhos para caracterização do diagnóstico ambiental de um determinado espaço territorial, com a finalidade de se identificar as alterações que poderão ocorrer sobre o meio natural e o meio antrópico desse espaço, em decorrência da implantação e operação de um determinado projeto.

As áreas de estudo são definidas a partir de reuniões realizadas com a participação de uma equipe técnica multidisciplinar responsável pelos temas de meio físico, biótico (flora e fauna) e socioeconômico da equipe técnica da Total Planejamento em Meio Ambiente Ltda, de maneira diferenciada e de acordo com as características do meio a ser estudado.

A definição dessas áreas é uma ferramenta-chave nos estudos ambientais, uma vez que, somente a partir de seu reconhecimento, é possível orientar as diferentes análises temáticas.

Para efeito do diagnóstico ambiental do Projeto, visando delimitar espacialmente a área do Projeto, durante as etapas de levantamentos de campo e desenvolvimento do diagnóstico, serão adotadas as seguintes denominações de áreas de estudo:

- ✓ Área de Ocupação do Projeto (AOP);
- ✓ Área de Estudo Local (AEL);
- ✓ Área de Estudo Regional (AER).

5.1. MEIO FÍSICO

➤ Área de Estudo Regional:

Considerou-se como Área de Estudo Regional a microbacia hidrográfica dos principais cursos d'água que drenam o Projeto. Ao norte e leste, considerou-se a bacia de drenagem do córrego das Flechas, até a confluência com curso d'água sem nome; ao sul, considerou-se a bacia de drenagem de curso d'água sem nome que deságua no córrego da Serra e; a oeste, considerou-se o divisor de águas entre a bacia de drenagem do córrego das Flechas e outros cursos d'água sem nome. Para definição do limite oeste, teve-se como premissa que as praças de sondagem e acessos possuem projetos de drenagem das águas superficiais, inclusive com utilização de bacias de contenção (Figura 31).

➤ Área de Estudo Local:

Para a Área de Estudo Local, considerou-se a microbacia hidrográfica dos cursos d'água que drenam diretamente o Projeto. Nos limites norte, oeste e leste, considerou-se porção da bacia de drenagem do córrego das Flechas, até o maciço do barramento já

existente e; ao sul, a bacia de drenagem de curso d'água sem nome até a confluência com curso d'água que, posteriormente, deságua no córrego da Serra. Para definição do limite oeste, teve-se como premissa que as praças de sondagem e acessos possuem projetos de drenagem das águas superficiais, inclusive com utilização de bacias de contenção (Figura 31).

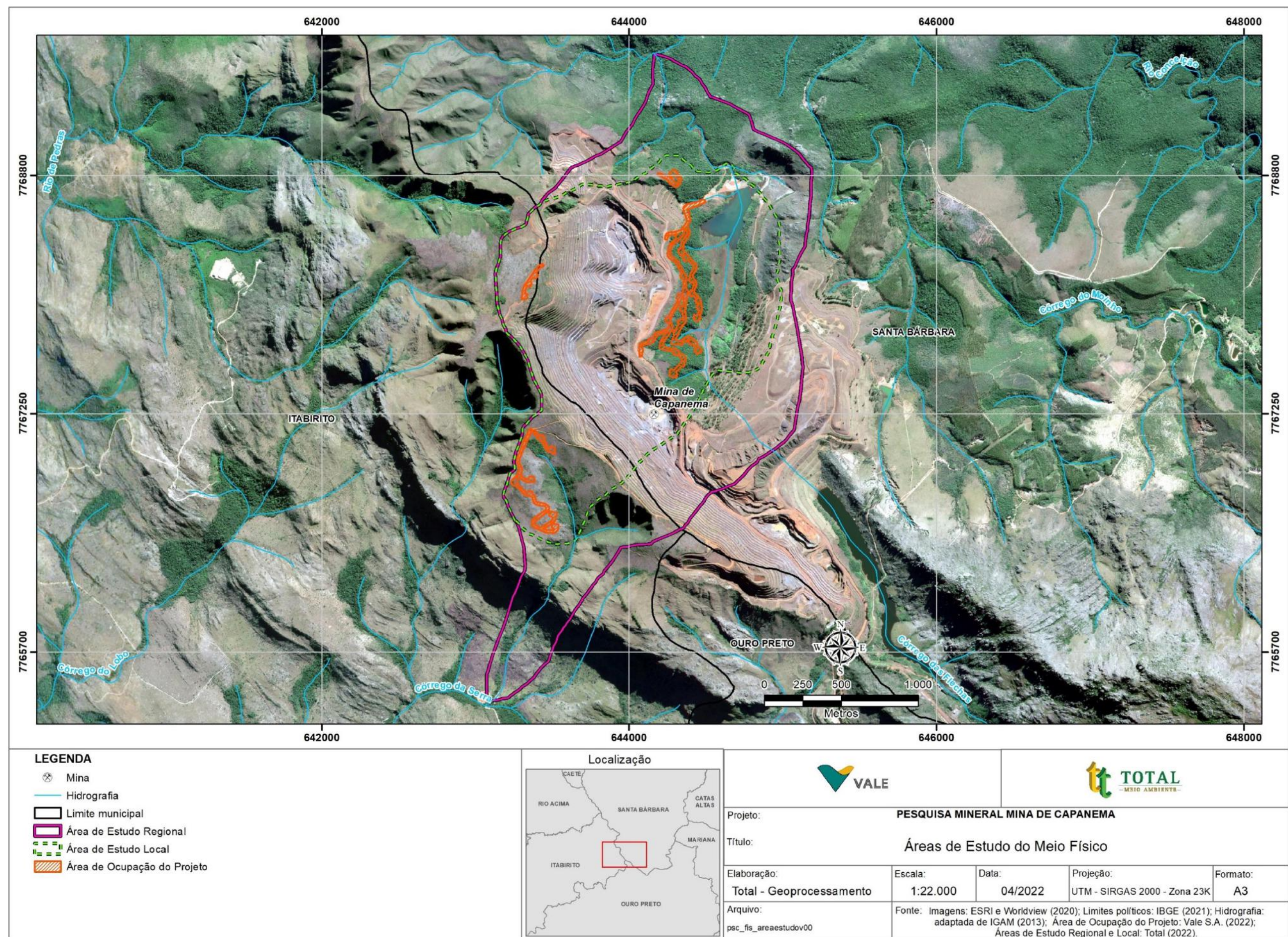


Figura 31. Áreas de Estudo do Meio Físico.

5.2. MEIO BIÓTICO

➤ **Área de Estudo Regional:**

Para a caracterização da Área de Estudo Regional do Meio Biótico, considerou-se o limite dos municípios de Itabirito, Ouro Preto e Santa Bárbara, assim como as unidades de conservação mais próximas, sendo elas, RPPN Santuário da Serra do Caraça, Floresta Estadual do Uaimii e o Parque Nacional da Serra do Gandarela (Figura 32).

➤ **Área de Estudo Local:**

Em relação a Área de Estudo Local do Meio Biótico, foram considerados os aspectos topográficos e/ou hidrográficos que drenam diretamente a área do Projeto. Nos limites norte, oeste e leste, considerou-se a porção da bacia de drenagem do córrego das Flechas, até o maciço de barramento já existente e; ao sul, a bacia de drenagem de curso d'água sem nome até a confluência com curso d'água que, posteriormente, deságua no córrego da Serra e; a sudoeste, a bacia de drenagem de curso d'água sem nome que deságua no córrego da Serra (Figura 33).

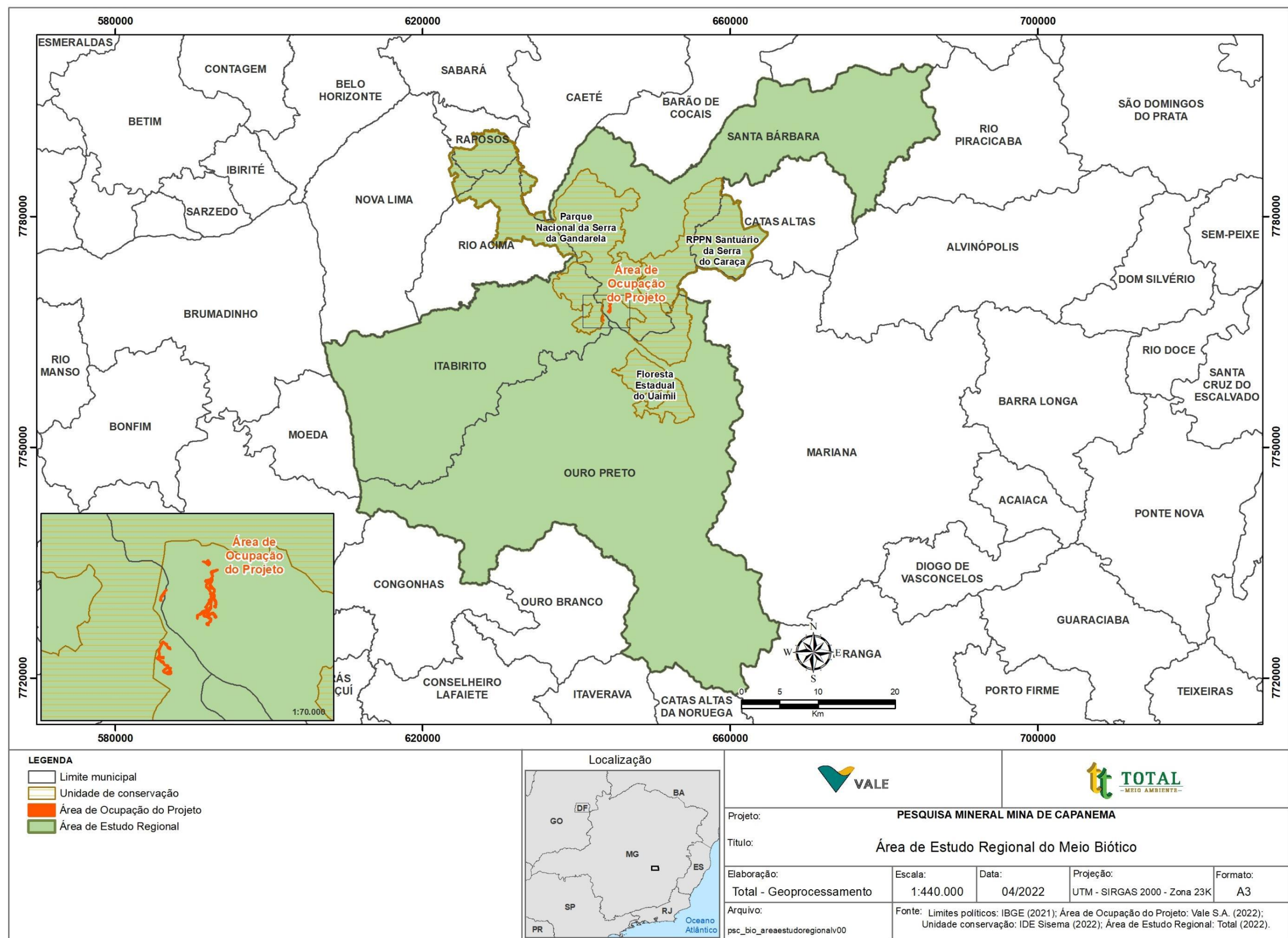


Figura 32. Área de Estudo Regional do Meio Biótico.

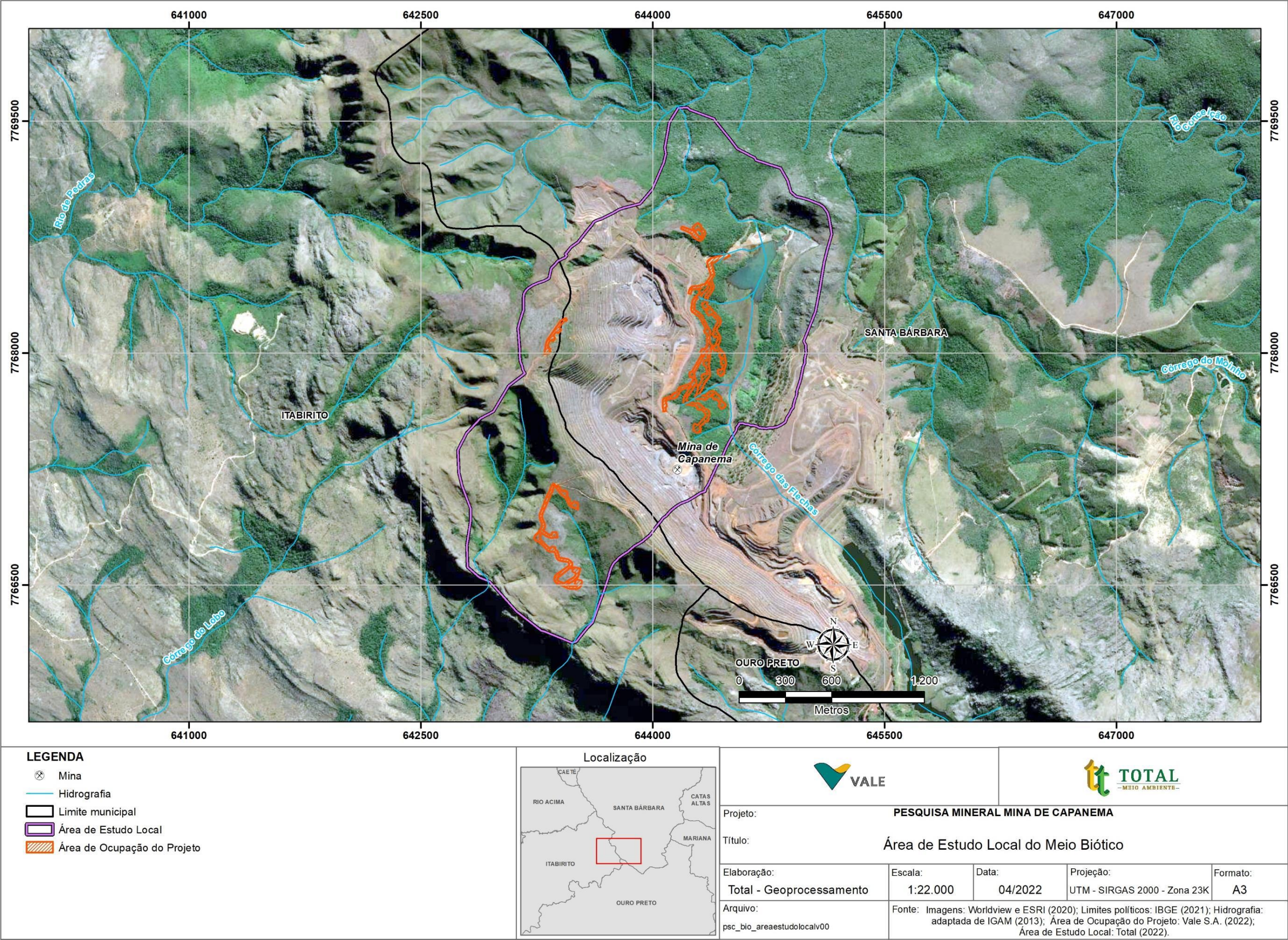


Figura 33. Área de Estudo Local do Meio Biótico.

5.3. MEIO SOCIOECONÔMICO

➤ **Área de Estudo Regional:**

A Área de Estudo Regional do meio Socioeconômico, contempla os municípios de Itabirito, Santa Bárbara e Ouro Preto, uma vez que o Projeto está inserido neles, logo serão sensíveis a alguns dos seus rebatimentos econômicos (Figura 34).

➤ **Área de Estudo Local:**

A Área de Estudo Local do meio Socioeconômico considerou as propriedades inseridas no entorno de 3 km, mais as comunidades de Cristais e de Curral de Pedras, em função da maior proximidade ao Projeto. Estes aspectos conferem a elas a condição de serem sensíveis às possíveis alterações decorrentes do Projeto de Sondagem (Figura 34).

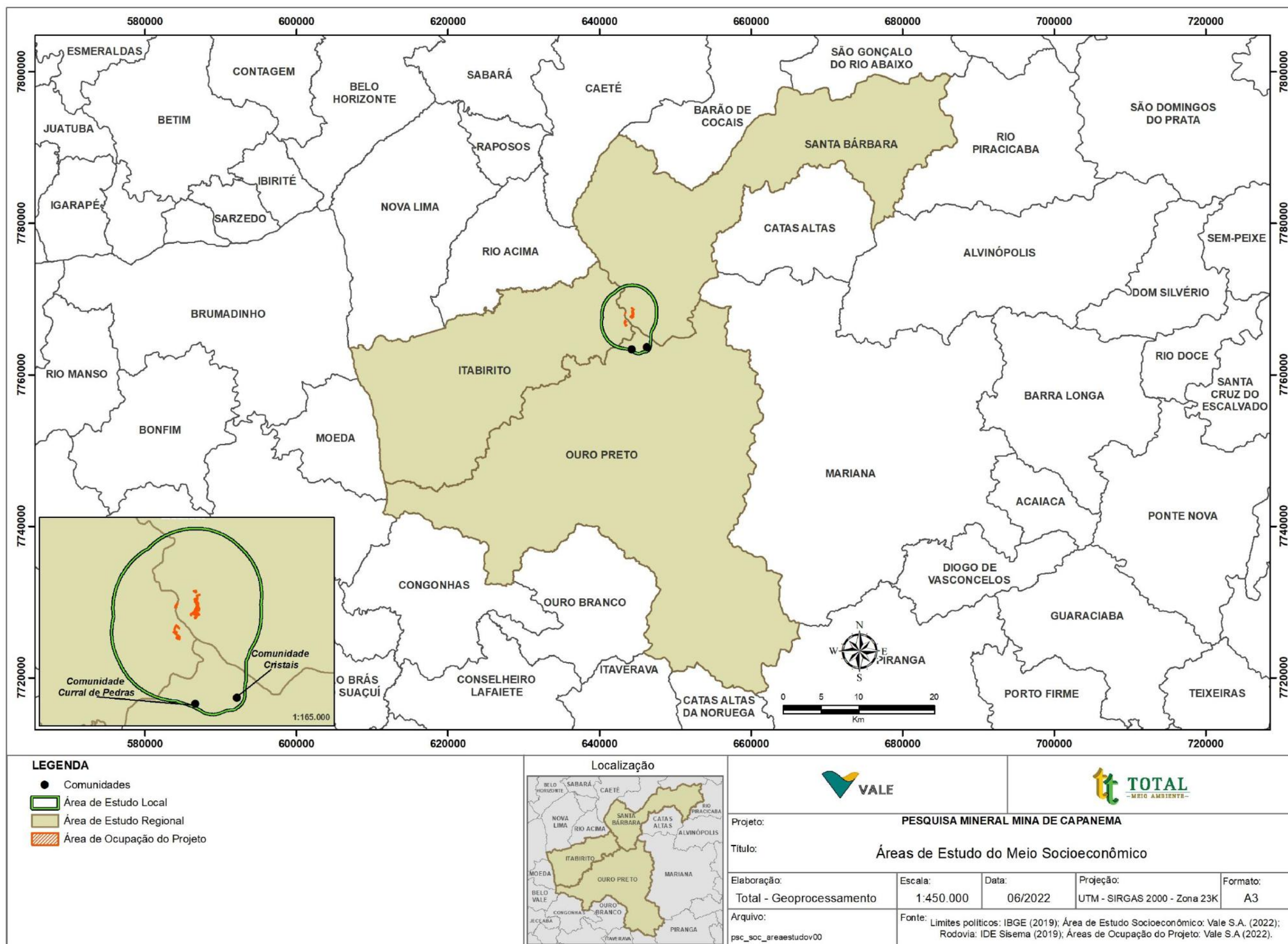


Figura 34. Áreas de Estudo do Meio Socioeconômico .

6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

6.1. MEIO FÍSICO

6.1.1. CLIMA E METEOROLOGIA

6.1.1.1. Procedimentos Metodológicos

O Projeto, situado nos municípios de Itabirito e Santa Bárbara, está sob o contexto de duas bacias hidrográficas, separadas pela serra Ouro Fino. A leste, tem-se a bacia hidrográfica do rio Doce (sub-bacia do rio Piracicaba) e, a oeste, ocorre a bacia hidrográfica do rio São Francisco (sub-bacia do rio das Velhas) (BRASIL, 1977).

Para a caracterização do clima da região foram analisados os parâmetros temperatura (mínima média, máxima média e média compensada), precipitação, umidade relativa do ar e tempo de insolação das Normais Climatológicas de Belo Horizonte e de João Monlevade, compreendidos na série histórica 1981 a 2010 e disponíveis no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

A escolha por essas estações justifica-se por estarem inseridas no contexto da sub-bacia do rio Piracicaba e da sub-bacia do rio das Velhas, além de serem as mais próximas da Área de Ocupação do Projeto com dados de normal climatológica divulgados.

A Tabela 24 apresenta os dados das estações analisadas, cujas localizações em relação ao Projeto podem ser observadas na Figura 35.

Tabela 24. Dados da estação meteorológica analisada.

NOME	CÓDIGO	MUNICÍPIO	BACIA E SUB-BACIA HIDROGRÁFICA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		RESPONSÁVEL E OPERADOR
				X	Y	
Belo Horizonte	83.587	Belo Horizonte/ MG	Rio São Francisco / Rio das Velhas	-19,93	-43,95	INMET
João Monlevade	83.591	João Monlevade/ MG	Rio Doce / Rio Piracicaba	-19,82	-43,14	INMET

Fonte: adaptado de dados brutos INMET, (2021).

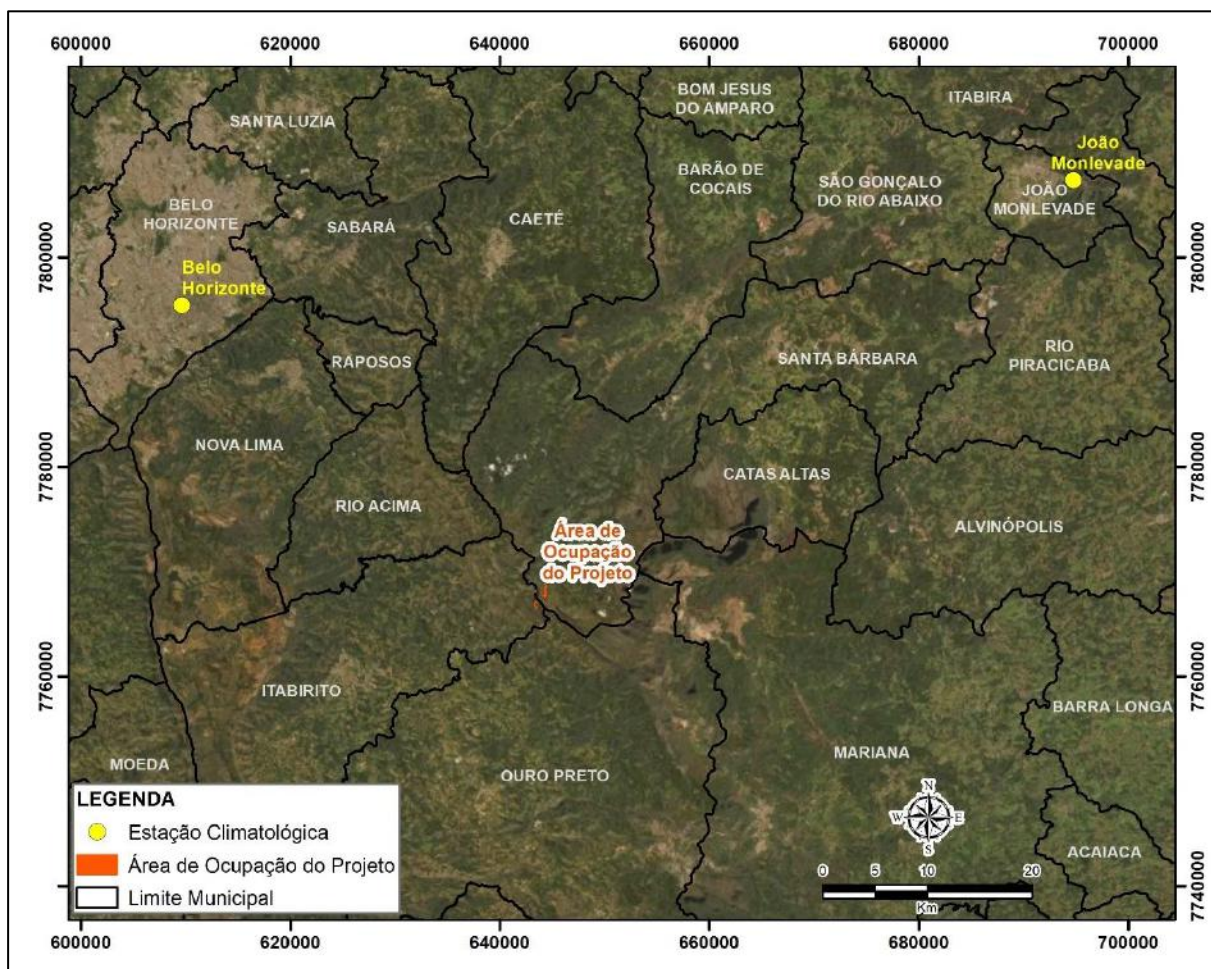


Figura 35. Localização das estações meteorológicas em relação ao Projeto.

6.1.1.2. Caracterização do Clima e Condições Meteorológicas

Segundo a Classificação Climática de Köppen-Geiger, a área em análise encontra-se predominantemente sob influência do tipo climático Cwb, Clima subtropical de altitude, marcado por invernos frios e secos e verões quentes e chuvosos (FOREST GIS, 2015).

A geografia peculiar da área – elevadas altitudes, distância do Oceano Atlântico – influencia o clima regional, favorecendo o desenvolvimento de circulação de ar em mesoescala (brisa de vale e montanha), induzindo a direção e velocidade dos ventos e condições de umidade a barlavento das áreas montanhosas, e de seca, a sotavento destas (REBOITA *et al.*, 2015).

O estado de Minas Gerais está sob influência de clima de monção, marcado por uma reversão sazonal na circulação atmosférica propiciada pelo aquecimento diferencial entre a massa continental e oceânica, com consequente alteração no padrão da precipitação (REBOITA *et al.*, 2015).

Nos verões austrais, os sistemas atmosféricos migram para o Sul, elevando as temperaturas do ar e das atividades das correntes convectivas nas proximidades do Trópico de Capricórnio, favorecendo os movimentos ascendentes do ar na atmosfera. Durante aquela estação, os ventos alísios vindos do nordeste ficam mais intensos, transportando muita umidade para a região Amazônica, que juntamente com a evapotranspiração da floresta equatorial, é carregada para as regiões sul e sudeste do Brasil pelo sistema de

ventos conhecidos como Jato de Baixos Níveis (JBN) a leste da Cordilheira dos Andes (REBOITA *et al.*, 2015).

Ainda segundo Reboita *et al.* (2015), a região sudeste brasileira recebe, durante o verão, a umidade vinda do setor oeste do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), que se desloca para leste trazendo umidade para o continente.

A associação da umidade do ar transportada por aqueles sistemas de circulação (JBN e ASAS) contribui para a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAT). Segundo Reboita *et al.* (2015), a ZCAS é caracterizada por uma área de nebulosidade que se estende da Amazônia, cruza o sudeste brasileiro, até alcançar o Oceano Atlântico, sendo também influenciada pela interação com frentes frias, que atuam com menor força no verão.

Todos esses sistemas de circulação de ar caracterizam a Monção Sul-Americana (MSA) nos estratos mais baixos da troposfera, camada atmosférica mais próxima à superfície terrestre. Na alta troposfera, a MSA é caracterizada pela Alta da Bolívia, um anticiclone com centro sobre esse país, e um cavado sobre o Oceano Atlântico tropical-subtropical próximo à costa do nordeste do Brasil (REBOITA *et al.*, 2015).

Com a aproximação do inverno, os sistemas atmosféricos migram para norte e as correntes de convecção se tornam enfraquecidas nas proximidades do Trópico de Capricórnio. O ASAS fica mais intenso e se expande para oeste, instalando sobre as regiões sul e sudeste do Brasil, parte do seu setor ocidental.

Essa nova configuração das correntes de circulação atmosférica cria um sistema de alta pressão, que dificulta os movimentos ascendentes do ar e a propagação dos sistemas frontais, deslocando para o sul os Jatos de Baixo Nível (JBN). Diante desse cenário, o céu mantém-se claro, sem muita nebulosidade e com consequente redução nos índices pluviométricos.

Segundo Reboita *et al.* (2015) as temperaturas do ar nas proximidades da superfície do estado de Minas Gerais são influenciadas pelas estações do ano e pela altitude: o verão é quente, com temperaturas elevadas e o inverno é ameno a frio, em especial a porção sul do estado que pode receber de sete a oito frentes frias a cada ano. Em cotas mais altas, as temperaturas são menores, enquanto nas regiões mais rebaixadas, ocorre o inverso.

O uso do solo é outro fator que altera as condições climáticas locais. Segundo Reboita *et al.* (2015), áreas florestadas tendem a usar a energia recebida do Sol na evapotranspiração, enquanto áreas de solo descoberto e urbanizadas a utilizam para se aquecer, impactando diretamente a variação diurna da temperatura do ar.

6.1.1.3. Parâmetros Climáticos

Para a caracterização do clima da região foram analisados os parâmetros temperatura (mínima média, máxima média e média compensada), precipitação, umidade relativa do ar e tempo de insolação das Normais Climatológicas de Belo Horizonte e de João Monlevade, compreendidos na série histórica 1981 a 2010 e disponíveis no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), cujos dados são apresentados na Tabela 25, a seguir, ilustrados graficamente na Figura 36.

Tabela 25. Parâmetros climatológicos das Normais Climatológicas de Belo Horizonte e João Monlevade (série histórica 1981-2010).

MÊS	NORMAL CLIMATOLÓGICA DE BELO HORIZONTE (1981-2010)						NORMAL CLIMATOLÓGICA DE JOÃO MONLEVADE					
	TEMPERATURA			PRECIPITAÇÃO ACUMULADA (MM)	UMIDADE RELATIVA DO AR (%)	INSOLAÇÃO TOTAL (HORAS)	TEMPERATURA			PRECIPITAÇÃO ACUMULADA (MM)	UMIDADE RELATIVA DO AR (%)	INSOLAÇÃO TOTAL (HORAS)
	MÍNIMA	MÁXIMA	MÉDIA COMPENSADA				MÍNIMA	MÁXIMA	MÉDIA COMPENSADA			
Janeiro	19,80	28,40	23,40	329,1	73,0	176,0	19,10	28,50	23,10	232,8	78,9	166,6
Fevereiro	19,90	29,00	23,80	181,4	70,0	190,8	19,20	29,30	23,40	125,9	76,0	169,8
Março	19,70	28,50	23,40	198,0	71,4	194,9	18,80	28,20	22,60	193,1	79,5	164,6
Abril	18,60	27,70	22,50	74,7	69,2	210,7	17,40	26,90	21,30	68,5	78,8	177,4
Maiο	16,40	25,80	20,50	28,1	67,4	221,2	15,30	25,20	19,40	29,2	78,6	177,3
Junho	15,00	24,80	19,30	9,7	66,2	229,9	13,80	24,00	17,90	14,1	77,2	187,0
Julho	14,70	24,70	19,10	7,9	62,4	240,5	13,40	24,10	17,70	6,3	73,8	197,6
Agosto	15,70	26,10	20,30	14,8	57,8	241,5	14,00	24,90	18,40	13,7	72,1	197,2
Setembro	17,10	27,40	21,60	55,5	60,4	202,5	15,50	25,90	19,70	43,0	73,0	141,4
Outubro	18,50	28,10	22,60	104,7	64,1	196,5	17,00	27,10	21,10	97,8	74,9	140,3
Novembro	18,90	27,70	22,70	239,8	70,5	166,9	17,90	27,00	21,70	250,2	78,9	129,5
Dezembro	19,40	27,80	22,90	358,9	74,0	153,3	18,50	27,20	22,10	326,7	81,5	118,4
Média (*)Total acumulado	17,80	27,20	21,80	1.602,6(*)	67,2	2.424,7(*)	16,70	26,50	20,70	1.401,3(*)	76,9	1.967,1

Fonte: Dados brutos INMET, (2021).

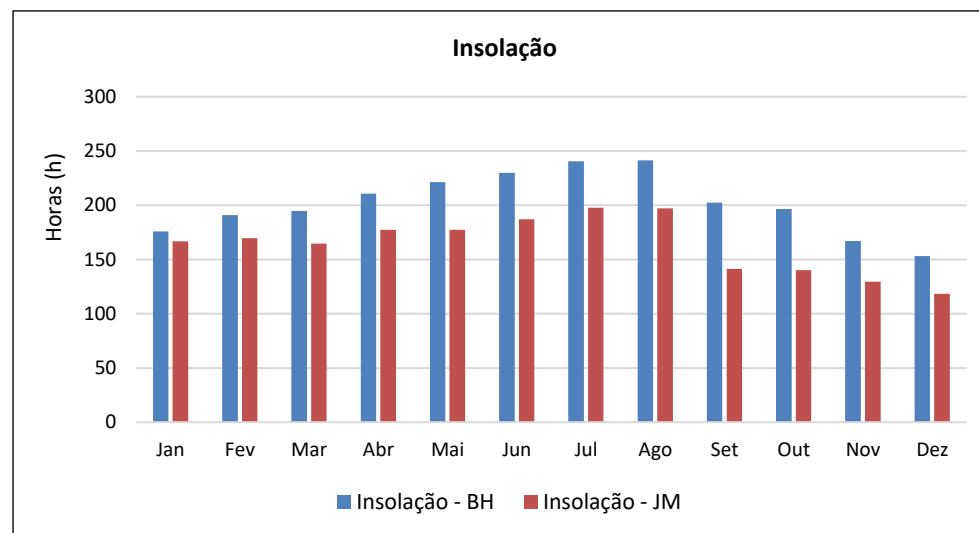
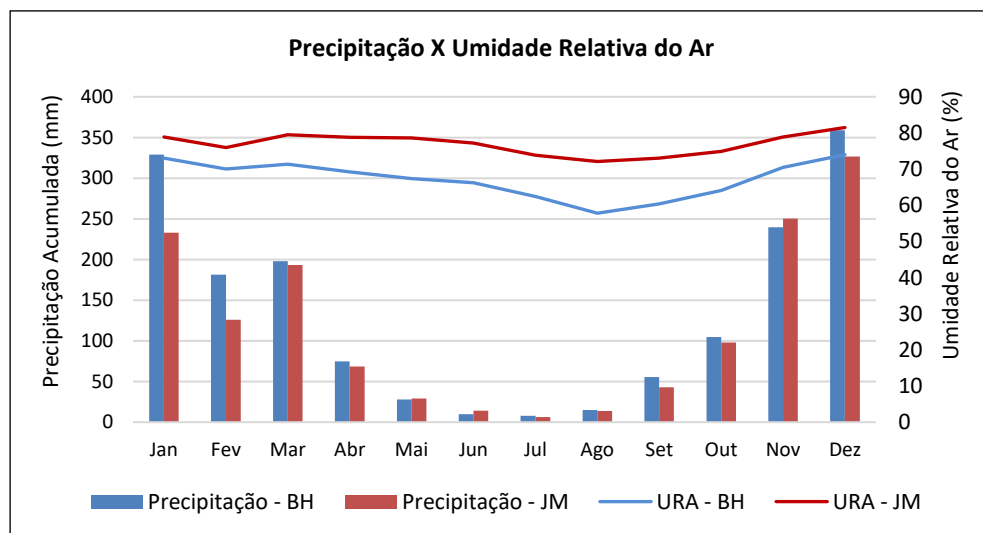
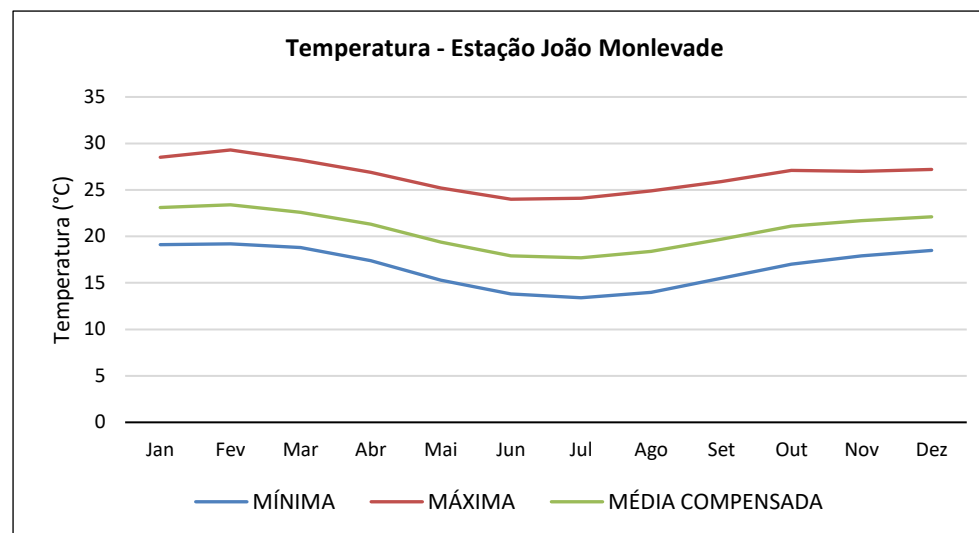
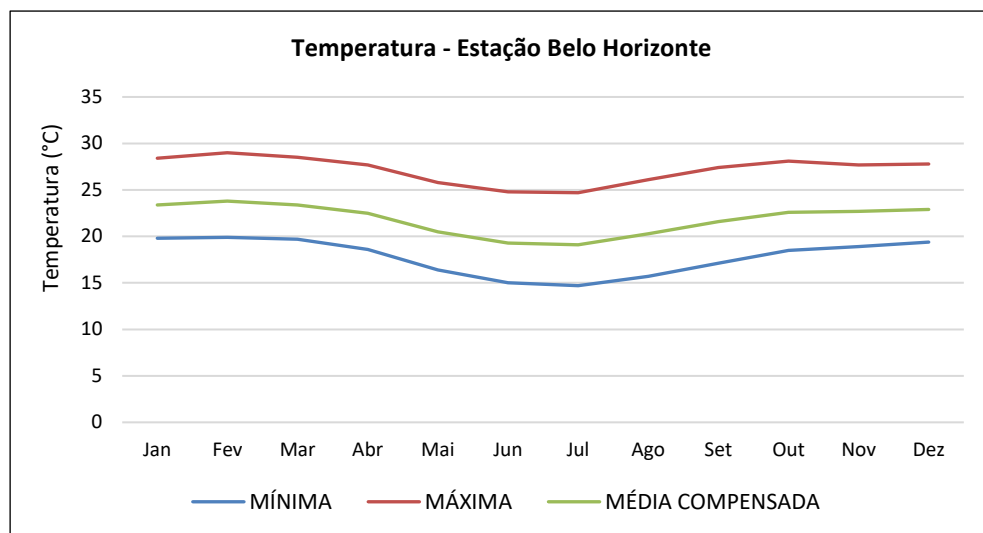


Figura 36. Variações dos parâmetros climáticos das Normais Climatológicas de Belo Horizonte e João Monlevade.

Ambas as estações climatológicas apontam para regimes climáticos semelhantes, com duas estações bem definidas: um período seco e outro chuvoso.

O início do período chuvoso representa o réveillon hidrológico e, para a região em pauta, o mês de outubro marca esse evento. As chuvas se prolongam até fim de março do ano seguinte, para em abril iniciar o período seco, que se estende até setembro, e então reiniciar o ciclo em outubro.

É importante ressaltar que, ao considerar o calendário anual tradicional (de janeiro a dezembro) para a análise do clima e da alternância das chuvas e secas, são apresentados dois períodos chuvosos distintos, entre janeiro e março (fim do período chuvoso iniciado no ano anterior) e, entre novembro e dezembro (início do período chuvoso).

As temperaturas aferidas para Belo Horizonte são ligeiramente mais elevadas quando comparadas às temperaturas obtidas da Normal Climatológica de João Monlevade, ficando a temperatura média 1 °C mais elevada em quase todo o ano.

Os índices pluviométricos de Belo Horizonte (1.602,6 mm) também são superiores aos aferidos em João Monlevade (1.401,3 mm), ao passo que a Umidade Relativa do Ar é mais elevada durante todo o ano em João Monlevade (76,9% de URA média, sendo que em Belo Horizonte, a URA média é de 67,2%). Dezembro é o mês mais chuvoso, com valores acima de 320 mm em ambas as estações.

Os períodos de sol foram maiores em Belo Horizonte, que contabiliza aproximadamente 2.424,7 horas de sol ao longo do ano. Em João Monlevade foram verificadas 1.967,1 horas/ano.

6.1.2. QUALIDADE DO AR

Este monitoramento teve como objetivo avaliar e acompanhar a qualidade do ar e suas relações com o Projeto, de forma a possibilitar o controle das emissões atmosféricas, em especial das emissões de material particulado.

6.1.2.1. Metodologia

Para a avaliação da qualidade do ar foram utilizados os resultados dos parâmetros indicadores da qualidade do ar (PTS, MP₁₀, MP_{2,5} e MP₁) de duas estações, no período de setembro de 2021 a janeiro de 2022, monitorados pela Vale S.A.

Atualmente, o instrumento legal que envolve o tema qualidade do ar é a Resolução CONAMA Nº 491/2018, que revogou e substituiu a Resolução CONAMA Nº 03/1990. Os limites de referência são definidos como concentrações de poluentes que, se ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população.

Os resultados obtidos nos monitoramentos foram comparados aos limites fixados pela Resolução CONAMA Nº 491, de 19 de novembro de 2018, a fim de verificar a eficiência dos sistemas de controle e dos procedimentos operacionais em execução na Mina de Capanema. Além disso, a análise desses dados permitirá verificar, posteriormente, se o Projeto apresentará alguma influência sobre os pontos monitorados.

Com relação ao equipamento utilizado para o monitoramento, as estações operam com o que há de mais moderno em tecnologia de monitoramento automático para qualidade do ar. As estações foram adquiridas especialmente para atendimento ao Projeto Capanema via empresa norte-americana TSI Incorporated localizada em Minnesota (EUA). O monitor utilizado é do tipo DustTrak modelo 8543. O Monitor Ambiental DustTrak é um sistema de

monitoramento de ar construído para abrigar os fotômetros DustTrak modelo 8543. Os recursos de detecção precoce do DustTrak permitem uma resposta rápida às preocupações com a exposição. O monitor ambiental DustTrak é um equipamento em tempo real para a coleta de dados com base no Método de Referência Federal (FRM) dos EUA que pode ser implantado remotamente.

6.1.2.2. Estações de Monitoramento de Qualidade do Ar

Os pontos de monitoramento de qualidade do ar estão nas localidades denominadas Fazenda Barão e Vila Cristal, conforme pode ser observado na Figura 37. Além disso, na Tabela 26 podem ser visualizados os detalhes das estações de monitoramento de qualidade do ar.

Tabela 26. Detalhes das Estações de Monitoramento de Qualidade do Ar.

ESTAÇÕES	DESCRIÇÃO	COORDENADAS SIRGAS 2000 – ZONA 23K	
		UTM m E	UTM m S
P01	Estação Fazenda Barão	647.644	7.767.889
P02	Estação Vila Cristal	646.370	7.763.786

Fonte: Vale S.A., (2022).

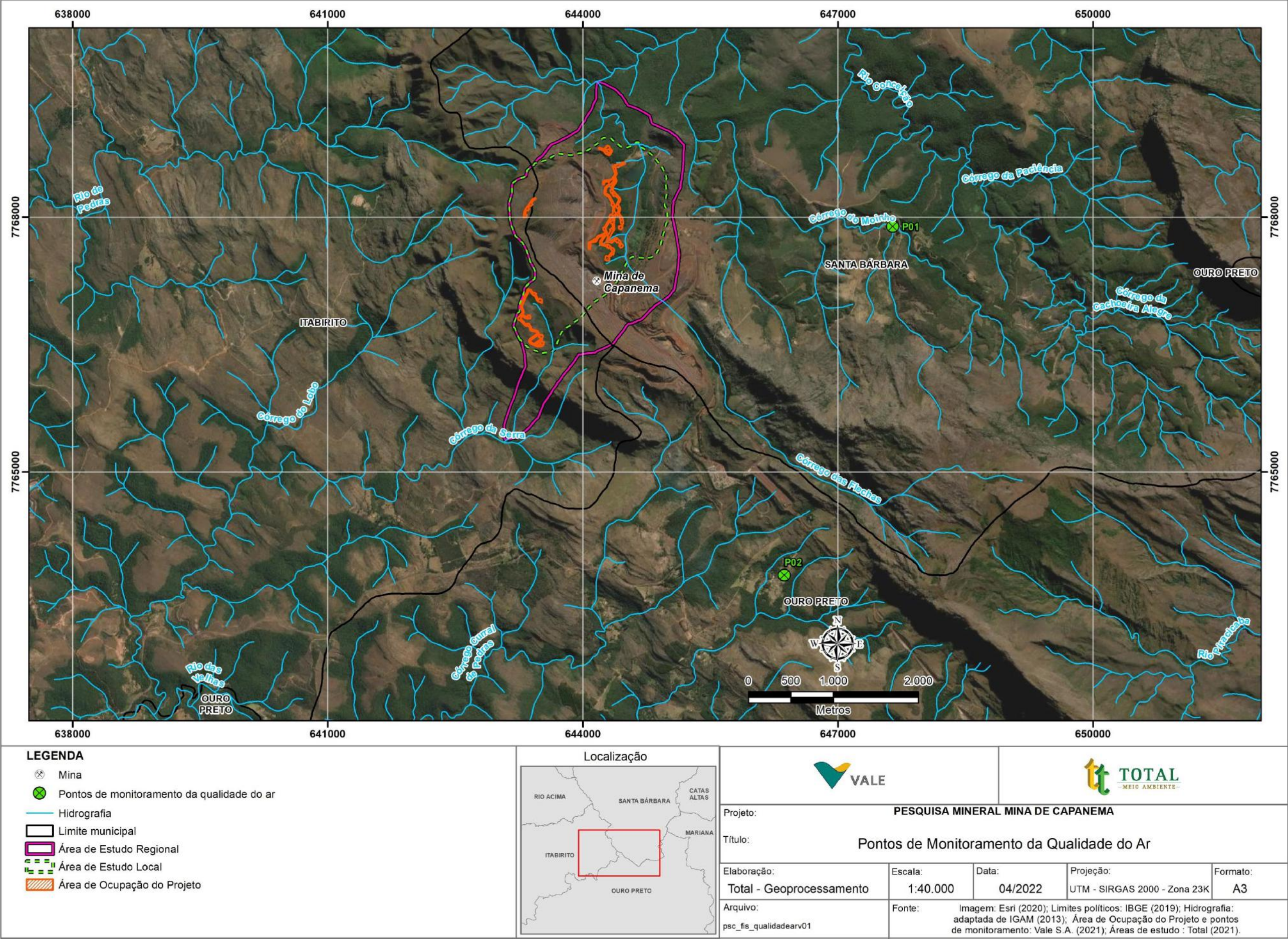


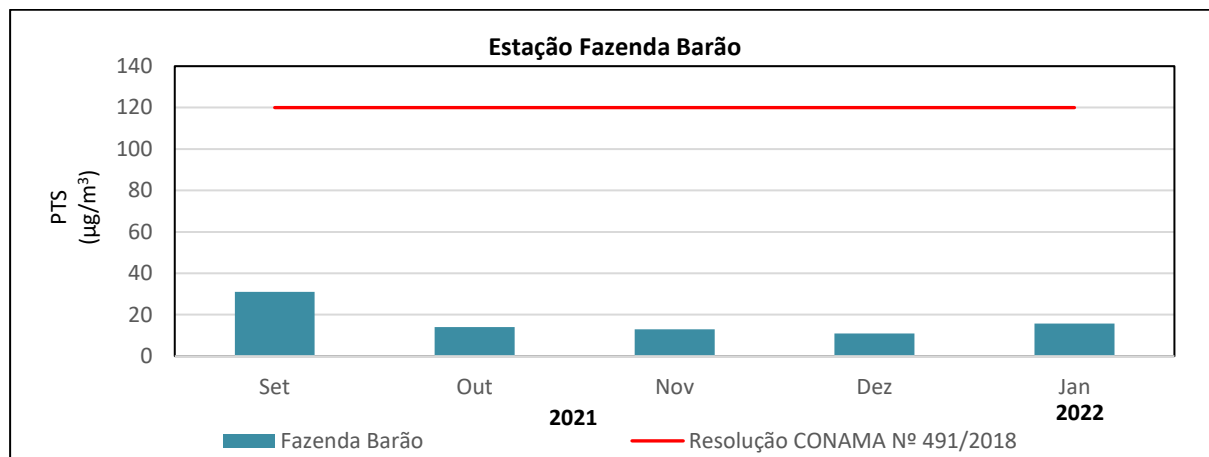
Figura 37. Pontos de monitoramento da qualidade do ar.

6.1.2.3. Partículas Totais em Suspensão (PTS)

Para cada estação de monitoramento de qualidade do ar, foi avaliada a concentração de Partículas Totais em Suspensão (PTS). A seguir, são apresentados os resultados do parâmetro PTS nos pontos amostrados.

✓ Estação Fazenda Barão

As concentrações de PTS registradas na estação Fazenda Barão variaram entre 11,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 31,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, não sendo registrada ocorrência acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA Nº 491/2018 (240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), conforme pode ser observado na Figura 38.

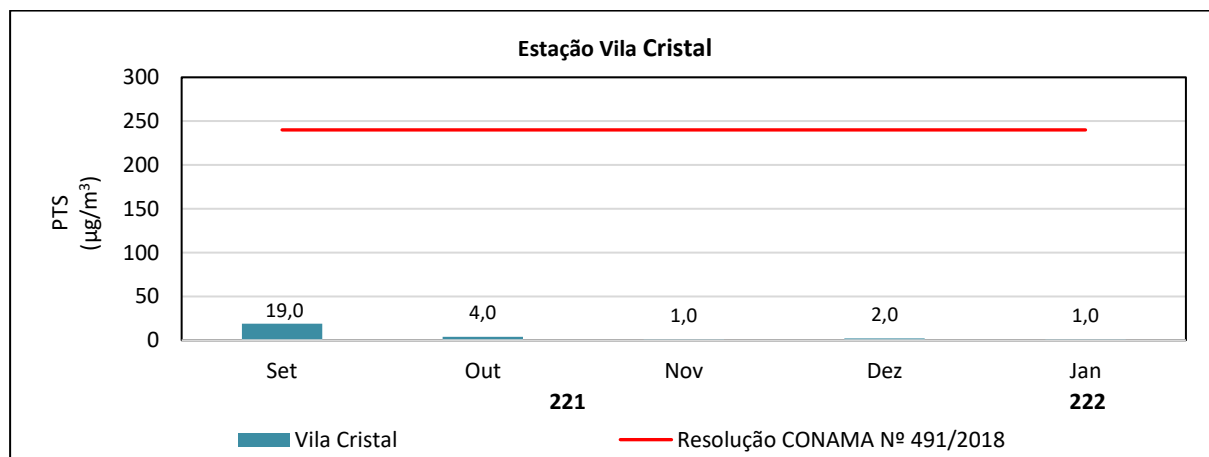


Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 38. Monitoramento de PTS na Estação Fazenda Barão.

✓ Estação Vila Cristal

Para a estação Vila Cristal, os dados monitorados de PTS também se encontram dentro dos limites apresentados na Resolução CONAMA Nº 491/2018, que variaram entre 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 19,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Figura 39).



Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 39. Monitoramento de PTS na Estação Vila Cristal.

6.1.2.3.1. Síntese dos Resultados

A partir da análise dos resultados da concentração de Partículas PTS, no período compreendido entre setembro de 2021 e janeiro de 2022, é possível afirmar que os resultados obtidos nas estações analisadas se encontram dentro dos parâmetros ambientais exigidos pela Resolução CONAMA Nº 491/2018. No entanto, é importante avaliar não somente os valores apresentados no monitoramento, mas também a percepção e conforto das comunidades próximas em relação à qualidade do ar associada ao empreendimento. Mesmo com resultados dentro dos padrões legais, caso existam reclamações frequentes das comunidades próximas, sugere-se que sejam avaliadas novas tratativas no controle da qualidade do ar.

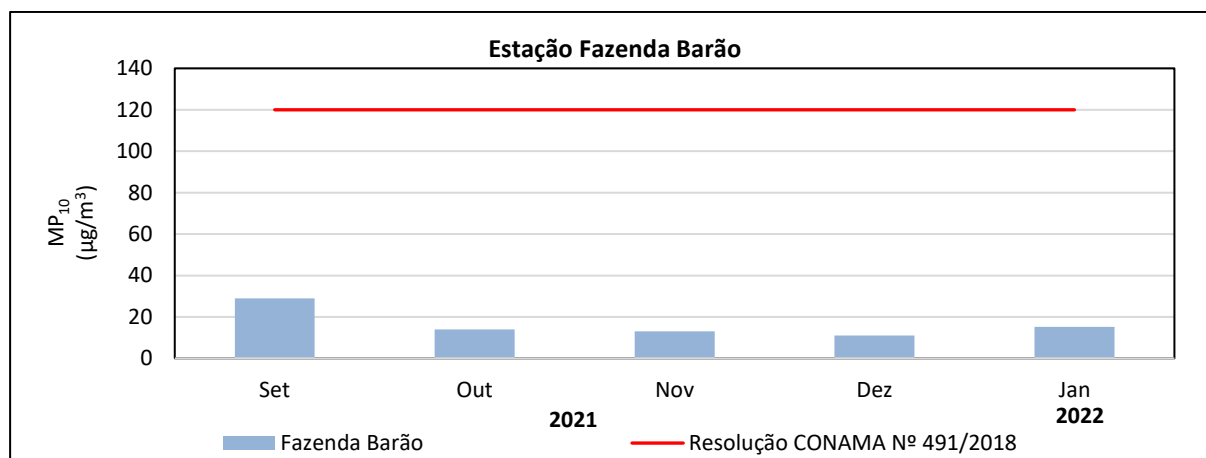
6.1.2.4. Partículas MP₁₀

Para o monitoramento de qualidade do ar também foram realizadas medições das Partículas MP₁₀, que são materiais sólidos ou líquidos que ficam suspensos no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 10 micrômetros.

Para cada estação de monitoramento de qualidade do ar, foi avaliada a concentração de Partículas MP₁₀, apresentada a seguir.

✓ Estação Fazenda Barão

As concentrações de Partículas PM₁₀ obtidas na estação Fazenda Barão variaram entre 11,0 µg/m³ e 29,0 µg/m³, sendo que não foram registradas ocorrências acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA Nº 491/2018 (120 µg/m³), conforme pode ser observado na Figura 40.

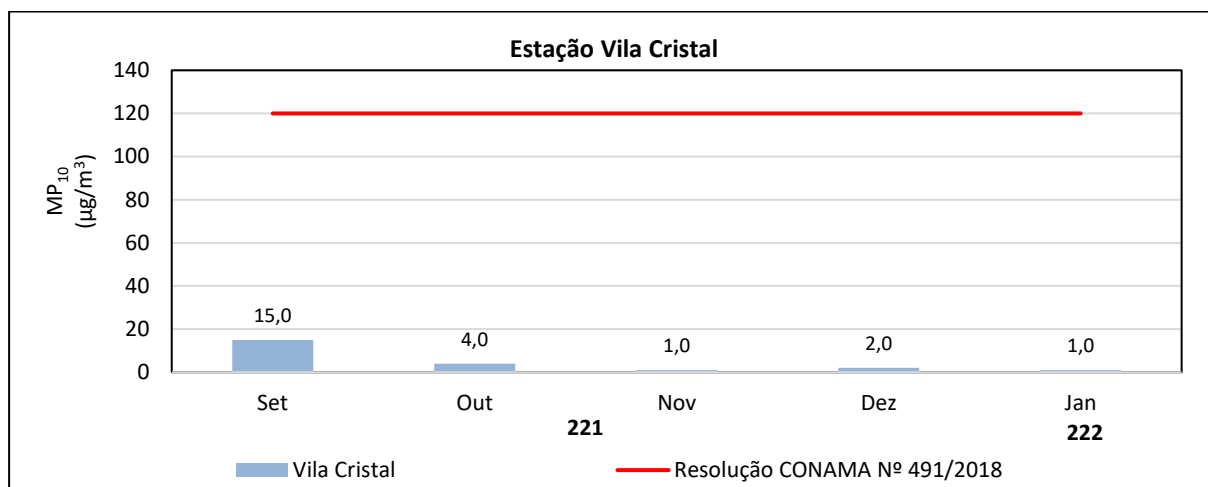


Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 40. Monitoramento de MP₁₀ na Estação Fazenda Barão.

✓ Estação Vila Cristal

As concentrações de Partículas MP_{10} registradas na estação Vila Cristal (Figura 41) variaram entre $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $15,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e não ultrapassaram o limite estabelecido pela Resolução CONAMA Nº 491/2018.



Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 41. Monitoramento de MP_{10} na Estação Vila Cristal.

6.1.2.4.1. Síntese dos Resultados

Os resultados obtidos nas medições de Partículas PM_{10} , durante o período compreendido entre setembro de 2021 e janeiro de 2022, apresentaram-se dentro dos parâmetros ambientais exigidos pela legislação pertinente em ambas as estações de monitoramento. No entanto, é importante avaliar não somente os valores apresentados no monitoramento, mas também a percepção e conforto das comunidades próximas em relação à qualidade do ar associada ao empreendimento. Mesmo com resultados dentro dos padrões legais, caso existam reclamações frequentes das comunidades próximas, sugere-se que sejam avaliadas novas tratativas no controle da qualidade do ar.

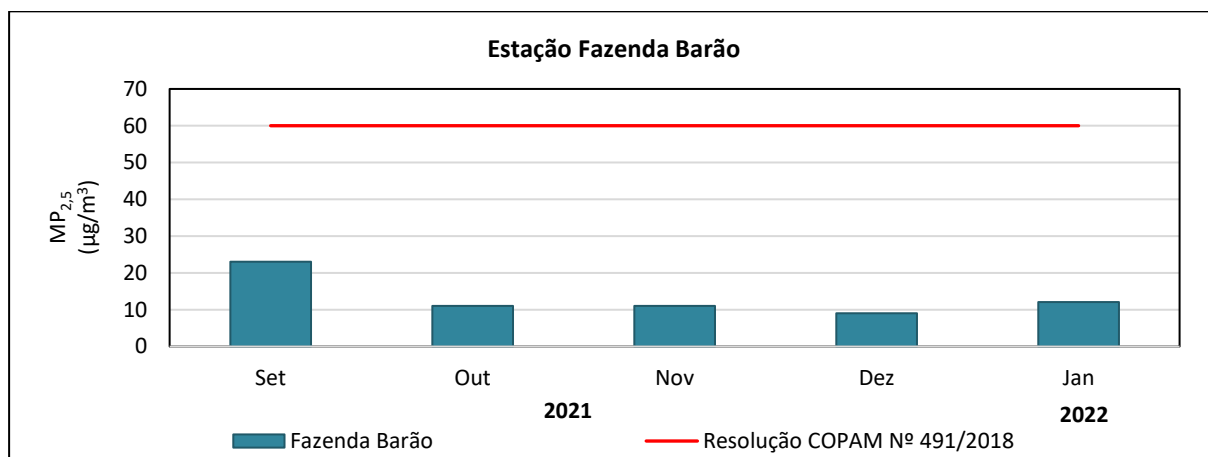
6.1.2.5. Partículas $MP_{2,5}$

Foram realizadas medições de Partículas $MP_{2,5}$, que são partículas de materiais sólidos ou líquidos suspensos no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 2,5 micrômetros.

Para cada estação de monitoramento de qualidade do ar, foi avaliada a concentração de Partículas $MP_{2,5}$, apresentada a seguir.

✓ Estação Fazenda Barão

A Figura 42 apresenta as medições das Partículas $MP_{2,5}$ para a estação Fazenda Barão. Os resultados obtidos de Partículas $PM_{2,5}$ variaram entre $9,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $23,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, não sendo registrada ocorrência acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA Nº 491/2018 ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

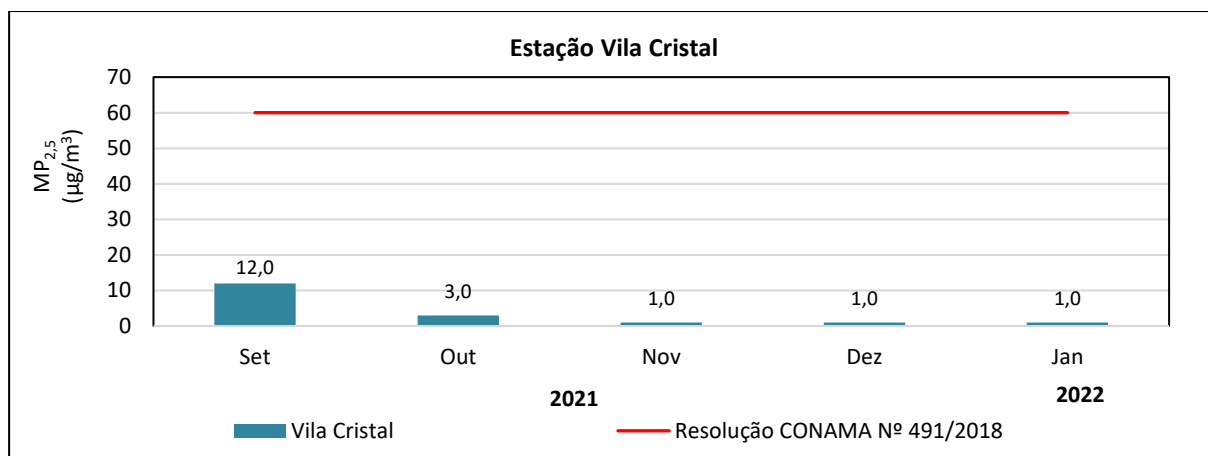


Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 42. Monitoramento de Partículas MP_{2,5} na Estação Fazenda Barão.

✓ Estação Vila Cristal

As medições das Partículas MP_{2,5} para a estação Vila Cristal variaram entre 1,0 µg/m³ e 12,0 µg/m³. Conforme apresentado na Figura 43, não foi registrada ocorrência acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA Nº 491/2018.



Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 43. Monitoramento de Partículas MP_{2,5} na Estação Vila Cristal.

6.1.2.5.1. Síntese dos Resultados

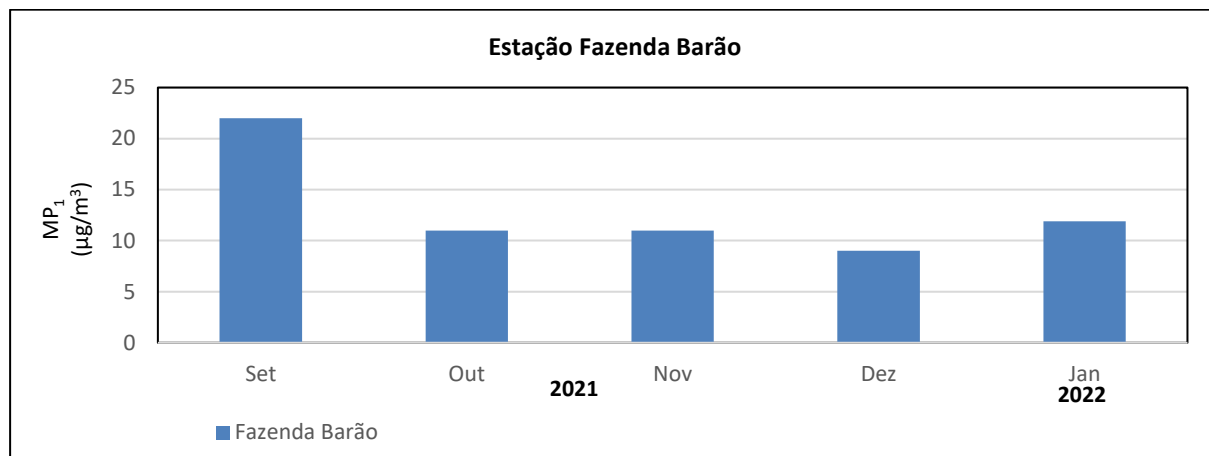
Os resultados obtidos nas medições de Partículas PM_{2,5}, apresentaram-se dentro dos parâmetros ambientais exigidos pela legislação pertinente durante o período de setembro de 2021 a janeiro de 2022, em ambas as estações. No entanto, é importante avaliar não somente os valores apresentados no monitoramento, mas também a percepção e conforto das comunidades próximas em relação à qualidade do ar associada ao empreendimento. Mesmo com resultados dentro dos padrões legais, caso existam reclamações frequentes das comunidades próximas, sugere-se que sejam avaliadas novas tratativas no controle da qualidade do ar.

6.1.2.6. Partículas MP₁

Foram realizadas também medições de Partículas MP₁, nas duas estações, que correspondem às partículas de materiais sólidos ou líquidos suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 1 micrômetros.

✓ Estação Fazenda Barão

As medições das Partículas MP₁ para a estação Fazenda Barão variaram entre 9,0 µg/m³ e 22,0 µg/m³, conforme apresentado na Figura 44.

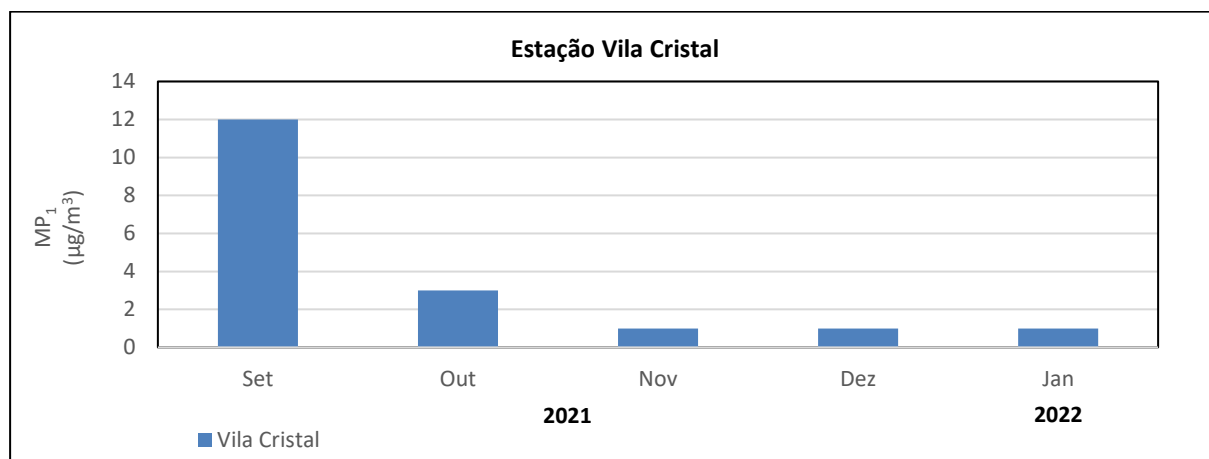


Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 44. Monitoramento de Partículas MP₁ na Estação Fazenda Barão.

✓ Estação Vila Cristal

As concentrações registradas de Partículas MP₁ para a estação Vila Cristal variaram entre 1,0 µg/m³ e 12,0 µg/m³, conforme apresentado na Figura 45.



Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 45. Monitoramento de Partículas MP₁ na Estação Vila Cristal.

6.1.2.6.1. Síntese dos Resultados

Os resultados obtidos nas medições de Partículas PM₁ apresentaram concentrações baixas em ambas às estações de monitoramento, indicando uma boa qualidade do ar. O mês de setembro apresentou um resultado maior que nos outros meses em análise possivelmente por ainda estar no período de estiagem.

No entanto, é importante avaliar não somente os valores apresentados no monitoramento, mas também a percepção e conforto das comunidades próximas em relação à qualidade do ar associada ao empreendimento. Mesmo com resultados dentro dos padrões legais, caso existam reclamações frequentes das comunidades próximas, sugere-se que sejam avaliadas novas tratativas no controle da qualidade do ar.

6.1.3. RUÍDO AMBIENTAL E VIBRAÇÃO

Os monitoramentos dos níveis de ruído ambiental e vibração são realizados nas adjacências da Mina de Capanema e têm como objetivo avaliar os níveis de pressão sonora e vibrações geradas durante os processos e atividades exercidas na mina, que podem afetar a segurança e o conforto das comunidades mais próximas.

Para essa avaliação foram realizadas medições em cinco pontos. A localização dos pontos de monitoramento de ruído ambiental e vibração é apresentada na Figura 46. A Tabela 27 apresenta os detalhes dos pontos de monitoramento.

Tabela 27. Detalhes dos Pontos de Monitoramento de Ruído Ambiental e Vibração.

PONTO	LOCAL DA MEDIÇÃO	COORDENADAS SIRGAS 2000 – ZONA 23K	
		UTM m E	UTM m S
P-01	Ao lado do asfalto	645.056	7.763.845
P-02	Região dos lagos	647.584	7.767.903
P-03	Restaurante Katana	641.887	7.764.448
P-04	Vila	646.428	7.763.935
P-05	Pico do Monge	643.306	7.768.640

Fonte: Vale S.A., (2022).

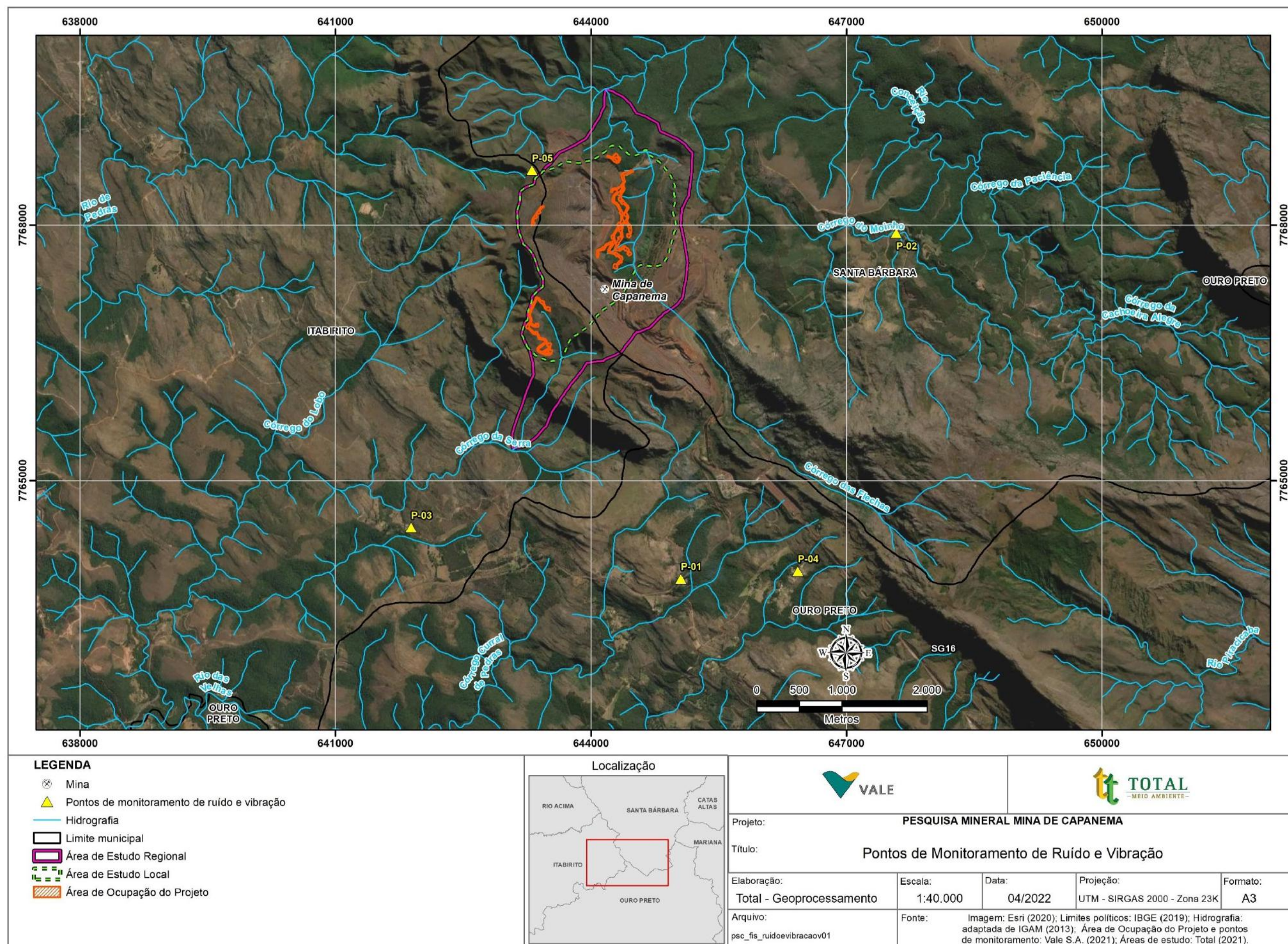


Figura 46. Pontos de monitoramento de ruído ambiental e vibração.

6.1.3.1. Ruído Ambiental

De acordo com a Resolução CONAMA N° 1, de 8 de março de 1990, os padrões, critérios e diretrizes para emissão de ruídos no território nacional, bem como para determinar os procedimentos metodológicos de medição, devem se basear na Norma ABNT NBR 10.151/2020. No entanto, conforme o Parecer Único SUPPRI N° 0523375/2020 (SIAM) referente ao Programa de Monitoramento de Ruído para a Mina de Capanema, ficou acordado que deverão ser adotados os valores estabelecidos na Lei Estadual N° 10.100/1990 para avaliar as áreas habitadas no entorno do empreendimento, visando o conforto das comunidades do entorno.

A Lei Estadual N° 10.100/1990 descreve limites de referência em 70 dB para o período diurno e 60 dB para o período noturno. Nessa legislação, ao contrário da NBR 10.151/2020, não há referências relacionadas ao tipo de uso e ocupação do solo, apenas os turnos de monitoramento.

6.1.3.1.1. Metodologia

Neste estudo são apresentados os resultados dos níveis de ruído ambiental monitorados no intervalo de setembro de 2021 a janeiro de 2022, disponibilizados pela Vale S.A.

As medições do nível de ruído ambiental ocorreram durante o período diurno e noturno, com duração mínima de vinte minutos. Utilizou-se o equipamento sonômetro da marca 01 dB, modelo Fusion e o calibrador de campo também da marca 01 dB, modelo Cal31.

Para a avaliação dos níveis de ruído ambiental foram considerados os níveis L_{eq} , Nível Contínuo Equivalente, expresso em dB(A). Para determinar o nível de ruído, a legislação baseia-se nos valores gerados pelo L_{eq} , que é definido como um nível sonoro contínuo, ou a mesma energia sonora total que o ruído não uniforme gera no mesmo intervalo de tempo.

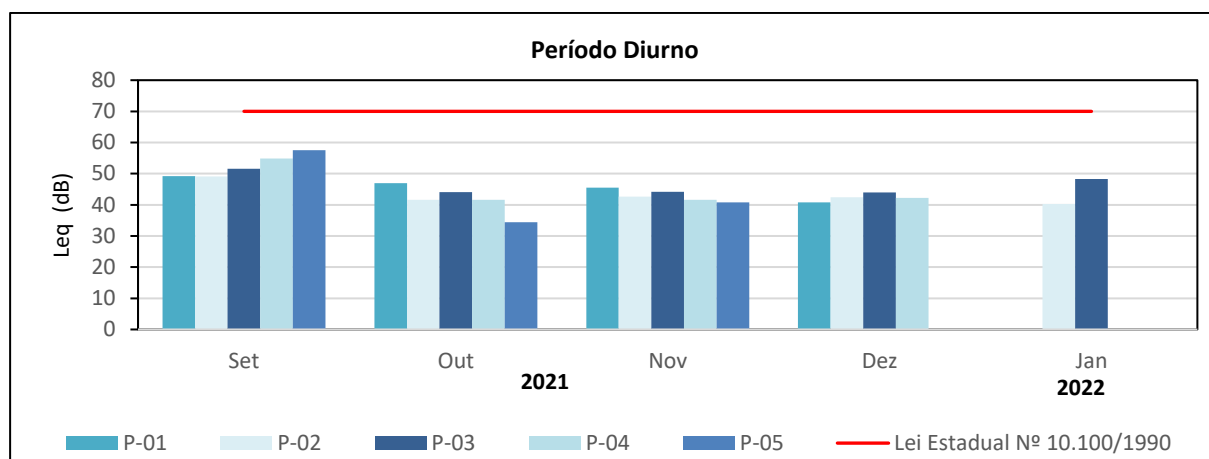
Além disso, nas medições foi utilizado um sonômetro que atende às especificações das normas ABNT NBR 10151/2020. As medições não foram realizadas durante precipitações pluviométricas, trovoadas ou sob condições ambientais de vento com velocidade acima de 5 m/s e/ou temperatura e umidade relativa do ar em desacordo com as especificações das condições de operação dos instrumentos de medição estabelecidas pelos fabricantes.

Ressalta-se que de acordo com o Parecer Único SUPPRI N° 0523375/2020 (SIAM) referente ao Programa de Monitoramento de Ruído para a Mina de Capanema, ficou acordado que deverão ser adotados os valores estabelecidos na Lei Estadual N° 10.100/1990 para avaliar as áreas habitadas no entorno do empreendimento, visando o conforto das comunidades do entorno, isto é, 70 dB para o período diurno e 60 dB para o período noturno. Nessa legislação, ao contrário da NBR 10.151/2020, não há referências relacionadas ao tipo de uso e ocupação do solo, apenas os turnos de monitoramento.

6.1.3.1.2. Resultados

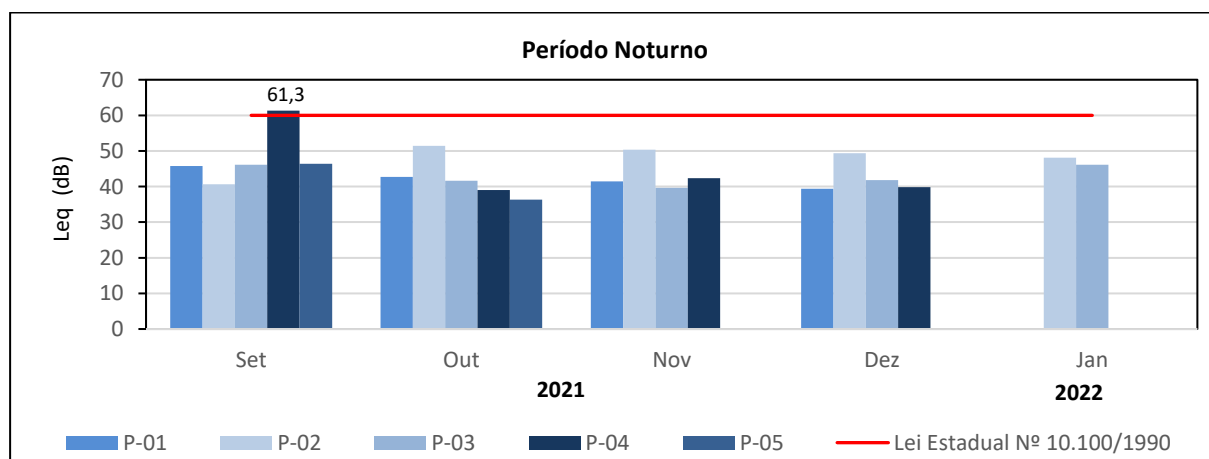
A Figura 47 e a Figura 48 apresentam as medições de ruído no período diurno e noturno, respectivamente, aferidas de setembro 2021 a janeiro de 2022. As lacunas encontradas nas figuras apresentadas a seguir ocorreram devido à automatização de

algumas das estações de monitoramento, e que ainda não tiveram seus resultados disponibilizados.



Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 47. Resultados das médias mensais dos monitoramentos de ruído ambiental no período diurno.



Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 48. Resultados das médias mensais dos monitoramentos de ruído ambiental no período noturno.

6.1.3.1.3. Síntese dos Resultados

Os resultados obtidos nos pontos de monitoramento apontaram, tanto no período diurno quanto noturno, para níveis acústicos condizentes com os níveis recomendados pela Lei Estadual Nº 10.100/1990. A única exceção ocorreu no P-04, localizado na Vila, em setembro de 2021, no período noturno, onde o resultado apresentou-se 1,3 dB acima do limite. Tal valor ocorreu devido às manifestações de fauna doméstica (cães) e silvestre (aves e insetos), além do tráfego de veículos locais relacionados à dinâmica do cotidiano da população. Ressalta-se que no mês de setembro de 2021 as atividades relacionadas à Mina de Capanema foram de obras, mobilização e estruturação interna para início da implantação e que essas atividades ocorreram entre 07:00 e 17:00.

Recomenda-se a continuidade das ações atualmente realizadas para que, durante a execução do Projeto, os parâmetros monitorados continuem dentro dos limites estabelecidos em legislação. Além disso, é importante avaliar também a percepção e o conforto das comunidades próximas em relação aos ruídos provenientes do empreendimento. Caso existam reclamações frequentes das comunidades mais próximas, mesmo com resultados dentro dos padrões legais, sugere-se que sejam avaliadas novas tratativas no controle de ruídos.

6.1.3.2. Vibração

O monitoramento de vibração realizado pela Vale S.A. ocorre nos mesmos pontos onde é realizado o monitoramento de ruído ambiental.

Este monitoramento tem como objetivo avaliar, por meio de sismógrafos, o nível das vibrações do terreno geradas pelo desmonte de rochas.

6.1.3.2.1. Metodologia

A metodologia empregada seguiu os parâmetros estabelecidos na norma ABNT NBR 9.653/2018 e os limites apresentados na Tabela 28. O equipamento utilizado para o monitoramento foi o sismógrafo de engenharia Vibracord Gaia.

Tabela 28. Limites de velocidade de vibração de partícula de pico por faixas de frequência.

FAIXA DE FREQUÊNCIA	LIMITE DE VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULA DE PICO
4 Hz a 15 Hz	Iniciando em 15 mm/s, aumenta linearmente até 20 mm/s
15 Hz a 40 Hz	Acima de 20 mm/s, aumenta linearmente até 50 mm/s
Acima de 40 Hz	50 mm/s

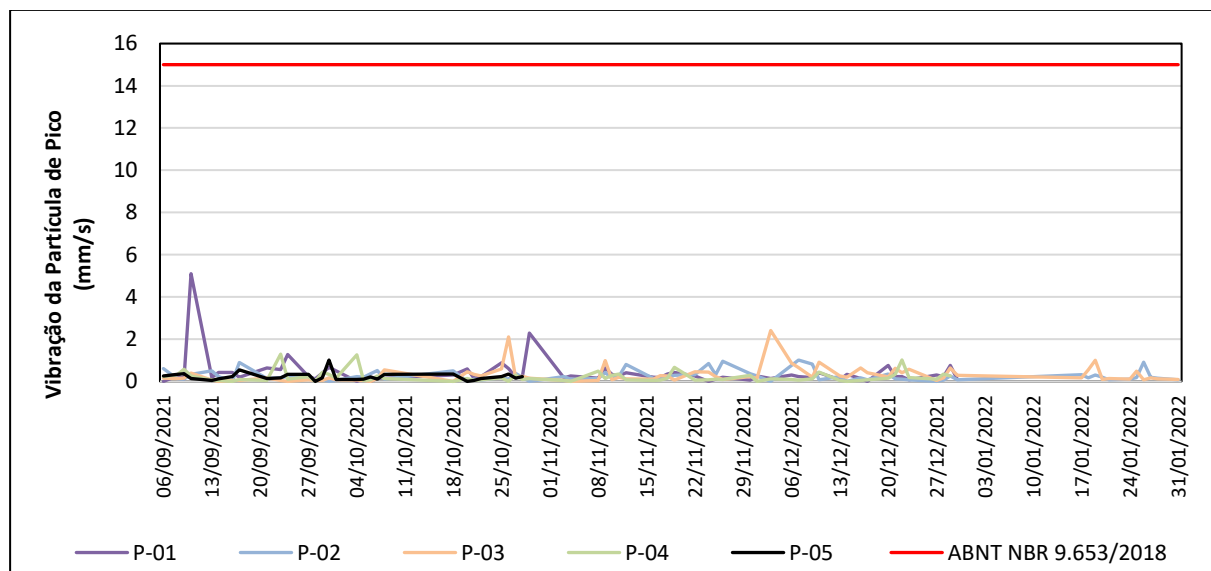
Para valores de frequência abaixo de 4 Hz, deve ser utilizado como limite o critério de deslocamento de partícula de pico de

Fonte: ABNT NBR 9.653, (2018).

O monitoramento das vibrações foi realizado em cinco pontos, conforme apresentado na Figura 46.

6.1.3.2.2. Resultados

A Figura 49 apresenta os valores obtidos no monitoramento de vibração no período de setembro de 2021 a janeiro de 2022. Em função da automatização das estações de monitoramento, em janeiro de 2022, foram realizadas aferições de vibração em apenas dois dos pontos (P-02 e P-03) que compõem a rede de monitoramento da Mina de Capanema.



Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 49. Resultados dos Monitoramentos de Vibração.

6.1.3.2.3. Síntese dos Resultados

Os resultados obtidos nos pontos de monitoramento de vibração estão abaixo do padrão de 15 mm/s, sendo o maior valor registrado em setembro de 2021 (5,1 mm/s), no ponto P-01. Recomenda-se a continuidade das ações atualmente realizadas para que, durante a execução do Projeto, os parâmetros monitorados continuem apresentando-se dentro dos limites estabelecidos em legislação.

6.1.4. GEOLOGIA

6.1.4.1. Procedimentos Metodológicos

Os aspectos acerca da geologia do Projeto foram caracterizados por meio de dados secundários, obtidos das bases cartográficas de órgãos públicos e de publicações científicas acadêmicas (mestrados e doutorados) ou em periódicos especializados.

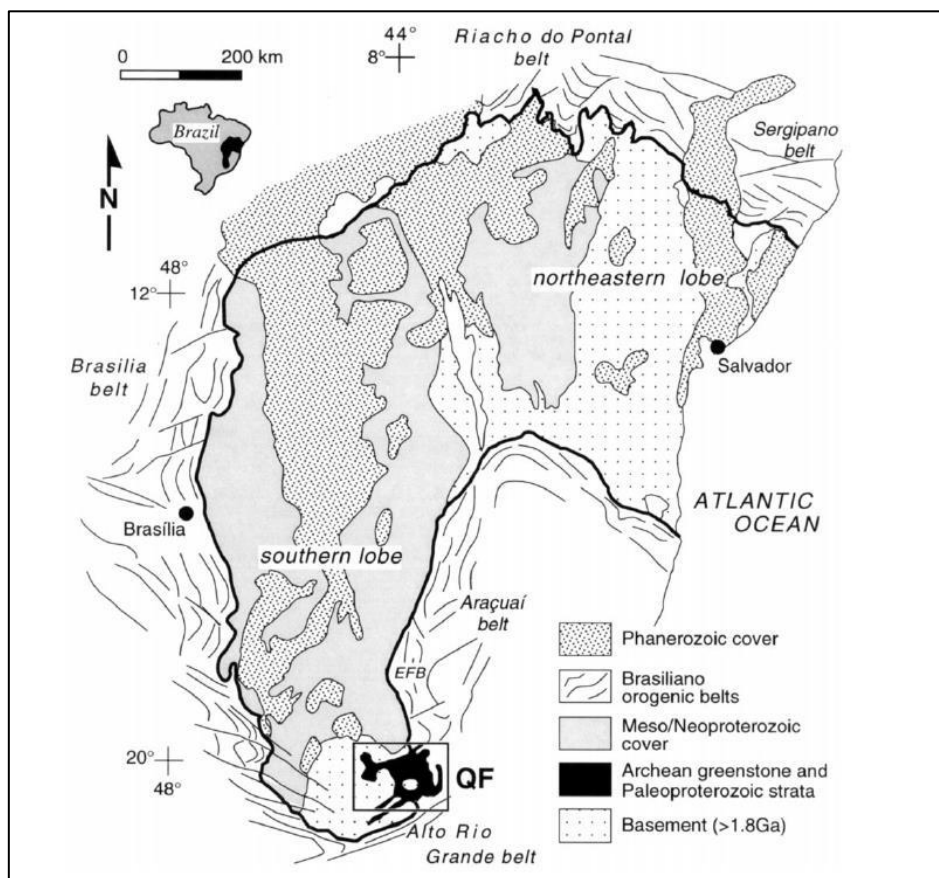
As bases cartográficas usadas foram os mapas Gandarela – folha integral SF.23-X-A-III-2 e Ouro Preto – folha integral SF.23-X-A-III-4 e folha parcial SF.23-X-A-VI-2, em escala 1:50.000, elaborados no âmbito do Projeto Quadrilátero Ferrífero – Integração e Correção Cartográfica em SIG, pela Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (CODEMIG) em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) em 2005.

6.1.4.2. Geologia Regional

O arcabouço geológico regional ao qual o Projeto está inserido pertence ao contexto do Quadrilátero Ferrífero, uma das mais importantes províncias metalogenéticas do país, abrigando importantes depósitos de ferro e ouro. Em termos mais locais, o Projeto encontra-se no Sinclinal Ouro Fino.

Posicionado na borda sudeste do Cráton do São Francisco, o Quadrilátero Ferrífero (QF) estende-se por uma área de aproximadamente 7.000 km² e é definido por um alinhamento aproximadamente quadrangular de um conjunto de serras esculpidas em megadobras sinformes e antiformes truncadas por cinturões de falhas de empurrão de direção norte-sul e vergência W em sua parte oriental (ROESER; ROESER, 2010).

A Figura 50, a seguir, apresenta a localização do Quadrilátero Ferrífero no contexto do Cráton do São Francisco.



Fonte: ALKMIM; MARSHAK, (1998).

Figura 50. Mapa regional do Cráton do São Francisco, evidenciando o Quadrilátero Ferrífero posicionado na porção Sudeste.

O arranjo grosseiramente quadrangular é delimitado por sinclinais onde afloram sedimentos plataformais paleoproterozoicos do Supergrupo Minas separados por estruturas antiformais irregulares arqueanas preenchidas por rochas metavulcanossedimentares do Supergrupo Rio das Velhas e por domos de rochas cristalinas arqueanas e paleoproterozoicas, que incluem rochas granito-gnaissicas, sienitos, pegmatitos e metamáficas (ROSIÈRE; JR, 2000). Ao Norte, o QF é limitado, pelo homoclinal da serra do Curral. A Oeste, os limites são definidos pelo Sinclinal Moeda, a Leste pelos sinclinais Santa Rita e Sinclinal Gandarela e o Anticlinal Conceição e a Sul, pelo Sinclinal Dom Bosco (BEZERRA, 2014; MENDONÇA, 2012).

O arcabouço geológico comporta três domínios tectonoestratigráficos, gerados e retrabalhados durante os eventos Transamazônico e Brasiliano: o embasamento granito-gnáissico arqueano (>2,7 G.a), uma sequência arqueana do tipo *greenstone belt* (Supergrupo Rio das Velhas) e uma sequência supracrustal paleoproterozoica de rochas sedimentares químicas e clásticas (Supergrupo Minas).

O embasamento é constituído por gnaisses polideformados tonalíticos-trondjemíticos e graníticos e, subordinadamente, por gnaisses migmatíticos com intrusões máficas a ultramáficas. São encontrados em todo o Quadrilátero Ferrífero, são designados pela localidade de ocorrência e estudos geocronológicos mostram que a idade mínima situa-se entre 2,920-2,970 Ga (idades U/Pb e Pb/Pb em zircões), obtidas para a geração de gnaisses e migmatitos dos complexos Bonfim, Belo Horizonte e Bação (MINAS GERAIS, 2005a; NOCE, 2000). São visíveis sobre esses complexos os efeitos de eventos posteriores (Rio das Velhas, Transamazônico e Brasiliano) como a intrusão de plútons graníticos, *stocks*

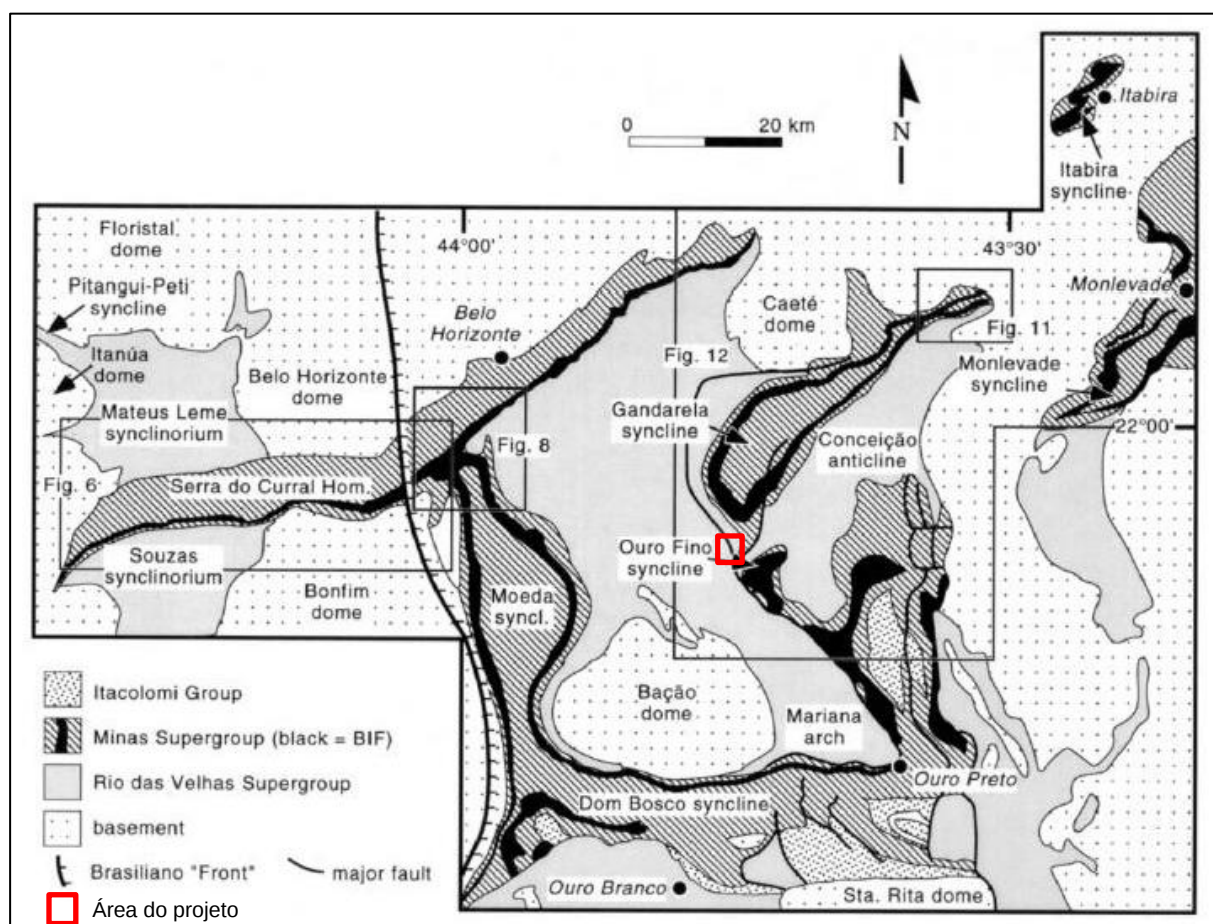
e veios (e.g. Granito Brumadinho (2,073 Ga) e veios pegmatíticos (2,030 Ga), intrudindo os complexos Bonfim e Bação, respectivamente).

O Supergrupo Rio das Velhas constitui uma sequência metavulcanossedimentar do tipo *greenstone belt* ((ALMEIDA, 1977); (SCHORSCHER, 1978; in (NOCE; MACHADO; TEIXEIRA, 1998) formada por rochas vulcânicas máficas e ultramáficas komatiíticas e toleíticas, formações ferríferas bandadas do tipo Algoma, xistos e filitos metavulcanoclásticos e metassedimentos clásticos terrígenos metamorfisados na fácies xisto verde a anfolito. No topo dessa unidade estão o Quartzito Cambotas e o Grupo Tamanduá (xistos, filitos, formações ferríferas e quartzo-xistos).

O Supergrupo Minas caracteriza-se como uma sequência supracrustal metassedimentar química e clástica, constituído da base para o topo pelos grupos Caraça (Formação Moeda – quartzitos e filitos - e Formação Batatal – predominantemente filitos); Itabira (Formação Itabira – itabiritos, dolomitos – e Formação Gandarela – dolomitos e filitos ferruginosos); e Piracicaba (representado nessa região pelos filitos ferruginosos, quartzitos e filitos da Formação Cercadinho) (BRASIL, 2005a; MINAS GERAIS, 2005a).

Essas grandes unidades ocorrem por vezes recobertas por camadas detrito-aluviais, depósitos lateríticos, depósitos de rolados e cangas de idade quaternária.

A Figura 51 apresenta a contextualização da área do Projeto no mapa geológico esquemático do Quadrilátero Ferrífero.



Fonte: ALKMIM; MARSHAK, (1998).

Figura 51. Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero mostrando a distribuição das rochas do embasamento cristalino, Supergrupo Rio das Velhas, Supergrupo Minas e Grupo Itacolomi.

A Figura 52, por sua vez, apresenta a geologia nas imediações do Projeto.

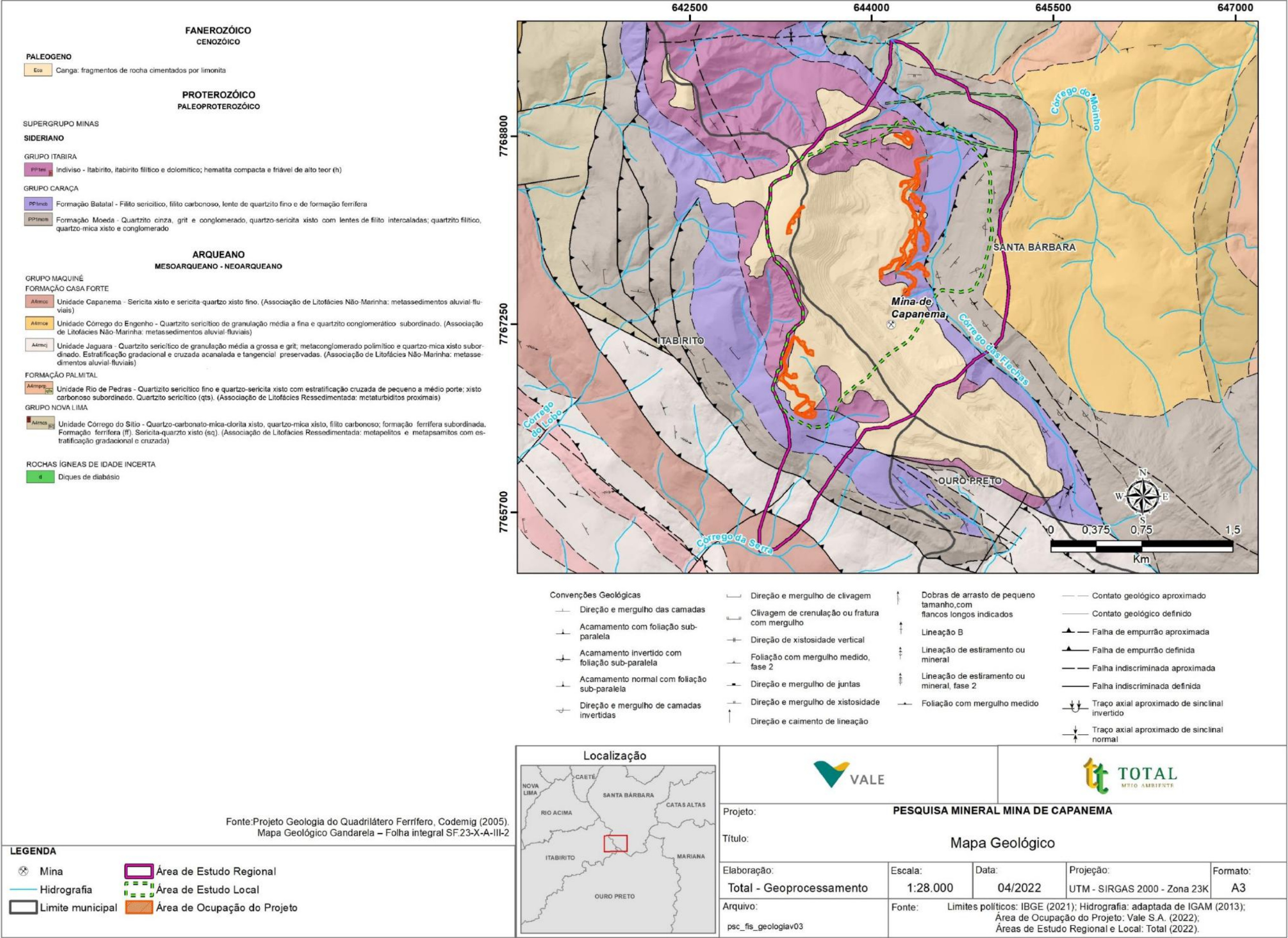


Figura 52. Mapa geológico.

6.1.4.3. Geologia da Área de Estudo Regional

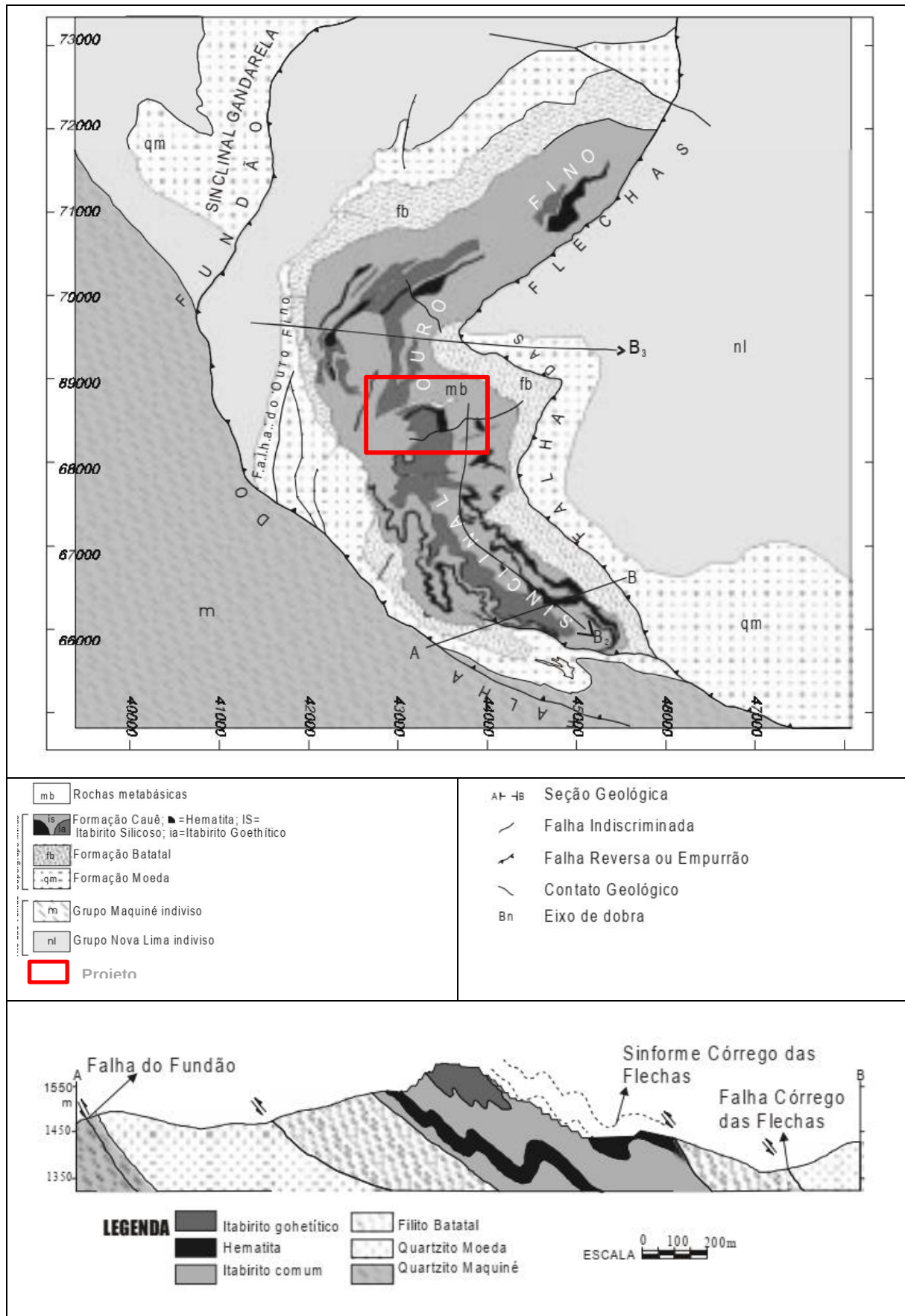
A Área de Estudo Regional (AER) do Projeto insere-se no contexto do Sinclinal Ouro Fino, uma das megaestruturas do arcabouço estrutural do Quadrilátero Ferrífero e cuja origem complexa e bastante controvertida está intimamente relacionada a um sistema de falhamentos de expressão regional, o denominado Sistema de Falhas do Fundão (FONSECA, 1990; FRANCO; ENDO, 2004).

Geologicamente, o Sinclinal Ouro Fino está localizado na porção centro-leste do Quadrilátero Ferrífero e ocupa uma área de aproximadamente 23 km². Abrange em seu arcabouço litoestratigráfico as unidades basal e intermediária do Supergrupo Minas (grupos Caraça e Itabira), que se assentam em discordância tectônica sobre as sequências arqueanas do *greenstone belt* Rio das Velhas (grupos Nova Lima e Maquiné).

A megaestrutura é delimitada por um sistema de falhas reversas cuja falha mestre apresenta inflexão do traço da direção NW-SE a sul, para NE-SW a norte, sugerindo que a porção mediana do Sinclinal tenha sido palco de uma tectônica de rampa frontal durante o evento compressivo de direção, EW.

O Projeto e suas Áreas de Estudos Regional e Local estão localizados na porção central do Sinclinal Ouro Fino, nas proximidades da inflexão do eixo da megadobra da direção NW-SE para NE-SW.

A Figura 53 apresenta mapa geológico simplificado do Sinclinal Ouro Fino (FRANCO; ENDO, 2004).



Fonte: Franco e Endo, (2004).

Figura 53. Mapa (1) e perfis (2) geológicos simplificados do Sinclinal Ouro Fino.

O Supergrupo Rio das Velhas está representado pelos grupos Nova Lima e Maquiné, que afloram de modo mais proeminente no flanco oeste do Sinclinal. O Grupo Nova Lima, por influência do Sistema de Falha Fundão, estende-se em direção N-S. Na porção terminal da estrutura, bifurca-se para noroeste com novo braço rumando para o Sinclinal Gandarela. O Grupo Maquiné ocorre bordejando o Sinclinal Ouro Fino ao sul, sudoeste e oeste em uma faixa de 2,5 a 4,0 km de extensão, de direção NNW. No flanco leste, tanto o Grupo Nova Lima como o Maquiné não são bem definidos e, segundo Fonseca (1990), o Supergrupo Rio das Velhas é tratado como indiviso (FONSECA, 1990).

Na AER, o Supergrupo Rio das Velhas está representado pela Unidade Córrego do Sítio, (Grupo Nova Lima) e pela Formação Casa Forte do Grupo Maquiné. Ocorrem restritos a porção sudoeste da área, no flanco Oeste do Sinclinal Ouro Fino, na região das nascentes das drenagens da bacia do rio das Velhas (e.g. córregos do Lobo e da Serra), e na porção leste da ERA, no flanco oriental.

O Supergrupo Minas está representado pelos grupos mais inferiores, Caraça e Itabira. O Grupo Caraça é constituído pelas intercalações de níveis quartzíticos com níveis conglomeráticos da Formação Moeda, sobreposta pelos filitos cinza escuro da Formação Batatal. Segundo Franco e Endo (2004) os quartzitos do Grupo Caraça definem o contorno do Sinclinal Ouro Fino, com exceção do setor setentrional onde, no flanco leste, as rochas do Supergrupo Rio das Velhas estão sobrepostas diretamente à Formação Cauê por contato de falha.

No contexto da AER, o Grupo Caraça é observado em ambos os flancos do sinclinal, em contato tectônico com o Supergrupo Rio das Velhas.

O Grupo Itabira ocorre ao longo do núcleo de todo o Sinclinal e podem ser observadas rochas pertencentes às suas formações Cauê e Gandarela; no entanto, na AER ocorre de modo indiviso. Os itabiritos do Grupo Itabira formam o núcleo do Sinclinal e estende-se do extremo norte da estrutura, e à semelhança das formações Moeda e Batatal, é truncada por falhamento de empurrão até o extremo sul, onde é novamente truncada pelo Sistema de Falhas do Fundão (FONSECA, 1990).

Os itabiritos observados no Sinclinal Ouro Fino podem ser agrupados em dois tipos: um itabirito silicoso, com alternância de camadas de quartzo e de hematita; e o itabirito anfibolítico (ou argiloso), que consiste em uma rocha onde há a alternância de leitos de um material argiloso, com aspecto fibroso, com leitos de hematita e quartzo, sobreposto ao primeiro tipo. O minério de ferro propriamente dito é constituído por porções enriquecidas supergenicamente e por porções de itabirito silicoso de baixo teor.

As formações ferríferas ocorrem protegidas da erosão por uma espessa cobertura laterítica e os afloramentos são escassos. O relevo resultante contrasta com as adjacências, formando serras com altitudes médias em torno de 1.600 metros, atingindo um máximo de 1.754 metros no pico do Monge.

No âmbito da Área de Estudo Regional, o Grupo Itabira ocupa toda a porção central, como uma espessa faixa de direção N-S, recoberto por canga.

A Figura 54, a seguir, apresenta a coluna estratigráfica da Área de Estudo Regional.

IDADE	SUPERGRUPO	GRUPO	FORMAÇÃO - UNIDADE	LITOLOGIA
Cenozoico		Sedimentos cenozoicos	Depósitos elúvio-coluviais	Canga
Paleoproterozoico	Minas	Itabira	Itabira Indiviso	Itabiritos silicosos e anfibolítico
		Caraça	Batatal	Filito cinza escuro a prateado
			Moeda	Conglomerados e quartzitos
Arqueano	Rio das Velhas	Maquiné	Casa Forte - Capanema	Sericita xisto e sericita-quartzito xisto fino
			Casa Forte - Jaguará	Quartzito sericítico, metaconglomerado polimítico e quartzito-mica xisto subordinado.
		Nova Lima	Córrego do Sítio	Quartzito-carbonato-mica-clorita xisto, quartzito-mica xisto, filito carbonoso; formação ferrífera subordinada (metapelitos e metapsamitos com estratificação gradacional e cruzada)

Figura 54. Coluna estratigráfica característica do Sinclinal Ouro Fino.

6.1.4.3.1. Geologia Estrutural da Área de Estudo Regional

O Sinclinal Ouro Fino apresenta origem e evolução incertas e os primeiros estudos geológicos na região datam do início do século passado, com Harder & Chamberlin (1915), Morais Rego (1933) e O'Rourke (1957), (todos *in* (FRANCO; ENDO, 2004)) que definiu a estratigrafia e considerou os sinclinais Ouro Fino e Gandarela originalmente separados por um anticlinal e, posteriormente, interceptado por falhas.

Maxwell, em 1960, (*in* (FRANCO; ENDO, 2004)) incluiu ainda o Sinclinal Conta História, que apresentaria supostamente todos com eixos de direção submeridiana e caimento sub-horizontal.

Dorr, em seu estudo clássico sobre o Quadrilátero Ferrífero (DORR II, 1969), aponta para uma reorientação da porção norte do sinclinal, sendo sua posição original NW-SE com eixo subhorizontal, posicionada paralelamente ao Sinclinal Vargem do Lima. O autor estimou um deslocamento mínimo de 5 km ao longo da Falha do Fundão para a completa rotação tectônica do segmento setentrional do Sinclinal Ouro Fino.

Em 1984, Ladeira e Viveiros identificaram seis eventos deformativos envolvendo as unidades dos supergrupos Rio das Velhas e Minas. O primeiro evento (D_1) é exclusivo às unidades do Supergrupo Rio das Velhas. O segundo evento (D_2), o mais importante para o Supergrupo Minas, foi responsável pelo desenvolvimento de xistosidade penetrativa associada a dobramentos com vergência para norte seguida de transposição generalizada. Os eventos D_3 e D_4 seriam caracterizados por dobramentos coaxiais, com vergência para norte. O evento D_5 tem direção geral NS, sendo caracterizado por dobras abertas e pelo padrão em kink e o último evento D_6 corresponderia ao desenvolvimento de fraturas (FRANCO; ENDO, 2004).

Já em 1990 Fonseca, em sua dissertação de mestrado, discorre sobre a origem do Sinclinal Ouro Fino como resultado de esforços compressivos dirigidos de E para W e aponta para três eventos deformacionais. Para o autor, o primeiro (D_1) estaria associado a um conjunto de estruturas dúctil-rúpteis, falhas, zonas de cisalhamento e dobras, em todas as escalas além de uma proeminente foliação. Toda essa estrutura, bem como a própria estrutura sinclinal propriamente dita, tem como estrutura mestra e envoltória, o falhamento do Fundão.

Na porção sul do Sinclinal a orientação do eixo a cinemático relativo àquela fase apresenta valores orientados em torno de 60-70°. Em áreas adjacentes ao sul, notadamente no segmento do Sistema Fundão compreendido entre a região de Capanema e Timbopeba, estes valores são da ordem de 100-110°. Esta variação é atribuída à mudança de caráter da falha mestra, de geometria de rampa lateral e sul e sudeste para geometria de rampa frontal, a oeste e noroeste.

A segunda fase de deformação (D_2) é representada por um conjunto de estruturas uniformemente orientadas na direção Leste-Oeste, predominando amplos arqueamentos normais, podendo incluir-se o grande dobramento em crescente da estrutura maior. A última fase (D_3) caracteriza uma compressão de direção Leste-Oeste que gerou estruturas orientadas na direção norte sul.

A megaestrutura é delimitada por um sistema de falhas reversas cuja falha mestre apresenta inflexão do traço da direção NW-SE a sul, para NE-SW a norte, sugerindo que a porção mediana do Sinclinal tenha sido palco de uma tectônica de rampa frontal durante o evento compressivo D_2 , EW.

Franco e Endo, em 2004, em uma análise estrutural das formações ferríferas determinaram quatro famílias distintas de estruturas e propõem outra hipótese para a origem e evolução do Sinclinal Ouro Fino. Para os autores, a primeira família de estruturas contempla dobramentos apertados e reclinados com charneiras apresentando caimentos moderados para E-SE, com xistosidade plano-axial e lineação de interseção paralela à lineação mineral, caracterizada como do tipo “b”. O fechamento da dobra de primeira ordem se dá no setor meridional sendo corroborado pelas relações entre o acamamento e a xistosidade e pelas dobras subsidiárias em padrão “S” e em “Z”, respectivamente, nos flancos oeste e leste.

Essa fase deformacional condiciona fortemente a mineralização ferrífera e as relações estruturais, e permitiu aos autores proporem uma nova geometria para o Sinclinal Ouro Fino como uma dobra sinclinorial, de eixo WNW-ESE sub-horizontal, antifórmica, reclinada e vergência para sul, com as unidades do Supergrupo Minas (Paleoproterozóico) ocupando o núcleo da dobra e envolvidas pela sequência metapelítica do Supergrupo Rio das Velhas (Arqueano).

A segunda família de estruturas é caracterizada por dobras abertas a fechadas com eixos sub-horizontais orientados em posição submeridiana associada à lapa da falha Córrego das Flechas. O evento D_3 é caracterizado por uma clivagem disjuntiva de direção EW, com mergulhos subverticais ora para N ora para S, observada em toda a megaestrutura. Dobras abertas com charneiras com caimento para E estão relacionadas ao encurtamento NS sofrido pelo sinclinal.

A fase D_4 é representada por uma clivagem de crenulação de direção NNE-SSW e mergulhos elevados, observadas no plano axial de mesodobras e crenulações cujas charneiras apresentam caimentos suaves ora para Norte ora para Sul. Essa clivagem é comumente encontrada em níveis metapelíticos presentes nos itabiritos da Formação Cauê e principalmente nos filitos da Formação Batatal.

6.1.4.4. Geologia das Áreas de Estudo Local e de Ocupação do Projeto.

As unidades geológicas que ocorrem nas Áreas de Estudo Local e de Ocupação do Projeto pertencem ao Supergrupo Minas, representado pela Formação Moeda (Grupo Caraça) e pelos itabiritos e lentes de hematita inseridos no Grupo Itabira, que se apresenta de forma indivisa no núcleo do Sinclinal Ouro Fino (Figura 52).

A Figura 55 apresenta a coluna estratigráfica das Áreas de Estudo Local e de Ocupação do Projeto.

IDADE	SUPERGRUPO	GRUPO	FORMAÇÃO - UNIDADE	LITOLOGIA
Cenozóico		Sedimentos cenozóicos	Depósitos elúvio-coluviais	Canga
Paleoproterozóico	Minas	Itabira	Itabira Indiviso	Itabiritos silicosos e anfibolítico
		Caraça	Batatal	Filito cinza escuro a prateado
			Moeda	Conglomerados e quartzitos

Figura 55. Coluna estratigráfica representativa das Áreas de Estudo Local e de Ocupação do Projeto.

As Áreas de Estudo Local e de Ocupação do Projeto compreendem o núcleo do Sinclinal Ouro Fino, constituído pelos itabiritos do Grupo Itabira.

Os itabiritos observados no Sinclinal Ouro Fino podem ser agrupados em dois tipos: um itabirito silicoso, com alternância de camadas de quartzo e de hematita; e o itabirito anfibolítico (ou argiloso), que consiste em uma rocha onde há a alternância de leitos de um material argiloso, com aspecto fibroso, com leitos de hematita e quartzo, sobreposto ao primeiro tipo. O minério de ferro propriamente dito é constituído por porções enriquecidas supergenicamente e por porções de itabirito silicoso de baixo teor.

As formações ferríferas ocorrem protegidas da erosão por uma espessa cobertura laterítica e os afloramentos são escassos. O relevo resultante contrasta com as adjacências, formando serras com altitudes médias em torno de 1.600 m, atingindo um máximo de 1.754 m no pico do Monge.

6.1.5. GEOMORFOLOGIA E PEDOLOGIA

6.1.5.1. Procedimentos Metodológicos

A caracterização dos aspectos de relevo e solo da região em análise pautou-se em dados secundários.

O “Manual Técnico de Geomorfologia”, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2009 norteou a definição dos Domínios Morfoestruturais existentes na área. Artigos científicos e produções técnicas do Serviço Geológico do Brasil, como o Projeto APA Sul RMBH (BRASIL, 2005b), subsidiaram o diagnóstico ora apresentado.

As classes de solo da área em pauta foram definidas a partir do Mapa de Solos elaborado em 2004 pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), utilizado como base cartográfica (BRASIL, 2004). As descrições dessas classes foram pautadas pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) atualizado em 2018 (BRASIL, 2018).

6.1.5.2. Geomorfologia e Pedologia da Área de Estudo Regional

A Área de Estudo Regional está inserida no contexto geomorfológico da serra do Ouro Fino, estruturada no sinclinal homônimo, uma das megaestruturas do Quadrilátero Ferrífero que, por sua vez, está inserido no Domínio Morfoestrutural Crátons Neoproterozoicos, caracterizado pela ocorrência de planaltos residuais, chapadas e depressões interplanálticas, tendo como embasamento metamorfitos e granitoides associados e incluindo como cobertura rochas sedimentares e/ou vulcanoplutonismo, deformados ou não (BRASIL, 2009), como apresentado na a Figura 56, a seguir.

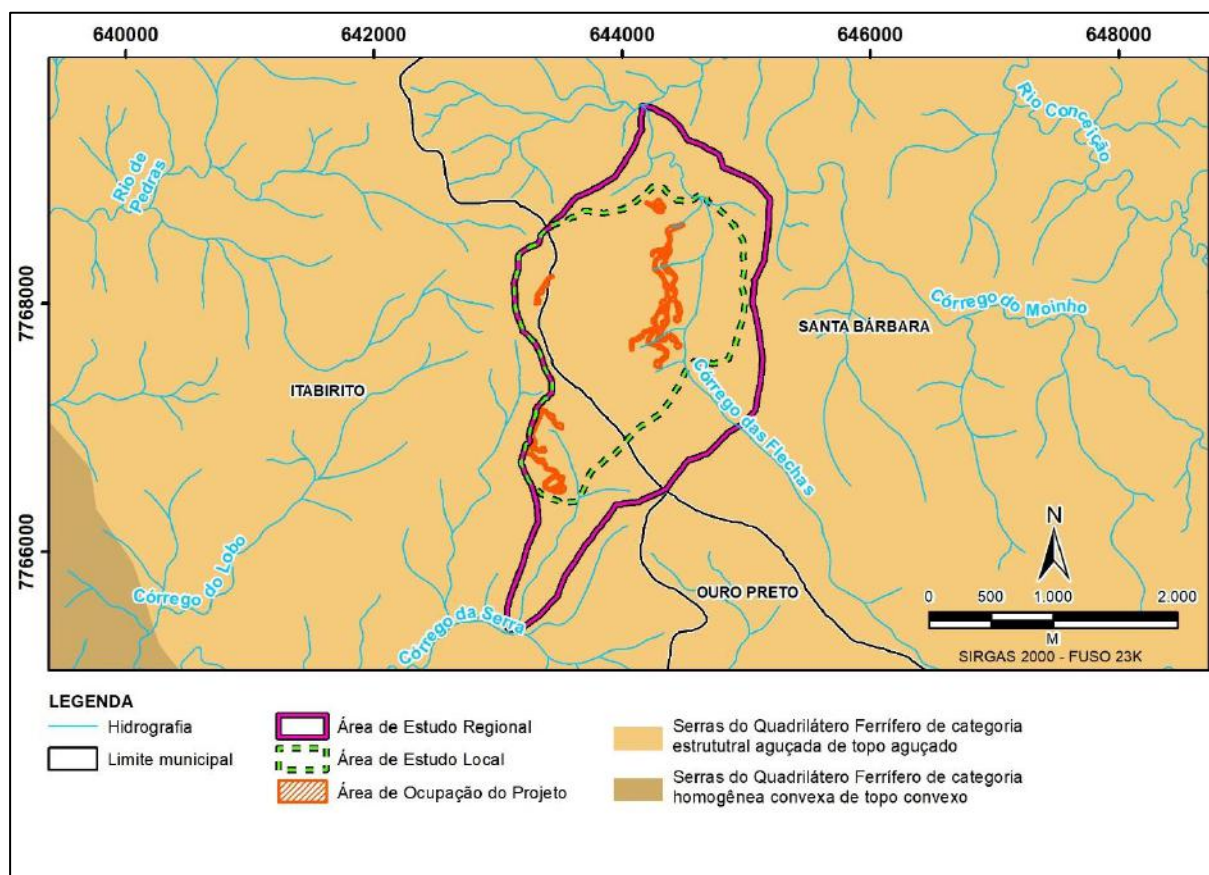


Figura 56. Unidades geomorfológicas.

No contexto do Domínio Morfoestrutural Crátons Neoproterozoicos, a Região Geomorfológica do Quadrilátero Ferrífero é considerada como um dos conjuntos orográficos de maior importância do estado de Minas Gerais, cujos limites são marcados a oeste pela serra da Moeda, ao sul pela serra de Ouro Branco, ao leste pela serra do Caraça e ao norte pelas serras do Curral, Rola Moça, Três Irmãos, Itatiaiuçu e Azul. O relevo regional apresenta grandes contrastes, principalmente, onde movimentos tectônicos produziram desnivelamentos acentuados. Todo o conjunto está tectonicamente soerguido, com altitudes médias que variam entre 900 e 1.000 metros, podendo ultrapassar 2.000 m, como na serra do Caraça (BRASIL, 2005c).

O Quadrilátero Ferrífero, abrange uma área em torno de 7.000 km² (ROESER; ROESER, 2010). Sua estrutura é considerada como muito complexa, sendo o conhecimento geológico e geomorfológico ainda incompleto. A topografia regional caracteriza-se por cristas, associadas a quartzitos e itabiritos, que são rochas que possuem alta resistência ao intemperismo e erosão. Já as terras baixas estão relacionadas aos gnaisses migmatíticos, que possuem menor resistência. Os xistos e filitos ocupam a posição intermediária e,

normalmente, ocorrem preenchendo sinclinais e anticlinais topograficamente invertidos (BARBOSA & RODRIGUES, 1965; CHRISTOFOLETTI & TAVARES, 1976; BARBOSA, 1980).

A erosão diferencial é responsável pela variação topográfica na região. Esse processo resultou em um relevo de cristas alinhadas e paralelas a vales, apresentando continuidade e extensão da forma. Estão associadas aos processos estruturais de elaboração do relevo por meio de falhas normais ou de empurrão e litologia predominante (VARAJÃO, 1991). Os relevos estão marcados por escarpas de falha ou escarpas de linhas de falha, que formam extensos paredões que propiciaram o desenvolvimento de uma morfologia diferencial (VARAJÃO, 1991).

A serra do Ouro Fino, estrutura em que o Projeto se encontra, é formada a partir de um sinclinal parcialmente erodido e redobrado em forma de "L", com direção inicial NE-SE, que inflete em ângulo reto para NW-SE, e cuja crista é proeminente sustentada por itabiritos da Formação Cauê e francamente dissecada sob a forma de anfiteatros conchoidais suspensos (BRASIL, 2005c).

Constitui-se num importante divisor de águas entre as bacias do rio das Velhas, a oeste, e do rio Conceição (pertencente à bacia do rio Piracicaba), a leste, e a densidade de drenagem é alta com padrão dendrítico a treliça, sendo que a rede de canais está frequentemente controlada por fraturamento ou descontinuidades litológicas (BRASIL, 1977a, 2005c).

A serra de Ouro Fino situa-se no topo dos patamares escalonados da serra da Jaguará, a sul-sudeste da depressão suspensa do Sinclinal Gandarela. As altitudes observadas no topo ultrapassam os 1.500 metros, com máximo no Pico do Monge, a 1.753 metros (BRASIL, 1977a) e os desnivelamentos totais atingem amplitudes variando entre 300 e 550 m.

As encostas exibem declividades muito elevadas, variando entre 45 e 60°, com trechos constituídos de paredões rochosos subverticalizados, o que não favorece a pedogênese. O relevo resultante contrasta com as adjacências, e o que se observa na área da serra é a exposição massiva de rochas (afloramentos rochosos) nas encostas, como apresentado na Figura 57 a seguir.

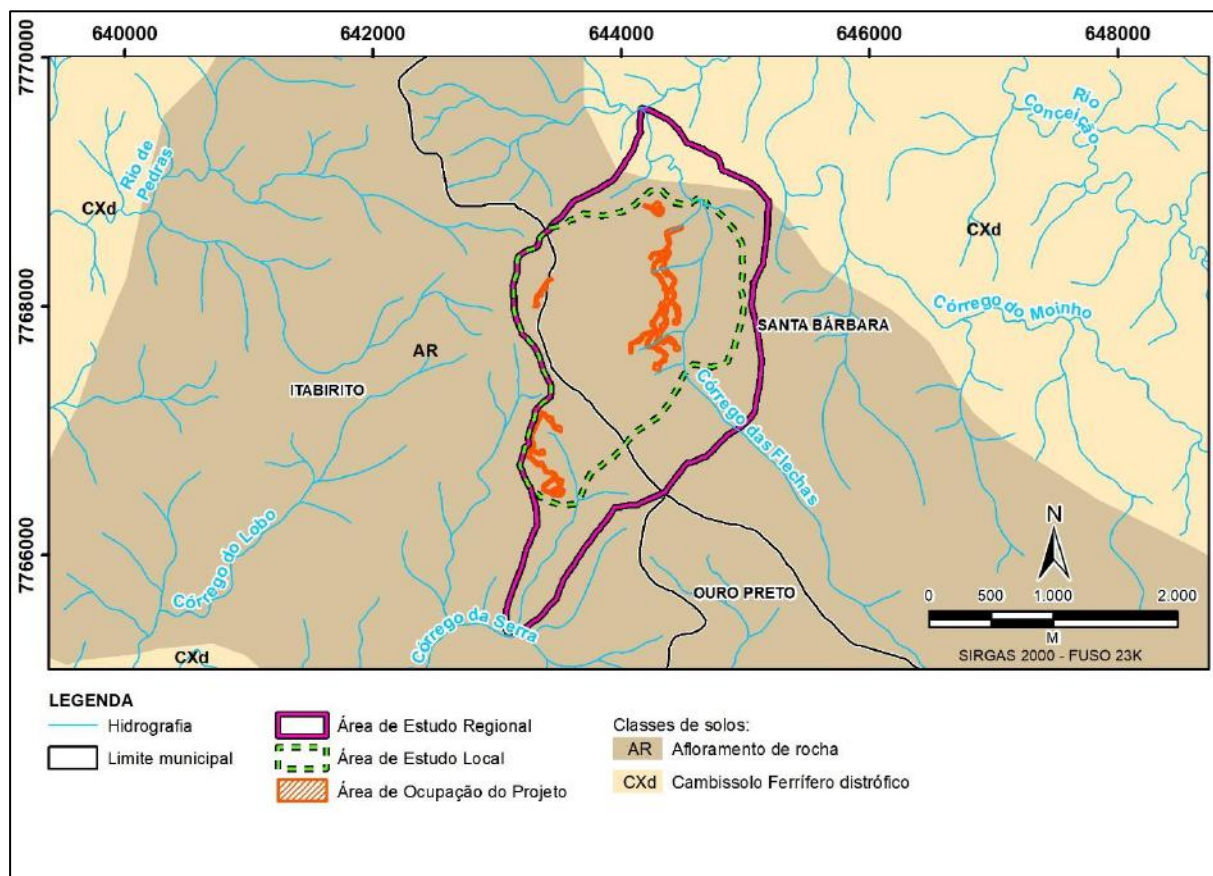


Figura 57. Classes de solos.

De acordo com o Mapa de Solos elaborado em 2004 pela Embrapa, na região do Projeto pode ser observado afloramentos de rocha e Cambissolos.

Os afloramentos de rocha compreendem exposições de diferentes tipos de rochas, brandas ou duras, nuas ou com reduzidas porções de materiais detríticos não classificáveis como solo. Já os Cambissolos são solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial.

6.1.5.3. Geomorfologia e Pedologia das Áreas de Estudo Local e de Ocupação do Projeto

As Áreas de Estudo Local e de Ocupação do Projeto estão inseridas no contexto da Serra de Ouro Fino, situada a sudoeste da Serra do Gandarela.

Na Área de Estudo Local o relevo é bastante acidentado, com encostas abruptas e escarpadas, não raro com declividades superiores a 75% de inclinação, o que, de acordo com a escala de declividade elaborada pela Embrapa (Tabela 29), configura-se até como um relevo escarpado.

Tabela 29. Classes de declividade.

CLASSES DE DECLIVIDADE	LIMITES PERCENTUAIS (%)
Plano	0 – 3
Suave ondulado	3 – 8
Ondulado	8 – 20
Forte ondulado	20 – 45
Montanhoso	45 – 75
Escarpado	> 75

Fonte: EMBRAPA, (1979).

A predominância de declividade na Área de Ocupação do Projeto é da faixa de declividade entre 20% e 45%, o que corresponde a um relevo forte ondulado.

As altitudes mínimas ultrapassam os 1.200 metros e nas proximidades do pico do Monge, superam os 1.700 metros.

Na face leste da serra desenvolve-se a cava da mina Capanema e, portanto, encontra-se descaracterizada considerando as condições originais de relevo.

Na Área de Ocupação do Projeto as altitudes variam entre 1.285 m e 1.785 m, considerando as faixas de elevação apresentadas na Figura 58.

Já a Figura 59, a seguir, apresenta a declividade na Área de Ocupação do Projeto.

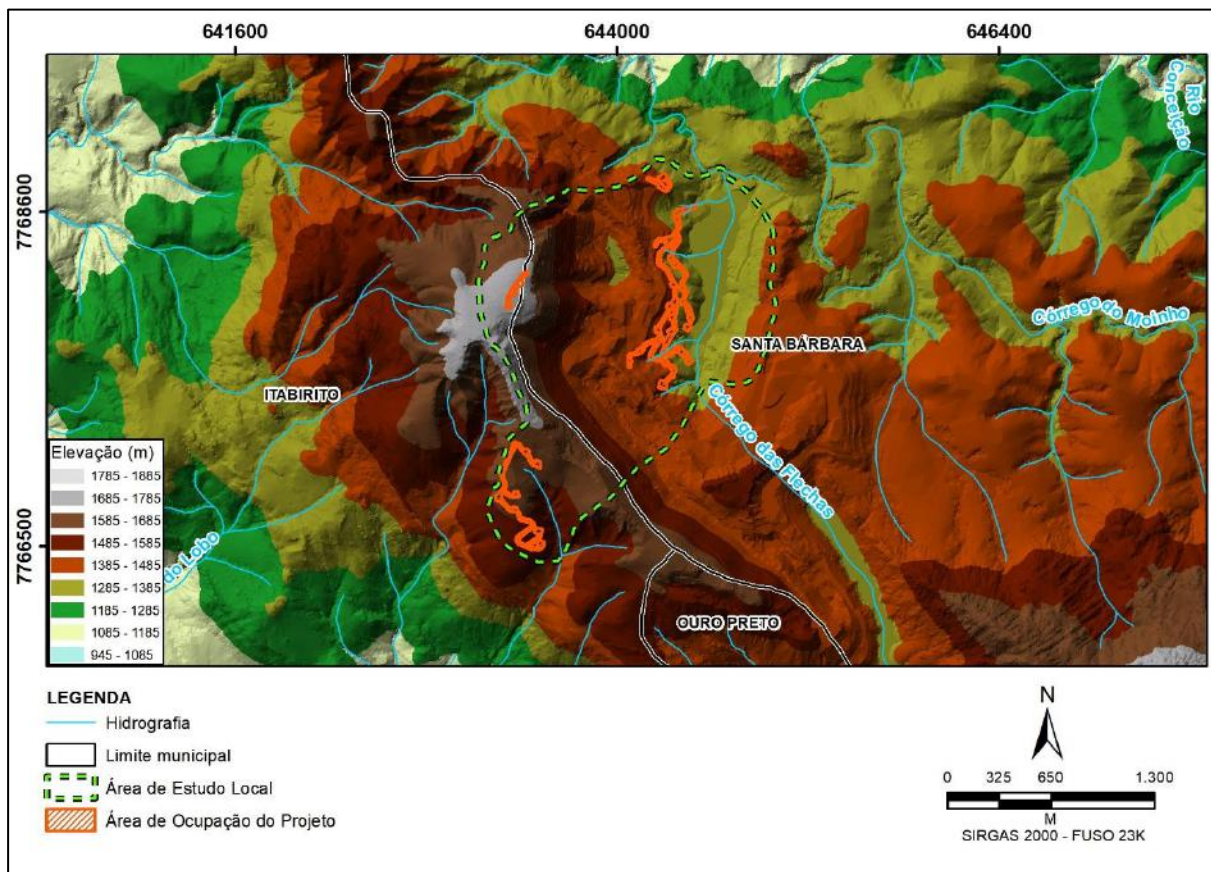


Figura 58. Mapa hipsométrico.

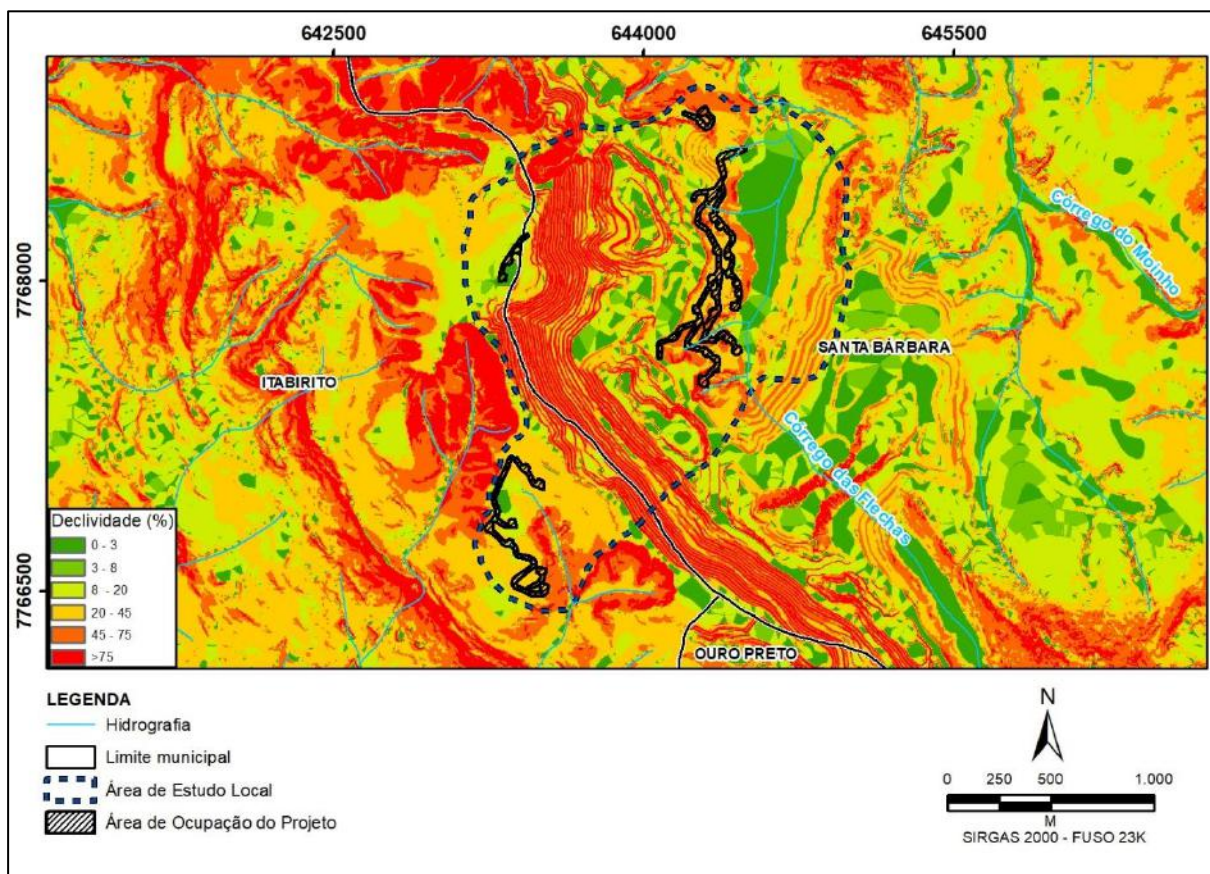


Figura 59. Mapa de declividade.

Com relação aos solos presentes nas Áreas de Estudo Local e de Ocupação do Projeto, de acordo com o Mapa de Solos elaborado em 2004 pela Embrapa, pode ser observados afloramentos de rocha (Figura 57).

Os afloramentos de rocha não são considerados uma classe de solo, mas sim uma exposição da rocha devido à ação de processos naturais, como erosão e deslizamentos de solo.

6.1.6. RECURSOS HÍDRICOS

6.1.6.1. Recursos Hídricos Superficiais

6.1.6.1.1. Procedimentos Metodológicos

A caracterização dos recursos hídricos superficiais foi realizada por meio de dados secundários. Para a definição das bacias hidrográficas e dos cursos d'água inseridos na Área de Estudo Regional, foi utilizada a carta topográfica Folha Acuruí, escala 1:50.000, elaborada pelo Instituto de Geografia e Estatística (IBGE) (BRASIL, 1977a).

6.1.6.1.2. Rede Hidrográfica da Área de Estudo Regional

A Área de Estudo Regional encontra-se no contexto de duas bacias hidrográficas federais, separadas pela serra Ouro Fino. A leste, tem-se a bacia hidrográfica do rio Doce (sub-bacia do rio Piracicaba) e, a oeste, tem-se a bacia hidrográfica do rio São Francisco (sub-bacia do rio das Velhas) (BRASIL, 1977a).

No âmbito da bacia do rio Doce, o Projeto está inserido na microbacia do córrego das Flechas, afluente da margem esquerda do rio Conceição, tributário do rio São João (rio Barão de Cocais), que é represado pela barragem do Peti. Após este represamento, o curso d'água forma o rio Santa Bárbara, afluente direto do rio Piracicaba, uma das principais sub-bacias contribuintes do rio Doce.

A Bacia Hidrográfica do Rio Doce drena uma área de 86.715 km², das quais 86% estão inseridas em território mineiro e 14% no Espírito Santo. Suas nascentes estão distribuídas nas serras do Espinhaço e da Mantiqueira e o rio percorre 879 km até a sua foz no oceano Atlântico, no município de Linhares/ES (CBH DO RIO DOCE, 2020).

Para melhor gerenciamento dos recursos em Minas Gerais, a bacia do rio Doce é subdividida em seis Unidades Estratégicas (UEs), coincidentes com suas sub-bacias e geridas por seus respectivos comitês: Rio Piranga (DO1), Rio Piracicaba (DO2), Rio Santo Antônio (DO3), Rio Suaçuí (DO4), Rio Caratinga (DO5), Rio Manhuaçu (DO6). No âmbito do estado do Espírito Santo, não há subdivisões administrativas e as sub-bacias e seus comitês em território capixaba são: dos Guandu, Santa Joana, Santa Maria do Doce, Pontões e Lagoas do Rio Doce e Barra Seca e Foz do Rio Doce (CBH DO RIO DOCE, 2020).

A bacia hidrográfica do rio Piracicaba (DO2) está totalmente inserida no estado de Minas Gerais e ocupa uma área de 5.465,38 km². O rio principal da bacia nasce no município de Ouro Preto e deságua no rio Doce na divisa de Ipatinga e Timóteo, MG. Seus principais afluentes são os rios Turvo, Conceição, Una, Machado, Santa Bárbara, Peixe e Prata, além de quase uma centena de córregos e ribeirões que fluem para o curso principal (CBH PIRACICABA, 2013).

O córrego das Flechas nasce nas encostas das serras do Caraça e Ouro Fino, a 1.700 metros de altitude. Flui inicialmente rumo noroeste, fletindo para nordeste a aproximadamente 1 km, a jusante da Mina de Capanema, para desembocar na margem esquerda do rio Conceição, que é formado pela confluência dos córregos Paciência e Cachoeira Alegre, que nascem na encosta sudoeste da serra do Caraça em altitudes superiores a 1.600 metros (BRASIL, 1977a). Percorre sentido norte até desaguar no rio São João, nas proximidades do distrito de Barra Feliz, (ou São Bento), município de Santa Bárbara, MG.

O rio São João nasce no extremo sudeste da serra do Espinhaço, em altitudes superiores a 1.400 metros. Também denominado rio Barão de Cocais, flui sentido nordeste até ser represado na barragem da UHE Peti, de propriedade da Cemig, extravasando como rio Santa Bárbara (BRASIL, 1977a, 1977b, 1977c).

O rio Santa Bárbara mantém grosseiramente o rumo nordeste para desaguar pela margem esquerda no rio Piracicaba, nas proximidades do município de João Monlevade, MG (BRASIL, 1977c).

Sob o contexto da bacia hidrográfica do rio São Francisco, o Projeto encontra-se no âmbito das microbacias do córrego dos Lobos, contemplando tanto do curso principal como seu tributário da margem esquerda, o córrego da Serra, e do rio de Pedras. Ambas as microbacias contribuem para a sub-bacia do rio das Velhas, no qual deságuam pela margem direita.

A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF) é uma das principais bacias do Brasil, drenando uma área de 639.219 km² ao longo de sete unidades da federação: Bahia (48,2%), Minas Gerais (36,8%), Pernambuco (10,9%), Alagoas (2,2%), Sergipe (1,2%),

Goiás (0,5%), e Distrito Federal (0,2%) – e 507 municípios, contemplando 9% do total de municípios do país (COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO, 2015a).

Formado pelos rios Samburrá e Santo Antônio, cujas nascentes estão localizadas a altitudes próximas a 1.280 m, na serra da Canastra, município de São Roque de Minas, no sudoeste do estado de Minas Gerais, o rio São Francisco percorre 2.700 km com vazões médias de 2.850 m³/s, até desaguar no Oceano Atlântico, na divisa dos estados de Sergipe e Alagoas (COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO, 2015a).

A BHSF é dividida em quatro regiões hidrográficas, delimitadas em função das variações de altitude - Alto São Francisco, Médio São Francisco, Submédio São Francisco e Baixo São Francisco (COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO, 2015b).

A Região Hidrográfica do Alto São Francisco abrange a área de 111.804 km² contemplando desde as nascentes até o município mineiro de Pirapora, no centro-norte de Minas Gerais. Além dos rios Samburrá e Santo Antônio, essa região recebe a influência dos rios Ajudas, Santana, Jacaré, Paraopebas e das Velhas (COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO, 2015b, 2020).

O rio das Velhas está totalmente inserido no estado de Minas Gerais e sua bacia drena uma área de 29.173 km², amparando uma população de mais de 4,4 milhões de habitantes, estando a maior parte concentrada na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Suas nascentes estão localizadas no município de Ouro Preto, no Parque Municipal da Serra das Andorinhas, e percorre 801 km até desaguar no rio São Francisco, em Barra do Guaicuy, município de Várzea da Palma, sendo o maior afluente em extensão do rio São Francisco (COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS, 2014).

Assim como a BHRS, a bacia do rio das Velhas é subdividida, em alto, médio e baixo rio das Velhas. A região do Alto Rio da Velhas, onde está inserido o Projeto, contempla todo o Quadrilátero Ferrífero, estendendo-se de Ouro Preto até os municípios de Sabará e parte de Caeté, municípios componentes da Região Metropolitana de Belo Horizonte (COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS, 2014).

O Alto rio das Velhas, para melhor gestão dos recursos hídricos, é subdividido em sete unidades territoriais estratégicas (UTE) - Nascentes, Rio Itabirito, Águas da Moeda, Águas do Gandarela, região de Caeté/Sabará, Ribeirão Arrudas e Ribeirão do Onça (COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS, 2014).

O Projeto está inserido no contexto da UTE Nascentes, que drena uma área de 541,58 km² integrada pelos municípios de Itabirito e Ouro Preto. Nesta UTE, o rio das Velhas apresenta 55 km de comprimento, de suas nascentes no Parque Natural Municipal Cachoeira das Andorinhas, em Ouro Preto, até a Represa do Rio de Pedras, em Acuruí, distrito de Itabirito. Sua área urbana com maior representatividade é Cachoeira do Campo, distrito de Ouro Preto e seus principais afluentes são: Rio Maracujá, Ribeirão do Funil, Córrego Olaria e Córrego do Andaime.

Os córregos do Lobo e da Serrinha nascem na vertente oeste da serra de Ouro Fino, em altitudes superiores aos 1.500 metros. O córrego da Serra flui para oeste e deságua pela margem esquerda do córrego do Lobo, que por sua vez deságua na margem direita do rio das Velhas.

Já as nascentes do rio de Pedras estão distribuídas na vertente oeste da serra de Ouro Fino e sudeste da serra da Jaguará (extremo sul da serra do Espinhaço). O rio de Pedras drena sentido sudoeste até a represa do Rio de Pedras, o primeiro barramento do rio das Velhas.

A Figura 60, a seguir, apresenta a rede hidrográfica do Projeto.

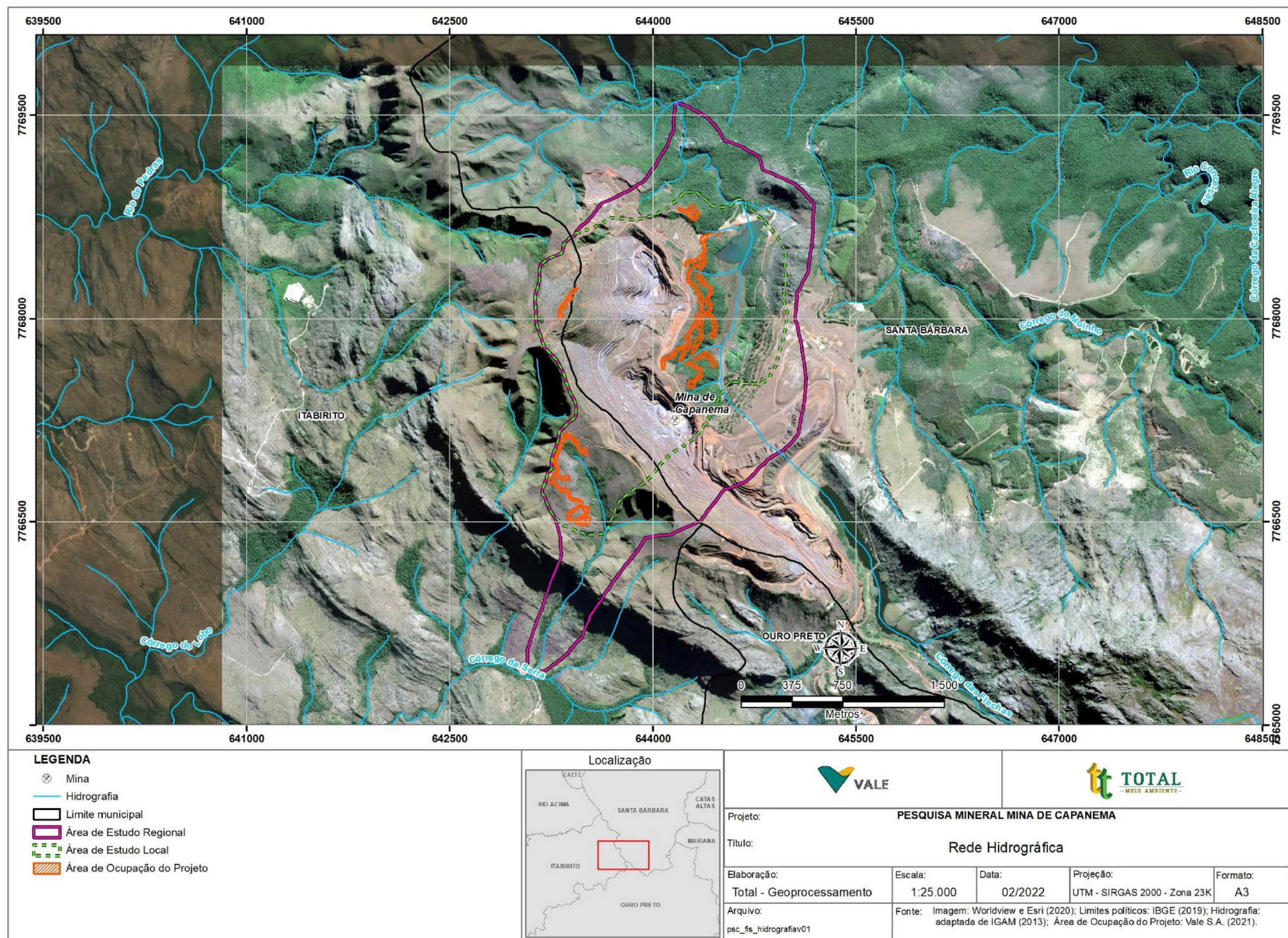


Figura 60. Rede hidrográfica.

6.1.6.1.3. Rede Hidrográfica das Áreas de Estudo Local e de Ocupação do Projeto

Estão inseridos nas Áreas de Estudo Local e de Ocupação do Projeto os córregos da Serra, afluente do rio das Velhas (bacia do rio São Francisco) e o córrego das Flechas, afluente do rio Conceição, que é tributário do rio Piracicaba (bacia do rio Doce) (Figura 60).

O córrego da Serra nasce na vertente oeste da Serra de Ouro Fino, em altitudes superiores aos 1.500 metros. Ele flui para oeste e deságua pela margem esquerda do córrego do Lobo que, por sua vez, deságua na margem direita do rio das Velhas.

O córrego das Flechas nasce nas encostas das Serras do Caraça e Ouro Fino, a aproximadamente 1.700 metros de altitude. Flui inicialmente rumo noroeste, fletindo para nordeste a aproximadamente 1 km a jusante da Mina de Capanema, para desembocar na margem esquerda do rio Conceição.

O padrão de drenagem local é o dendrítico, no qual as confluências lembram galhos (dendron) de uma planta, quando vistos em um mapa.

6.1.6.1.4. Qualidade das Águas Superficiais

A seguir apresenta-se o monitoramento de qualidade da água superficial disponibilizado pela Vale S.A., contemplando o período de março a dezembro de 2021. O monitoramento das águas na Mina de Capanema em 2021 só teve início no mês de março, pois anteriormente estavam em fase de planejamento e preparação para o início de obras que vieram a ocorrer no empreendimento.

6.1.6.1.4.1. Procedimentos Metodológicos

Neste item são apresentados os procedimentos metodológicos adotados para a execução do monitoramento da qualidade das águas superficiais. As microbacias próximas ao projeto que possuem pontos de monitoramentos são as do córrego das Flechas (bacia do rio Piracicaba) e córrego da Serra (bacia do rio das Velhas).

Para verificação do atendimento aos padrões ambientais, foram consideradas a Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG Nº 1 de 05 de maio de 2008 e a Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005, que dispõem sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelecem as condições e padrões de lançamento de efluentes e apresentam outras providências. As referidas legislações ambientais foram avaliadas adotando a DN COPAM/CERH-MG Nº 01/2008 por ser a mais restritiva.

A Tabela 30, a seguir, apresenta os parâmetros analisados.

Tabela 30. Parâmetros analisados.

FREQUÊNCIA	PARÂMETROS
Mensal	Coliformes Termotolerantes, Coliformes Totais, Cor Verdadeira, DBO, DQO, Estreptococos fecais, Ferro Dissolvido, Manganês, Óleos e Graxas Totais, Oxigênio Dissolvido, pH, Sólidos Sedimentáveis, Surfactantes (como LAS), Temperatura, Temperatura do Ar, Turbidez, Sólidos Suspensos Totais e Sólidos Totais.

Fonte: Vale S.A., (2022).

Os enquadramentos de corpos de água segundo os usos preponderantes, na região, foram estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM Nº 09/1994 (enquadramento da bacia do rio Piracicaba) e pela Deliberação Normativa COPAM Nº 20/1997 (enquadramento da bacia do rio das Velhas).

A DN COPAM Nº 09/1994, referente ao enquadramento da bacia do rio Piracicaba, não estabelece regra ou conceito para os cursos de água não enquadrados na bacia. Já a DN COPAM Nº 20/1997 referente ao enquadramento da bacia do rio das Velhas, dispõe como Classe 1 os cursos de água considerados neste relatório para esta bacia. Desta forma, para o monitoramento dos corpos de água do rio Piracicaba adotou-se também o enquadramento Classe 1, por ser a mais restritivo e conservador. Dessa forma, para todos os pontos de monitoramento apresentados neste estudo foram considerados o enquadramento Classe 1.

6.1.6.1.4.2. Pontos de Monitoramento de Qualidade das Águas Superficiais

O monitoramento de qualidade das águas superficiais para a Mina de Capanema é constituído por uma rede de pontos distribuídos pela mina e suas adjacências. No entanto, para esse estudo, foram considerados quatro pontos (Tabela 31), por estarem inseridos na Área de Estudo Regional ou por estarem em curso de água a jusante da Área de Estudo Regional. Os detalhes dos pontos de amostragem selecionados podem ser observados na Figura 61.

Tabela 31. Detalhes dos pontos de monitoramento de qualidade das águas superficiais.

PONTO	CURSO DE ÁGUA	SUB-BACIA	COORDENADAS SIRGAS 2000 – ZONA 23K	
			UTM m E	UTM m S
SG02	Córrego das Flechas	Rio Piracicaba	644.634	7.768.890
SG12	Córrego das Flechas	Rio Piracicaba	644.734	7.768.834
SG17	Córrego das Flechas	Rio Piracicaba	644.540	7.768.989
SG11	Córrego da Serra	Rio das Velhas	642.045	7.764.953

Fonte: Vale S.A., (2022).

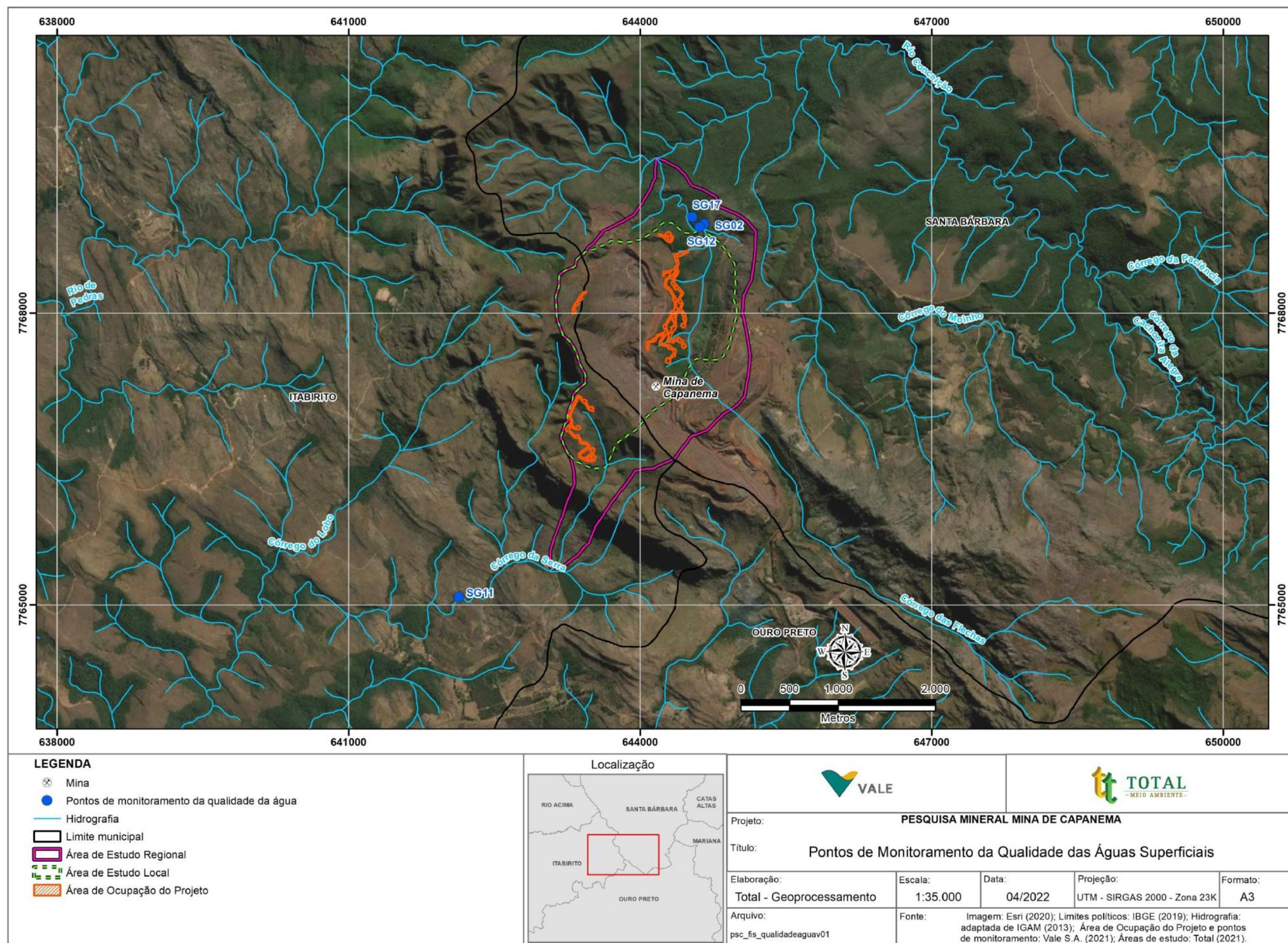
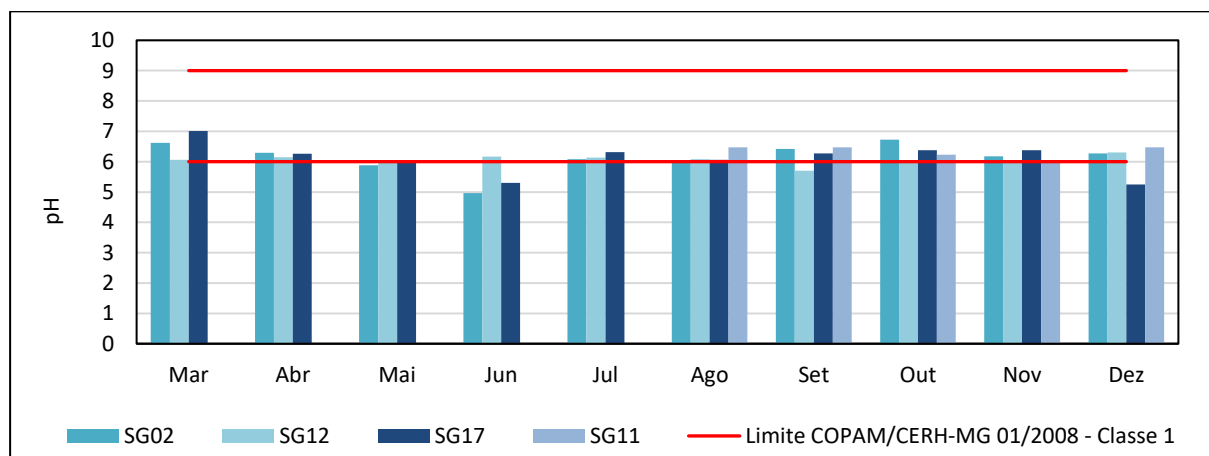


Figura 61. Pontos de Monitoramento de Qualidade das Águas Superficiais.

6.1.6.1.4.3. Resultados

A seguir são apresentadas as principais características físicas, químicas e bacteriológicas das águas nos pontos monitorados, tendo como base os resultados obtidos no monitoramento realizado pela Vale S.A. durante o período de março a dezembro de 2021. Nos meses em que os parâmetros não foram exibidos nos gráficos foi devido à ausência de água no momento da coleta, fato que ocorreu predominantemente no período de estiagem.

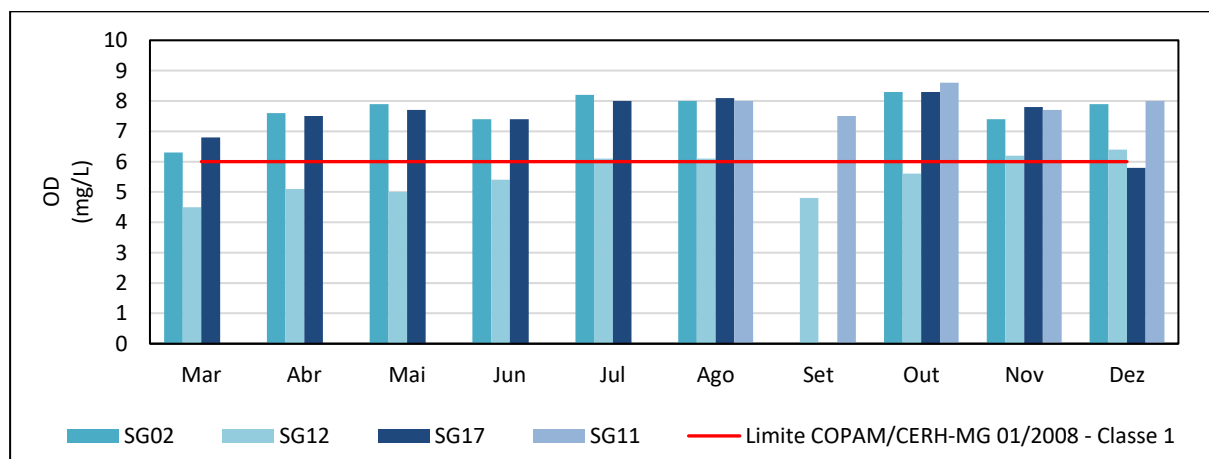
Os resultados de pH variaram entre 4,96 e 7,01. Foram registradas quatro ocorrências de pH inferiores a 6. Os resultados obtidos indicam águas com características oscilando entre ácida e neutra (Figura 62).



Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 62. Resultados do parâmetro pH.

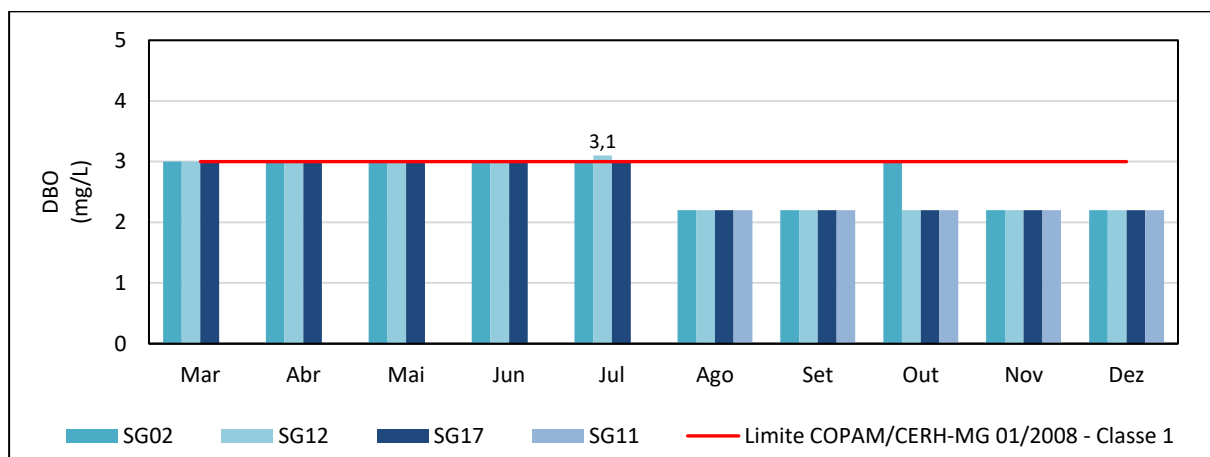
As medições de oxigênio dissolvido obtidas variaram entre 4,5 mg/L e 8,6 mg/L. Foram registradas medições abaixo do limite estabelecido para oxigênio dissolvido para águas de classe 1, conforme apresentado na Figura 63.



Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 63. Resultados do parâmetro Oxigênio Dissolvido.

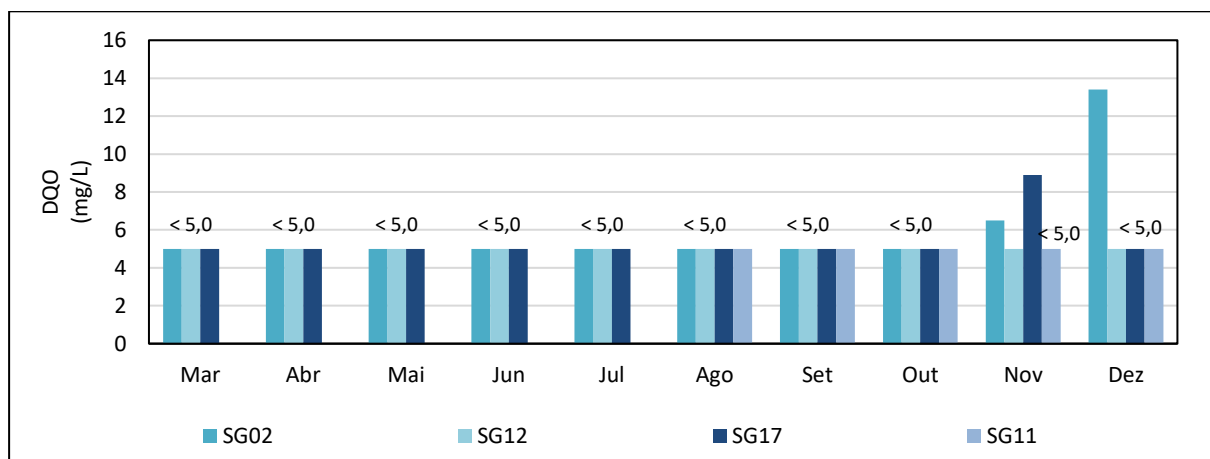
Para as medições de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), os valores registrados variaram < 2 mg/L e 3,1 mg/L. Foi registrada uma medição acima do limite, no ponto SG12 (Figura 64).



Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 64. Resultados do parâmetro DBO.

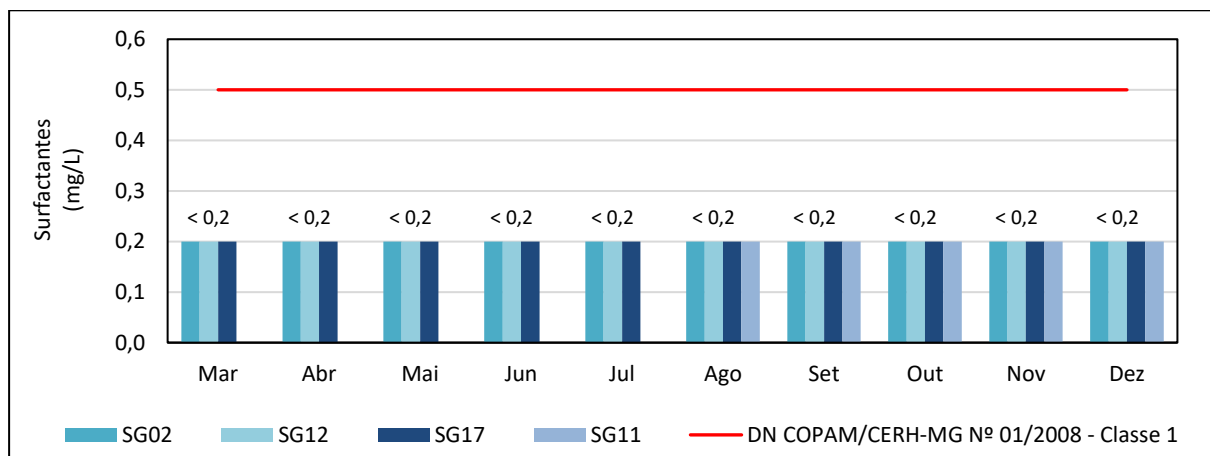
Foi analisado também o parâmetro de demanda bioquímica de oxigênio (DQO) e os resultados variaram entre menores que o limite de quantificação do método (<5 mg/L) e 13,4 mg/L (Figura 65).



Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 65. Resultados do parâmetro DQO.

Conforme pode ser observado na Figura 66, as medições de surfactantes em todos os pontos monitorados apresentaram valores menores que o limite de quantificação do método (< 0,2 mg/L).

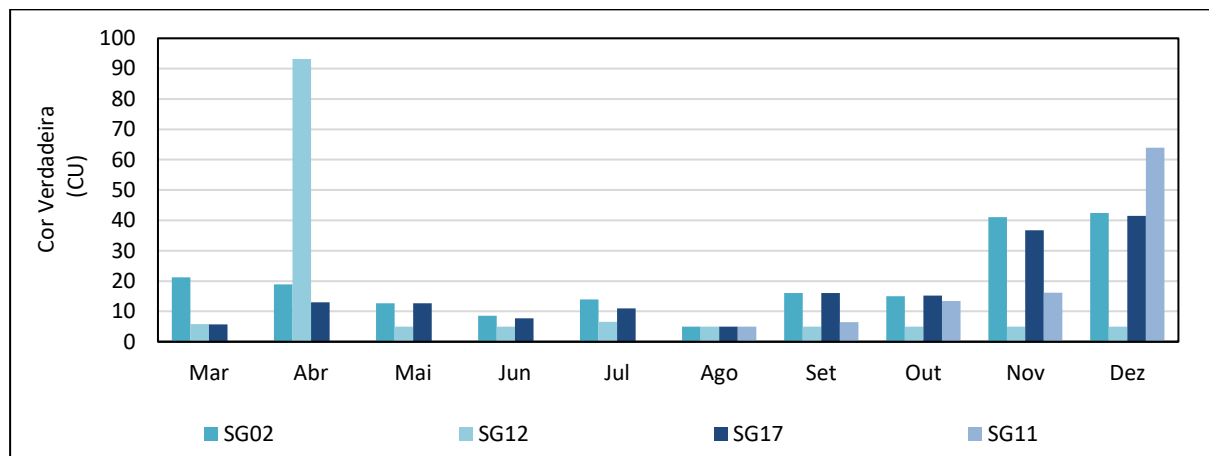


Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 66. Resultados do parâmetro Surfactantes.

O parâmetro de Óleos e Graxas Visíveis não teve uma representação gráfica, pois não foi identificada a presença do mesmo nas águas, de forma que a representação gráfica seria nula.

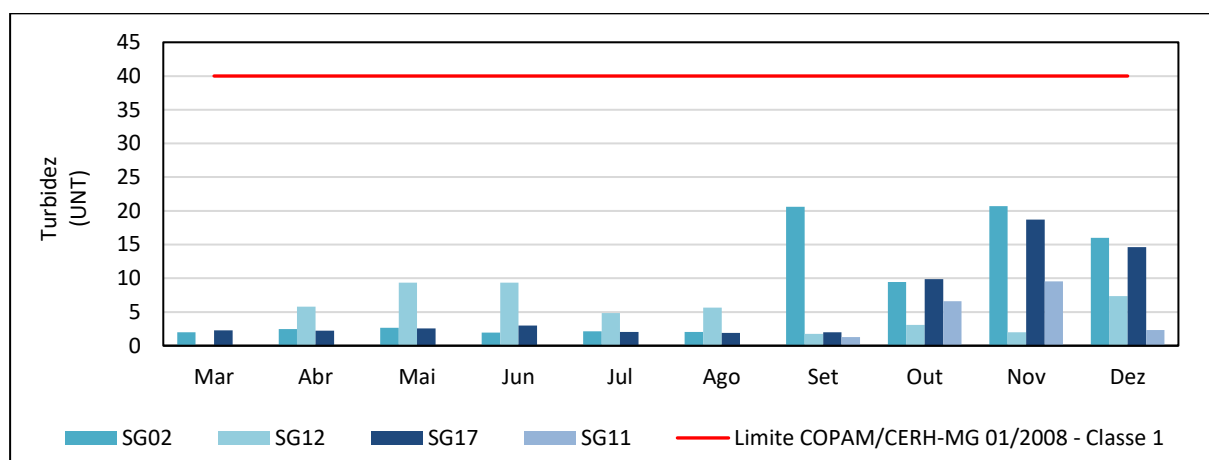
Com relação ao parâmetro cor verdadeira (Figura 67), as medições obtidas variaram entre o limite mínimo de quantificação do método (< 5 CU) e 93,2 CU.



Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 67. Resultados do parâmetro Cor Verdadeira.

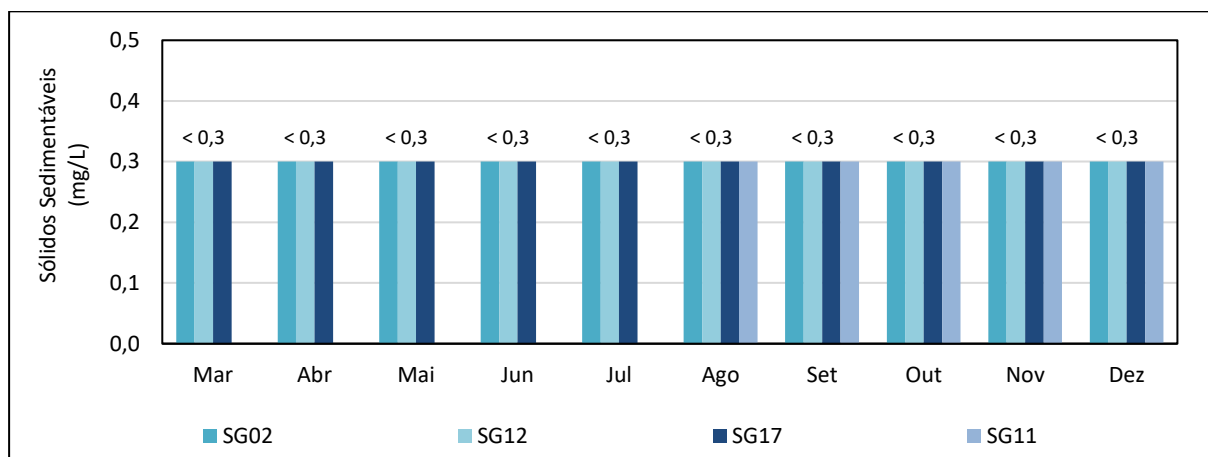
As medições obtidas de turbidez (Figura 68) variaram entre 0,10 UNT e 20,70 UNT. Todas as amostras analisadas atenderam ao limite legal estabelecido para águas de classe 1.



Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 68. Resultados do parâmetro Turbidez.

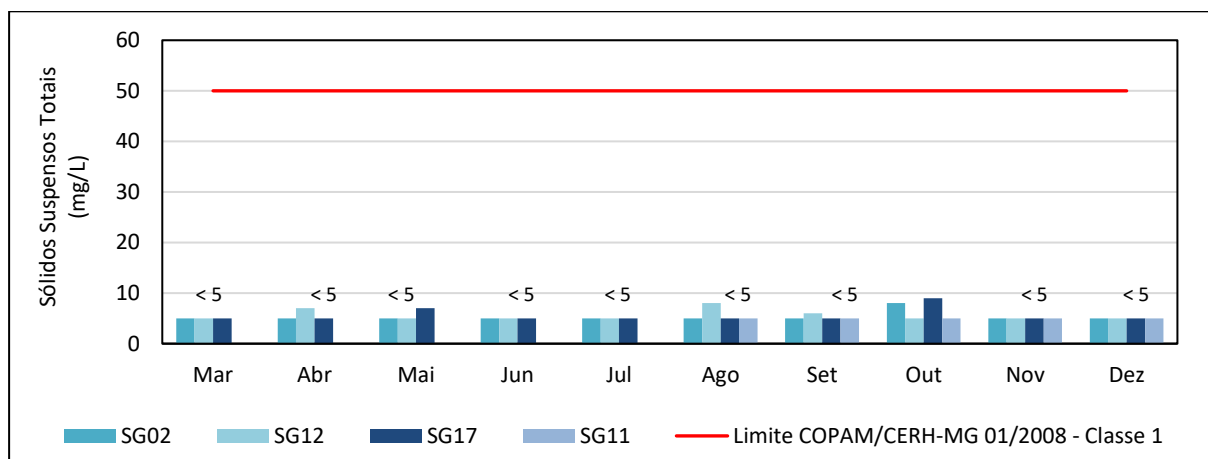
Para as medições de sólidos sedimentáveis totais (Figura 69), os valores registrados foram menores que o limite de quantificação do método ($< 0,3$ mg/L) em todos os pontos monitorados.



Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 69. Resultados do parâmetro Sólidos Sedimentáveis.

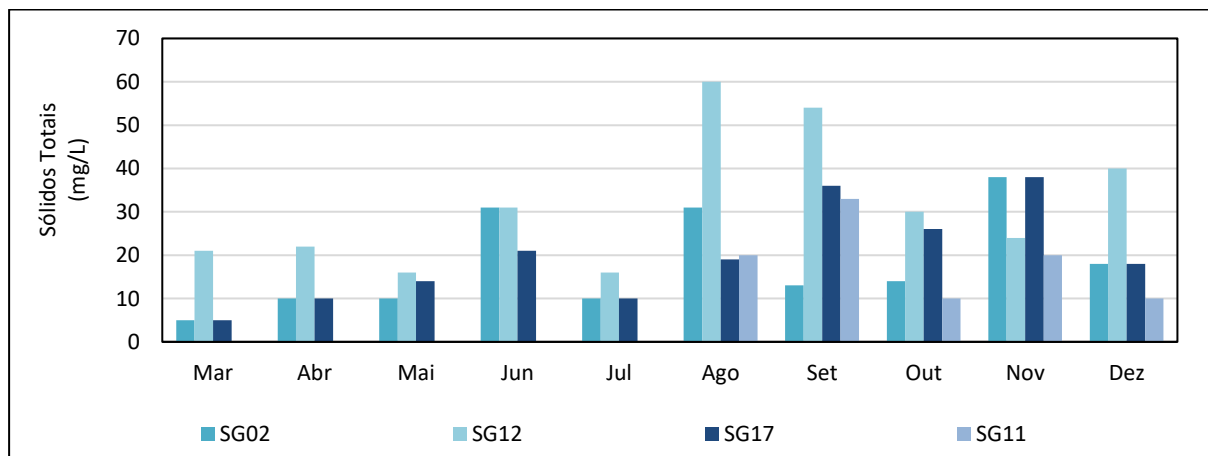
Os resultados das análises de sólidos suspensos totais variaram entre o limite de quantificação do método ($< 5 \text{ mg/L}$) e 9 mg/L , encontrando-se dentro dos limites legais (Figura 70).



Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 70. Resultados do parâmetro Sólidos Suspensos Totais.

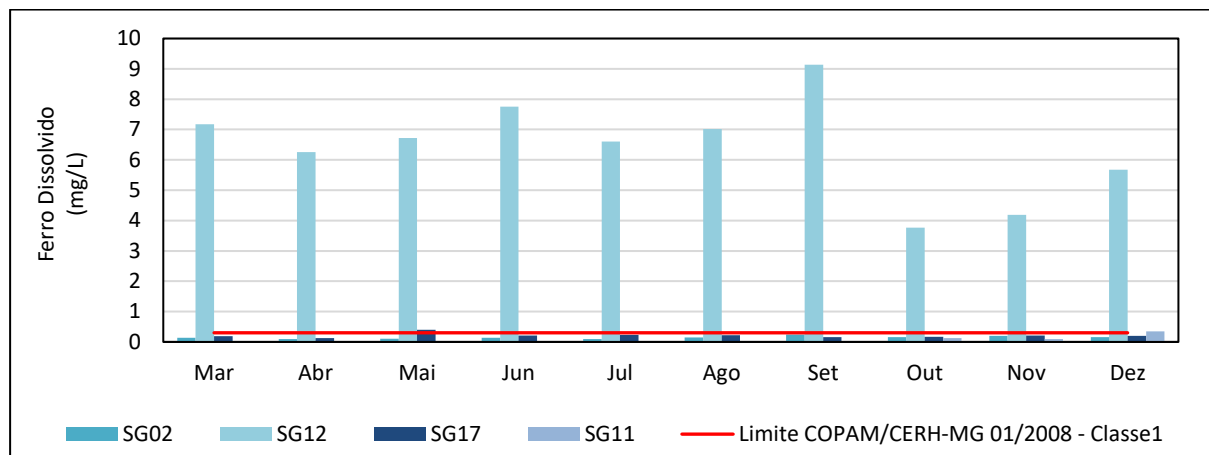
Com relação ao parâmetro sólidos totais (Figura 71), os resultados das análises variaram entre $< 5 \text{ mg/L}$ e 60 mg/L .



Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 71. Resultados do parâmetro Sólidos Totais.

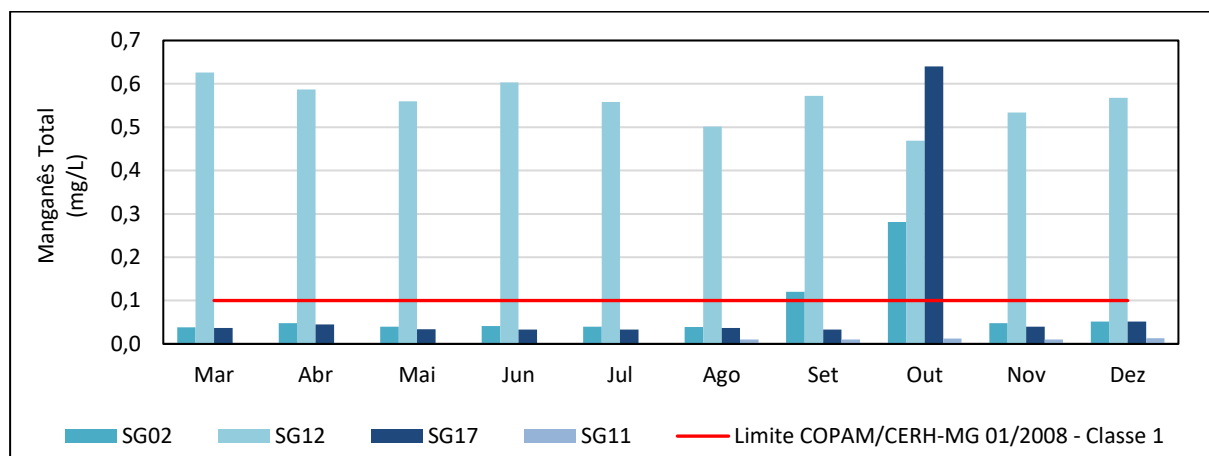
As concentrações de ferro dissolvido obtidas variaram entre <0,025 mg/L e 9,140 mg/L. Foram registradas concentrações superiores ao limite legal estabelecido pela DN COPAM/CERH-MG Nº 01/2008 para águas doces de classe 1, principalmente no ponto SG12 (Figura 72).



Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 72. Resultados do parâmetro Ferro Dissolvido.

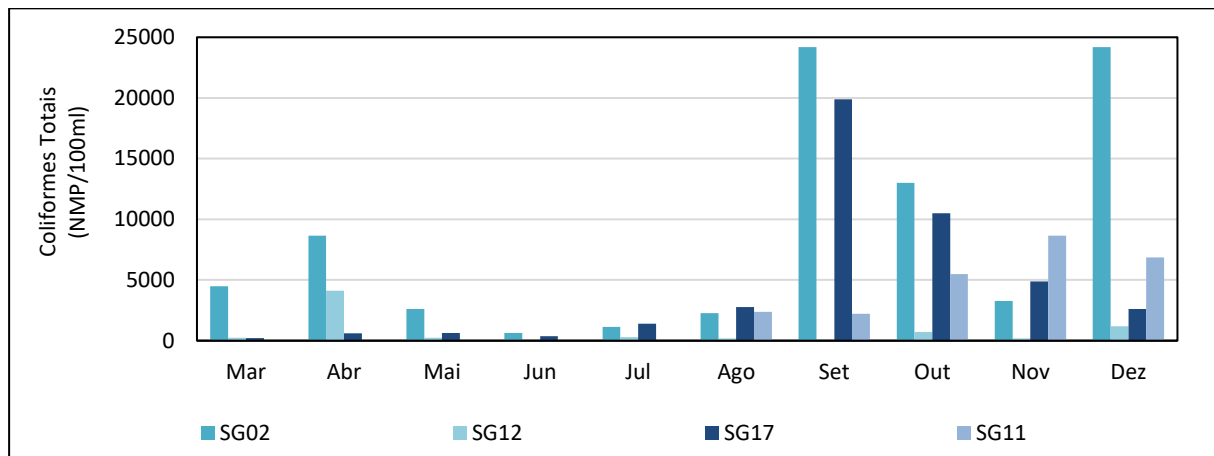
As análises manganês total variaram entre <0,01 mg/L e 0,64 mg/L (Figura 73). Foram registradas concentrações superiores ao limite legal estabelecido pela DN COPAM/CERH-MG Nº 01/2008 para águas doces de classe 1.



Fonte: Vale S.A., (2022).

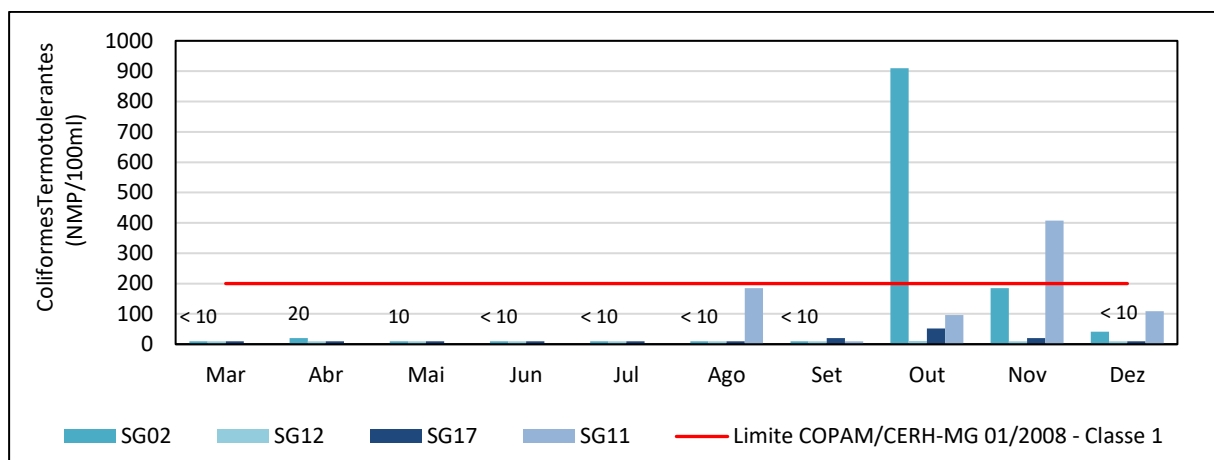
Figura 73. Resultados do parâmetro Manganês Total.

Analisando os parâmetros bacteriológicos, verifica-se a presença de coliformes totais (Figura 74) e termotolerantes (Figura 75) e estreptococos fecais (Figura 76) nos pontos monitorados, variando entre 20 NMP/100 ml e >24.200 NMP/100 ml, entre <10 NMP/100 ml e 910 NMP/100 ml e entre <1 NMP/100 ml e 880 NMP/100 ml, respectivamente.



Fonte: Vale S.A., (2022).

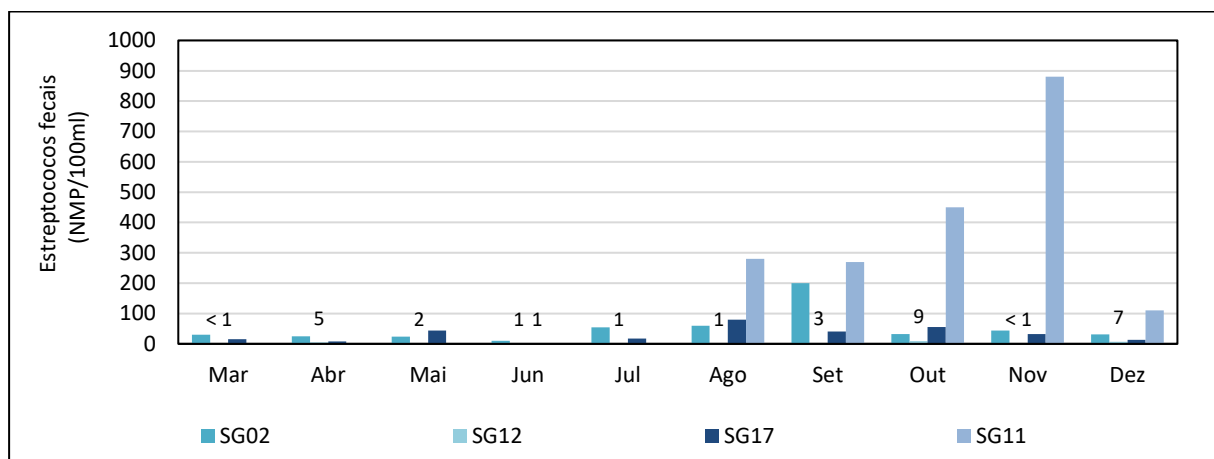
Figura 74. Resultados do parâmetro Coliformes Totais.



Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 75. Resultados do parâmetro Coliformes Termotolerantes.

Ressalta-se, porém, que segundo o art. 13 da DN COPAM/CERH-MG Nº 01/2008, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Dessa forma, as ocorrências citadas não devem ser consideradas como desconformidades com o limite legal.



Fonte: Vale S.A., (2022).

Figura 76. Resultados do parâmetro Estreptococos fecais.

6.1.6.1.4.4. Síntese dos Resultados

Os pontos localizados nas microbacias dos córregos das Flechas e da Serra apresentaram a maior parte dos resultados em conformidade com os padrões ambientais determinados pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N° 01/2008 para águas doces de classe 1.

No córrego das Flechas (SG-02, SG12 e SG-17), as exceções ocorreram para os parâmetros pH, oxigênio dissolvido, DBO, ferro dissolvido, manganês total e coliformes termotolerantes. Os registros observados no oxigênio dissolvido e DBO sugerem a presença de sedimentos e matéria orgânica no curso de água. Com relação aos metais, nota-se a presença em quantidade representativa de ferro dissolvido e manganês total, o que pode ocorrer em função das características geológicas da região.

Apesar dos registros elevados de coliformes termotolerantes, nas águas do córrego das Flechas, segundo o art. 13 da DN COPAM/CERH-MG N° 01/2008, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano. Dessa forma, as ocorrências citadas não devem ser consideradas como desconformidades com o limite legal.

Já no córrego da Serra (SG11), as águas analisadas apresentaram resultados que indicam um bom nível de qualidade em termos de condição ambiental, oxigenação, pH, DBO, DQO, turbidez e sólidos. As exceções ocorreram para os parâmetros coliformes termotolerantes, ferro e manganês. Nota-se a presença em quantidade representativa de ambos os metais, o que pode ocorrer em função das características geológicas da região.

Com relação aos registros elevados de coliformes termotolerantes nas águas do córrego da Serra, segundo o art. 13 da DN COPAM/CERH-MG N° 01/2008, as ocorrências citadas não devem ser consideradas como desconformidades com o limite legal, pois foi registrada apenas uma ocorrência acima do limite legal.

Diante dos resultados observados, pode se concluir que as águas das microbacias dos córregos das Flechas e da Serra apresentam, em geral, boa qualidade. Recomenda-se a continuidade das ações atualmente realizadas para que, durante a execução do Projeto, os parâmetros monitorados continuem dentro dos limites estabelecidos em legislação e, caso seja observada alguma alteração, seja possível executar ações de mitigação e controle.

6.1.6.1.4.5. Índice da Qualidade das Águas – IQA

O Índice da Qualidade das Águas visa à avaliação da qualidade da água bruta após seu tratamento, condicionando seu uso para o abastecimento público.

Sua obtenção é dada por meio do produto ponderado de nove parâmetros físico-químicos (oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, temperatura da água, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total), expressa pela equação a seguir.

$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i}$$

Os resultados variam de 0 a 100, permitindo classificar faixas de qualidade da água, que variam conforme o estado (ANA, 2022). Em Minas Gerais, a avaliação é feita conforme apresentado na Tabela 32, a seguir:

Tabela 32. Valores de IQA e avaliação da qualidade da água em Minas Gerais.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA	IQA	SIGNIFICADO
Excelente	90 – 100	Águas apropriadas para o tratamento convencional visando o abastecimento público
Bom	70 – 90	
Médio	50 – 70	
Ruim	25 – 50	Águas impróprias para o tratamento convencional visando o abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados
Muito Ruim	0 – 25	

Fonte: IGAM, (2022).

De acordo com o Resumo Executivo Anual de Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais em Minas Gerais, publicado pelo IGAM em 2021, referente ao ano base 2019, o rio Santa Bárbara, uma das bacias hidrográficas ao qual o Projeto se insere, incluída no DO2 – Rio Piracicaba, apresentou IQA de 78,9 no ano de 2019, o que é classificado como “bom”.

Já o rio das Velhas, outra bacia ao qual o Projeto se insere, incluída no SF5 – Rio das Velhas, apresentou IQA de 64,8 no ano de 2019, o que é classificado como “médio”.

6.1.6.2. Recursos Hídricos Subterrâneos

6.1.6.2.1. Procedimentos Metodológicos

Os sistemas aquíferos por ora apresentados foram delimitados em superfície a partir dos mapas geológicos folhas Ouro Preto e Gandarela (MINAS GERAIS, 2005b, 2005c), que subsidiaram o diagnóstico apresentado no item referente à Geologia.

As unidades hidroestratigráficas apresentadas foram definidos com base no Projeto APA Sul, Região Metropolitana de Belo Horizonte, elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) (BRASIL, 2005d).

Sistemas aquíferos apresentam características hidrogeológicas e hidrogeoquímicas próprias, que variam em função das litologias e estruturas existentes. Um mesmo sistema aquífero pode abranger litotipos de diversas formações e unidades geológicas dadas as semelhanças estruturais, como presença de porosidade secundária e/ou carstificação.

Aquíferos distintos podem ocorrer conectados por fraturas, condutos de dissolução ou até mesmo por drenança vertical (ação da gravidade). Diferentes unidades estabelecem relações de influência e efluência, conforme a estação do ano (períodos seco e chuvoso), e ora funcionam como áreas de recarga, ora como corpos receptores de aquíferos mais profundos.

A geologia da região do Projeto compreende rochas de sequências metassedimentares clásticas e químicas, metavulcânicas, granitos-gnaisses e intrusivas básicas e metabásicas, submetidas a uma evolução tectônica complexa, típica do Quadrilátero Ferrífero. Este ambiente proporciona uma diversidade de unidades hidrogeológicas descontínuas, heterogêneas e anisotrópicas, resultando em significativas diferenças nas capacidades de armazenamento e nas características físico-químicas das águas (BRASIL, 2005d). Uma unidade pode, em determinadas situações, assumir características distintas, atuando ora como aquífero, ora como aquífero ou aquíclode, tamanha a variabilidade faciológica encontrada dentro de uma mesma formação.

6.1.6.2.2. Hidrogeologia da Área de Estudo Regional

A complexidade estrutural e litológica do Quadrilátero Ferrífero reflete diretamente em arcabouço hidrogeológico, corroborado pela heterogeneidade dos sistemas aquíferos existentes na região do Projeto.

As conformações litológicas, estruturais e estratigráficas proporcionam a formação de quatro domínios hidrogeológicos distintos na área, caracterizados por suas condições de circulação e armazenamento da água subterrânea: domínio poroso, domínio poroso-fissural, domínio fissural e unidade não-aquífera (aquiclude).

Na região em pauta, a geologia compreende rochas de sequências metassedimentares clásticas e químicas, metavulcânicas e metassedimentares, típicas de *greenstone belt* e intrusivas básicas e ultramáficas, submetidas a uma evolução tectônica complexa. A Tabela 33, a seguir, relaciona os sistemas hidrogeológicos encontrados na Área de Estudo Regional, a litoestratigrafia e suas principais características. A classificação adotada e os dados obtidos basearam-se nos estudos apresentados no Projeto APA Sul (BRASIL, 2005d).

Tabela 33. Relação entre tipos de aquíferos existentes na Área de Estudo Regional do Projeto e suas principais características.

DOMÍNIO HIDROGEOLÓGICO	SISTEMA AQUIFERO	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	LITOLOGIA	CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS
Poroso	Granular	Depósitos elúvio-coluviais.	Canga	Descontínuo, livre, anisotrópico e heterogêneo, porosidade e permeabilidade primárias variadas
Poroso-fissural	Itabirítico	Grupo Itabira (Sg. Minas).	Itabiritos silicosos e dolomíticos, hematita friável a compacta.	Sistema de alta variabilidade hidráulica e hidrodinâmica, devido à diversidade litológica e estrutural: comporta-se como aquífero fraturado ou aquífero granular, livre ou confinado, com porosidade e permeabilidade secundárias, anisotrópico e heterogêneo
Fissural	Quartzítico	Faixas no Grupo Maquiné; Formação Moeda (Gr. Caraça, Sr. Minas).	Quartzitos e metacherts.	Descontínuo, fraturados, livres ou confinados pelos xistos, anisotrópicos e heterogêneos. Baixa permeabilidade e porosidade secundária.
	Xistoso	Grupos Nova Lima e Maquiné (Sg. Rio das Velhas).	Rochas metassedimentares (metapelitos e xistos), metavulcanosedimentares (Greenstone Belts).	Fraturados, livres a confinados, de baixa permeabilidade, anisotrópico, heterogêneo, porosidade secundária controlada tectonicamente.
Unidade não-aquífera	Aquitardos	Formação Batatal (Gr. Caraça; Sg. Minas); Rochas básicas intrusivas.	Depósitos de argila, Filitos grafitosos, gabros e basaltos.	Barreiras hidráulicas descontínuas e contínuas, semi-impermeáveis.

Fonte: BRASIL, (2005d).

A Figura 77 apresenta o mapa dos sistemas aquíferos existentes na região.

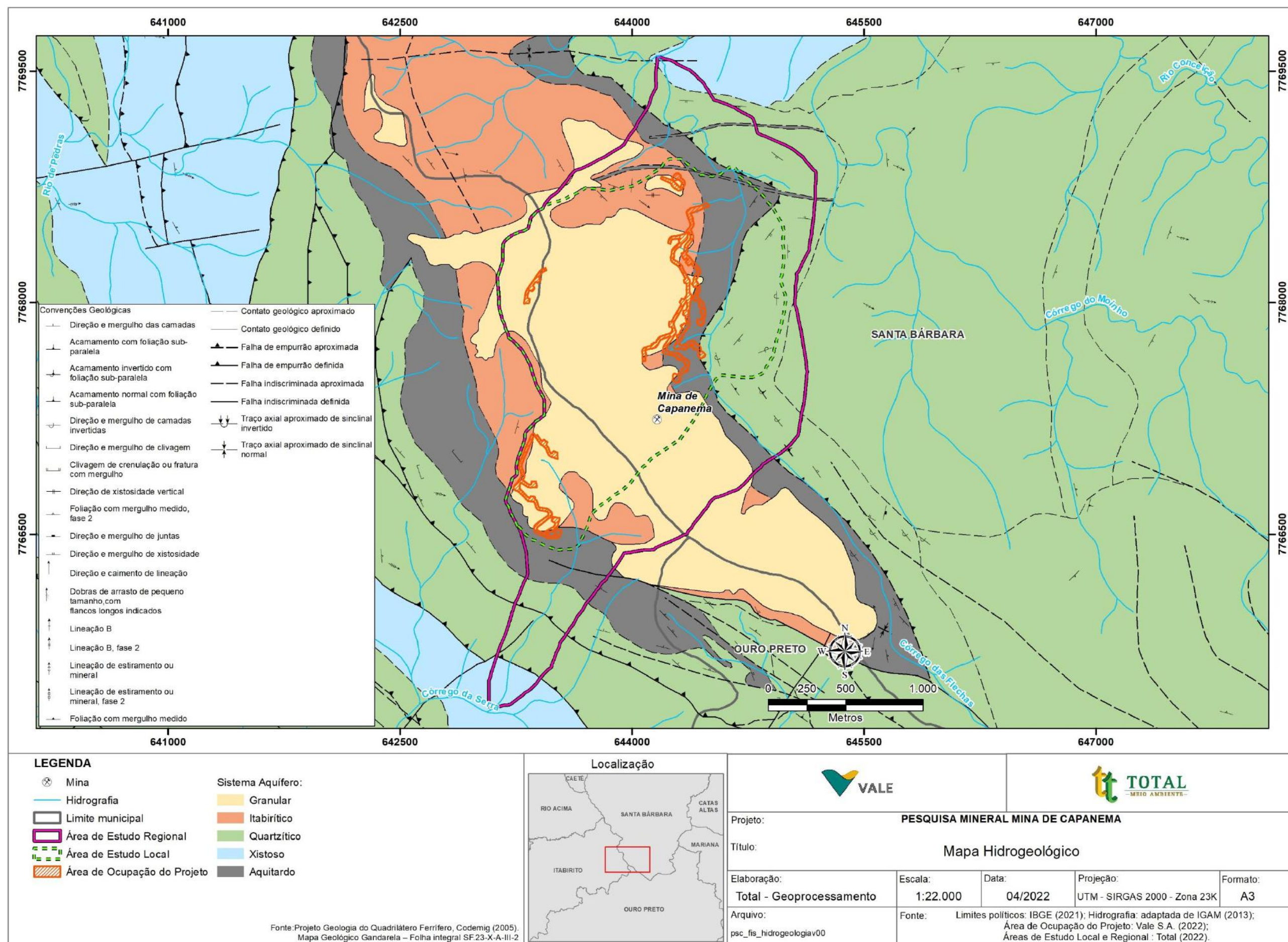


Figura 77. Sistemas Aquíferos.

6.1.6.2.2.1. Domínio Hidrogeológico Poroso – Sistema Aquífero Granular

O Sistema Aquífero Granular armazena água nos interstícios de sedimentos incoesos ou grãos de rochas intemperizadas. Está distribuído amplamente pela área em formações superficiais recobrendo as outras unidades aquíferas. Apresenta importância por ser acessível ao usuário de pequena demanda, por proporcionar a recarga aos aquíferos subjacentes e por permitir a manutenção dos sistemas ciliares.

As porosidade e permeabilidade são bastante variadas em consequência da diversidade sedimentológica e meteorização das rochas constituintes. Em locais onde ocorrem grandes concentrações de argila, a permeabilidade é mais baixa, dificultando a infiltração e o escoamento subterrâneo. A espessura saturada é pequena, com níveis estáticos rasos de mediana de 8 m e vazão baixa. A água é de boa qualidade, com pH médio, alcançando 6,4 e condutividade elétrica, baixa, por volta de 17 μ S/cm.

Na AER é constituído por Depósitos Elúvio-Colúviais, que ocorrem em platôs, terraços e flancos das serras, recobrendo o Grupo Itabira. Atingem espessuras de 2 a 10 metros e são constituídos de cangas e bauxitas resultantes da laterização das rochas ricas em ferro e alumínio da região. São livres, descontínuos, relativamente isotrópicos e heterogêneos. As porosidade e permeabilidade são secundárias, resultado do processo de laterização. A porosidade é bastante elevada, fazendo com que praticamente toda água de precipitação infiltre, alimentando os aquíferos recobertos por eles. O potencial de exploração é baixo, dada a alta infiltração e dificuldade de perfuração.

6.1.6.2.2.2. Domínio Hidrogeológico Poroso-Fissural – Sistema Aquífero Itabirítico

O Sistema Aquífero Itabirítico é o mais importante do Quadrilátero Ferrífero e da região que abrange a Mina de Capanema. Ocorre ao longo do Sinclinal Ouro Fino, em faixas espessas de grande expressão areal, recoberto por material laterítico, cangas e colúvios de canga.

As rochas predominantes são formações ferríferas bandadas, fácies óxido, do tipo Lago Superior, constituídas por itabiritos silicosos e dolomíticos e corpos de hematita compacta e friável do Grupo Itabira (Formação Cauê, predominantemente, e Formação Gandarela, quando mais itabirítica)

Trata-se de um sistema bastante complexo e controverso devido às particularidades geológicas, pois se comporta conforme a litologia predominante. São aquíferos livres a confinados pela estruturação geológico-estratigráfica a que estão submetidos. Podem até mesmo ser, em determinados pontos, considerados aquíferos. Formam aquífero fraturados e/ou granulares, fortemente anisotrópicos e heterogêneos. Fraturas e dissolução química dos carbonatos e quartzo proporcionam permeabilidade e porosidade secundárias.

A recarga se dá pela infiltração direta das águas pluviais, mas dependendo da estruturação tectônica e grau de carstificação da Formação Gandarela, recebe aporte do Sistema Aquífero Carbonático. A descarga natural ocorre de forma pontual ou como um conjunto de nascentes próximas. Os exutórios naturais mais expressivos ocorrem como nascentes no contato entre os itabiritos e litologias menos permeáveis, como os filitos da Formação Batatal.

A espessura saturada é variável e os níveis estáticos têm mediana de 49 m. As vazões são boas, na ordem de 1,63 m³/h/m, produzindo águas de boa qualidade, de pH mediano de 6,1 e condutividade elétrica baixa (12 μ S /s).

6.1.6.2.2.3. Domínio Fissural

6.1.6.2.2.3.1. Sistema Aquífero Quartzítico

O Sistema Aquífero Quartzítico é constituído pelos quartzitos e metaconglomerados do Grupo Maquiné (Supergrupo Rio das Velhas) e pelos quartzitos Moeda (Supergrupo Minas). São aquíferos descontínuos, do tipo fraturado, livres a confinados pelos metapelitos e xistos interestratificados de baixa permeabilidade, anisotrópicos e heterogêneos. As permeabilidade e porosidade são secundárias e consequência da tectônica aplicada.

A recarga principal ocorre pela infiltração de águas pluviais nos horizontes silte-arenosos conectados aos fraturamentos das rochas sãs. Os exutórios naturais são nascentes de contato com os estratos pouco permeáveis dos metapelitos e xistos.

As vazões são baixas, com medianas $0,63 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, mas localmente são aumentadas pelas restituições de aquíferos suspensos, formados por material alúvio-coluvionar e por tálus, bastante influenciadas pela presença de matas ciliares. A água é de boa qualidade, com pH mediano de 6,2 e condutividade elétrica baixa ($8 \mu\text{S}/\text{s}$).

6.1.6.2.2.3.2. Sistema Aquífero Xistoso

O Sistema Aquífero Xistoso compreende rochas pertencentes ao Supergrupo Rio das Velhas – a sequência metavulcanossedimentar tipo *Greenstone Belt* do Grupo Nova Lima e os porções mais xisitosas do Grupo Maquiné.

São aquíferos descontínuos, do tipo fissural em fraturas, juntas e falhas, livres a confinados pelos níveis de metapelitos e xistos de baixa permeabilidade, anisotrópicos e heterogêneos. As porosidade e permeabilidade são secundárias e consequência de esforços tectônicos. Os níveis quartzosos possuem porosidade efetiva resultante desses esforços tectônicos.

A recarga principal se dá pela infiltração de águas pluviais nos horizontes silto-arenosos resultantes do intemperismo e conectados às fraturas dos níveis mais quartzosos. Pode ocorrer infiltração de águas fluviais onde há interseção do curso d'água com os níveis quartzosos. Recebem, localmente, aporte local dos sistemas aquíferos Quartzítico e Formação Ferrífera, pois está em contato gradacional com essas duas unidades. A circulação de água subterrânea ocorre segundo as direções de fraturamento e acamamento, com fluxo tendendo aos baixos topográficos em direção aos cursos d'água perenes que drenam o sistema. Os exutórios naturais são nascentes pontuais ou difusas.

As águas são geralmente de boa qualidade: baixa condutividade elétrica e pH mediano de 6,9. Há riscos de drenagem ácida, devido a presença de sulfetos disseminados nos xistos.

6.1.6.2.2.4. Unidade não-Aquífera – Aquitardo Batatal

A Formação Batatal pertence ao Grupo Caraça e é constituída de filitos sericíticos, filitos grafitosos, com quantidades significativas de clorita e material carbonático. No topo são encontradas intercalações de metachert e delgadas lentes de hematita (itabiritos) e de quartzito. Ocorre como faixas estreitas em ambas as abas do Sinclinal Ouro Fino, com espessuras entre 20 e 50 metros.

Os filitos Batatal exibem baixa permeabilidade e formam uma barreira hidráulica que separa fisicamente os sistemas aquíferos Itabirítico e Quartzítico da Formação Moeda.

A Formação Batatal também exerce um importante papel ao confinar na base os aquíferos Itabiríticos, proporcionando mananciais com expressivas vazões em cotas elevadas e que são aduzidos por gravidade para o abastecimento de diversas comunidades (BRASIL, 2005d).

6.1.6.3. Hidrogeologia das Áreas de Estudo Local e de Ocupação do Projeto

Nas Áreas de Estudo Local e de Ocupação do Projeto ocorrem os Sistemas Aquíferos Granular, Itabirítico e Quartzítico (Figura 77).

O Sistema Aquífero Granular é formado pelas cangas que recobrem os itabiritos do Grupo Itabira. Formam aquíferos superficiais, granulares, de elevada permeabilidade. Os extensos platôs formados por esse material funcionam como verdadeiras esponjas da água de chuva, levando-a para as camadas mais inferiores, formadas pelas formações ferríferas do Grupo Itabira.

O Sistema Aquífero Itabirítico representa o principal manancial hidrogeológico do Quadrilátero Ferrífero e da Área de Estudo Local, uma vez que é composto pelo minério. Comporta expressivos volumes da água que podem ter origem na infiltração direta da chuva em áreas de afloramento ou ainda vir do aquífero superior, constituído pelas cangas. Sua base é limitada pelos filitos da Formação Batatal, impermeáveis e, portanto, separada fisicamente do Sistema Aquífero Quartzítico Moeda.

O Sistema Aquífero Quartzítico Moeda é composto pela Formação Moeda, base do Grupo Caraça. É composto predominantemente por quartzitos, com lentes isoladas de metaconglomerados. É bastante heterogêneo e quando muito fraturado, comporta grandes volumes de água.

Nas Áreas de Estudo Local e de Ocupação do Projeto ocorre também uma unidade não-aquífera, o Aquitardo. Caracteriza-se por ser um estrato ou formação geológica que contenha quantidades consideráveis de água, mas que a transmita de forma muito lenta, fazendo com que sua exploração seja economicamente inviável.

6.1.7. ESPELEOLOGIA

Durante a prospecção espeleológica executada pela Ativo Ambiental (2022) foram registradas 21 cavidades no entorno de 250 metros da Área de Ocupação do Projeto. Dentre as 21 cavidades, 16 são menores de 5 metros, 3 são maiores que 5 metros e 2, apesar de terem menos de 5 metros, não se enquadram no artigo 12 da Instrução Normativa 02/2017.

Os estudos espeleológicos encontram-se apresentados na íntegra no Anexo IV.