



Aroeira
Soluções ambientais

RELATÓRIO FINAL DO MEIO FÍSICO

EIA

ESTUDO DE FAUNA NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DA FAZENDA BOA
ESPERANÇA

Licença Ambiental Concomitante – LAC2

Volume III

Minas Gerais

2025

APRESENTAÇÃO

O presente relatório apresenta os resultados e análise dos dados de Levantamento do Meio Físico

SUMÁRIO

DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO	9
1 – DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO FÍSICO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO FAZENDA BOA ESPERANÇA E VARGINHA - MATRICULAS: 65.798, 65.799 E 357– UBERABA E NOVA PONTE/MG.	9
1.1 – Termo de Referência para a delimitação das áreas de influência	9
1.2 - Áreas de Influência do Meio Físico	10
2 – ASPECTOS METODOLÓGICOS ADOTADOS PARA O DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO	13
2.1 - considerações gerais.....	13
2.2 – Etapas do diagnóstico do Meio Físico.....	13
3 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E METEOROLÓGICA.....	16
3.1 – Aspectos metodológicos.....	16
3.2 - Contexto climático do território brasileiro e a sua influência na região do empreendimento	16
3.3 - Normal climatológica.....	20
3.4 - Índice pluviométrico	21
3.5 - Temperatura	23
3.6 - Umidade Relativa Do Ar	26
3.7 - Direção e Intensidade do Vento	28
3.8 – Nebulosidade.....	31
3.9 – Insolação.....	33
4 – GEOLOGIA	35
4.1 - Contexto geológico regional	35
4.2 Considerações Sobre a Evolução Geológica Regional	37
4.3 - Geologia das Áreas de Influência do Empreendimento.....	42
4.4 - Geologia no contexto da AII do empreendimento	43
5 - GEOMORFOLOGIA.....	49
5.1 - Metodologia e procedimentos técnicos operacionais	49
5.2 - Aspectos Geomorfológicos Regionais	54
5.3 - Compartimentação do relevo na AII do empreendimento	57
6 – SOLOS	62
6.1 – Metodologia empregada para os estudos	62
6.2 - Solos das Áreas de influência do empreendimento	62
7 - RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS	66
7.1 - Introdução	66
7.2 - Hidrografia.....	66
7.3 - Hidrografia das áreas de influência do empreendimento.....	69
7.4 - Usos de recursos hídricos nas áreas de influência do empreendimento	72
8 – ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS	75
8.1 - Considerações gerais sobre a Província Hidrogeológica do Paraná	75
8.2 - Principais sistemas aquíferos presentes nas áreas de influência.....	78
8.3 - Usos da água subterrânea na AID/ADA do empreendimento	85

8.4 - Conclusão.....	86
9 - DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	86
9.1 – Introdução.....	86
9.2 - Qualidade das águas no estado de Minas Gerais	89
9.3 - Qualidade das águas na AID e ADA do empreendimento	95
9.4 - Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas.....	101
9.5 – Conclusão	108
10 - ESTUDO ESPELEOLÓGICO.....	108
10.1 - Potencial espeleológico da AII do empreendimento	109
10.2 - Potencial para ocorrência de cavidades na AID	115
10.3 – Levantamentos de campo	115
10.4 – Resultados dos levantamentos.....	116
11 – DIAGNÓSTICO PALEONTOLÓGICO.....	117
11.1 - Aspectos paleontológicos regionais.....	118
11.2 - Aspectos paleontológicos locais	123
11.3 - Conclusão.....	127
12 - REFERENCIAS.....	128

LISTA DE FIGURAS

Descrição	Página
FIGURA 1 - DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO FAZENDA BOA ESPERANÇA E VARGINHA	12
FIGURA 2 - FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DO DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO.....	15
FIGURA 3 – MAPA DAS ZONAS CLIMÁTICAS DO TERRITÓRIO BRASILEIRO.....	17
FIGURA 4 - MASSAS DE AR QUE ATUAM NO BRASIL SEGUNDO IBGE (2019).	18
FIGURA 5 - – PRECIPITAÇÕES TOTAIS ANUAIS (MM) OBTIDAS DA SÉRIE HISTÓRICA 1975-2014.....	22
FIGURA 6 - PRECIPITAÇÕES MÉDIAS MENSAS (MM) REFERENTE AO PERÍODO 1975-2014. ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA 1948006 – FAZENDA LETREIRO.	22
FIGURA 7 - TEMPERATURAS MÉDIA, MÍNIMA E MÁXIMA (°C) REFERENTES AO PERÍODO 1981-2010. ESTAÇÃO METEOROLÓGICA UBERLÂNDIA-A507 – CAMPUS SANTA MÔNICA/UFU.	24
FIGURA 8 - TEMPERATURAS MÍNIMA ABSOLUTA E MÁXIMA ABSOLUTA (°C) MENSAS REFERENTE À SÉRIE HISTÓRICA 1981-2010. ESTAÇÃO METEOROLÓGICA UBERLÂNDIA-A507.	26
FIGURA 9 – UMIDADE RELATIVA DO AR MENSAL MÉDIA REFERENTE À SÉRIE HISTÓRICA 1981-2010. ESTAÇÃO METEOROLÓGICA UBERLÂNDIA-A507.	27

FIGURA 10 – UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA ANUAL REFERENTE À SÉRIE HISTÓRICA 1981-2010. ESTAÇÃO METEOROLÓGICA UBERLÂNDIA-A507.	27
FIGURA 11 – INTENSIDADE MÉDIA DO VENTO ($m.s^{-1}$) REFERENTE AO PERÍODO 1995-2011. ESTAÇÃO METEOROLÓGICA UBERLÂNDIA - A507 – CAMPUS SANTA MÔNICA/UFU – UBERLÂNDIA-MG. FONTE: LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.....	31
FIGURA 12 - NEBULOSIDADE MÉDIA ANUAL EM DÉCIMOS (1981-2010). ESTAÇÃO METEOROLÓGICA UBERLÂNDIA - A507.	32
FIGURA 13 - NEBULOSIDADE MÉDIA MENSAL EM DÉCIMOS REFERENTE À SÉRIE HISTÓRICA 1981-2010. ESTAÇÃO METEOROLÓGICA UBERLÂNDIA - A507.	33
FIGURA 14 – INSOLAÇÃO TOTAL MENSAL MÉDIA, MÍNIMA E MÁXIMA REFERENTE À SÉRIE HISTÓRICA 1981-2010. ESTAÇÃO METEOROLÓGICA UBERLÂNDIA - A507.	34
FIGURA 15 - DELIMITAÇÃO DA FAIXA DE DOBRAMENTO BRASÍLIA (AZUL PONTILHADO) ENTRE OS CRÁTONS (ÁREAS ESTÁVEIS).....	35
FIGURA 16 – REPRESENTAÇÃO DO ARCABOUÇO TECTÔNICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS E A LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO NESSE CONTEXTO (CÍRCULO VERMELHO). 36	
FIGURA 17– ESBOÇO GEOLÓGICO DA PROVÍNCIA PARANÁ E SUA EVOLUÇÃO TECTÔNICA.	38
FIGURA 18 – CONFIGURAÇÃO DOS CONTINENTES (CRÁTONS), MACIÇOS (MICROCONTINENTES) E OCEANOS DURANTE O MESOPROTEROZÓICO E NEOPROTEROZÓICO. COM A COLISÃO DOS CONTINENTES DURANTE A OROGENIA BRASILIANA FORMARAM-SE OS SISTEMAS OROGÊNICOS BORBOREMA, MANTIQUEIRA E TOCANTINS	40
FIGURA 19 – FAIXA DE DOBRAMENTO BRASÍLIA E A LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO FAZENDA BOA ESPERANÇA E VARGINHA.	41
FIGURA 20 – MAPA GEOLÓGICO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO.....	45
FIGURA 21 - BASALTOS DA FORMAÇÃO SERRA GERAL NO LEITO DO RIO CLARO	46
FIGURA 22 - REPRESENTAÇÃO DA COBERTURA DETRITO-LATERÍTICA.....	47
FIGURA 23 - CASCALHOS DESENVOLVIDOS NA ÁREA DA FORMAÇÃO MARILIA.....	48
FIGURA 24 - TAXONOMIA PARA MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO (IBGE, 2009).....	50
FIGURA 25 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO (INDICADA PELO POLÍGONO VERMELHO) EM RELAÇÃO ÀS PROVÍNCIAS GEOLÓGICAS PARANÁ E TOCANTINS.....	54
FIGURA 26 – LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO NO PLANALTO REBAIXADO DA BACIA DO PARANÁ – UNIDADE 2A.....	55
FIGURA 27 - LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO EM RELAÇÃO AO DOMÍNIO MORFOESTRUTURAL (BACIAS E COBERTURAS SEDIMENTARES FANEROZÓICAS) E À UNIDADE GEOMORFOLÓGICA (66 - PLANALTO DE UBERLÂNDIA).	56
FIGURA 28 - MAPA GEOMORFOLÓGICO – TIPOS DE MODELADOS PRESENTES NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO.	60
FIGURA 29 - MAPA GEOMORFOLÓGICO – TIPOS DE MODELADOS PRESENTES NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO.	61
FIGURA 30 – MAPEAMENTO PEDOLÓGICO DA AII DO EMPREENDIMENTO.....	65
FIGURA 31 - DIVISÃO HIDROGRÁFICA NACIONAL INSTITUÍDA PELO CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS.....	67

FIGURA 32 - UNIDADE HIDROGRÁFICA PARANAÍBA E AS UNIDADES DE PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARANAÍBA PN1, PN2 E PN3 (FONTE: PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO PARANAÍBA – ANA, 2014).....	69
FIGURA 33 – CURSOS D'ÁGUA INSERIDAS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO.	71
FIGURA 34 - GRÁFICO DAS PRINCIPAIS FINALIDADES DE USO DA ÁGUA OUTORGADO.....	73
FIGURA 35 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE OUTORGA DE ÁGUAS NA AII.....	74
FIGURA 36 - BARRAMENTO PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA COM REGULARIZAÇÃO DE VAZÃO NA ADA DO EMPREENDIMENTO.....	75
FIGURA 37 - EXEMPLOS DE AQUÍFEROS GRANULARES: (A) CONGLOMERADO; (B) ARENITO GROSSO E (C) ARENITO FINO.	76
FIGURA 38– ROCHA COM POROSIDADE DE FRATURA OU POROSIDADE SECUNDÁRIA.....	76
FIGURA 39 - DISTRIBUIÇÃO DE AQUÍFEROS GRANULARES (SEDIMENTOS) E FRATURADOS (BASALTOS) NA PROVÍNCIA HIDROGEOLÓGICA DO PARANÁ.	77
FIGURA 40 - O AQUÍFERO BAURU/CAIUÁ NA PROVÍNCIA HIDROGEOLÓGICA DO PARANÁ E O DESTAQUE DE SUA PORÇÃO EM MINAS GERAIS.	78
FIGURA 41– BACIA BAURU NA BACIA SEDIMENTAR DO PARANÁ.....	80
FIGURA 42 - DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES AQUÍFERAS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO.	81
FIGURA 43 - – SUPERFÍCIE DE TOPO NA AID DO EMPREENDIMENTO ONDE OCORRE A RECARGA DIRETA DO AQUÍFERO MARÍLIA (BAURU) ATRAVÉS DA COBERTURA CENOZÓICA E PEDOLÓGICA.	83
FIGURA 44 - MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEITUAL PARA A AID E ADA DO EMPREENDIMENTO.	84
FIGURA 45 - FINALIDADES DE USO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NA AII DO EMPREENDIMENTO CONFORME CONSTA NAS PORTARIAS DE OUTORGAS (FONTE IDE SISEMA).	85
FIGURA 46 - RELAÇÃO QUALIDADE DA ÁGUA X CLASSES DE ENQUADRAMENTOS X USOS	87
FIGURA 47 - USOS DIVERSOS DAS ÁGUAS DOCES EM RELAÇÃO ÀS CLASSES DE ENQUADRAMENTO (FONTE: ANA PORTAL DA QUALIDADE DAS ÁGUAS).....	88
FIGURA 48 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DA ÁGUA SUPERFICIAL NA AID E ADA DO EMPREENDIMENTO FAZENDA BOA ESPERANÇA E VARGINHA.	99
FIGURA 49 – RAIOS DE DISTÂNCIA DAS CAVIDADES MAPEADAS.....	111
FIGURA 50 - MAPA DE POTENCIAL DE OCORRÊNCIA DE CAVERNAS NO BRASIL, CECAV/ICMBio (2012).	113
FIGURA 51 - MAPA COM LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO TRIÂNGULO MINEIRO COM AS OCORRÊNCIAS FOSSILÍFERAS (FONTE OLIVEIRA ET AL. 2006, MODIFICADO).	119
FIGURA 52 - MAPA GEOLÓGICO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO FAZENDA BOA ESPERANÇA E VARGINHA (AII, AID E ADA).....	125

LISTA DE TABELAS

Descrição	Pág
TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS DAS MASSAS DE AR QUE ATUAM NA REGIÃO EM QUE SE LOCALIZA O EMPREENDIMENTO FAZENDA BOA ESPERANÇA E VARGINHA (FONTE: MENDES, 2001).....	18
TABELA 2 – NORMAIS CLIMATOLÓGICAS ANUAIS – ESTAÇÃO METEOROLÓGICA INMET UBERLÂNDIA - A507.....	20
TABELA 3 - – PRECIPITAÇÕES MENSAIS MÉDIA, MÍNIMA E MÁXIMA (MM) REFERENTES AO PERÍODO 1975-2014. ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA 1948006 – FAZENDA LETREIRO. ..	23
TABELA 4 - – PRECIPITAÇÕES MENSAIS MÁXIMAS (MM) REFERENTES AO PERÍODO 1975-2014. ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA 1948006 – FAZENDA LETREIRO.	23
TABELA 5 - TEMPERATURAS MENSAIS MÉDIA, MÍNIMA E MÁXIMA (°C) REFERENTES AO PERÍODO 1981-2010. ESTAÇÃO METEOROLÓGICA UBERLÂNDIA-A507 – CAMPUS SANTA MÔNICA/UFU.	24
TABELA 6 - TEMPERATURAS MÍNIMA ABSOLUTA E MÁXIMA ABSOLUTA (°C) REFERENTE AO PERÍODO 1981-2010. ESTAÇÃO METEOROLÓGICA UBERLÂNDIA-A507.....	25
TABELA 7 - UMIDADE RELATIVA DO AR MENSAL (%) REFERENTE À SÉRIE HISTÓRICA 1981-2010.....	26
TABELA 8 – AMPLITUDE MENSAL DA UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA (%) NO PERÍODO 1981-2010.....	28
TABELA 9 – DIREÇÕES PREDOMINANTES DOS VENTOS DE ACORDO COM AS ESTAÇÕES DO ANO.	30
TABELA 10 - INTENSIDADE DO VENTO ($M.S^{-1}$) - MÉDIAS MENSAIS REFERENTE AO PERÍODO 1995 A 2011, OBTIDAS A PARTIR DE DADOS DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA UBERLÂNDIA - A507 – CAMPUS SANTA MÔNICA/UFU.	30
TABELA 11 - INSOLAÇÃO TOTAL MÉDIA, MÍNIMA E MÁXIMA (1981-2010), EM HORAS.....	34
TABELA 12 - DESCRIÇÃO DOS NÍVEIS HIERÁRQUICOS SEGUNDO A METODOLOGIA DO IBGE (2009).	50
TABELA 13 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA ADOTADOS PELO IGAM PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA.	90
TABELA 14 - PESO ATRIBUÍDO A CADA PARÂMETRO.....	91
TABELA 15 - PESOS ATRIBUÍDOS AOS PARÂMETROS PARA O CÁLCULO DO IQA.....	92
TABELA 16 - CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO.	93
TABELA 17 - CLASSES DE ESTADO TRÓFICO E SUAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS	94
TABELA 18 - SÍNTESE COMPARATIVA DOS RESULTADOS DOS ANOS DE 2022 E 2023 DE IQA E IET OBTIDOS PELO IGAM EXEMPLO PARA O RIO CLARO (ESTAÇÃO PB 044)	94
TABELA 19 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DE ÁGUA SUPERFICIAL NA AID/ADA DO EMPREENDIMENTO.	97
TABELA 20 - PARÂMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS EMPREGADOS PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	100
TABELA 21 - RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DAS ÁGUAS (DATA DA COLETA: 10/04/2025)	104

TABELA 22 - CAVIDADES REGISTRADAS NO CADASTRO NACIONAL DE INFORMAÇÕES ESPELEOLÓGICAS (CANIE) EM UM RAIO DE 150 KM DA ADA DO EMPREENDIMENTO.	112
TABELA 23 - CLASSIFICAÇÃO DE POTENCIALIDADE DE OCORRÊNCIA DE CAVERNAS BASEADA NA LITOLOGIA SEGUNDO CECAV/ICMBio (2012).	113
TABELA 24 - INFORMAÇÕES DE LOCALIDADES COM OCORRÊNCIAS FOSSÍLIFERAS FONTE: OLIVEIRA ET AL. 2006 (MODIFICADO).	119

DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

1. DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO FÍSICO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO Fazenda Boa Esperança e Varginha - Matrículas: 65.798, 65.799 e 357– Uberaba e Nova Ponte/MG.

1.1. Termo de Referência para a delimitação das áreas de influência

O Termo de Referência para elaboração de EIA/RIMA da Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM, em consonância com a Resolução CONAMA n° 001/86, apresenta as seguintes definições para as Áreas de Influência de um empreendimento:

ÁREA DE INFLUÊNCIA: Área potencialmente afetada, direta ou indiretamente, pelas ações de um empreendimento nas fases de planejamento, execução de obras, operação e desativação das atividades.

ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID): Área nas quais as condições ambientais anteriormente existentes à implantação de um determinado empreendimento serão diretamente afetadas por suas atividades (impactos), devendo ser apresentados os critérios ecológicos, sociais e econômicos que determinam a sua localização.

ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII): Área sujeita a impactos indiretos decorrentes e associados, mediante interferência nas suas inter-relações ecológicas, sociais e econômicas, anteriores ao empreendimento.

A Resolução CONAMA n° 001/86, assim como o Termo de Referência da FEAM, não definem **ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA)**, subtendendo-se que esta é parte integrante da AID.

Para cada meio avaliado definiram-se as suas respectivas áreas de influência levando-se em consideração o fato de que, cada meio (físico, biótico ou socioeconômico) responde ou é afetado distintamente em termos de natureza, forma e intensidade pelo empreendimento e, este por sua vez, também sofre a influência dos meios circundantes. Estão descritas a seguir as áreas de influência para o Meio Físico:

1.2 - Áreas de Influência do Meio Físico

1.2.1 - Área Diretamente Afetada (ADA)

No presente Diagnóstico do Meio Físico a ADA do empreendimento **Fazenda Boa Esperança e Varginha** foi delimitada pela porção de terras ocupadas pelo cultivo agrícola, além de todas as infraestruturas implantadas, tais como: sedes; alojamentos; sistema de tratamento de efluentes sanitários; barracões para armazenamento de produtos e insumos; equipamentos e implementos agrícolas; reservatórios de água para irrigação (piscinão); tratamento de efluentes; vias de acesso; sistemas de irrigação (pivôs-centrais); poços tubulares; bem como todas as operações unitárias necessárias ao desenvolvimento das atividades, incluindo obras necessárias à manutenção e reforma da infraestrutura. Nesse sentido, a ADA foi delimitada por um polígono de aproximadamente 1849 hectares.

1.2.2 - Área de Influência Direta (AID)

Corresponde a uma extensão territorial diretamente afetada pelos impactos decorrentes das atividades do empreendimento **Fazenda Boa Esperança e Varginha**, de forma contígua e expandida da ADA e, como está, deverá sofrer impactos, tanto positivos quanto negativos. Tais impactos devem ser mitigados, compensados ou potencializados (se positivos) pelo empreendedor. Dessa forma, entende-se que os impactos e seus efeitos são induzidos pela existência do empreendimento como um todo e não como consequência de uma atividade específica dele.

Uma vez identificados os impactos ambientais gerados pelo empreendimento em sua fase de operação mediante a elaboração de uma Matriz de Impacto, a extensão geográfica necessária ao seu amortecimento, a sua magnitude e o seu alcance foram possível definir os limites da AID.

Desse modo, o limite da AID do Meio Físico do empreendimento foi definido por uma área contínua ao empreendimento que abrange as microbacias inseridas na área no qual o empreendimento se encontra inserido. A área total ocupada pela AID do empreendimento é de aproximadamente 6228 hectares.

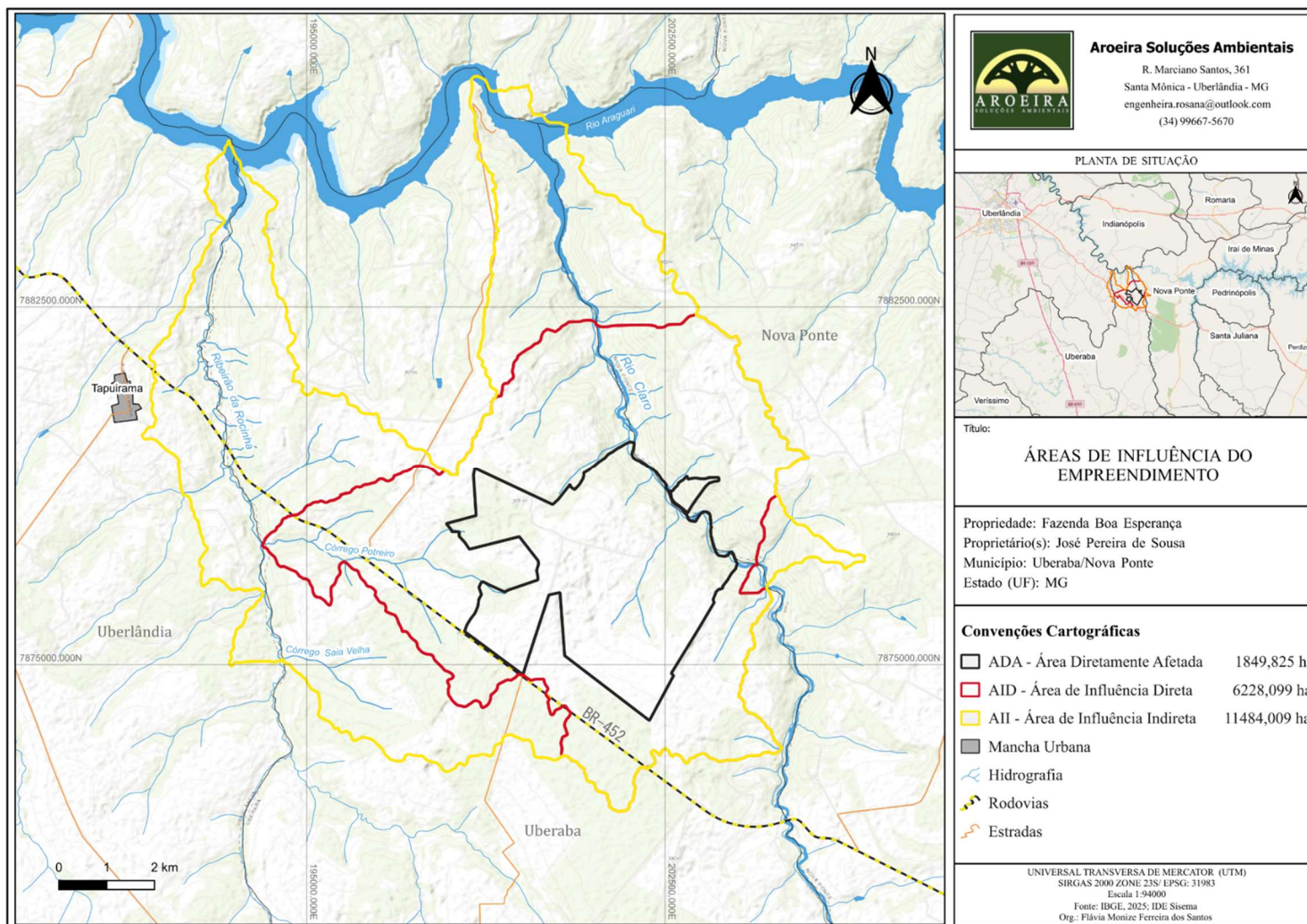
1.2.3 - Área de Influência Indireta (AII)

Foi definida como Área de Influência Indireta (AII) para o Meio Físico um território que ainda sofre a influência do empreendimento, porém, os impactos e seus

efeitos foram considerados de menor significância que nas outras duas categorias (AID e ADA). O objetivo de realizar tal delimitação foi o de avaliar a influência do empreendimento no contexto regional. Para tanto, delimitou-se a AII do empreendimento **Fazenda Boa Esperança e Varginha** como uma área contínua, que abrange parte da microbacia do rio Claro e do Ribeirão da Rocinha, totalizando a área de aproximadamente 11484 hectares.

As Áreas de Influência (ADA, AID e AII) do empreendimento encontram-se delimitadas na Figura 01, a seguir:

Figura 1 - Delimitação das áreas de influência do empreendimento **Fazenda Boa Esperança e Varginha**



Para a delimitação da AID e AII do empreendimento foram consideradas parte da bacia do rio Claro e parte da microbacia do ribeirão da Rocinha, tendo em vista que:

- a. o empreendimento está localizado em porção final do rio claro
- b. é drenado principalmente pelo rio claro, um dos formadores do rio Araguari
- c. desse modo, os impactos diretos e indiretos decorrentes das atividades do empreendimento se estendem por parte das bacias das referidas drenagens;
- d. porém, sabe-se que os impactos causados pelo empreendimento sobre o Meio Físico são gradualmente atenuados com a distância até atingir a condição de baixa significância;
- e. as bacias hidrográficas devem ser consideradas essenciais para o diagnóstico, prognóstico e mitigação de impactos ambientais.

2 – ASPECTOS METODOLÓGICOS ADOTADOS PARA O DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

2.1 - Considerações gerais

Os estudos pertinentes ao diagnóstico do Meio Físico abordaram temas essenciais para a sua compreensão, tanto no âmbito regional quanto local, mediante a identificação e caracterização dos aspectos físico-ambientais em termos de susceptibilidades e potencialidades (impactos negativos e positivos) frente às atividades desenvolvidas pelo empreendimento. Os seguintes temas foram abordados no diagnóstico do Meio Físico: clima; solos; geomorfologia; geologia; geotecnia; recursos hídricos subterrâneos; recursos hídricos superficiais; espeleologia; qualidade das águas superficiais e paleontologia.

2.2 – Etapas do diagnóstico do Meio Físico

Os estudos realizados para o diagnóstico do meio físico nas áreas de influência do empreendimento **Fazenda Boa Esperança e Varginha** consistiram, preliminarmente, nos levantamentos via sensoriamento remoto (interpretação de imagens de satélite e de fotografias aéreas pré-existent) e no reconhecimento de campo com o objetivo de identificar as características locais relacionadas à geologia, geomorfologia, hidrografia e hidrogeologia.

Findada a fase de levantamentos preliminares foram realizadas pesquisas de informações secundárias acerca dos temas relacionados ao Meio Físico, disponíveis em publicações acadêmicas e técnicas, relatórios técnicos, mapas diversos, dentre outros.

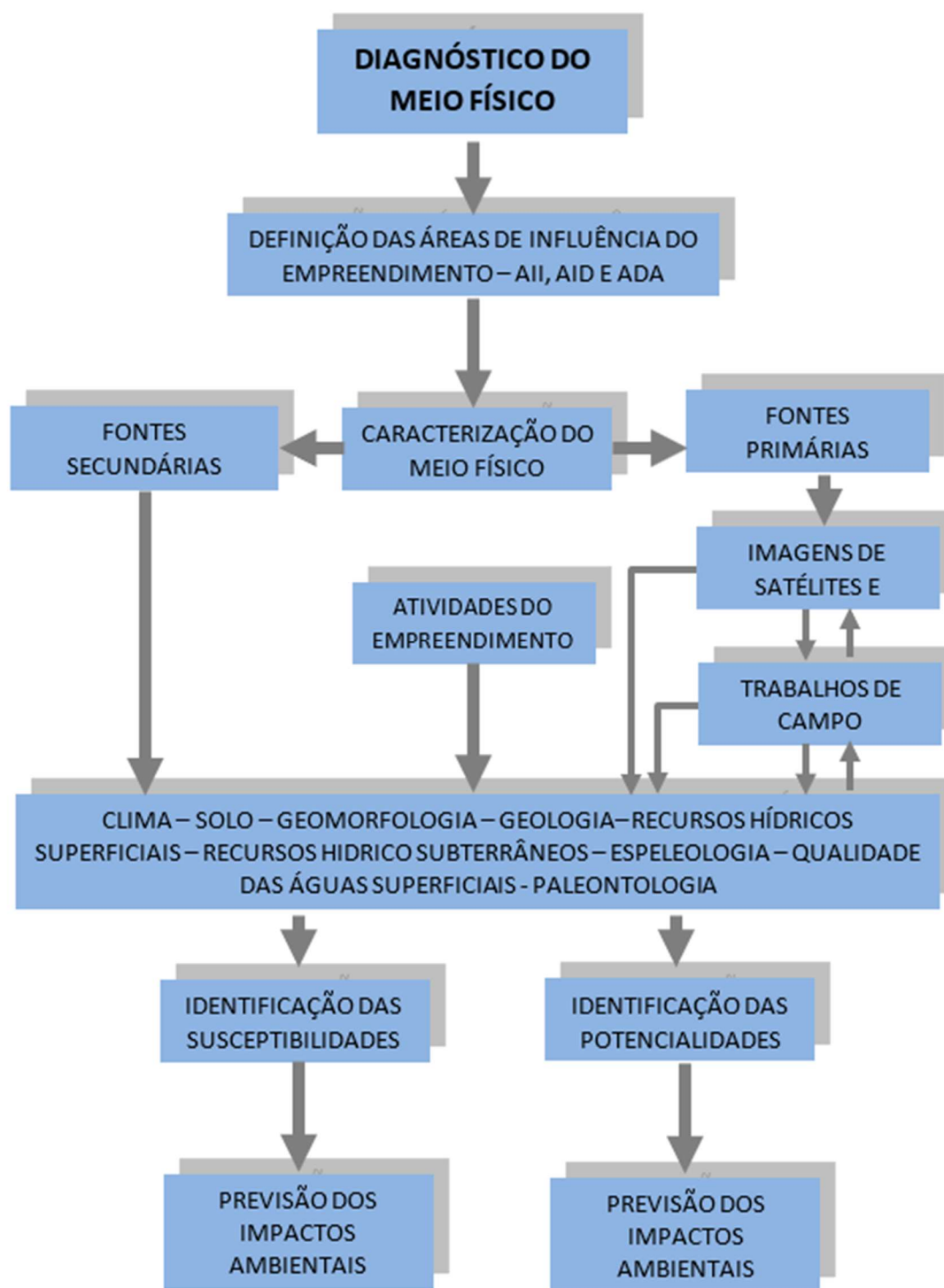
De posse do conjunto de informações do Meio Físico obtidas nas etapas anteriores, deu-se o início à análise integrada dessas informações. Nesta etapa buscou diagnosticar as fragilidades e potencialidades interpretadas em termos de impactos negativos e positivos sobre os componentes do Meio Físico decorrentes das atividades do empreendimento. Também, deram-se início à redação do texto descritivo do meio físico, à elaboração dos mapas temáticos, à definição das áreas de influência do empreendimento (ADA, AID e AII) e ao plano de monitoramento das águas superficiais.

Findada a etapa de análise e redação do texto descritivo preliminar, seguiu-se a uma nova etapa de trabalhos, desta vez no campo, realizada com o objetivo de confrontar as informações obtidas nas duas fases anteriores visando a sua validação ou reavaliação, além de obter registros fotográficos das feições características de cada componente do Meio Físico, dos processos naturais e antropogênicos, dos impactos ambientais associados e das atividades desenvolvidas no empreendimento.

O conjunto de informações levantadas e produzidas nas quatro etapas foi fundamental para a elaboração do presente diagnóstico do Meio Físico para áreas de influência do empreendimento, sobretudo na ADA e AID e, a partir disto, identificar, analisar e caracterizar os impactos ambientais e a sua relação com as atividades desenvolvidas pelo empreendimento.

A Figura 02, a seguir, apresenta o fluxograma das etapas envolvidas na realização do presente diagnóstico:

Figura 2 - Fluxograma das etapas do diagnóstico do meio físico



3 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E METEOROLÓGICA

3.1 – Aspectos metodológicos

Sabe-se que a dinâmica atmosférica de uma determinada região está vinculada a um contexto climático de maior abrangência. Nesse sentido, para a região onde se inserem as áreas de influência do empreendimento **Fazenda Boa Esperança e Varginha**, no caso a Mesorregião do Triângulo, foram consideradas as características climáticas do Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Para tanto, informações secundárias levantadas em fontes bibliográficas de estudos acadêmicos, mapas sinóticos do clima e boletins meteorológicos de instituições voltadas ao estudo do clima foram de grande valia para o entendimento da dinâmica climática regional.

Com base nas informações secundárias e primárias foi possível evidenciar os seguintes aspectos climáticos para a região onde se inserem as áreas de influência do empreendimento: índice pluviométrico; temperaturas máximas, médias e mínimas; umidade relativa do ar; intensidade e direção predominante do vento; nebulosidade e insolação.

Importante frisar que, em razão da ausência de dados meteorológicos específicos para as áreas de influência do empreendimento, foi utilizada a série histórica das precipitações referente ao período de 1975 a 2014 registrados na Estação Meteorológica Convencional da PCH Martins Fazenda Letreiro (1848052) da Agência Nacional de Águas (ANA). A referida Estação encontra-se localizada na bacia do rio Uberabinha, município de Uberlândia, distando cerca de 20 quilômetros da área do empreendimento **Fazenda Boa Esperança e Varginha**. Também, foram utilizados para a caracterização climática dados da Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática e Convencional de responsabilidade do INMET e da Universidade Federal de Uberlândia, identificada pelo código da Organização Meteorológica Mundial OMM 86776.

3.2 - Contexto climático do território brasileiro e a sua influência na região do empreendimento

Características climáticas de uma região são determinadas por fatores climáticos, tais como: altitude; latitude; massas de ar; continentalidade/maritimidade; correntes marítimas; vegetação; relevo; entre outros, que são responsáveis por influenciar os elementos climáticos precipitação, umidade, temperatura, pressão atmosférica e radiação.

Dentre os fatores climáticos destaca-se a atuação das massas de ar, que são configuradas como grandes porções de ar com condições internas de temperatura, pressão e umidade relativamente homogêneas, influenciadas pela região onde são formadas.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019) considera o território brasileiro sob o regime de diversidade climática zonal dada a sua extensão territorial, desmembrada em Equatorial, Temperado e as Tropicais subdivididas em Zonas Equatorial, Nordeste e Brasil Central.

A Figura 03 mostra as diferentes zonas climáticas do território brasileiro agrupadas pela temperatura e umidade. Também mostra a caracterização por tons e sobretons: quente; subquente; mesotérmico brando e mesotérmico mediano.

Figura 3 – Mapa das zonas climáticas do território brasileiro.



Fonte – IBGE (2019).

O território brasileiro encontra-se sob influência de cinco massas de ar: massa Equatorial continental (mEc), Equatorial atlântica (mEa), Tropical atlântica (mTa), Tropical continental (mTc) e Polar atlântica (mPa).

A Figura 04 mostra a posição média dessas massas de ar no verão e no inverno. A Tabela 01 apresenta um resumo das características das massas de ar que atuam na região em que se insere o empreendimento, compilados de Mendes (2001).

Aroeira - Soluções Ambientais
 Telefones (34) 9.9667-5760
 engenheira.rosana@outlook.com

Figura 4 - Massas de ar que atuam no Brasil segundo IBGE (2019).

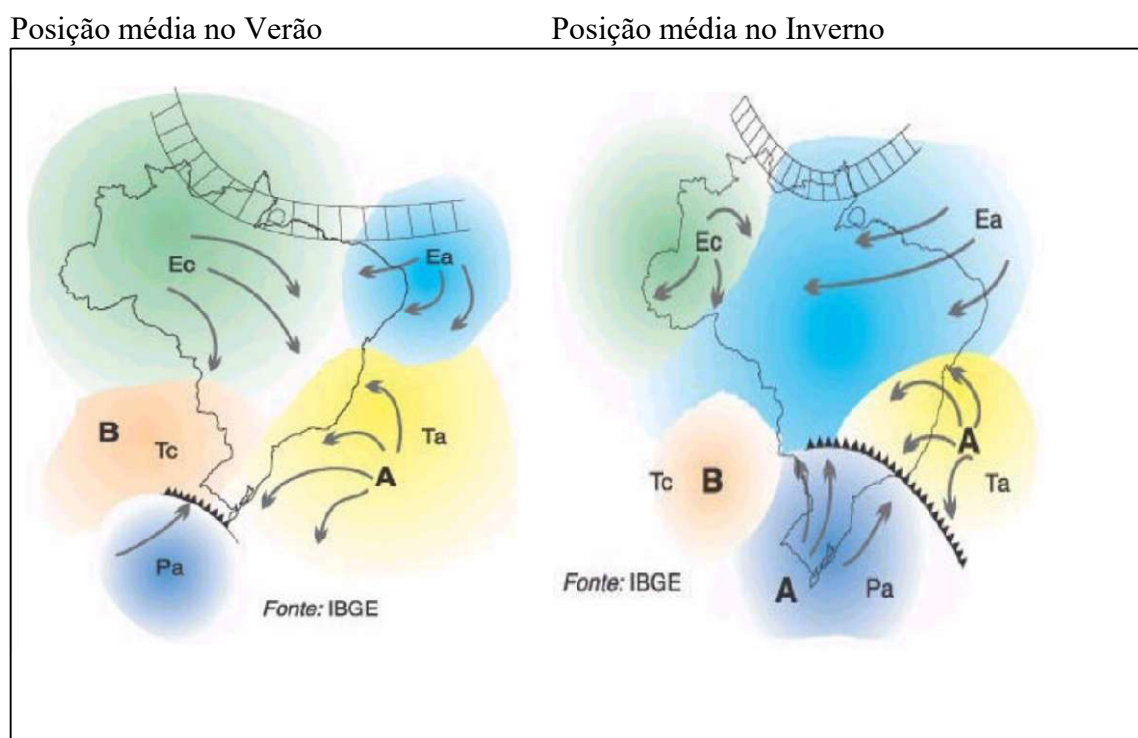


Tabela 1 - Características das massas de ar que atuam na região em que se localiza o empreendimento Fazenda Boa Esperança e Varginha (Fonte: Mendes, 2001).

Massa de Ar	Características
mEc	(...) originária da porção noroeste da Amazônia, possui a característica de ser quente e úmida, atuando na Amazônia Ocidental praticamente o ano todo e, no verão, nas demais regiões do Brasil.
mTa	(...) originária do Atlântico sul, próximo ao Trópico de Capricórnio, no anticiclone de Santa Helena. Possui a característica de ser quente e úmida, forma os ventos alísios de sudeste, atuando nos litorais do Nordeste, Sudeste e Sul. Provoca chuvas frontais de inverno, pois se encontra com a MPA; no Sudeste, chuvas de relevo, em contato com a Serra do Mar; atua o ano todo.

mTc	(...) originária da Depressão do Chaco, possui a característica de ser quente e seca. Na primavera-verão encontra-se com a MEC, provocando chuvas.
mPa	(...) originária da Patagônia (Argentina). Possui a característica de ser fria e seca, atuando nas regiões Sul e Sudeste com maior intensidade. Atinge o litoral do Nordeste onde se encontra com a MTA e provoca chuvas no inverno; atinge a Amazônia, provocando quedas de temperatura.

Segundo Cavalcanti (1982), os sistemas sinóticos atuantes na região Sul do país também influenciam a região Sudeste, onde se localiza o empreendimento, porém, com menos intensidade e sazonalidade. Segundo este autor, as linhas de instabilidade pré-frontais, que são geradas a partir da associação de fatores dinâmicos de grande escala e características de mesoescala são as responsáveis por intensa precipitação durante o verão.

Os sistemas frontais, originados em regiões extratropicais, possuem grande influência nas condições climáticas da região sudeste, onde atuam durante o ano inteiro e são caracterizados como um dos desencadeadores de distúrbios meteorológicos. Produzem instabilidade e forte nebulosidade associada no verão. Durante o inverno, a atuação dos anticiclones de origem polar produz condições de queda acentuada das temperaturas. Sob sua influência, registram-se as temperaturas mínimas absolutas nesta época do ano.

A atuação predominante do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul no período que abrange os meses abril a setembro, genericamente garante estabilidade atmosférica com longos períodos de insolação e baixa nebulosidade.

No verão, predomina a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), eixo de intensa atividade convectiva, orientação NO-SE, que funciona como um tipo de faixa ou corredor que conduz a umidade oriunda da Amazônia para as regiões Centro-Oeste e Sudeste. Esta configuração sinótica, ancorada por sistemas frontais, provocam índices pluviométricos acima do normal, podendo durar vários dias até a sua dissipação.

Outros fenômenos atmosféricos com frequência menos intensa e irregular atuam na região sudeste e provocam mudanças significativas nas condições atmosféricas local, com destaque

para os anos de atuação do El Niño, quando a precipitação é reduzida, e para os anos de atuação da La Niña, quando os índices pluviométricos aumentam na região sudeste do Brasil.

3.3 - Normal climatológica

A dinâmica climática nos municípios de Uberaba e Nova Ponte e, por extensão, no local onde se insere as áreas de influência do empreendimento, encontra-se sob influência de sistemas intertropicais e polares das massas de ar Tropical Atlântica (mTa) e Continental (mTc), Equatorial Continental (mEc) e Polar Atlântica (mPa). Santos (2015) afirma que outros sistemas de circulação atmosférica secundária influenciam no clima da região, que são: ZCAS, Linhas de Instabilidade Tropicais, Frentes Frias e Jatos de Alto Nível e Complexos Convectivos de Mesoescala na América do Sul (CCM).

Os municípios de Uberaba e Nova Ponte apresentam clima do tipo Cwa, caracterizado como do tipo mesotérmico úmido marcado pela sazonalidade bem definida em dois períodos: verão quente com chuvas e inverno brando e seco, segundo classificação internacional de Köppen.

As normais climatológicas anuais são apresentadas na Tabela 02. É importante salientar que os valores registrados são inerente à estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia Uberlândia - A507 implantada no campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia.

Tabela 2 – Normais climatológicas anuais – Estação meteorológica INMET Uberlândia - A507.

Estação	Uberlândia-A507
Código OMM	86776
Registro	13 UTC
Temperatura Média Anual	22,4 °C
Temperatura Máxima Anual	26,8 °C
Temperatura Mínima Anual	23,6 °C
Temperatura Máxima Absoluta	32,4 °C

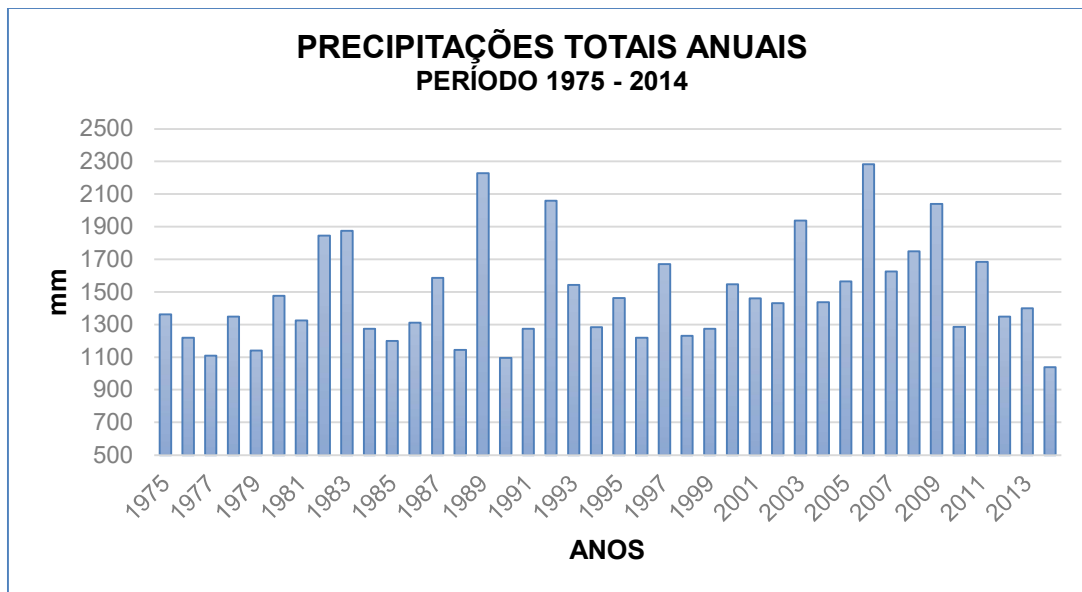
Temperatura Mínima Absoluta	15,1 °C
Umidade	70,3%
Pressão	919.6 hPa
Nebulosidade	0,49
Insolação anual	2467,9
Precipitação	0.0 mm
Vento Direção	NE
Vento Velocidade	1.8 m s ⁻¹
Latitude	-18.917072°
Longitude	-48.255657°
Altitude	875 metros

Fonte – Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos – LCRH-IG/UFU.

3.4 - Índice pluviométrico

As alturas pluviométricas seguem o comportamento dos padrões climáticos regionais, com nítida dominância de dois períodos bem definidos. A precipitação média anual para o período de 40 anos (1975 – 2014) foi de 1.478,70 mm. As maiores precipitações anuais foram registradas em 2006 (2.284,6 mm) e 1989 (2.229,6 mm). As menores alturas pluviométricas anuais correspondem aos anos 2014 (1.040,0 mm) e 1990 (1.096,1 mm), conforme os valores mostrados na Figura 05.

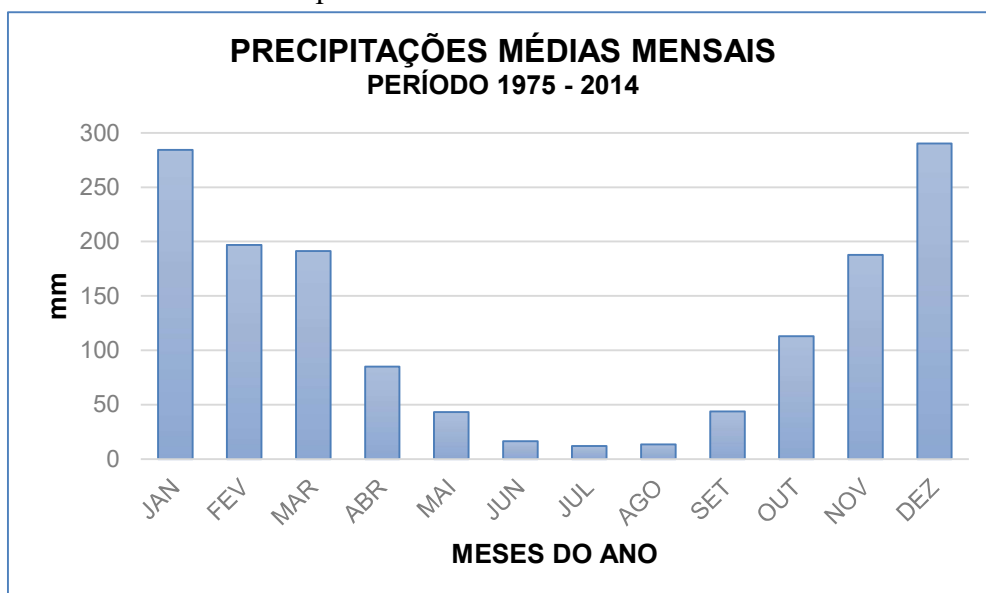
Figura 5 - -- Precipitações totais anuais (mm) obtidas da série histórica 1975-2014.



Fonte – Agência Nacional de Águas (2019).

A Figura 06 ilustra graficamente as precipitações médias mensais referentes à série histórica 1975 - 2014 registradas na estação Fazenda Letreiro (ANA). A partir dos valores representados na figura podem-se notar variações acentuadas na distribuição das chuvas em dois períodos distintos no ano. Os meses de abril a setembro caracterizam-se como o período de menor pluviosidade, com altura pluviométrica média de 214,5 mm. O período compreendido entre outubro e março apresenta a maior altura de precipitação, com a média de 1.264,2 mm (85,5%).

Figura 6 - Precipitações médias mensais (mm) referente ao período 1975-2014. Estação pluviométrica 1948006 – Fazenda Letreiro.



Fonte – Agência Nacional de Águas (2019).

A Tabela 03 mostra os valores mensais de precipitação média, mínima e máxima conforme a série histórica da estação pluviométrica Fazenda Letreiro. O mês com maior índice pluviométrico foi registrado em janeiro (711,7 mm), valor 250% acima da média.

Tabela 3 - – Precipitações mensais média, mínima e máxima (mm) referentes ao período 1975-2014. Estação pluviométrica 1948006 – Fazenda Letreiro.

Precipitação (mm)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média	284,4	197,1	191,5	85,1	43,2	16,5	12,2	13,5	44,0	113,1	187,8	290,3
Mínima	119,3	42,7	64,1	6,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	24,7	34,1	86,9
Máxima	711,7	469,7	390,5	226,0	161,0	85,4	89,1	83,7	155,7	288,3	366,9	525,1

Fonte – Agência Nacional de Águas (2019).

A Tabela 04 mostra os valores de precipitação máxima registrados em 24h para o período de 1975 a 2014. A máxima precipitação registrada em 24h para o período analisado ocorreu no mês de janeiro de 1983, com 125 mm.

Tabela 4 - – Precipitações mensais máximas (mm) referentes ao período 1975-2014. Estação pluviométrica 1948006 – Fazenda Letreiro.

Precipitação (mm)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima 24h	125	101,9	100	79,7	90,1	56,4	70,5	44,4	89,5	81,6	122,7	122,3
Ano	1983	2010	1991	2005	2013	1981	1989	2001	2009	1981	2003	1997

Fonte – Agência Nacional de Águas (2019).

3.5 - Temperatura

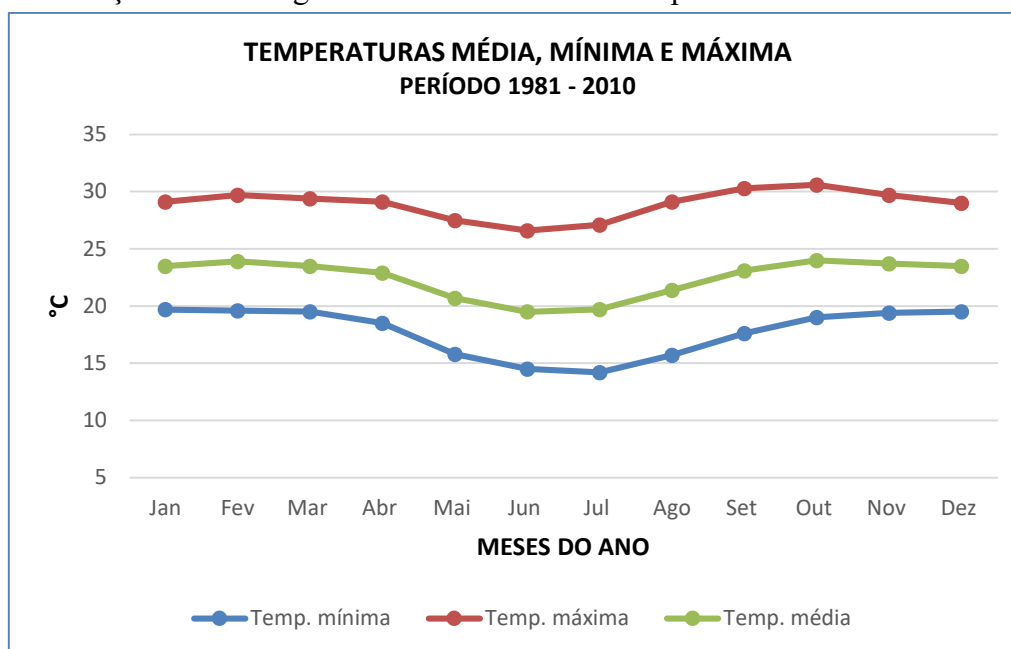
A Tabela 05 e a Figura 07 mostram os valores mensais de temperatura média, mínima e máxima referentes à série histórica de 1981 a 2010. As temperaturas médias anuais referentes às temperaturas mínima, média e máxima foram 17,7°C, 22,5°C e 28,9°C, respectivamente.

Tabela 5 - Temperaturas mensais média, mínima e máxima (°C) referentes ao período 1981-2010. Estação meteorológica Uberlândia-A507 – Campus Santa Mônica/UFU.

Temperatura (°C)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Médias anuais
Mínima	19,7	19,6	19,5	18,5	15,8	14,5	14,2	15,7	17,6	19,0	19,4	19,5	17,7
Média	23,5	23,9	23,5	22,9	20,7	19,5	19,7	21,3	23,1	24,0	23,7	23,5	22,4
Máxima	29,1	29,7	29,4	29,1	27,5	26,6	27,1	29,1	30,3	30,6	29,7	29,0	28,9

Fonte – Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos – LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.

Figura 7 - Temperaturas média, mínima e máxima (°C) referentes ao período 1981-2010. Estação meteorológica Uberlândia-A507 – Campus Santa Mônica/UFU.



Fonte – LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.

O trimestre maio a julho corresponde aos meses com menores valores das temperaturas média e mínima registrados na estação meteorológica. O período compreendido entre outubro e março apresenta os maiores valores médio, mínimo e máximo, e o mês de outubro o maior registro de temperaturas média (24,0°C) e máxima (30,6°C). A temperatura média oscila entre 19,5°C em junho e 24,0°C em outubro.

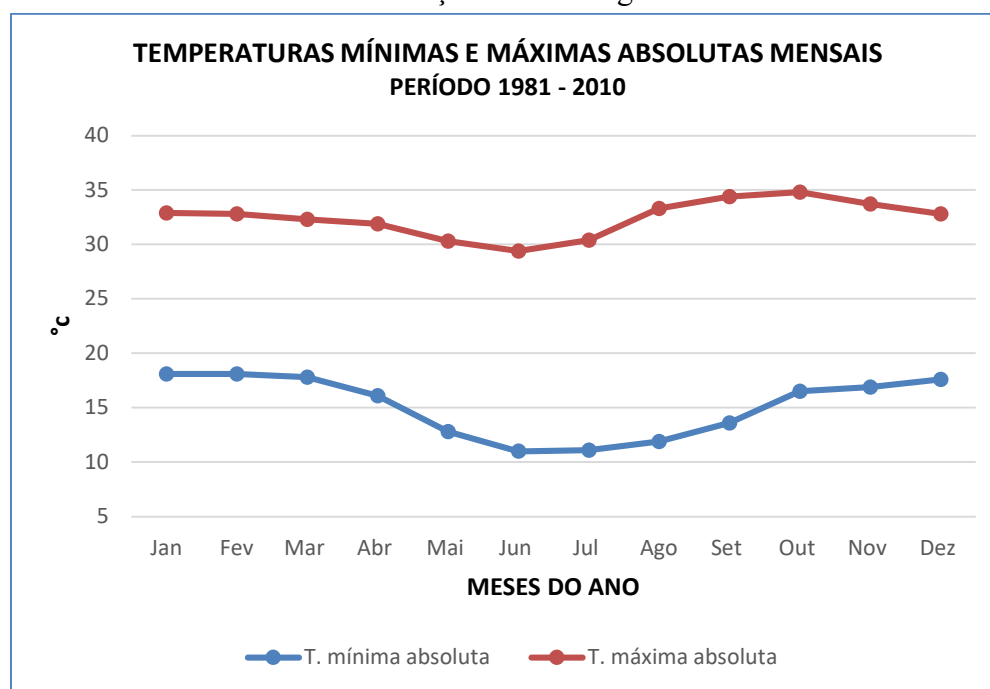
As temperaturas mínimas e máximas absolutas registradas no período analisado são apresentadas na Tabela 06 e Figura 08. Os meses de junho (11,0°C), julho (11,1°C) e agosto (11,9°C) apresentaram os menores valores de temperatura mínima absoluta. O trimestre setembro (34,4 °C), outubro (34,8°C) e novembro (33,7 °C) registrou os maiores valores de máxima absoluta.

Tabela 6 - Temperaturas mínima absoluta e máxima absoluta (°C) referente ao período 1981-2010. Estação meteorológica Uberlândia-A507.

Temperaturas (°C)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Mínima absoluta	18,1	18,1	17,8	16,1	12,8	11	11,1	11,9	13,6	16,5	16,9	17,6
Máxima absoluta	32,9	32,8	32,3	31,9	30,3	29,4	30,4	33,3	34,4	34,8	33,7	32,8

Fonte – Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos – LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.

Figura 8 - Temperaturas mínima absoluta e máxima absoluta (°C) mensais referente à série histórica 1981-2010. Estação meteorológica Uberlândia-A507.



Fonte – Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos – LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.

De acordo com os dados de temperatura analisados, as temperaturas são mais elevadas no começo e no final do ano, correspondendo às estações primavera e verão. As temperaturas mais amenas são verificadas no meio do ano, correspondendo aproximadamente às estações outono e inverno.

3.6 - Umidade Relativa Do Ar

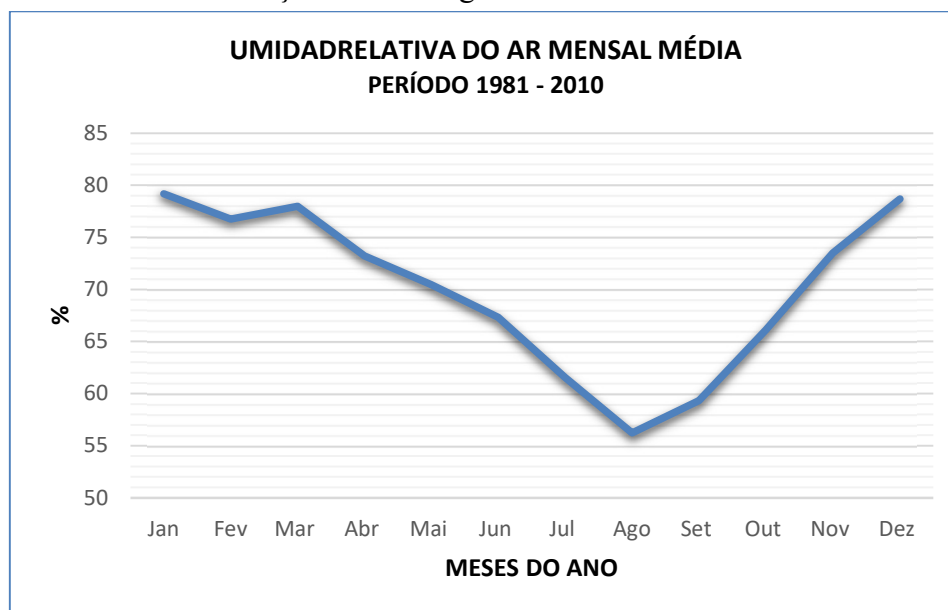
A umidade relativa do ar apresentou média mensal de 62 a 79% e média anual de 70% no período 1981 – 2010, conforme pode ser observada (Tabela 07 e Figura 09). São atribuídos aos meses sequenciais de junho a setembro valores inferiores a 70%. Dezembro e janeiro apresentam maiores valores de umidade relativa (79%). A curva da umidade relativa do ar da Figura 2.6.1 mostra um decréscimo gradual até o mês de agosto e, a partir deste, um aumento mais rápido dos valores até o final do ano.

Tabela 7 - Umidade relativa do ar mensal (%) referente à série histórica 1981-2010.

Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
1981-2010	79	77	78	74	71	68	62	57	59	66	74	79	70

Fonte – Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos – LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.

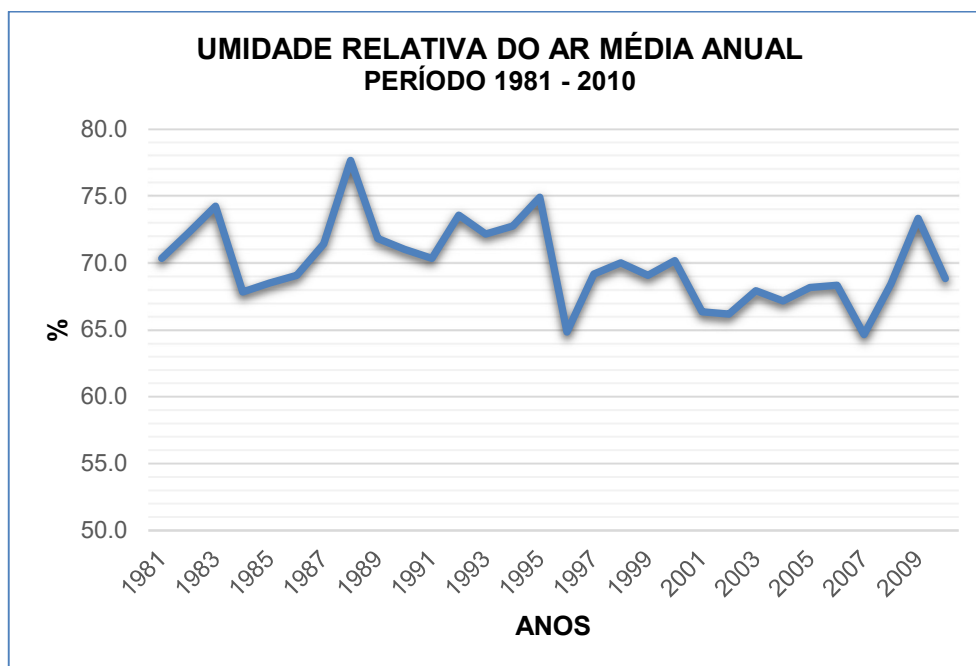
Figura 9 – Umidade relativa do ar mensal média referente à série histórica 1981-2010.
Estação meteorológica Uberlândia-A507.



Fonte – LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.

A Figura 10 mostra que a umidade relativa do ar média anual variou de 64,7% em 2007 a 77,7% no ano de 1988.

Figura 10 – Umidade relativa do ar média anual referente à série histórica 1981-2010.
Estação meteorológica Uberlândia-A507.



Fonte – LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.

A Tabela 08 mostra a amplitude mensal da umidade relativa do ar no período analisado. A partir dos valores calculados pode-se perceber que a amplitude mensal apresenta menor oscilação no mês de dezembro (13%). Setembro foi o mês que registrou maior oscilação (35%).

Tabela 8 – Amplitude mensal da umidade relativa do ar média (%) no período 1981-2010.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máximo	85	85	85	86	83	82	75	72	74	83	88	86
Ano	1985/86	1988	1994	1988	1988	1988	1988	1988	1992	1981	1981	1987
Mínimo	68	68	66	61	64	60	52	46	39	54	60	73
Ano	2006	2005	2007	1996	1996	2002/03	1996	2004	2004	2002	1997	1985
Amplitude	17	17	19	25	19	22	23	26	35	29	28	13

Fonte – LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.

3.7 - Direção e Intensidade do Vento

Segundo Amarante (2001) o estado de Minas Gerais encontra-se numa zona de influência do centro de alta pressão Anticiclone Tropical do Atlântico, resultando em predominância de ventos de quadrante leste e nordeste. Sobreposta a esse mecanismo agem as perturbações causadas pelo sistema de baixa pressão do Chaco, além das intermitentes incursões de massas polares, chamadas de frentes frias, condições que resultam em marcante sazonalidade climática.

Segundo Novais (2011), nas regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba predominam ventos de leste, exceto no Verão quando as linhas de instabilidade de noroeste mudam esta tendência. O autor mencionado constatou que a intensidade dos ventos é maior no Inverno e na Primavera. Na porção do Triângulo Mineiro onde se encontra o empreendimento as direções predominantes dos ventos são Leste e Nordeste. No Outono e Primavera predominam ventos de direção Leste, no Verão e Inverno ventos de Norte-Nordeste. A

Tabela 09 mostra as direções predominantes dos ventos de acordo com as estações do ano (NOVAIS, 2011).

Tabela 9 – Direções predominantes dos ventos de acordo com as estações do ano.

Meses	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Direção	NNE		E			NE			ENE			
Estação	Verão		Outono			Inverno			Primavera			

Fonte: Novais, 2011.

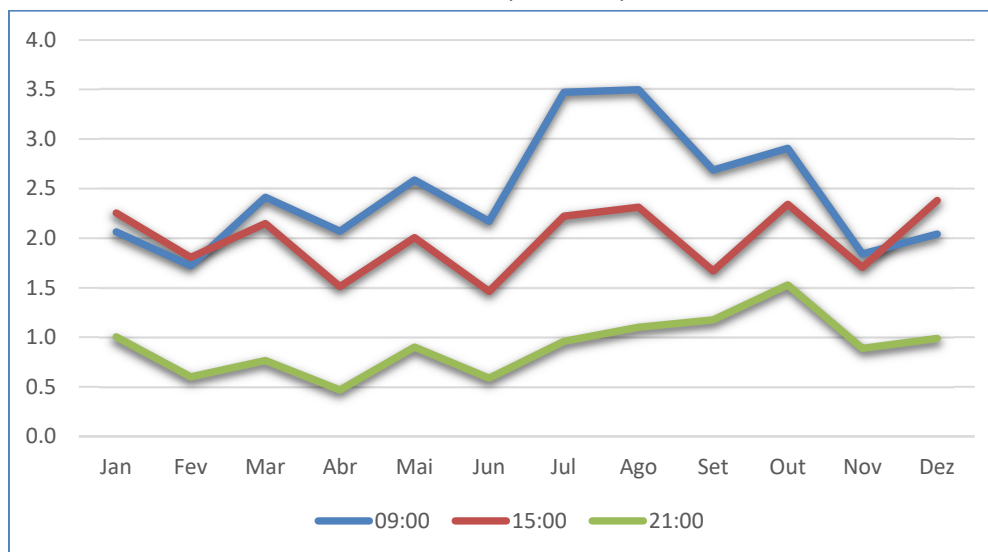
A Tabela 10 e a Figura 11 mostram as velocidades médias mensais de vento referentes ao período 1995-2011, obtidas de dados da Estação meteorológica Uberlândia - A507 – Campus Santa Mônica/UFU, registrados diariamente em três horários (9h, 15h e 21h). A intensidade do vento é maior no Inverno e na Primavera. As maiores médias foram observadas nos meses de agosto ($2,30 \text{ m.s}^{-1}$) e setembro ($2,26 \text{ m.s}^{-1}$), enquanto que as menores médias foram observadas nos meses de abril ($1,35 \text{ m.s}^{-1}$) e fevereiro ($1,38 \text{ m.s}^{-1}$). Os maiores valores absolutos foram registrados no horário matutino e correspondem aos meses de agosto ($3,50 \text{ m.s}^{-1}$) e julho ($3,47 \text{ m.s}^{-1}$), enquanto que os menores valores foram verificados no período noturno referente aos meses Abril ($0,47 \text{ m.s}^{-1}$) e fevereiro ($0,60 \text{ m.s}^{-1}$).

Tabela 10 - Intensidade do vento (m.s^{-1}) - médias mensais referente ao período 1995 a 2011, obtidas a partir de dados da Estação meteorológica Uberlândia - A507 – Campus Santa Mônica/UFU.

Horários	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
09:00	2,06	1,72	2,41	2,07	2,59	2,17	3,47	3,50	2,69	2,91	1,84	2,04
15:00	2,25	1,81	2,15	1,51	2,01	1,46	2,22	2,31	1,67	2,34	1,71	2,38
21:00	1,01	0,60	0,76	0,47	0,90	0,59	0,96	1,10	1,18	1,53	0,89	0,99
Média	1,77	1,38	1,77	1,35	1,83	1,41	2,22	2,30	1,85	2,26	1,48	1,80

Fonte: Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos – LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.

Figura 11 – Intensidade média do vento (m.s^{-1}) referente ao período 1995-2011. Estação meteorológica Uberlândia - A507 – Campus Santa Mônica/UFU – Uberlândia-MG. Fonte: LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.



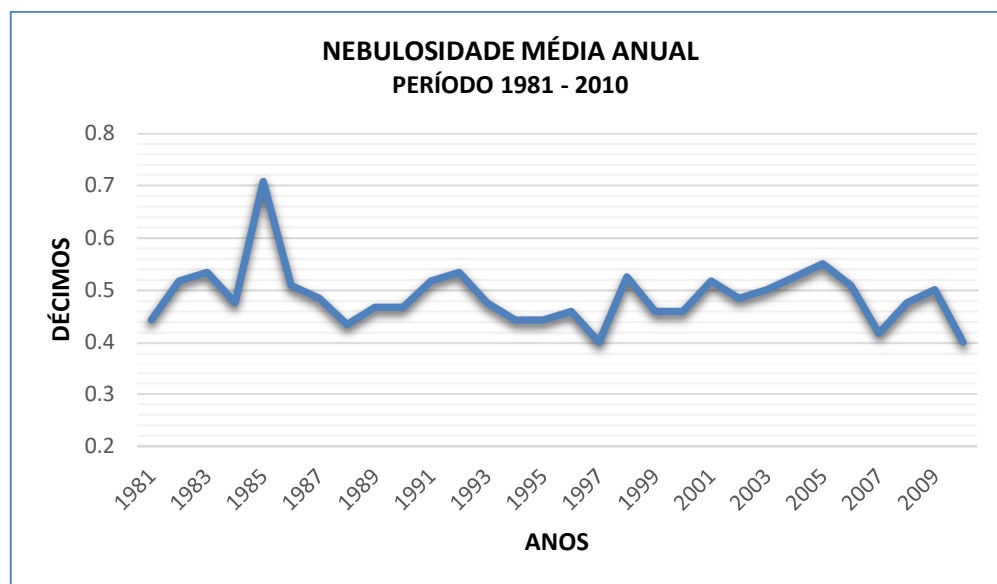
Fonte – LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.

3.8 – Nebulosidade

A nebulosidade é quantificada pela fração da abóboda celeste encoberta por nuvens. A escala empregada para expressar a nebulosidade pode ser em oitavos ou décimos, dependendo da região. A nebulosidade indicada de 5/10 (cinco décimos) ou 0,5, por exemplo, corresponde à metade da abóboda celeste encoberta por nuvens. O valor zero indica que nenhuma nuvem foi detectada no momento da observação

A nebulosidade média anual, de acordo com a série histórica de 1981 a 2010, é de 5/10 (cinco décimos) com maior média anual registrada de 7/10 em 1985 e a menor de 4/10, registrada nos anos de 1997 e 2010 (Figura 12).

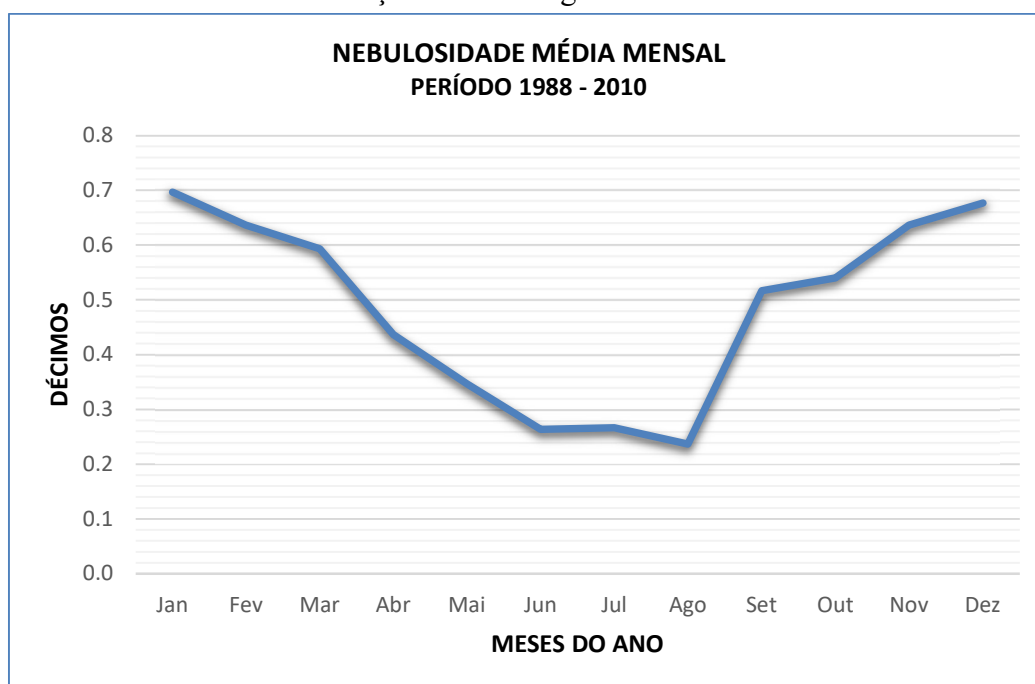
Figura 12 - Nebulosidade média anual em décimos (1981-2010). Estação Meteorológica Uberlândia - A507.



Fonte – LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.

A Figura 13 mostra uma tendência de diminuição gradativa do índice médio mensal de cobertura do céu por nuvens e nevoeiro a partir do mês de janeiro até o mês de junho e permanência desse índice mais baixo até agosto. A partir de agosto, há uma tendência de crescimento do índice médio de cobertura do céu até o final do ano. Os menores índices de cobertura do céu foram verificados no inverno com média de 3/10, sendo a média de 2/10 para o mês de agosto. Os meses de dezembro e janeiro apresentam a maior média mensal, com 7/10. O maior índice de nebulosidade é registrado no mês de janeiro, com 9/10.

Figura 13 - Nebulosidade média mensal em décimos referente à série histórica 1981-2010.
Estação Meteorológica Uberlândia - A507.



Fonte – LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.

3.9 – Insolação

De acordo com Ribeiro (2009), a distribuição da insolação durante o ano não é homogênea. Apesar de na Primavera e Verão o período diário de incidência de radiação solar ser maior, com o máximo próximo de 13 horas no solstício de verão, o céu fica encoberto por nuvens por mais tempo. Ao contrário, no Outono e Inverno o tempo de incidência de radiação solar é mais curto, em torno de 11 horas, mas o céu limpo nessa época do ano permite o maior número de horas de insolação.

Segundo Novais (2011), a Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba devida a sua localização em zona tropical da Terra apresenta uma pequena variação de horas de incidência da radiação solar entre o verão e o inverno. Em geral, a média de horas de sol ao longo do ano é de 2.500 horas, ou cerca de 210 horas por mês ou 7 horas por dia.

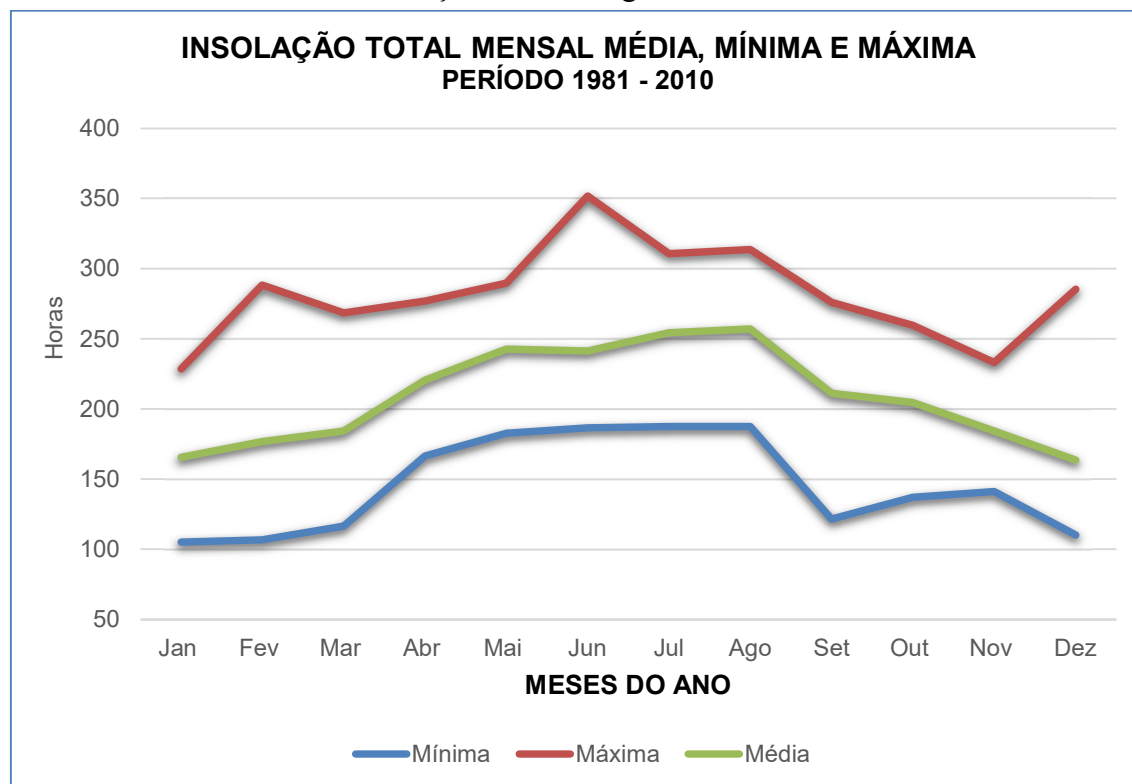
A Tabela 11 e a Figura 14 mostram os valores totais mensais médios, mínimos e máximos de insolação, em horas. A insolação média mensal que apresenta maior índice total de horas referente ao período de 1981-2010 é o mês de agosto com 257,0 horas. A menor média mensal registrada refere-se ao mês de dezembro (163,6 horas). O menor índice ocorreu em janeiro de 1986 (105,2 horas) e o maior índice no mês de junho de 2007 (351,8 horas).

Tabela 11 - Insolação total média, mínima e máxima (1981-2010), em horas

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média	165,6	176,7	184,3	220,6	242,7	241,2	254,2	257,0	211,1	204,5	184,3	163,6
Mínimo	105,2	106,6	116,4	166,4	182,7	186,4	187,3	187,5	121,4	136,9	141,2	110,0
Ano	1986	2008	1982	2008	1997	1997	2008	1986	1992	2006	1996	1983
Máximo	228,6	288,3	268,3	276,9	289,6	351,8	310,7	313,7	276	259,6	233	285,2
Ano	1984	1981	2007	2000	2000	2007	1998	2007	2007	1997	1999	2010

Fonte – Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos – LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.

Figura 14 – Insolação total mensal média, mínima e máxima referente à série histórica 1981-2010. Estação Meteorológica Uberlândia - A507.



Fonte – LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.

4 – GEOLOGIA

4.1 - Contexto geológico regional

O empreendimento **Fazenda Boa Esperança e Varginha** está localizado na Mesorregião do Triângulo, no município de Uberaba e Nova Ponte, entre as coordenadas 19,20941°S 47,88982°W : 19,14671°S 47,79037°W [EPSG:4326], distando cerca de 60 km da sede municipal do município de Uberaba. A mesorregião do Triângulo compreende três grandes unidades geotectônicas, que pertencem à Plataforma Sul Americana, sendo elas: Bacia Sedimentar do Paraná, Faixa de Dobramentos Brasília e Bacia São Franciscana.

A Faixa Brasília se caracteriza como um cinturão de dobramentos e empurrões neoproterozóicos, de direção geral NS (Almeida, 1967), que se prolonga por mais de 1.000 km na região central do Brasil, abrangendo parte dos estados de Minas Gerais, Goiás, Tocantins e do Distrito Federal. Situada na porção leste da Província Tocantins, essa faixa é limitada, a Leste, pelo Cráton do São Francisco (Almeida, 1977), a Sudoeste pelo Cráton do Paraná e, a Norte, pelo Cráton São Luiz (Figuras 15 e 16).

Figura 15 - Delimitação da Faixa de Dobramento Brasília (azul pontilhado) entre os crátons (áreas estáveis)

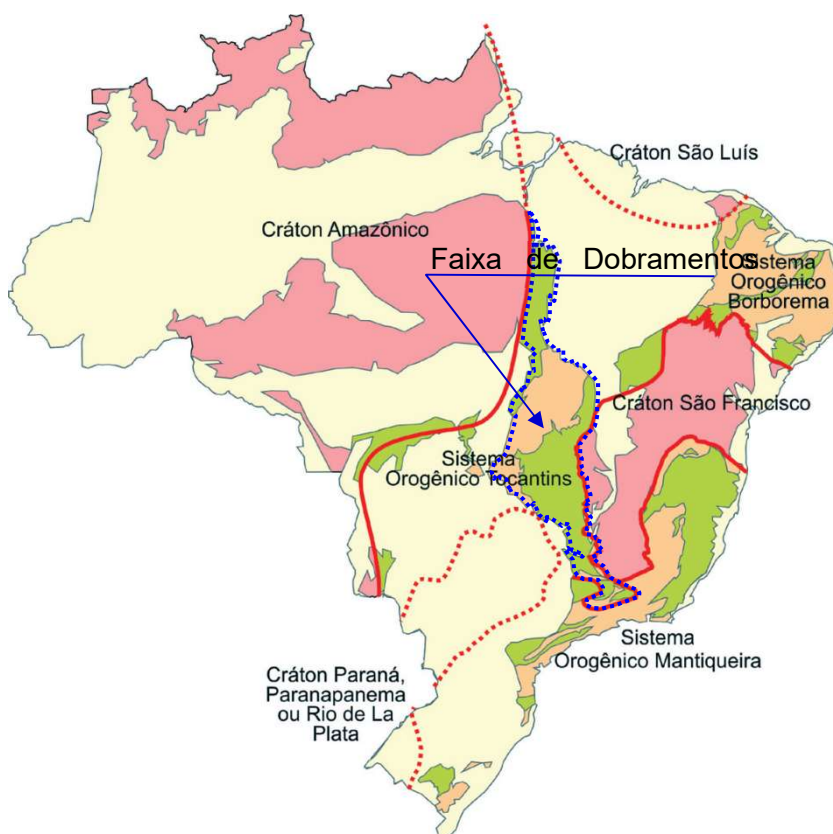
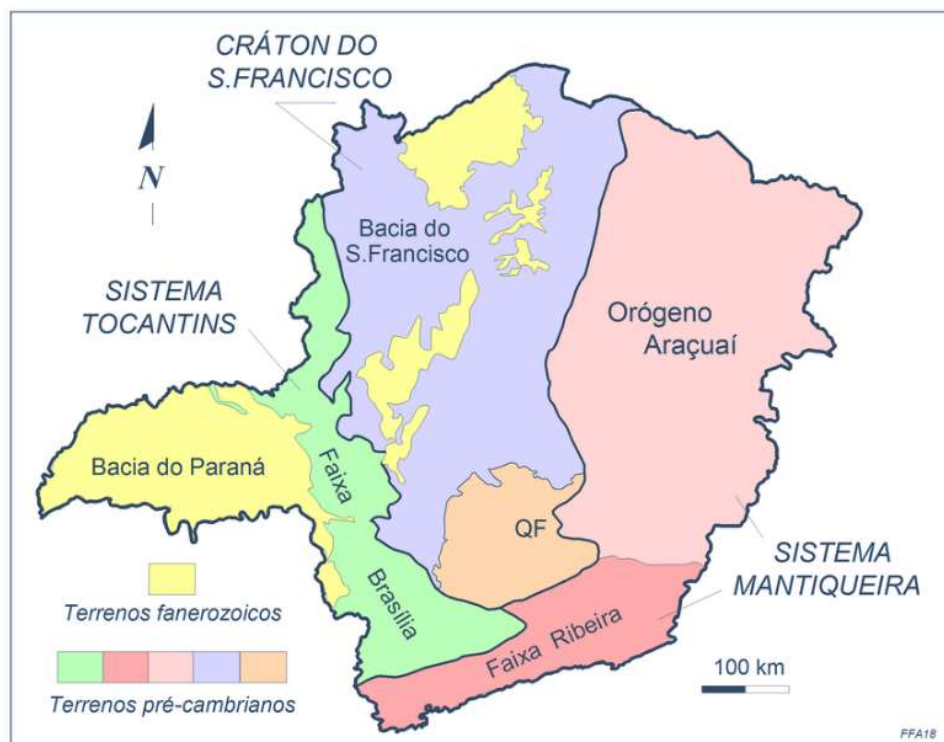


Figura 16 – Representação do arcabouço tectônico do estado de Minas Gerais e a localização do empreendimento nesse contexto (círculo vermelho).



Fonte - Modificado por Valeriano *et al.* 2004a, de Almeida *et al.* 1981.

Para Almeida (1977), Alkmim *et al.* (1993) e Trompette (1994), o Cráton do São Francisco corresponde a um bloco continental rígido, que se desenvolveu no Arqueano, com repetição de processos tectonomagmáticos e que se manteve relativamente estável durante a deformação das faixas móveis marginais ao longo do evento Brasiliano-Panafricano, dentre as quais inclui-se o Orógeno Brasília. Sobre o Cráton do São Francisco depositaram-se sedimentos durante o Neoproterozóico os quais fazem parte da Bacia Sedimentar do São Francisco. Posteriormente, no Fanerozóico, entre os períodos Permiano, Carbonífero e Cretáceo, instalou-se uma bacia sedimentar do tipo intracratônica abrangendo uma área de 150.000 km², que atualmente recobre parcialmente os estados de Tocantins, Bahia, Goiás e Minas Gerais, denominada Bacia Sedimentar Sanfranciscana.

As camadas sedimentares que se depositaram sobre o Cráton do São Francisco no Neoproterozóico se apresentam praticamente sem deformação tectônica mantendo, assim, estratos horizontais a subhorizontais. As únicas exceções podem ser creditadas às camadas sedimentares localizadas próximas da margem dos orógenos brasileiros, a exemplo da Faixa de Dobramentos Brasília, que produziu deformações por sucessivos esforços de origem tectônica.

No contexto geológico das unidades geotectônicas mencionadas, o empreendimento está localizado em área de domínio da Bacia Sedimentar do Paraná, como mostrado na Figura 20, não muito distante do limite desta com a Faixa de Dobramentos Brasília. Desse modo, rumo Leste, na Mesoregião do Triângulo, as camadas sedimentares da Bacia do Paraná transgridem sobre as litologias Neoproterozóicas da Faixa de Dobramentos Brasília, como pode ser observado na BR-365 entre as cidades de Iraí de Minas e Patrocínio. Poucos quilômetros a leste da cidade de Patrocínio o Orógeno Brasília faz contato com a Bacia Sedimentar do São Francisco, cujas litologias repousam sobre o Cráton do São Francisco. Seguindo ainda mais para o Leste, a altura da cidade de Patos de Minas, já se observam as litologias da Bacia Sanfranciscana, onde ocorrem rochas piroclásticas originadas do vulcanismo básico do Grupo Mata da Corda e sedimentos clásticos do Grupo Areado, ambos de idade cretácica.

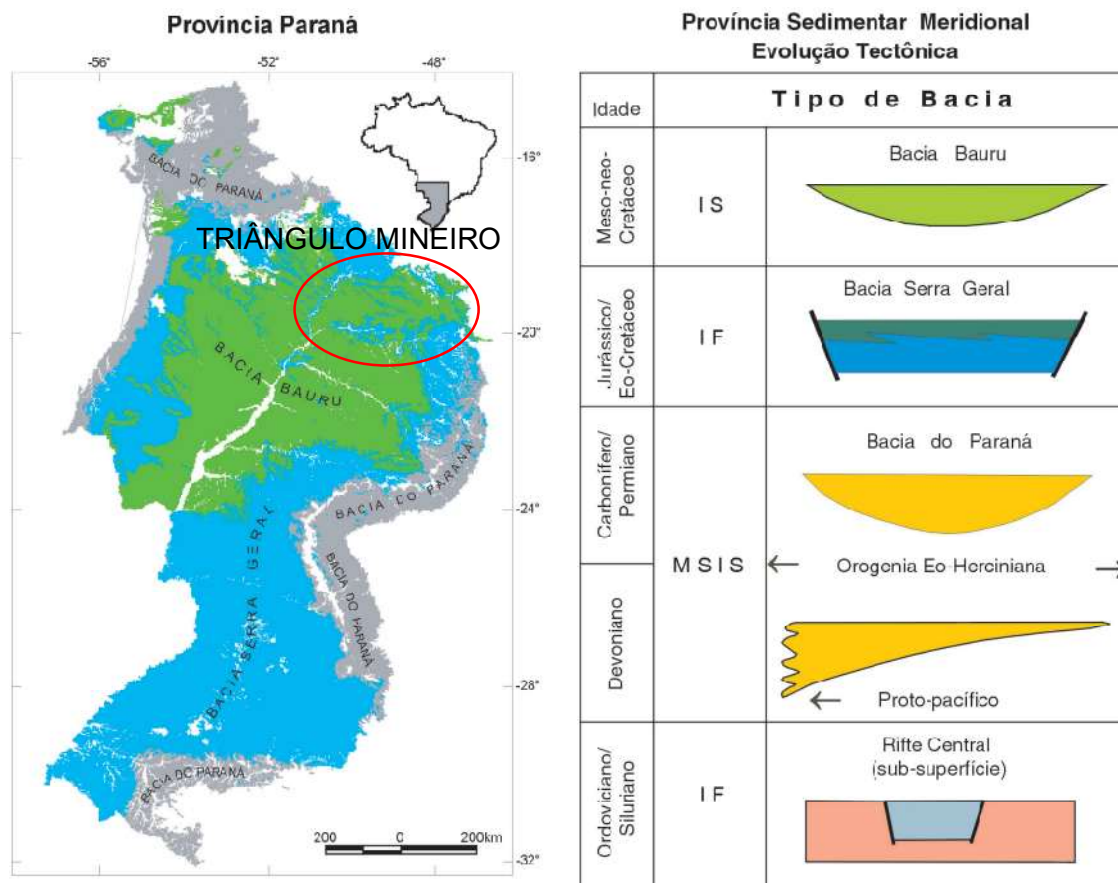
4.2 Considerações Sobre a Evolução Geológica Regional

4.2.1 - Bacia Sedimentar do Paraná

De acordo com CPRM – Serviço Geológico do Brasil (2010), a bacia Sedimentar do Paraná é constituída por uma sucessão sedimentar-magmática que teve início das deposições no Neordoviciano e término no Neocretáceo (MILANI, 2007).

Segundo Nishiyama (1989), a maior parte da região do Triângulo Mineiro encontra-se inserida na Bacia Sedimentar do Paraná destacada como parte da Província Paraná - Província Sedimentar Meridional – que compreende duas unidades independentes: a bacia Serra Geral constituída, sobretudo, de magmatitos básicos e a bacia Bauru, composta por litologias exclusivamente sedimentares (Figura 17).

Figura 17– Esboço geológico da Província Paraná e sua evolução tectônica.



Fonte – Adaptado de Silva et al. 2003, modificado

O que diferencia a Bacia Sedimentar do Paraná nas regiões do Triângulo Mineiro e do Alto Paranaíba das demais regiões de sua ocorrência no Sul e Sudeste do Brasil é a ausência de unidades geológicas pertencentes à sequência Paleozóica, pelo menos em níveis aflorantes. Desse modo, possuem exposições de seus litótipos na região o grupo São Bento, representado pelas formações Botucatu e Serra Geral e o grupo Bauru, constituído pelas formações Uberaba, Adamantina e Marília, ambos pertencentes à Era Mesozóica, abrangendo os períodos Triássico, Jurássico e Cretáceo.

No limite da Bacia sedimentar do Paraná na mesorregião do Triângulo Mineiro as rochas dos grupos São Bento e Bauru transgridem diretamente sobre as litologias neoproterozóicas da Faixa de Dobramentos Brasília.

Arenitos eólicos da Formação Botucatu ocorrem de forma restrita na região e exibem camadas pouco espessas, que raramente superam o limite de algumas dezenas de metros. As melhores exposições dessa unidade geológica podem ser observadas entre Sacramento, Conquista e Delta, no vale do rio Grande.

A Formação Botucatu encontra-se ausente dentro dos limites da AID e AII das propriedades rurais que compõem o Fazenda Boa Esperança e Varginha. Porém, camadas pouco espessas de arenito eólico podem ser observadas nos vales dos rios Araguari e Paranaíba repousando sobre litologias do Grupo Araxá (Neoproterozóico)

A Formação Serra Geral é constituída de sobreposição de diversos níveis de basaltos resultantes de sucessivos episódios de derramamento de lavas básicas ocorridos entre o Jurássico e Cretáceo. Porém, exposições contínuas de basaltos são observadas somente nos vales dos principais cursos fluviais que drenam a região, a exemplo do Paranaíba, Grande, Araguari, Tijuco, da Prata e Uberabinha. Na maior parte da região do Triângulo Mineiro os basaltos encontram-se recobertos pelas litologias sedimentares do Grupo Bauru.

O Grupo Bauru na região do Triângulo Mineiro caracteriza-se como um conjunto litológico sedimentar de idade Neocretácica representado pelas formações Adamantina (ou Formação Vale do Rio do Peixe conforme a redefinição proposta por Fernandes, 2000), Uberaba e Marília. As Formações Uberaba e Adamantina não se acham presentes nas áreas de influência do empreendimento.

Segundo Batezelli (2003), a Formação Adamantina é constituída de arenitos finos a médios, de coloração avermelhada, seleção moderada, estratificações cruzadas de pequeno a médio porte, estratificação plano-paralela, subordinadamente marcas onduladas e, localmente, maciços. Ainda, segundo o referido autor, esta formação assenta-se discordantemente sobre os basaltos da Formação Serra Geral em contato abrupto e erosivo.

Os sedimentos da Formação Marília foram depositados em ambiente subaquoso em condição climática semi-árida. Dentre os seus tipos litológicos ocorrem predominantemente os arenitos finos a conglomeráticos e conglomerados dispostos em pacotes maciços e geralmente silicificados e com estratificação cruzada de pequeno e médio porte. Secundariamente podem ser observados argilitos e siltitos avermelhados a esbranquiçados comumente limonitizados. Litologias desta formação estão presentes na AID do empreendimento, porém a sua exposição é raramente observada em razão do extenso recobrimento por materiais detríticos de idade cenozóica.

4.2.2 - Faixa de Dobramentos Brasília

A Faixa de Dobramento Brasília caracteriza-se como um cinturão orogênico formado por sequências supracrustais que se estende por mais de 1.200 km na direção N-S, desde o Sul

de Minas Gerais, passando por toda extensão de Goiás e terminando no Sul de Tocantins (Navarro et al., 2013). O grau metamórfico das rochas que compõem as unidades geológicas da Faixa Brasília varia entre fácies xisto verde e anfibolito (baixo grau), alcançando condições de fácies granulito ou eclogito (alto grau) em Goiás e Minas Gerais (Moraes et al., 2002).

Esta faixa de dobramentos resultou da colisão de três importantes blocos continentais estáveis (crátons) durante o Neoproterozóico: Amazônico a Oeste, São Francisco a Leste e Paranapanema a Sul (Figura 18) que, ao comprimirem bacias sedimentares oceânicas Mesoproterozóicas e Neoproterozóicas promoveram processos tectônicos de inversão, enquanto que as áreas estáveis dos crátons não foram afetadas pelos processos tectônicos e térmicos da orogenia brasileira.

Figura 18 – Configuração dos continentes (crátons), maciços (microcontinentes) e oceanos durante o Mesoproterozóico e Neoproterozóico. Com a colisão dos continentes durante a orogenia brasileira formaram-se os sistemas orogênicos Borborema, Mantiqueira e Tocantins

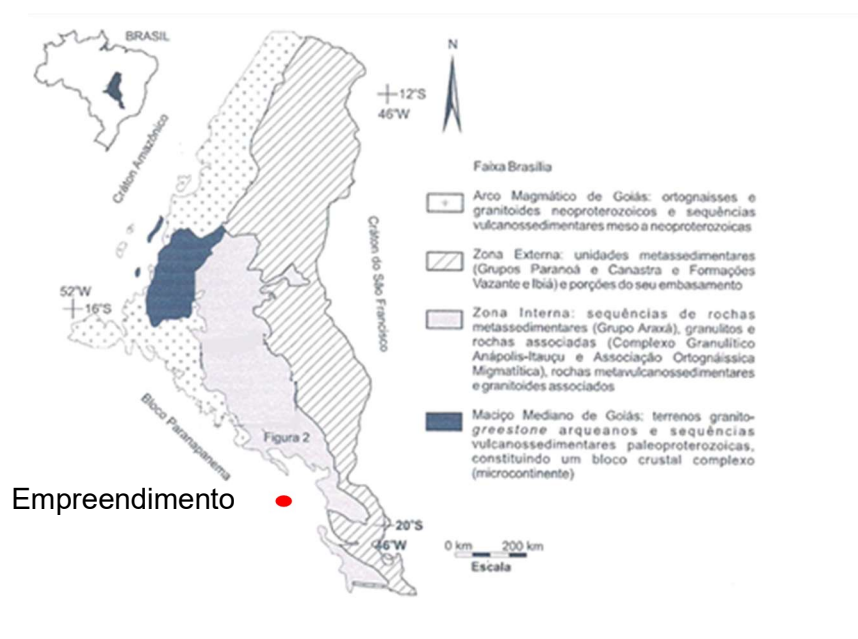


Fonte – Modificado de Schobbenhaus & Brito Neves, 2003.

Moreira et al. (2008) subdividiram a Faixa Brasília na porção sul do estado de Goiás em duas zonas com as designações Interna e Externa. A Zona Interna é constituída de Granitóides

(tipo Ipamari, Piracanjuba e Aragoiânia), Arco Magmático de Goiás, Sequência metavulcanossedimentares (Maratá, Rio Veríssimo, Silvânia, Anicuns-Itaberaí), Grupo Araxá (Unidades A e B), Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu e associação Ortognáissica Migmatítica; A Zona Externa é formada pelos grupos Paranoá, Canastra e as formações Vazante e Ibiá. A Figura 19, a seguir, apresenta as zonas Interna e Externa, conforme Navarro et. al. 2013, modificado de Fuck, 1990.

Figura 19 – Faixa de Dobramento Brasília e a localização do empreendimento **Fazenda Boa Esperança e Varginha**.



Fonte: Navarro et al., 2013, modificado de Fuck, 1990.

Uhlein et al. (2013) realizaram a análise estrutural e tectônica da Faixa Brasília em domínios estruturais Interno e Externo verificaram que o Domínio Externo no setor meridional da Faixa Brasília, no Estado de Minas Gerais é composto pelos Grupos Vazante, Canastra e Ibiá e o Domínio Interno pelo Grupo Araxá assim como porções do embasamento fortemente envolvidas na tectônica brasileira.

Dentre as unidades que compõem o Domínio Interno da Faixa Brasília, o Grupo Araxá (Barbosa 1955) é o único presente no Oeste de Minas Gerais e se estende até o Centro-Sul de Goiás.

Segundo Seer et al. (2001), as rochas metassedimentares do Grupo Araxá, representadas pelos mica xistos, quartzo-mica xistos, granada-quartzo-mica xistos, granada-cloritóide-

quartzo-mica xistos, quartzitos e quartzitos micáceos, que ocorrem na região de Araxá (MG), foram geradas a partir de sedimentos depositados em águas marinhas profundas.

A Leste do alinhamento aproximado estabelecido pelas cidades de Sacramento, Perdizes e Romaria afloram continuamente as litologias do Grupo Araxá até se sobrepor às litologias do Grupo Ibiá a altura das cidades de Araxá, Ibiá, Patrocínio e Coromandel. Ao Norte do balizamento estabelecido pelas cidades de Estrela do Sul, Araguari, Tupaciguara e Itumbiara, os metassedimentos do Grupo Araxá se estendem rumo ao Sul de Goiás.

4.3 - Geologia das Áreas de Influência do Empreendimento

A geologia das áreas de influência do empreendimento estão inseridas na área de abrangência da Formação Marília (Cretáceo) e da Formação Serra Geral (Juro-Cretácica) e Coberturas detrítico-lateríticas (TQDi)

4.3.1 - Grupo São Bento

4.3.1.1 - Formação Serra Geral

A Formação Serra Geral é caracterizada pelas rochas efusivas de natureza básica e lentes de arenitos intercalados aos derrames. Esse conjunto de rochas ocupa uma área de mais de 1.000.000 km² da Bacia Sedimentar do Paraná em território brasileiro, estendendo-se, ainda, para os países vizinhos: Argentina, Paraguai e Uruguai, elevando a área de sua distribuição para cerca de 1.600.000 km².

As litologias pertencentes a essa formação acham-se amplamente distribuídas nos estados do Sul e Sudeste do Brasil, e parte de alguns estados do Centro-Oeste. Os basaltos afloram em parte dos estados do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina, do Paraná, de São Paulo, de Minas Gerais (Triângulo Mineiro), de Goiás e de Mato Grosso do Sul.

No Triângulo Mineiro a maior parte das rochas dessa formação encontra-se recoberta por sedimentos mais recentes do Grupo Bauru e sedimentos cenozóicos. Exposições contínuas de basaltos são observadas nos vales dos grandes cursos d'água que drenam a região, a exemplo dos rios Grande, Paranaíba, Araguari e alguns afluentes destes.

No limite da Bacia Sedimentar do Paraná os derrames basálticos, quando não assentados sobre os arenitos da Formação Botucatu, estão em contato direto com as rochas Neoproterozóicas dos grupos Araxá e Canastra.

A espessura de basaltos observada na BR-050 no trecho que esta secciona o vale do ribeirão Jordão atinge o valor próximo de 120 metros. Rumo ao Norte, no sentido da sua foz do rio Paranaíba, a da Formação Serra Geral tende a redução da espessura.

Basaltos da Formação Serra Geral ocorrem em grande parte das áreas de influência do empreendimento, principal mente nas áreas próximas aos cursos d'água.

4.3.2 - Grupo Bauru

4.3.2.1 - Formação Marília

A Formação Marília encontra-se assentada sobre a Formação Vale do Rio do Peixe no Triângulo Mineiro e na ausência dessa última estabelece contato direto com a Formação Serra Geral. Os litotipos da Formação Marília afloram em uma extensa área do Triângulo Mineiro delimitada, a Oeste, pelo alinhamento aproximado estabelecido pelas cidades de Uberaba e Itumbiara e, a Leste, pelo alinhamento aproximado das cidades de Perdizes e Monte Carmelo na região do Alto Paranaíba. Encontram-se recobertos por sedimentos cenozóicos em parte das áreas de ocorrência, sobretudo nas porções de chapadas.

A Formação Marília é constituída por espessas camadas de arenitos imaturos e conglomerados superpostos aos níveis carbonáticos. Barcelos (1984:101) e Barcelos et al. (1981:94) propuseram a designação Facies Ponte Alta para os níveis carbonáticos formados de calcários tipo calcrete e facies Serra da Galga para os sedimentos arenosos e conglomeráticos superpostos a Facies Ponte Alta.

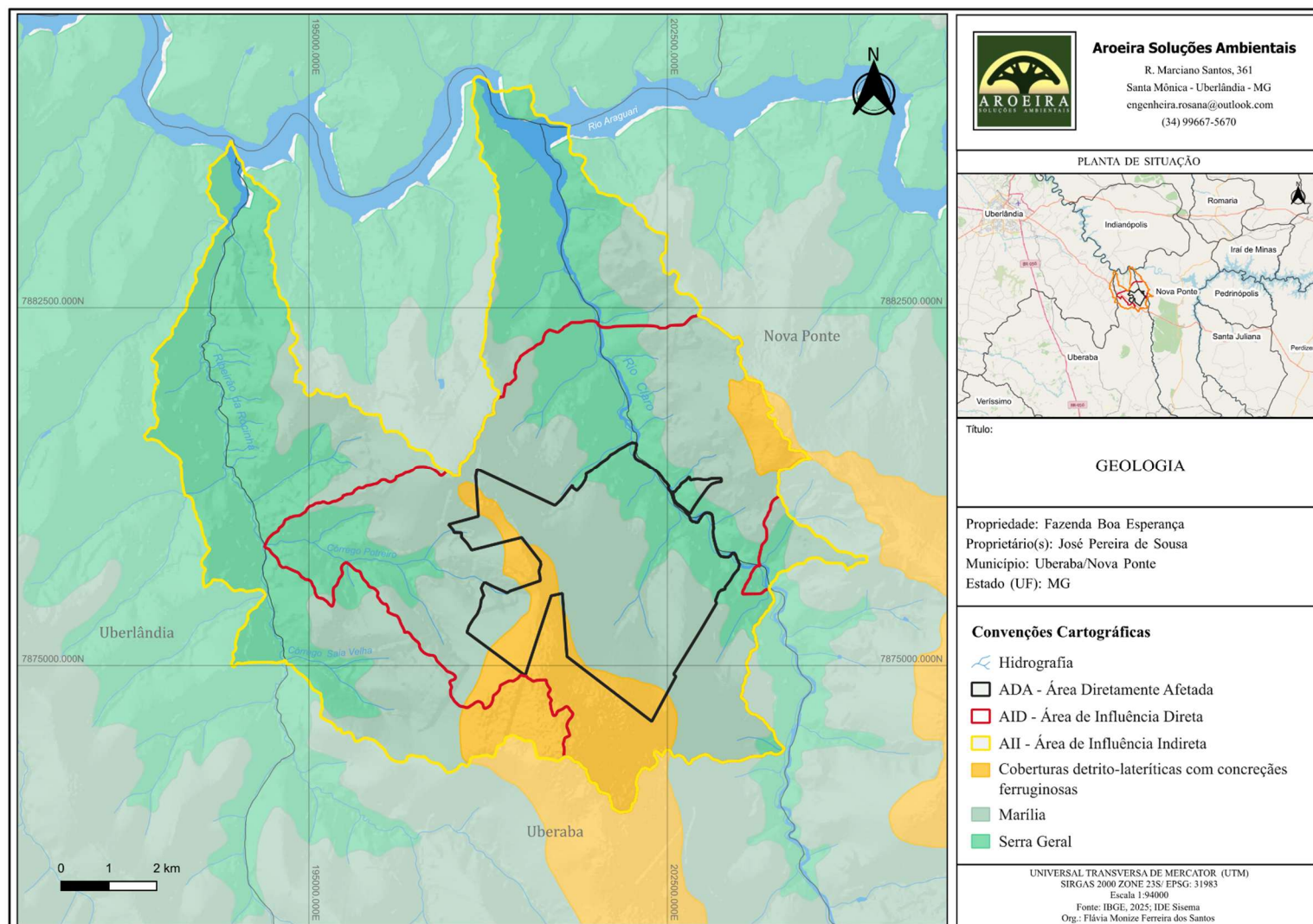
O Membro Serra da Galga é constituído de arenitos feldspáticos de granulação fina a conglomerática e conglomerados, colorações avermelhada, esbranquiçada, rósea e lilás, normalmente associados à silcretes e calcretes (Nishiyama, 1989). Suguio (1973 *apud* Fiumari, 2004), sugeriu que a subunidade foi gerada em sistemas de leques fluviais coalescentes no final do Cretáceo.

O Membro Ponte Alta é constituído por calcários, arenitos e conglomerados com cimentação carbonática. Fernandes e Coimbra (2000) classificaram os calcários como impuros em função de conterem proporções variáveis de sedimentos clásticos, a exemplo dos calcários arenosos e conglomeráticos de matriz arenosa e os calcários finos fragmentados.

4.4 - Geologia no contexto da AII do empreendimento

As áreas de influência do empreendimento são compostas predominantemente por unidades geológicas pertencentes à Formação Serra Geral, do Grupo São Bento, pelas coberturas detrítico-lateríticas de idade Cenozóica e pela, Formação Marília, do Grupo Bauru. Sendo a divisão observável pelas cotas altimétricas, nas partes mais altas estão as Coberturas Detrito-lateríticas, a medida que vai descendo em direção aos fundo de vales há predominância da formação Marília e na área mais próxima aos cursos d'água está a formação serra geral. A Figura 20, a seguir, apresenta o mapa geológico das áreas de influência do empreendimento.

Figura 20 – Mapa geológico das áreas de influência do empreendimento.



4.4.1 - Formação Serra Geral (Grupo São Bento)

A Formação Serra Geral compõe uma extensa sequência vulcânica associada aos derrames basálticos da Bacia do Paraná, ocorridos durante o Cretáceo Inferior (~133–134 Ma). Essa unidade é caracterizada por rochas ígneas predominantemente basálticas, com intercalações subordinadas de riolitos, formadas a partir de episódios de vulcanismo fissural relacionados à fragmentação do supercontinente Gondwana (Peate et al., 1992; Mantovani et al., 1985). Essas rochas frequentemente exibem estruturas de colunamento prismático, reflexo do resfriamento rápido da lava (CPRM, 2014). A Formação Serra Geral é fundamental para a sustentação dos relevos tabulares e das escarpas da Bacia do Paraná, sendo amplamente distribuída na região (Milani et al., 2007; Almeida et al., 1977). Na área do empreendimento, os afloramentos mais visíveis estão nas margens do rio Claro, principalmente na área da Cachoeira da fumaça (Figura 21), onde é possível observar parte da extensão desses derramamentos basálticos.

Figura 21 - Basaltos da formação Serra Geral no leito do Rio Claro



Coberturas Detrítico-Lateríticas

As coberturas detrítico-lateríticas representam depósitos superficiais de idade Neógeno a Quaternário, recobrindo extensas áreas, especialmente sobre as rochas da Formação Serra

Geral. Esses depósitos resultam da intensa atuação de processos de intemperismo químico e pedogênese em condições tropicais, favorecendo a lixiviação de minerais e a concentração residual de óxidos de ferro e alumínio (Vasconcelos et al., 2008; Tassinari & Macambira, 1999). Compostas por materiais detríticos e lateríticos, essas coberturas incluem fragmentos de rochas transportados por processos erosivos e materiais alterados pela decomposição química de minerais silicatados (Dardenne, 2000). A presença de concreções ferruginosas é comum, conferindo coloração avermelhada aos solos, especialmente em regiões de relevo suave e topo plano (CPRM, 2014). Essas concreções ferruginosas podem ser observadas na figura 22.

Figura 22 - Representação da Cobertura detrítico-laterítica



Formação Marília (Grupo Bauru)

A Formação Marília integra o Grupo Bauru e corresponde a uma unidade sedimentar do Cretáceo Superior (Campaniano-Maastrichtiano, ~83–66 Ma), composta por depósitos arenosos e conglomeráticos, com níveis subordinados de argilitos (Fernandes & Coimbra, 2000; Pires, 1995). Esses sedimentos foram depositados em sistemas fluviais entrelaçados e ambientes lacustres sob condições semiáridas, resultando em rochas de granulometria variada, com predominância de arenitos porosos e pouco consolidados (Milani et al., 2007). Na área do empreendimento, essa formação está mais alocada nos divisores de água entrando em direção aos vales, onde ela se encontra com a formação serra geral (CPRM, 2014). Na

área não foi encontrado afloramentos rochosos da Formação Marília, no entanto, há uma área mapeada como formação Marília, que se encontra recoberta por cascalhos (Figura 23) que foram formados nas mesmas condições e fazem parte da formação Marília.

Figura 23 - Cascalhos desenvolvidos na área da formação Marília



5 - GEOMORFOLOGIA

5.1 - Metodologia e procedimentos técnicos operacionais

A caracterização geomorfológica das áreas de influência do empreendimento **Fazenda Boa Esperança e Varginha** baseou-se em levantamentos de dados primários e secundários acerca das características regionais e locais do relevo e o seu tratamento com vistas a subsidiar o diagnóstico/prognóstico de fatores naturais e antrópicos predisponentes ao desenvolvimento dos impactos socioambientais.

Dados secundários foram obtidos em trabalhos acadêmicos (dissertações, teses e artigos científicos), publicações técnicas, livros, dentre outros. Dados primários foram gerados ao longo da elaboração do presente diagnóstico, principalmente em levantamentos diretos de campo. A análise e interpretação de fotografias aéreas, imagens de satélites e mapas topográficos também se constituíram em importante ferramenta para a identificação e caracterização das unidades geomórficas de forma abrangente e, de maneira particular as feições dos terrenos tendo como foco os limites da AID do empreendimento.

A caracterização geomorfológica das áreas de influência do empreendimento seguiu a metodologia de mapeamento do relevo desenvolvida pelo IBGE (2009), que apresenta o seguinte princípio básico:

A metodologia baseia-se no ordenamento dos fenômenos geomorfológicos segundo uma classificação temporal e espacial, na qual os modelados são considerados a unidade básica, organizados em grupamentos hierárquicos inter-relacionados. A individualização dessas feições geomorfológicas leva em conta fatores causais estruturais, litológicos, pedológicos, climáticos e morfodinâmicos, que influenciam a evolução do relevo e a configuração da paisagem ao longo do tempo geológico. Seguindo uma escala decrescente de grandeza, são identificados os seguintes níveis hierárquicos: Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas, Unidades Geomorfológicas, Modelados e Formas de Relevo Simbolizadas (IBGE, 2009).

A Figura 24 apresenta a classificação taxonômica para mapeamento geomorfológico da metodologia proposta pelo IBGE (2009) e a Tabela 12 mostra a descrição dos níveis hierárquicos segundo essa metodologia.

Figura 24 - Taxonomia para mapeamento geomorfológico (IBGE, 2009).

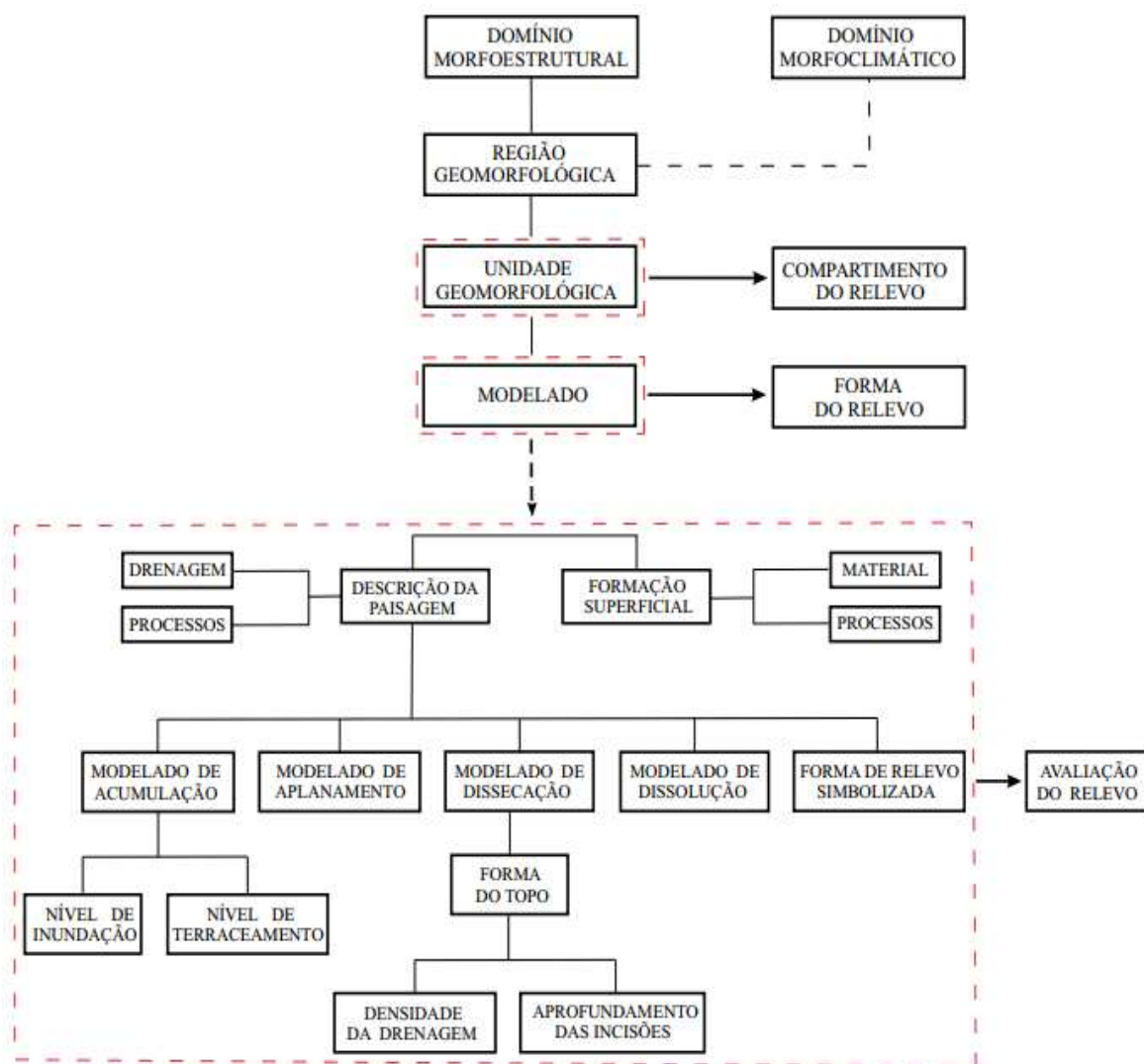


Tabela 12 - Descrição dos níveis hierárquicos segundo a metodologia do IBGE (2009).

NÍVEIS HIERÁRQUICOS		CARACTERÍSTICAS	EXEMPLOS
	DOMÍNIO MORFOESTRUTURAL	A escala de abordagem é regional e leva em consideração o arcabouço (natureza das rochas e tectônica) que, sob efeitos climáticos variáveis ao longo do tempo geológico, são responsáveis pela evolução de conjuntos de relevos com características próprias, cujas	Bacias sedimentares Cinturões móveis Plataformas e crátons Derrames de lavas

		feições embora diversas, guardam, entre si, as relações comuns com a estrutura geológica a partir da qual se formaram.	
	REGIÃO GEOMORFOLÓGICA	Representam compartimentos inseridos nos conjuntos litomorfoestruturais que, sob a ação dos fatores climáticos pretéritos e atuais, lhes conferem características genéticas comuns, agrupando feições semelhantes, associadas às formações superficiais e às fitofisionomias.	Chapada Diamantina Serra da Mantiqueira Serra do Espinhaço
	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Definidas como um arranjo de formas altimétrica e fisionomicamente semelhantes em seus diversos tipos de modelados. A geomorfogênese e a similitude de formas podem ser explicadas por fatores paleoclimáticos e por condicionantes litológica e estrutural. Cada unidade geomorfológica evidencia seus processos originários, formações superficiais e tipos de modelados diferenciados dos demais. O comportamento da drenagem, seus padrões e anomalias são tomados como referencial à	Planícies Depressões Tabuleiros

		medida que revelam as relações entre os ambientes climáticos atuais ou passados e as condicionantes litológicas ou tectônicas.	
	MODELADOS	Formas de relevo que apresentam definição geométrica similar em função de uma gênese comum e dos processos morfogenéticos atuantes, resultando na recorrência dos materiais correlativos superficiais. São identificados quatro tipos de Modelados: acumulação, aplanamento, dissolução e dissecação.	Modelados de acumulação: diferenciados, em função de sua gênese, em fluviais, lacustres, marinhos, lagunares, eólicos e de gêneses mistas. Modelados de aplanamento: foram identificados pela definição de sua gênese e funcionalidade, combinadas ao seu estado atual de conservação ou degradação impostas por episódios erosivos posteriores à sua elaboração. Modelados de dissolução: elaborados em rochas carbonáticas, podem ser classificados de acordo com sua

			evolução, identificados de acordo com o seu aspecto em superfície ou em subsuperfície. Modelados de dissecação: ocorrem de forma mais generalizada na paisagem brasileira, sendo caracterizados como dissecados homogêneos, dissecados estruturais e dissecados em ravinas. Os dois primeiros são definidos pela forma dos topos e pelo aprofundamento e densidade da drenagem. As feições de topo do relevo são classificadas em: convexas (c), tabulares (t) e aguçadas (a).
--	--	--	--

Fonte – IBGE 2009, modificada.

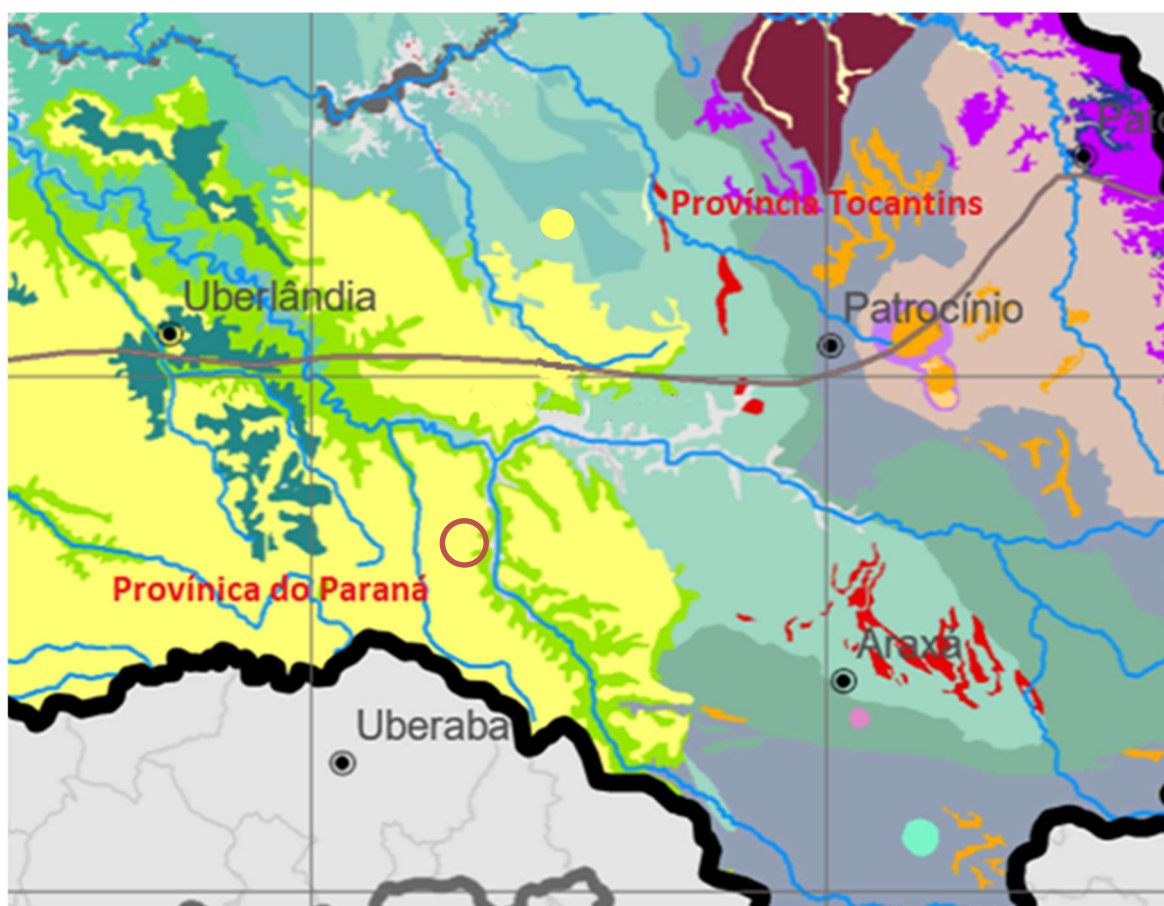
A caracterização geomorfológica da AID e ADA do empreendimento ensejou especial atenção aos aspectos do relevo quanto à declividade e comprimento das rampas, fatores esses condicionantes da geração, concentração e volume de escoamento superficial, no sentido de

colher subsídios ao prognóstico dos possíveis impactos do ponto de vista geomorfológico associados às atividades do empreendimento.

5.2 - Aspectos Geomorfológicos Regionais

A área do empreendimento **Fazenda Boa Esperança e Varginha** está inserida na borda nordeste da Província Geológica Paraná, praticamente no seu limite com a província tectônica Tocantins (Figura 24) e a sua subunidade Faixa de Dobramentos Brasília. Geomorfológicamente o empreendimento está localizado na região denominada Planalto Setentrional da Bacia do Paraná, mais especificamente na porção dos Planaltos Arenítico-Basálticos Interiores - subdivisão Planalto Rebaixado da Bacia do Paraná da Província Paraná. (EPE, 2006).

Figura 25 - Localização da área do empreendimento (indicada pelo polígono vermelho) em relação às províncias geológicas Paraná e Tocantins.

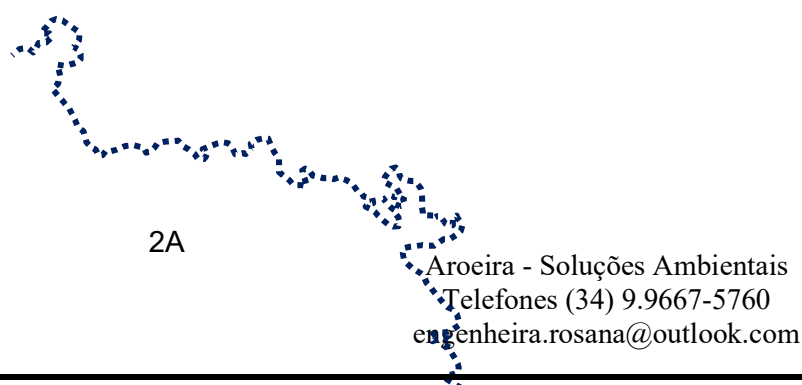


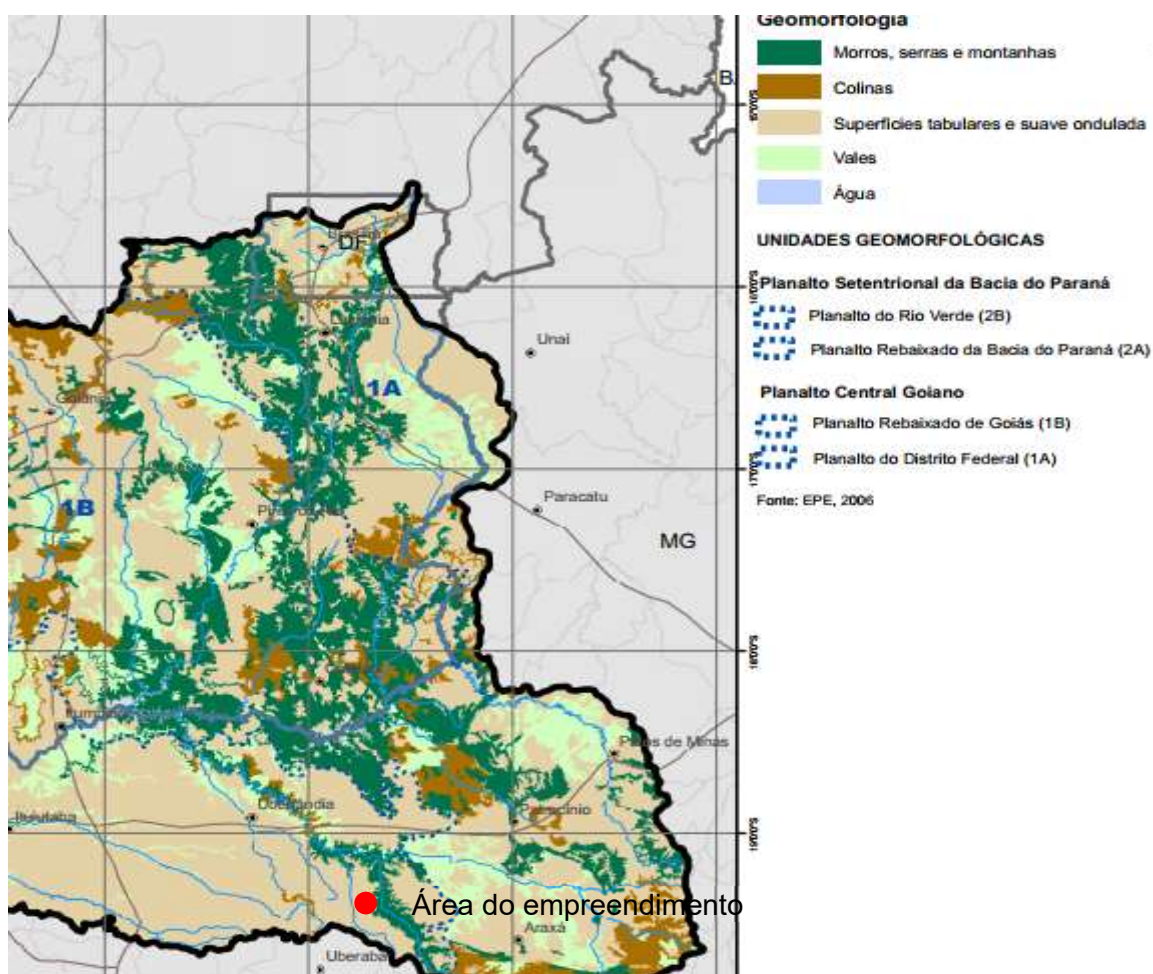
Fonte – Modificado de ANA, 2011.

De acordo com EPE (2006), o relevo na Bacia Hidrográfica do Paraná se caracteriza por extensos planaltos normalmente associados aos sedimentos de idade Paleomesozóica, configurando divisores de grandes bacias hidrográficas. Tais divisores estabelecem desníveis altimétricos expressivos, proporcionando rupturas topográficas ao longo dos principais rios da região. Cotas próximas de 1.000 metros são atingidas nas bordas da bacia e em torno de 420 metros próximo à calha do rio Paraná, o que confere uma configuração de rampa condicionada pela sinéclise da Bacia do Paraná (EPE, 2006).

A área do empreendimento encontra-se no extremo Leste do Planalto Rebaixado da Bacia do Paraná – Unidade 2A (Figura 26). Esta unidade geomorfológica ocupa a porção Sul da bacia do Rio Paranaíba com 47,34% de sua área inserida no estado de Goiás, 44,76% em Minas Gerais, além de uma pequena porção distribuída na região nordeste de Mato Grosso do Sul (7,9%). Compreende dois compartimentos topográficos distintos: o primeiro mais elevado, com altitudes entre 650-1.000 metros; e o segundo mais rebaixado, com cotas altimétricas entre 350-650 metros. Suas formas de relevo, em geral tabulares, são sustentadas pelos derrames basálticos da Formação Serra Geral. Os interflúvios são extensos, com caimento predominante em direção ao rio Paranaíba. Sua paisagem é muito homogênea, devido ao caráter denudacional, sendo interrompida por alguns residuais de topos planos e com bordas escarpadas (ANA, 2010).

Figura 26 – Localização do empreendimento no Planalto Rebaixado da Bacia do Paraná – Unidade 2A.





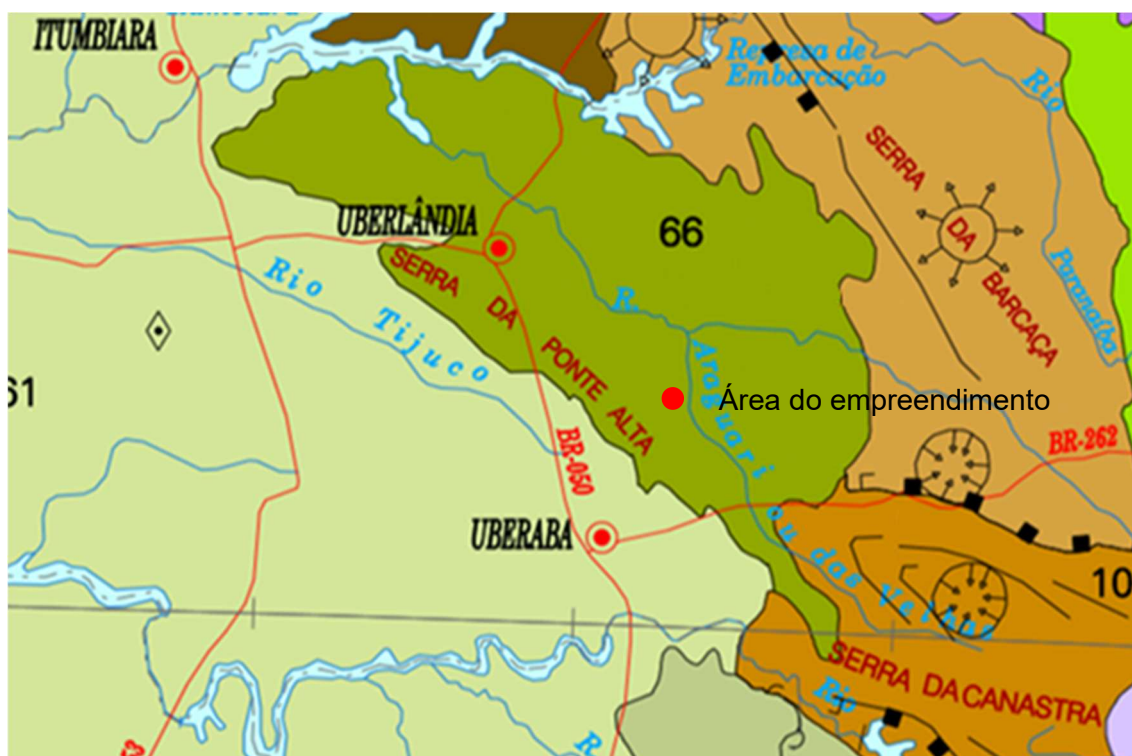
Fonte – Modificado de ANA, 2010.

De acordo com o Mapa de Unidades de Relevo do Brasil - IBGE (2006), o empreendimento está inserido na área do domínio morfoestrutural Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas, na região geomorfológica denominada Planalto de Uberlândia em sua porção centro-leste (Figura 27).

Segundo King (1956) e Braun (1971), *apud* Martins et al. (2004), as regiões elevadas de planaltos se desenvolveram entre o Terciário Inferior e Médio por ação de dois ciclos de erosão: o Sul-Americano, atuante no Terciário Médio e o Velhas, ativo no Terciário Superior.

Figura 27 - Localização das áreas de influência do empreendimento em relação ao domínio morfoestrutural (Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas) e à unidade geomorfológica (66 - Planalto de Uberlândia).





Fonte IBGE, 2006.

5.3 - Compartimentação do relevo na AII do empreendimento

As áreas de influência do empreendimento Fazenda Boa Esperança e Varginha, abrangem duas unidades geomorfológicas distintas: as Chapadas de Uberlândia-Araguari e o Planalto Rebaixado do Paranaíba/Quebra-Anzol. Cada uma dessas unidades apresenta características geomorfológicas específicas que influenciam diretamente a configuração da paisagem e os processos erosivos, bem como a hidrografia local. A distribuição e as particularidades dessas unidades são ilustradas no mapeamento de unidades geomorfológicas (Figura 28) e complementadas pelo mapa hipsométrico (Figura 28), que demonstra as variações altimétricas da região.

1. Chapadas de Uberlândia-Araguari

A unidade geomorfológica das Chapadas de Uberlândia-Araguari, onde se encontra a maior parte das áreas de influência direta (AID) e indireta (AII) do empreendimento, pertence ao domínio morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas, conforme mapeamento do IBGE (2006). Este domínio abrange extensas formações tabulares associadas a sedimentos de idade Paleomesozóica, que formam divisores de importantes bacias hidrográficas na região.

Essa unidade é caracterizada por relevo de pediplano, ou seja, áreas com formas aplainadas e tabulares, que foram preservadas através de ciclos de erosão ao longo do tempo geológico, com uma paisagem homogênea resultante de processos de denudação. A geomorfogênese predominante é sustentada pelos derrames basálticos da Formação Serra Geral, que conferem uma estrutura resistente, responsável por extensos interflúvios que têm um caimento gradual em direção ao rio Paranaíba. As altitudes variam entre 650 e 1.000 metros nos setores mais elevados e entre 350 e 650 metros nos setores mais rebaixados, apresentando formas tabulares homogêneas interrompidas apenas por alguns topos planos com bordas escarpadas (EPE, 2006; ANA, 2010).

2. Planalto Rebaixado do Paranaíba/Quebra-Anzol

Esta unidade geomorfológica integra os Planaltos Divisores São Francisco–Paranaíba, inserida no domínio dos Cinturões Móveis Neoproterozóicos. Caracteriza-se por uma compartimentação do relevo em superfícies tabulares homogêneas, com topos planos e altitudes situadas majoritariamente entre 450 e 750 metros. O relevo apresenta formas de dissecção homogênea ou diferencial, evidenciando uma evolução morfogenética pautada por processos erosivos suaves que atuam sobre terrenos estruturalmente estáveis e relativamente antigos. A dissecção é pouco profunda, com incisão inferior a 50 metros, resultando em vertentes pouco inclinadas e em uma rede de drenagem pouco densa, composta por canais espaçados e de baixo grau de entalhamento. Essa morfologia indica uma dinâmica erosiva branda, compatível com áreas de cobertura pedológica mais espessa e maior estabilidade superficial. A unidade difere nitidamente das regiões mais dissecadas e energeticamente acidentadas a leste, associadas à Província Tocantins, configurando-se como um compartimento típico de planalto rebaixado com predomínio de formas estruturais tabulares.

Variação Altimétrica – Análise Hipsométrica

A análise das variações altimétricas da área é apresentada no mapa hipsométrico (Figura 29), onde se observa que as cotas mais elevadas, em torno de 1.070 metros, estão localizadas na região das nascentes dos cursos d'água das áreas de influência e nos divisores de água. Em contraste, as altitudes diminuem gradativamente em direção ao vale do Rio Claro e Rio Araguari, onde as cotas mais baixas atingem aproximadamente 698 metros. Esse gradiente altimétrico entre as duas unidades geomorfológicas sugere uma transição entre o relevo

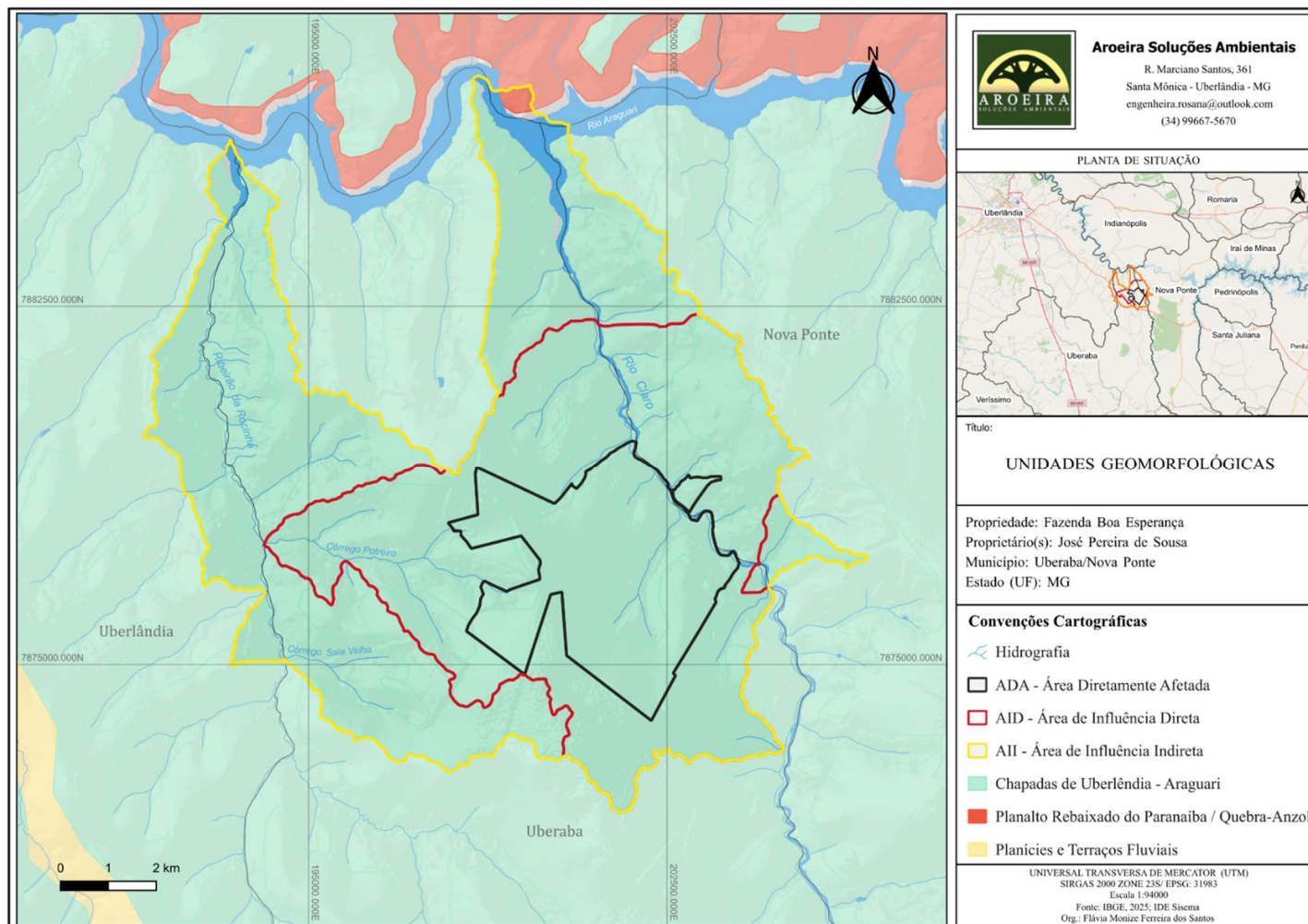
tabular e de pediplano das Chapadas de Uberlândia-Araguari e o relevo mais dissecado e de menor altitude do Rebaixado do Paranaíba/Quebra-Anzol.

Considerações Finais

A disposição das duas unidades geomorfológicas nas áreas de influência do empreendimento Fazenda Boa Esperança e Varginha ressalta a importância de considerar as características de cada unidade nos estudos de impacto ambiental. A unidade das Chapadas de Uberlândia-Araguari, com seu relevo tabular e homogêneo, sugere menor suscetibilidade a erosão superficial intensa, embora exija atenção nos interflúvios que direcionam o escoamento para o rio Paranaíba. Por outro lado, o Planalto Rebaixado do Paranaíba/Quebra-Anzol, com seu relevo de topo aguçado e maior densidade de drenagem, representa áreas de maior susceptibilidade à erosão e ao aumento de escoamento superficial, especialmente nas encostas em direção ao Rio Claro e Rio Araguari.

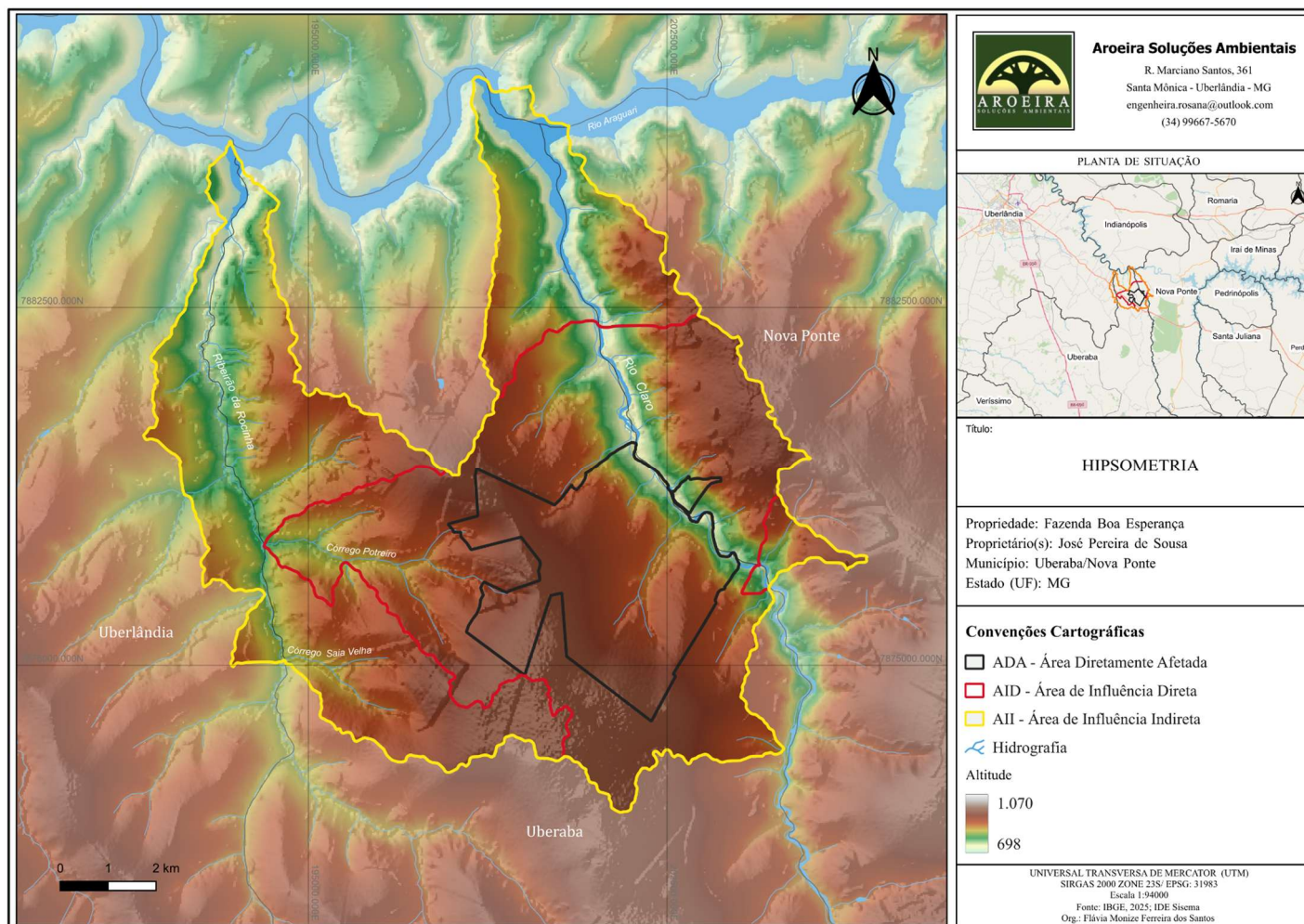
Essa diferenciação geomorfológica fornece uma base técnica para a identificação de áreas prioritárias para mitigação de impactos, orientando as práticas de manejo e conservação do solo conforme as especificidades topográficas e estruturais de cada unidade geomorfológica.

Figura 28 - Mapa geomorfológico – tipos de modelados presentes nas áreas de influência do empreendimento.



Aroeira - Soluções Ambientais
Telefones (34) 9.9667-5760
engenheira.rosana@outlook.com

Figura 29 - Mapa geomorfológico – tipos de modelados presentes nas áreas de influência do empreendimento.



6 – SOLOS

6.1 – Metodologia empregada para os estudos

A caracterização dos solos das áreas de influência do empreendimento foi realizada em dois níveis de abordagem: análise bibliográfica e levantamentos de campo.

A etapa inicial envolveu a compilação de dados secundários sobre a classificação dos solos da região, utilizando fontes de referência como o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) da EMBRAPA (Santos et al., 2018), o Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais (UFV/CETEC/UFLA/FEAM, 2010) e os estudos do Projeto RADAM BRASIL (1983). Complementarmente, foram analisados materiais acadêmicos, como dissertações, teses, artigos científicos e anais de eventos especializados. Essa etapa permitiu uma identificação inicial das classes de solo e a geração de um mapa preliminar das áreas afetadas pelo empreendimento.

Posteriormente, foram executadas atividades de campo para validar e aprimorar os dados coletados. Pontos com perfis de solo expostos foram examinados, possibilitando a descrição de seus horizontes. Contudo, não foram realizadas análises mais aprofundadas, como escavação de trincheiras, amostragens ou ensaios físico-químicos, uma vez que esse grau de detalhamento não se enquadrava no escopo do EIA.

As informações coletadas em campo serviram para validar e complementar os dados bibliográficos, principalmente em relação à escala de mapeamento. O mapa de solos da UFV/CETEC/UFLA/FEAM (2010), originalmente na escala 1:650.000, foi adaptado para atender à escala utilizada neste diagnóstico, permitindo uma representação mais precisa da distribuição espacial dos solos na área estudada.

6.2 - Solos das Áreas de influência do empreendimento

A análise pedológica das áreas de influência da Fazenda Boa Esperança e da Varginha, localizadas nos municípios de Uberaba e Nova Ponte (MG), identificou quatro classes de solos principais, com predomínio de Latossolos, refletindo a forte influência dos fatores geológicos e geomorfológicos sobre a gênese e distribuição dos solos na paisagem (figura 30).

Na área de influência da Fazenda Boa Esperança e da Fazenda Varginha, o levantamento pedológico identificou a ocorrência de quatro classes de solos principais, com claro

predomínio dos Latossolos, cuja distribuição está fortemente condicionada pelos aspectos geológicos e geomorfológicos da região. Os Latossolos Vermelhos Distroféricos e Distróficos (LVd2 e LVd3) ocupam a maior parte da Área Diretamente Afetada (ADA) e quase toda a Área de Influência Direta (AID). O LVd2, de textura média e relevo suave ondulado a ondulado, estende-se principalmente pelas porções centrais e meridionais da paisagem, sendo um solo profundamente intemperizado, com baixa a moderada fertilidade natural, desenvolvido sobre materiais da Formação Serra Geral. Sua ampla distribuição decorre da estabilidade geomorfológica dos Planaltos Rebaixados da Bacia do Paraná, que favorecem a pedogênese prolongada e o espessamento dos horizontes do solo. O LVd3, com características semelhantes, apresenta pequenas diferenças no grau de intemperismo ou profundidade do perfil e ocorre sobretudo nas porções sudoeste e sul da AID, fora da ADA, também sob relevo suavemente ondulado, em áreas de transição entre os Planaltos Rebaixados e as Chapadas de Uberlândia-Araguari.

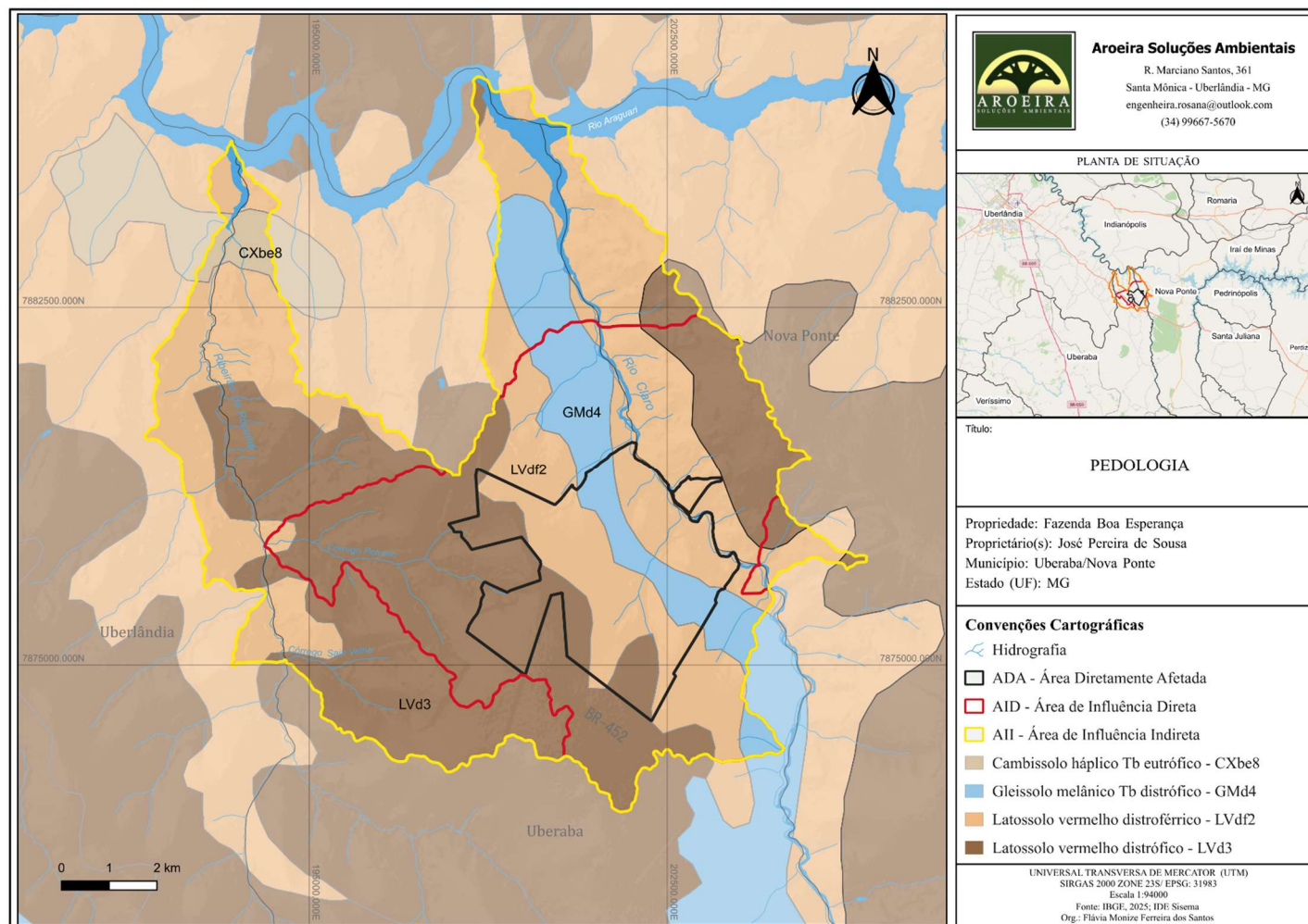
Em menor proporção, aparecem os Gleissolos Melânicos Tb Distróficos (GMd4), restritos a áreas rebaixadas e mal drenadas ao longo da drenagem principal, como o Rio Capivara e seus afluentes. Esses solos, de coloração acinzentada e com acúmulo de matéria orgânica sob condições de saturação hídrica, evidenciam processos de hidromorfismo associados a planícies aluviais recentes. Ainda que ocupem áreas pontuais da ADA e AID, são ambientalmente relevantes pela sua associação com áreas úmidas, veredas ou ecótonos alagadiços. Já os Cambissolos Háplicos Tb Eutróficos (CXbe8) ocorrem nas porções setentrionais e mais elevadas da AID, em zonas de transição entre os materiais da Formação Marília e as coberturas detrito-lateríticas com concreções ferruginosas. São solos de menor profundidade, com fertilidade natural relativamente maior e textura variável, predominando em relevo mais movimentado, onde há maior atuação de processos erosivos e exposição de material inconsolidado.

A gênese e distribuição desses solos estão diretamente associadas às características geológicas locais. A Formação Serra Geral, composta por derrames de rochas basálticas, dá origem aos Latossolos Vermelhos, cuja homogeneidade e profundidade resultam do longo processo de intemperismo químico sob clima tropical úmido. As coberturas detrito-lateríticas, ricas em concreções ferruginosas, contribuem para a diversidade textural e mineralógica dos solos de transição, como os Cambissolos. A Formação Marília, composta por rochas sedimentares mais friáveis, favorece a formação de solos menos desenvolvidos em áreas de relevo ondulado.

Do ponto de vista geomorfológico, a compartimentação dos solos também se explica pelas unidades de relevo predominantes. Os Planaltos Rebaixados do Paranaíba e do Quebra-Anzol dominam a ADA e a AID, conferindo estabilidade à superfície e favorecendo o desenvolvimento dos Latossolos profundos. Nas bordas mais elevadas da AID, as Chapadas de Uberlândia-Araguari condicionam a ocorrência dos Cambissolos, cujos perfis são mais rasos devido ao relevo acidentado e à ação de processos erosivos. Já os Gleissolos distribuem-se nas planícies fluviais associadas às drenagens, onde os processos de saturação hídrica e deposição aluvial recente são dominantes, caracterizando ambientes com alta fragilidade ambiental.

A análise visual dos mapas revela que os Latossolos Vermelhos Distroférico e Distróficos (LVd2 e LVd3) são os solos dominantes, cobrindo aproximadamente 70 a 75% da ADA e AID. Os Gleissolos Melânicos (GMd4) ocupam entre 10 a 15% das áreas, concentrando-se em fundos de vale e zonas úmidas. Os Cambissolos Háplicos (CXbe8) correspondem a cerca de 10 a 15% da área de influência, sendo restritos à porção norte e noroeste da AID, em áreas com maior movimentação do relevo. Essa distribuição reflete uma forte correlação entre os fatores de formação do solo — especialmente material de origem, relevo e tempo — e os compartimentos ambientais da região.

Figura 30 – Mapeamento Pedológico da AII do empreendimento



Aroeira - Soluções Ambientais
Telefones (34) 9.9667-5760
engenheira.rosana@outlook.com

7 - RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

7.1 - Introdução

A água é um elemento vital para a vida humana e para o equilíbrio dos ecossistemas do planeta, além de ser um recurso natural de grande relevância econômica, social e estratégica. Sua presença é indispensável para o bem-estar das populações e para a manutenção da biodiversidade.

De acordo com a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que institui a Política Nacional do Meio Ambiente, as águas superficiais são classificadas como Recursos Ambientais, juntamente com outros elementos como a atmosfera, águas interiores, águas subterrâneas, estuários, mar territorial, solo, subsolo e componentes da biosfera. Essa legislação reforça a importância da proteção e do uso sustentável desses recursos.

As águas superficiais, que incluem rios, córregos, lagos, lagoas e pântanos, são formadas pelo acúmulo de água na superfície terrestre. Por estarem facilmente acessíveis, elas representam a principal fonte de abastecimento de água potável em todo o mundo. No entanto, sua disponibilidade e qualidade estão diretamente ligadas ao uso e à gestão adequada desse recurso.

Embora a água seja considerada renovável, graças ao ciclo hidrológico e à sua capacidade de se regenerar por meio das chuvas e de diluir poluentes, sua renovabilidade não é infinita. O uso excessivo e a poluição podem comprometer tanto a quantidade quanto a qualidade da água, colocando em risco sua sustentabilidade a longo prazo.

No caso do diagnóstico das águas superficiais na área de influência do empreendimento Fazenda Boa Esperança e Varginha, foram realizadas pesquisas detalhadas. Esses estudos incluíram a análise de dados hidrográficos, consulta a trabalhos científicos, técnicos, monografias, dissertações, teses e registros de outorgas emitidas pelos órgãos competentes. O objetivo foi compreender e caracterizar os recursos hídricos superficiais em nível regional e local, garantindo uma base sólida para o planejamento e a gestão responsável.

7.2 - Hidrografia

A Divisão Hidrográfica Nacional instituída pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH/ANA (2003) delimita doze Regiões Hidrográficas Brasileiras, conforme

apresentadas na Figura 31. Região Hidrográfica é o espaço territorial representado por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas, com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos (CNRH/ANA).

Figura 31 - Divisão Hidrográfica Nacional instituída pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos

As 12 Regiões Hidrográficas Brasileiras

Clique nas regiões para mais detalhes:

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| ■ Amazônica | ■ Atlântico Leste |
| ■ Tocantins-Araguaia | ■ Atlântico Sudeste |
| ■ Atlântico NE Ocidental | ■ Paraná |
| ■ Parnaíba | ■ Paraguai |
| ■ Atlântico NE Oriental | ■ Uruguai |
| ■ São Francisco | ■ Atlântico Sul |



Fonte – CNRH, 2003.

As áreas de influência do empreendimento estão localizadas na Região Hidrográfica do Paraná, que, segundo a ANA (2015), cobre aproximadamente 879.873 km², o equivalente a 10% do território brasileiro. Essa região engloba sete estados: São Paulo (25%), Paraná (21%), Mato Grosso do Sul (20%), Minas Gerais (18%), Goiás (14%), Santa Catarina (1,5%) e Distrito Federal (0,5%). Além de ser a região hidrográfica mais populosa, com cerca de 61,3 milhões de habitantes, é também a de maior desenvolvimento econômico do país. A demanda por água nessa região corresponde a 31% do consumo total de água no Brasil.

Dentro dessa região, a bacia hidrográfica do rio Paranaíba destaca-se como a segunda maior unidade, ocupando 25,4% da área total da Região Hidrográfica do Paraná, com uma superfície de drenagem de 222,6 mil km². Localizada na região central do Brasil, essa bacia cobre aproximadamente 2,6% do território nacional, abrangendo os estados de Goiás (63,3%), Minas Gerais (31,7%), Mato Grosso do Sul (3,4%) e Distrito Federal (1,6%). A bacia inclui 197 municípios e o Distrito Federal, sendo que 28 sedes municipais estão fora de seus limites (ANA, 2013).

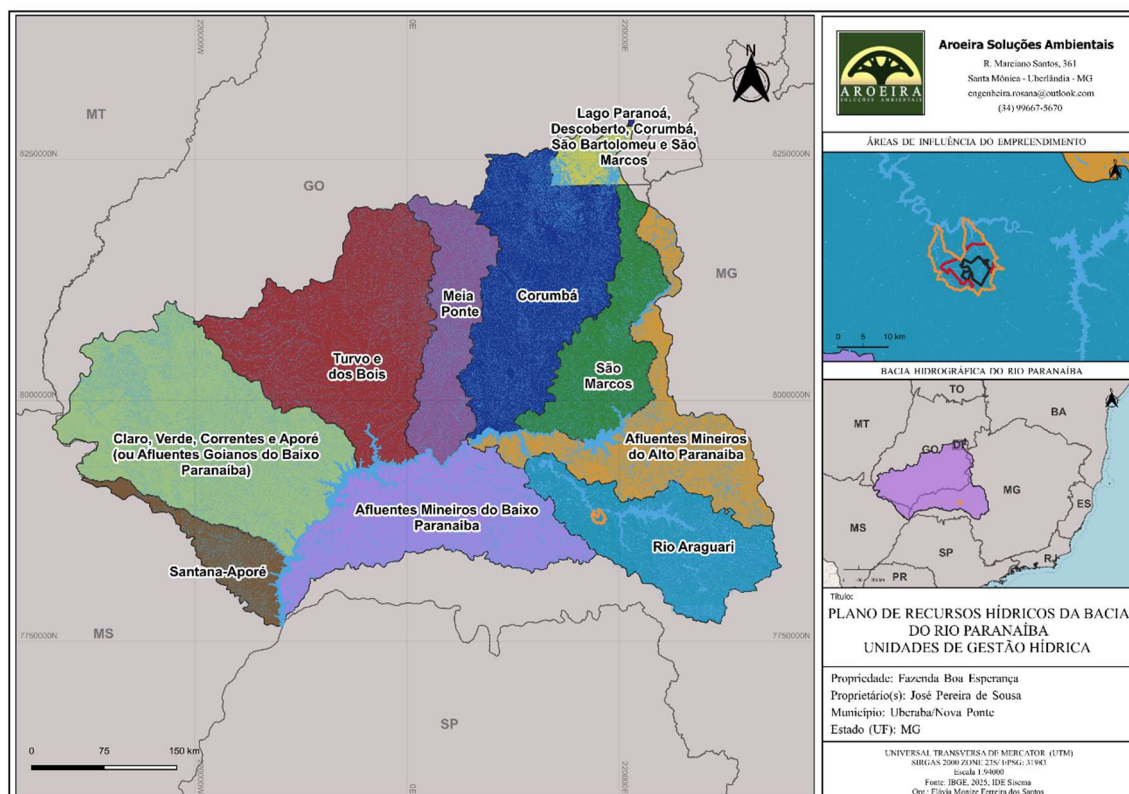
A bacia do rio Paranaíba é dividida em três Unidades de Planejamento de Recursos Hídricos (UPGRH-MG): PN1, que vai das nascentes do rio Paranaíba até a barragem de Itumbiara; PN2, que corresponde à bacia do rio Araguari; e PN3, que se estende da barragem de Itumbiara até a confluência com o rio Grande. As áreas de influência do empreendimento estão inseridas nas UPGRHs PN1 (Afluentes Mineiros do Alto Rio Paranaíba) e PN2 (bacia do rio Araguari).

A UPGRH PN1, com uma área de drenagem de 22.244 km², representa 31,49% da bacia do rio Paranaíba. Ela abrange, total ou parcialmente, municípios como Abadia dos Dourados, Araguari, Araporã, Carmo do Paranaíba, Coromandel, Patos de Minas, Patrocínio, Rio Paranaíba, Tupaciguara e Unaí, entre outros. Dos 26 municípios que compõem o PN1, 18 têm suas sedes dentro da bacia. A população total é de 417.602 habitantes, sendo 364.112 em áreas urbanas e 53.490 em áreas rurais (IBGE, 2010).

Já a UPGRH PN2, onde as áreas de influência do empreendimento estão inseridas, possui uma área de 22.146,23 km² e inclui, total ou parcialmente, 20 municípios, como Araguari, Araxá, Campos Altos, Ibiá, Indianópolis, Patrocínio, Nova Ponte, Uberaba e Uberlândia. Desses, 12 têm suas sedes dentro da bacia.

A Figura 32 apresenta a delimitação das UPGRHs PN1, PN2 e PN3, além dos principais rios formadores, conforme o Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranaíba (ANA, 2014).

Figura 32 - Unidade Hidrográfica Paranaíba e as Unidades de Planejamento de Recursos Hídricos Afluentes Mineiros do rio Paranaíba PN1, PN2 e PN3 (Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranaíba – ANA, 2014).



O empreendimento encontra-se inserido em três sub-bacias hidrográficas: A microbacia do córrego Potreiro e parte da jusante das sub bacias do Rio Claro e do Ribeirão da Rocinha, importantes afluentes do Rio Araguaari.

7.3 - Hidrografia das áreas de influência do empreendimento

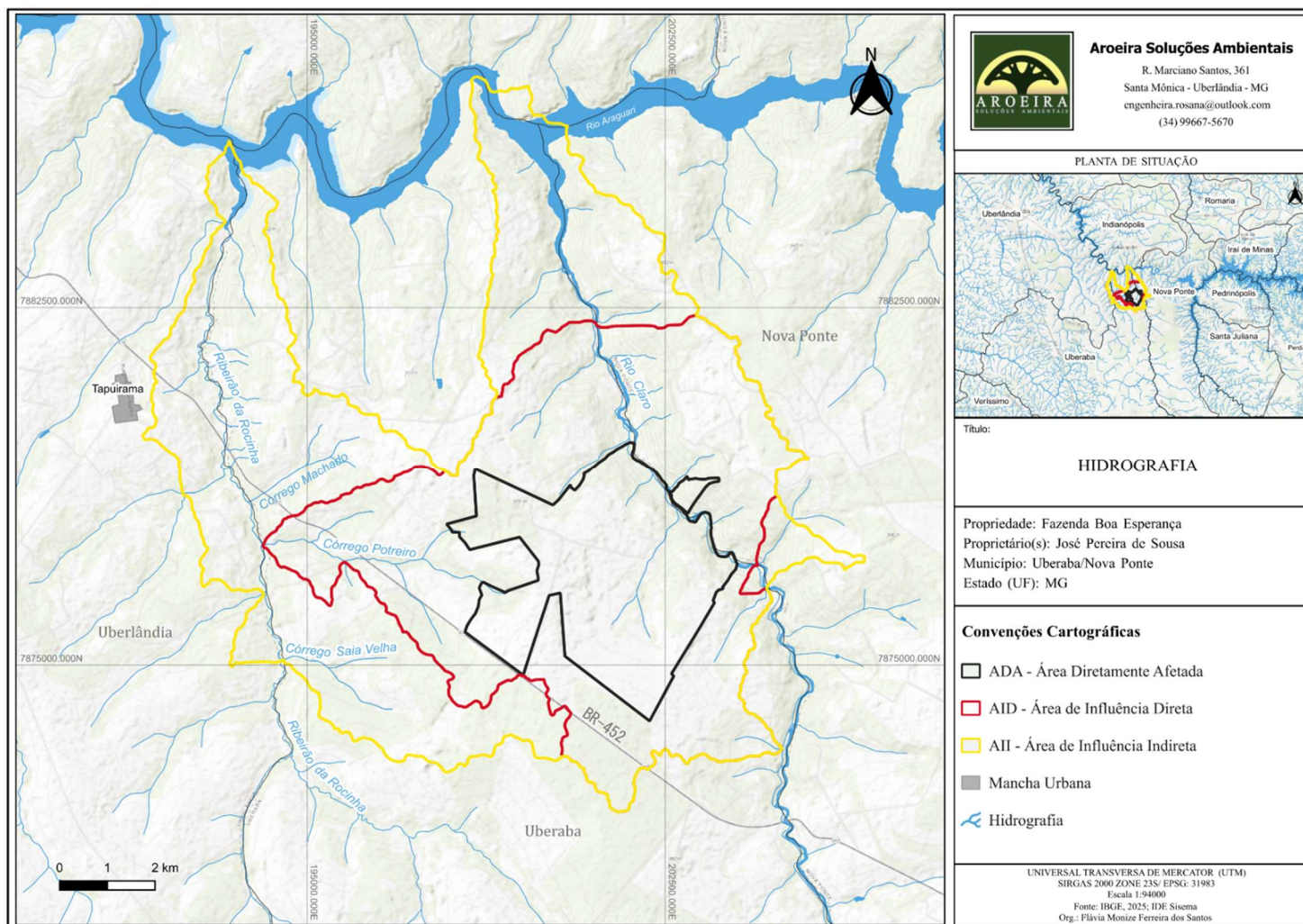
Conforme pode ser observado na Figura 33 a rede de drenagem da região é composta por diversos cursos d'água que integram a bacia hidrográfica responsável pela alimentação da Represa de Miranda, situada a jusante da área de estudo. Entre os principais corpos hídricos da região, destaca-se o Rio Claro, que tem papel central na dinâmica hidrológica local. Este rio margeia uma extensa porção da Área Diretamente Afetada (ADA) e ainda atravessa o interior da mesma, constituindo-se como o principal eixo de drenagem da fazenda.

Além do Rio Claro, a ADA e seu entorno imediato são drenados pelos córregos Potreiro, Machado e Saia Velha, bem como pelos ribeirões da Rocinha e de Frotas. Esses corpos d'água formam uma malha hidrográfica que escoam predominantemente em direção norte e nordeste, alimentando, de forma direta ou indireta, a Represa de Miranda. A Área de

Influência Direta (AID) abrange a bacia hidrográfica imediata onde se insere a propriedade, incluindo os principais tributários que influenciam os processos ecológicos e hidrológicos locais. Já a Área de Influência Indireta (AII) contempla um recorte mais amplo da bacia, incorporando sub-bacias vizinhas e contribuindo para a compreensão regional da dinâmica hídrica.

A BR-452 margeia a ADA pelo seu limite sul, representando uma infraestrutura importante na paisagem, com potencial para influenciar o escoamento superficial e a conectividade ecológica da região, embora não atravesse diretamente a área do empreendimento. A configuração hidrográfica demonstrada no mapa reforça a relevância da gestão cuidadosa dos recursos hídricos, especialmente na manutenção das matas ciliares, na preservação das nascentes e no cumprimento das determinações legais referentes às Áreas de Preservação Permanente, conforme estabelecido pelo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012).

Figura 33 – Cursos d'água inseridas nas áreas de influência do empreendimento.



7.4 - Usos de recursos hídricos nas áreas de influência do empreendimento

Com relação aos processos de uso dos recursos hídricos nas áreas de influência do empreendimento, foram identificadas 29 (vinte e nove) outorgas ativas, conforme representado graficamente na figura e em conformidade com os dados disponíveis no sistema IDE-SISEMA, consultados em junho de 2025. Do total de outorgas identificadas, 16 (dezesseis) correspondem à exploração de água subterrânea, 10 (dez) à captação ou derivação direta em corpos d'água superficiais, 1 (uma) à captação em barramento artificial, 1 (uma) ao aproveitamento de potencial hidrelétrico e 1 (uma) à dragagem em corpo hídrico para fins de extração mineral. As outorgas estão distribuídas nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento, com maior concentração ao longo dos cursos d'água que compõem a bacia do rio Araguari, como o córrego Saia Velha, o córrego Potreiro e o ribeirão da Rocinha, o que evidencia a importância estratégica dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos para o desenvolvimento das atividades produtivas da região.

A predominância de outorgas voltadas à captação de água subterrânea (16 registros) demonstra que os aquíferos representam uma importante fonte de abastecimento na área, sendo potencialmente utilizados para irrigação, abastecimento humano e dessedentação animal. As captações superficiais (10 registros), associadas aos cursos d'água da região, também representam uso expressivo, exigindo atenção quanto à disponibilidade hídrica, especialmente em períodos de estiagem ou em situações de uso concorrente. A presença de uma outorga para captação em barramento, uma para geração de energia e uma para dragagem com fins minerais reforça a diversidade de usos e a necessidade de gestão integrada dos recursos hídricos, de forma a considerar os diferentes tipos de interferência nos sistemas aquáticos.

A análise desses dados reforça a importância de se avaliar os potenciais impactos associados ao uso intensivo e diversificado da água na área de influência do empreendimento, considerando a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos e a garantia da disponibilidade hídrica para os múltiplos usuários da região. A implementação de ações de monitoramento e gestão eficiente dos recursos hídricos é essencial para mitigar possíveis conflitos de uso e assegurar a manutenção dos serviços ecossistêmicos. A figura 34 apresentada nesta seção ilustra graficamente e a figura 35 apresenta a localização dos principais tipos de uso da água regularizados por meio de outorgas nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento.

Figura 34 - Gráfico das principais finalidades de uso da água outorgado

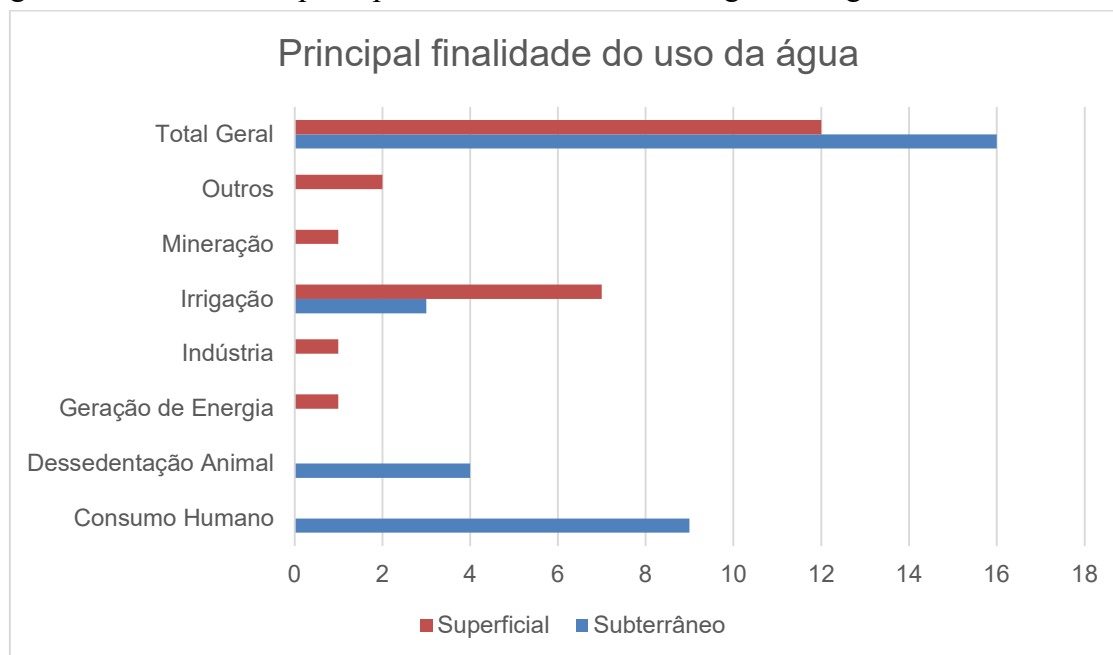
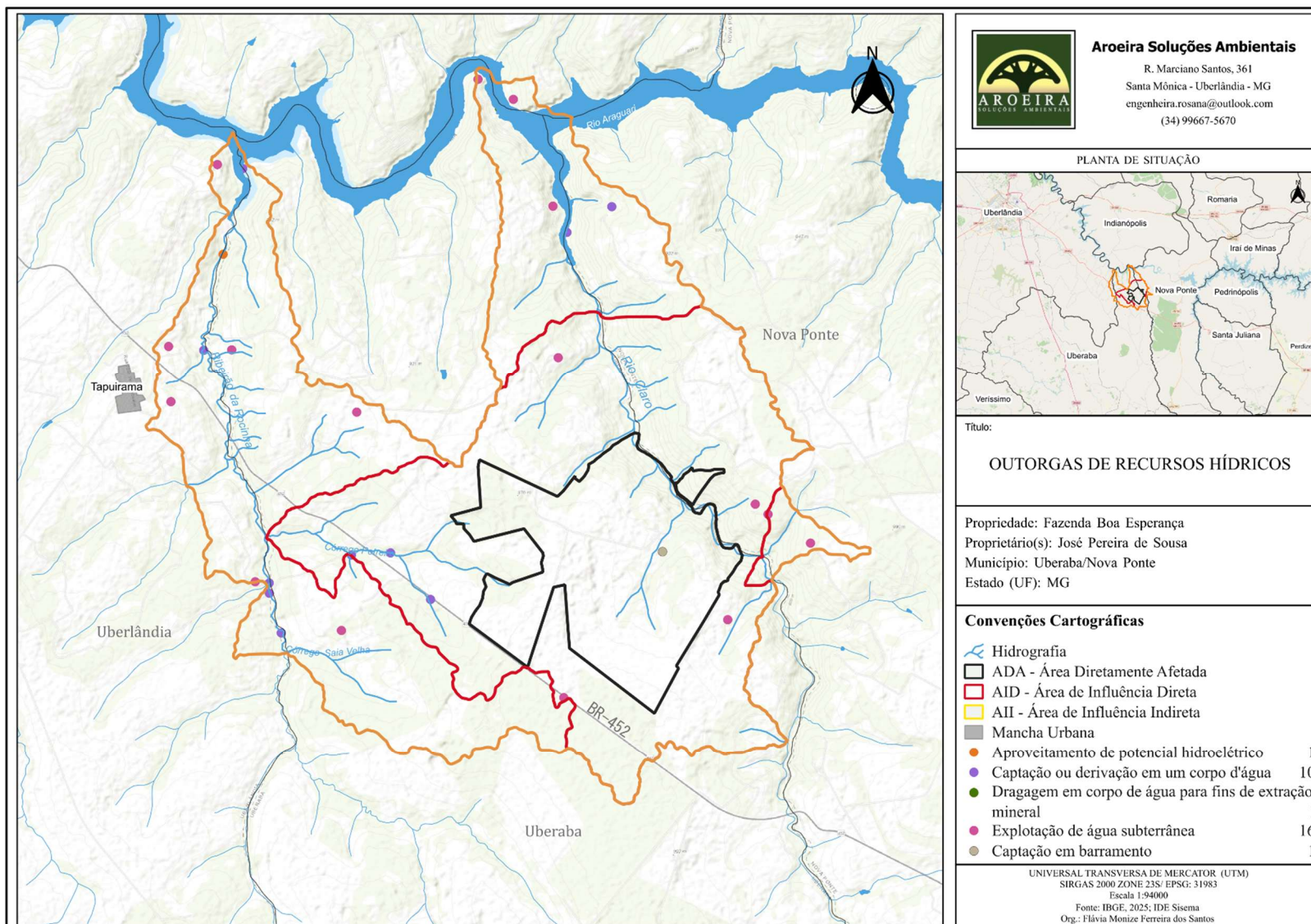


Figura 35 – Localização dos pontos de outorga de águas na AII.



Aroeira - Soluções Ambientais
Telefones (34) 9.9667-5760
engenheira.rosana@outlook.com

As Figuras 36 ilustra uma captação de água superficial em barramento com regularização de vazão na ADA do empreendimento e sua destinação na agricultura.

Figura 36 - Barramento para captação de água com regularização de vazão na ADA do empreendimento



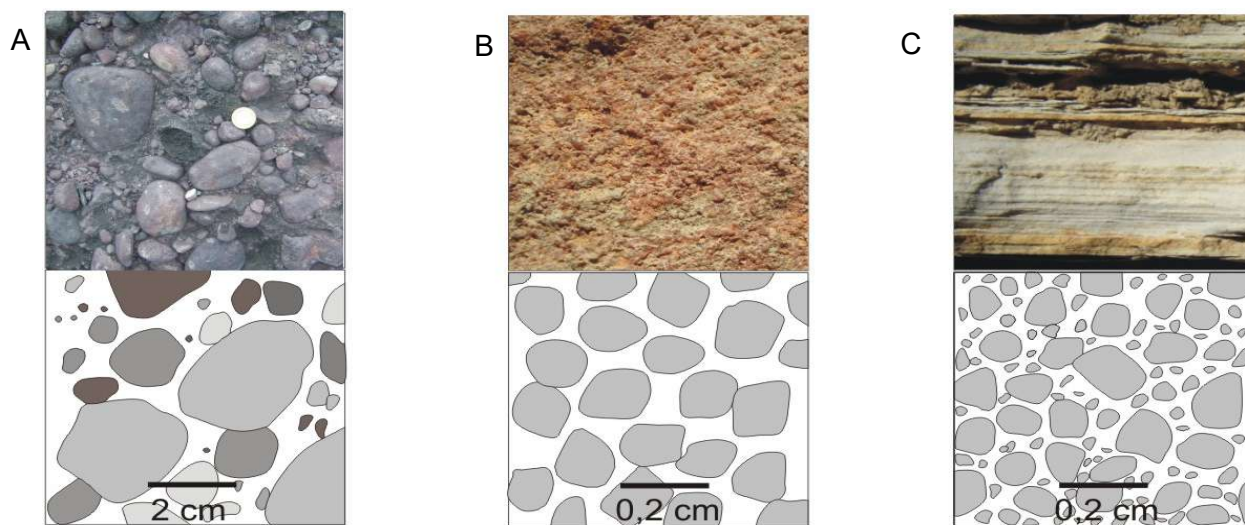
8 – ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

8.1 - Considerações gerais sobre a Província Hidrogeológica do Paraná

As áreas de influência do empreendimento Fazenda Boa Esperança e Varginha, estão situadas na extensa província hidrogeológica do Paraná. Nessa região, ocorrem formações compostas por sequências sedimentares e magmáticas, caracterizadas por estabilidade tectônica, que resultam na formação de dois tipos principais de aquíferos: granular e fraturado.

Conforme Freeze e Cherry (1979), os aquíferos granulares são constituídos por rochas sedimentares consolidadas, depósitos inconsolidados e solos arenosos, onde a porosidade ocorre entre os grãos minerais. Esse tipo de aquífero representa uma das maiores reservas de água subterrânea do planeta, tanto pelo grande volume de armazenamento quanto pela ampla distribuição geográfica. A Figura 37 ilustra três exemplos de aquíferos granulares.

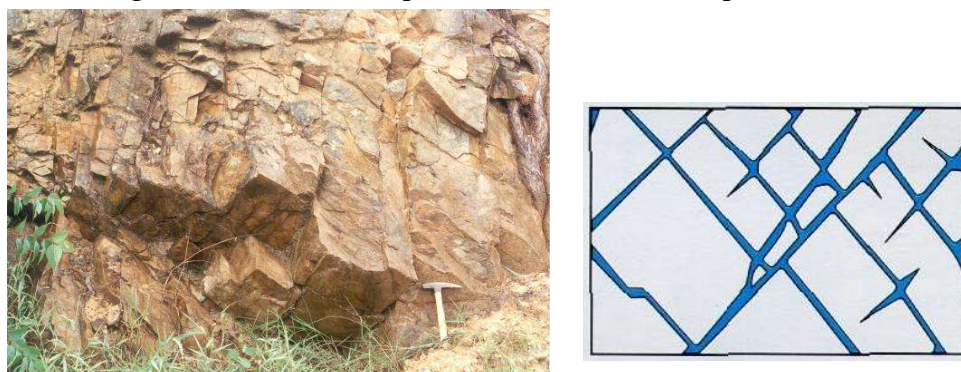
Figura 37 - Exemplos de aquíferos granulares: (A) conglomerado; (B) arenito grosso e (c) arenito fino.



Fonte – Iritani e Ezaki, 2008 apud Varnier, 2009.

O aquífero fraturado, segundo o mencionado autor, é formado por rochas cristalinas (ígneas e metamórficas) que apresentam porosidade de fraturas. A capacidade destas rochas em acumular água não está relacionada apenas à densidade de fraturas, mas também às suas aberturas e intercomunicações, conforme ilustrada na Figura 38, a seguir:

Figura 38– Rocha com porosidade de fratura ou porosidade secundária.



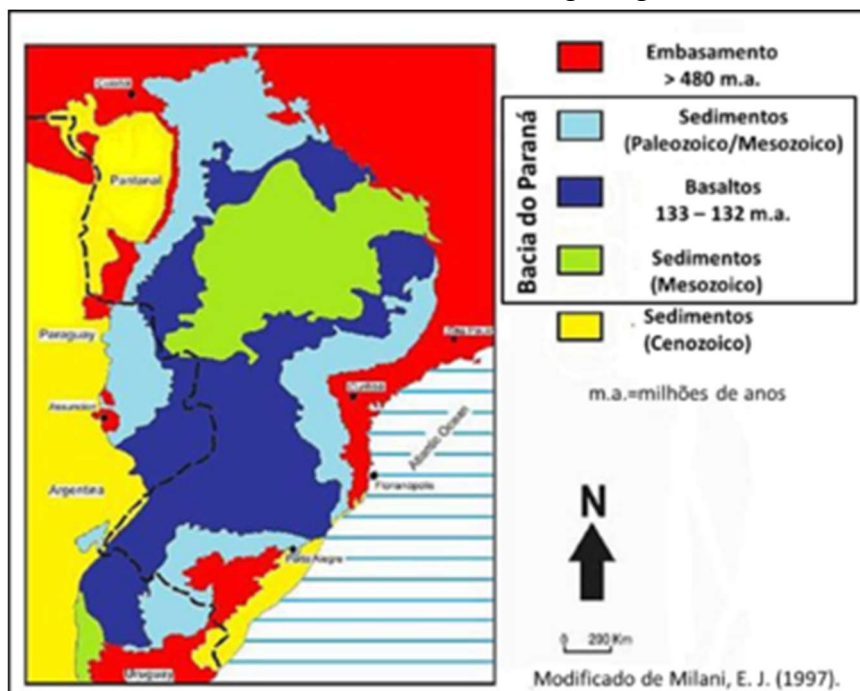
Fonte –Varnier, 2009.

Na Província Hidrogeológica do Paraná, encontram-se dois tipos de aquíferos: granular e fraturado. O aquífero granular é composto pelas unidades aquíferas Tubarão (pertencente ao Grupo Itararé), Guarani (que inclui as Formações Pirambóia e Botucatu), Caiuá (Formação Caiuá) e Bauru (Formações Marília e Vale do Rio do Peixe).

Já o aquífero fraturado é representado pela Formação Serra Geral, composta principalmente por basaltos, e por corpos intrusivos básicos, como diques e soleiras de diabásio. A Figura

39 ilustra a distribuição dessas unidades aquíferas na Província Hidrogeológica Sedimentar do Paraná, destacando a localização e extensão dessas formações.

Figura 39 - Distribuição de aquíferos granulares (sedimentos) e fraturados (basaltos) na Província Hidrogeológica do Paraná.

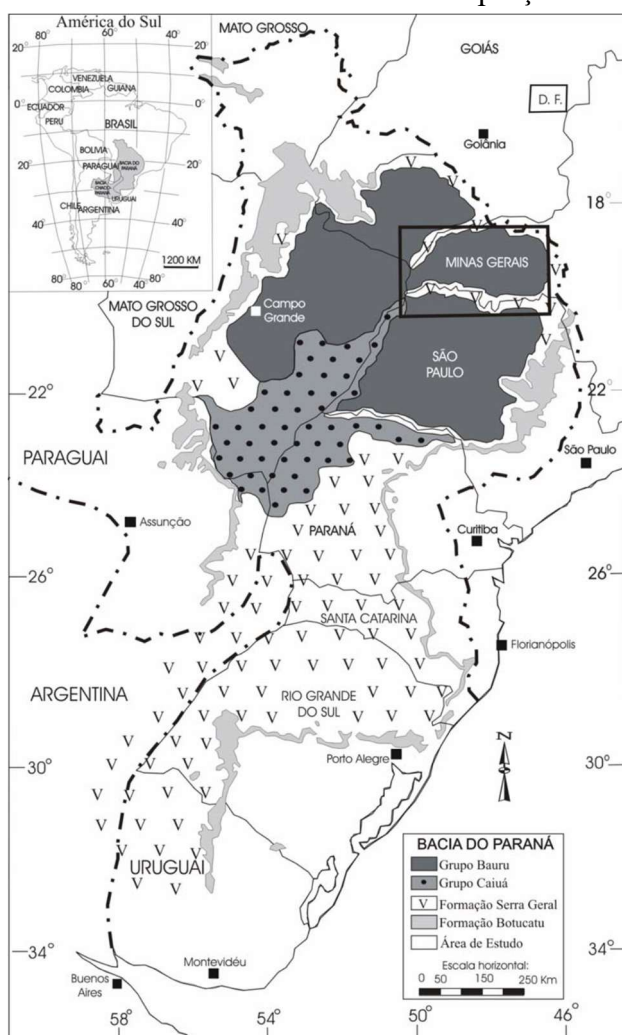


Fonte – Milani, 1977.

Quase toda a região do Triângulo Mineiro, onde estão localizadas as áreas de influência do empreendimento, está inserida na Província Hidrogeológica do Paraná, representada principalmente pelos aquíferos Bauru e Serra Geral.

O Sistema Aquífero Bauru, que possui características de aquífero granular, cobre uma área de 353.420 km² na Província Hidrogeológica do Paraná, conforme dados do Serviço Geológico do Brasil (2012). No Triângulo Mineiro, de acordo com a CPRM (2012), o Aquífero Bauru é formado pelas unidades hidro estratigráficas Marília, Uberaba, Vale do Rio do Peixe e Caiuá. Esta última unidade, representada pela Formação Santo Anastácio, ocorre principalmente nos vales dos rios Paranaíba e Grande, abrangendo municípios como Carneirinho (na divisa com São Paulo e Goiás) e Iturama (na divisa com São Paulo). A Figura 40 ilustra a distribuição dessas unidades na região.

Figura 40 - O Aquífero Bauru/Caiuá na Província hidrogeológica do Paraná e o destaque de sua porção em Minas Gerais.



Fonte – CPRM, 2012.

8.2 - Principais sistemas aquíferos presentes nas áreas de influência

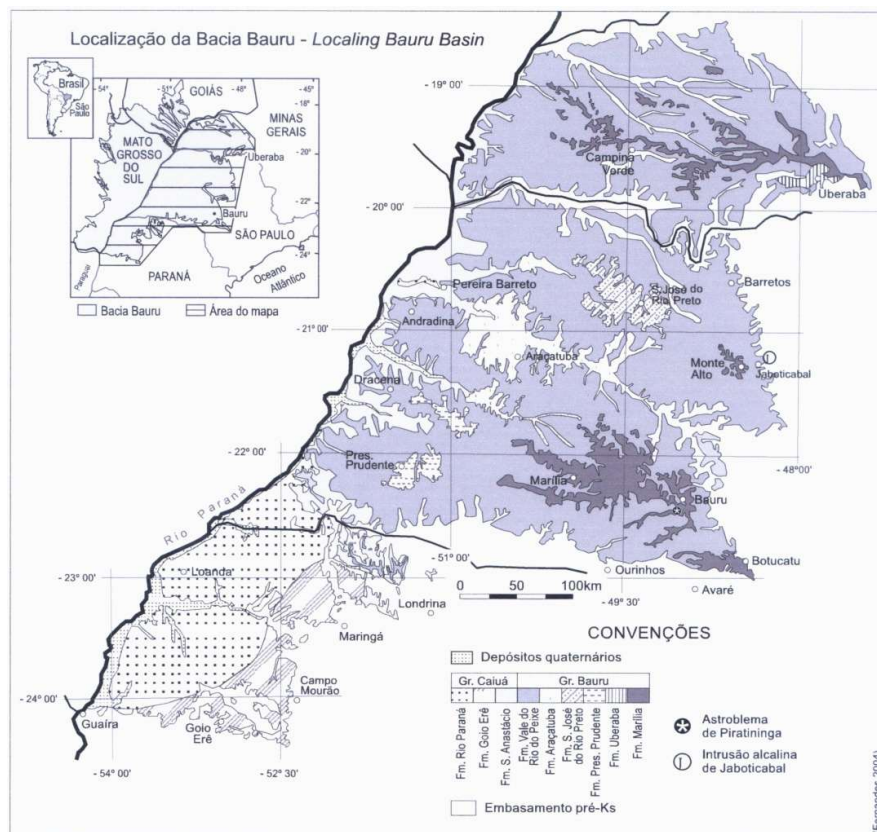
Na região do Triângulo Mineiro, onde estão localizadas as áreas de influência do empreendimento, o Sistema Aquífero Guarani (SAG) está praticamente ausente. No entanto, em áreas mais ao sul e oeste do Triângulo Mineiro, esse sistema aquífero ganha relevância, embora esteja sobreposto aos aquíferos Serra Geral e Bauru-Caiuá, o que impede sua exposição. No município de Uberaba, por exemplo, dados de dois poços tubulares profundos perfurados na área urbana indicam que o SAG foi encontrado a profundidades entre 540 e 700 metros. Já em Frutal, o SAG está localizado sob aproximadamente 1.100 metros de espessura do aquífero Serra Geral.

O Aquífero Serra Geral está amplamente distribuído em toda a região do Triângulo Mineiro. No entanto, seus afloramentos estão restritos principalmente aos vales dos rios Grande, Paranaíba, Araguari, Rio Claro, Tijuco e da Prata. Nas demais áreas, ele é recoberto pelo Sistema Aquífero Bauru. A espessura desse aquífero fraturado aumenta em direção ao centro deposicional da Bacia Sedimentar do Paraná, ou seja, nas calhas dos rios Paranaíba e Grande. Em Araguari, a espessura medida por Velasquez et al. (2008) é de 54 metros, enquanto em Frutal, a espessura chega a cerca de 1.000 metros, conforme registrado em poços tubulares.

O Sistema Aquífero Bauru-Caiuá abrange parcialmente os estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás, estendendo-se também para o Paraguai, cobrindo uma área aproximada de 370.000 km² (Figura 41).

Na Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento, o Aquífero Serra Geral aflora principalmente nos limites norte e oeste, especialmente nos vales dos ribeirões Piçarrão e Bom Jardim, do córrego Lajeado e do córrego Santo Antônio. Nas demais áreas da AII, ele é recoberto pelo Aquífero Bauru. A espessura máxima do Aquífero Serra Geral nas áreas de influência do empreendimento é de aproximadamente 230 metros, diminuindo em direção à calha do rio Paranaíba e rumo aos municípios de Estrela do Sul e Iraí de Minas. Já no sentido sul e oeste, em direção a Uberaba, Uberlândia e Prata, a espessura desse aquífero tende a aumentar.

Figura 41– Bacia Bauru na Bacia Sedimentar do Paraná.



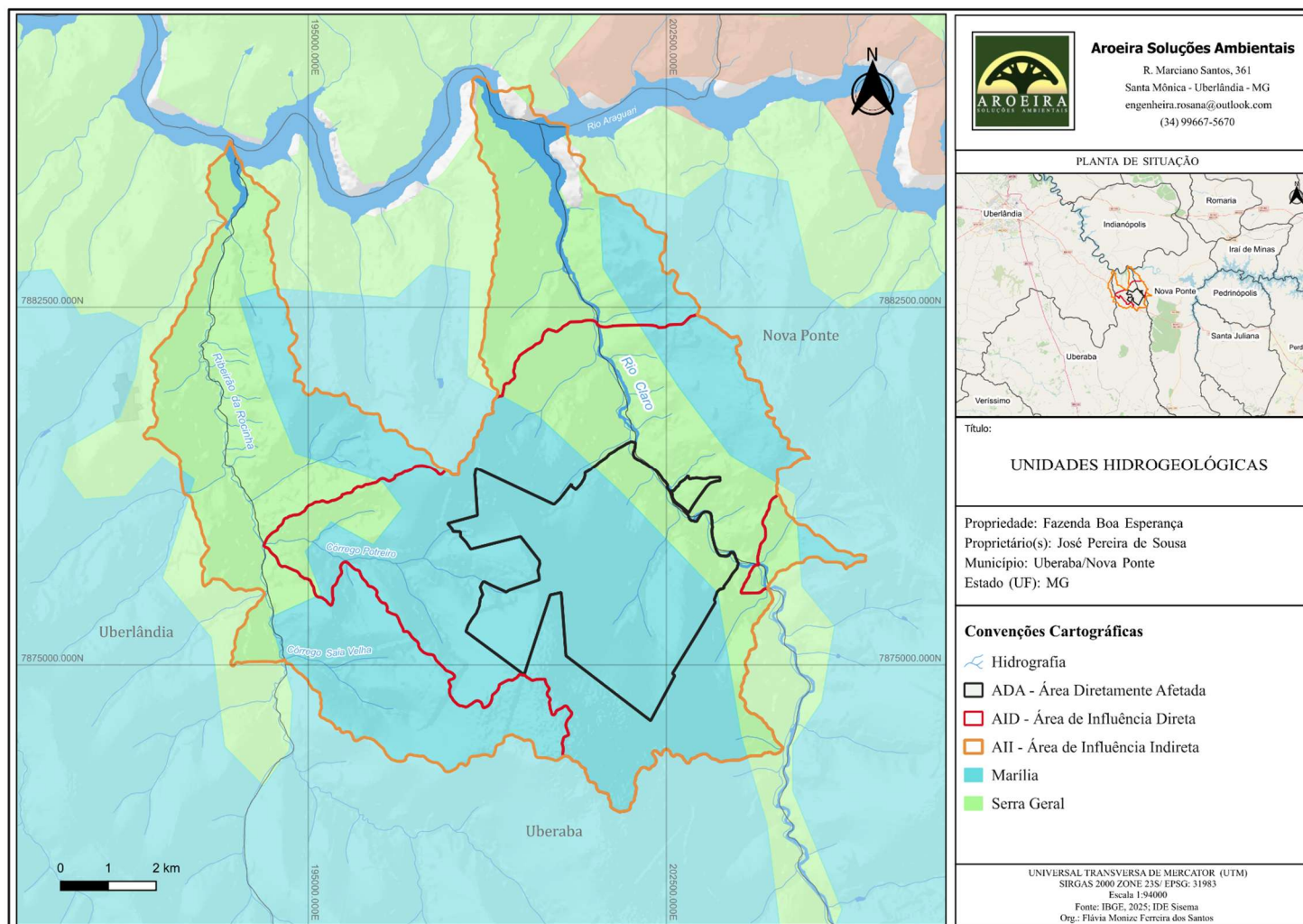
Fonte – Fernandes 2004.

A exposição do aquífero Serra Geral na AII do empreendimento se deve ao profundo entalhamento fluvial desde o médio curso do ribeirão Jordão, inclusive com a exumação das litologias do Grupo Araxá no baixo curso.

As principais unidades aquíferas em termos de reservas de água e volume explotado nas Áreas de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII) são o Aquífero Bauru e o Aquífero Serra Geral, conforme ilustrado na Figura 42.

O Aquífero Marília, composto por arenitos imaturos e conglomeráticos com intercalações de lamitos, apresenta uma espessura máxima de aproximadamente 80 metros na porção do Triângulo Mineiro onde o empreendimento está inserido. Hidroestratigraficamente, ele está posicionado acima do Aquífero Serra Geral (CPRM, 2012). As unidades aquíferas Adamantina, Uberaba e Santo Anastácio não estão presentes na região do empreendimento, razão pela qual não serão descritas no presente Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

Figura 42 - Distribuição das Unidades aquíferas nas áreas de influência do empreendimento.



8.2.1 - Aquífero Serra Geral

O Aquífero Serra Geral configura-se como um sistema aquífero fraturado, cuja capacidade de armazenamento e transmissividade está diretamente associada ao diaclasamento das rochas basálticas da Formação Serra Geral (CPRM, 2020). Este padrão de fraturamento resulta do processo de contração térmica durante o resfriamento rápido dos derrames magmáticos no Cretáceo Superior, conforme descrito por Mizusaki et al. (2002) para a Bacia do Paraná.

Na área de influência do empreendimento, este aquífero sobrepõe-se discordantemente ao embasamento cristalino representado pelas rochas metassedimentares do Grupo Araxá (FEAM, 2019), onde predominam litotipos de baixa permeabilidade primária (micaxistos, quartzitos e gnaisses). O contato entre estas unidades aquíferas é melhor observado no vale do ribeirão Jordão (fora da AII), conforme mapeamento hidrogeológico realizado pelo

8.2.2 - Aquífero Marília

De acordo com Velásquez et al (2008), o Aquífero Marília possui uma espessura média de 54 metros no município de Araguari, com tendência ao acréscimo em direção ao sul e sudeste, podendo chegar ao valor máximo de 300 metros. Nas porções de chapada entre Uberlândia e Uberaba a espessura do aquífero gira em torno de 220 metros. Esta unidade aquífera, assim com o Aquífero Serra Geral, tende a diminuição de sua espessura para o norte e leste do Triângulo Mineiro.

O Aquífero Marília é constituído por sedimentos siliciclásticos continentais representados por arenitos, arenitos argilosos carbonatados ou não, siltitos, lamitos e argilitos, apresentando localmente conglomerados e camadas calcárias.

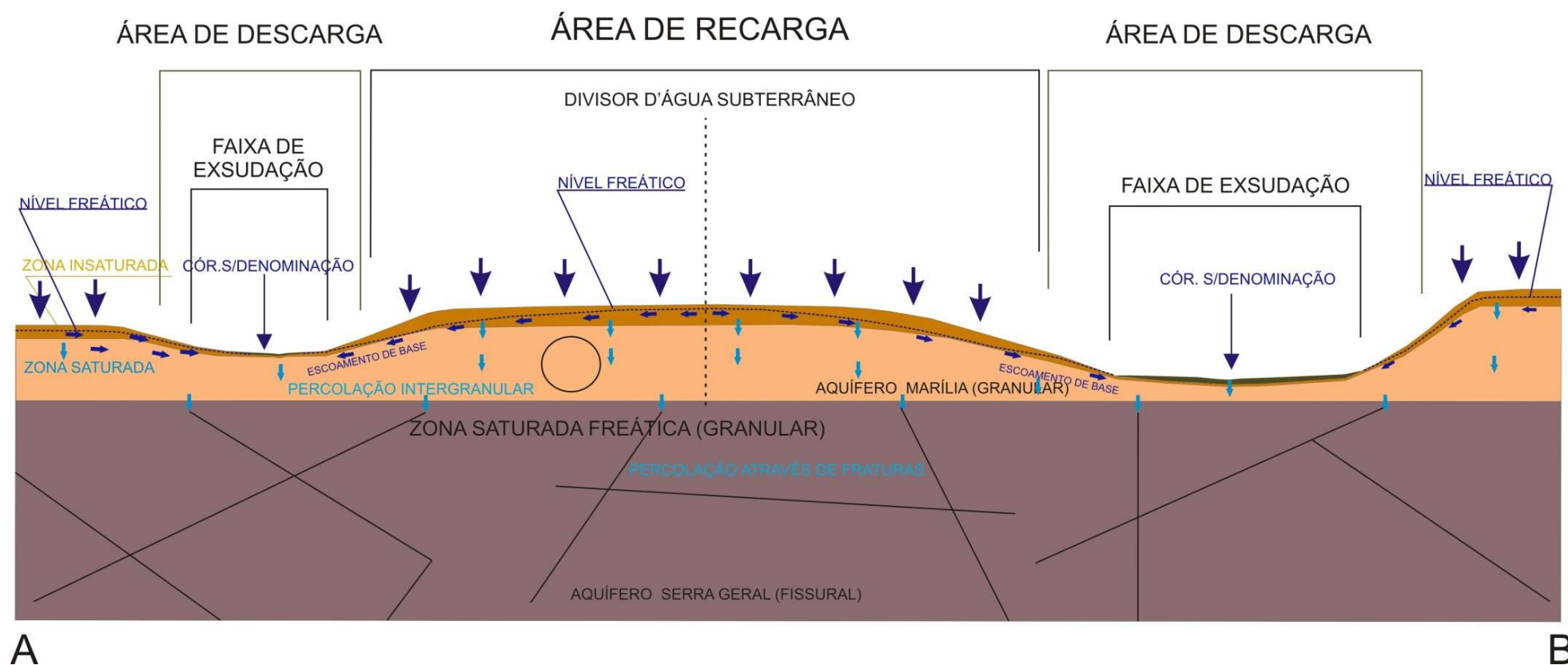
Nas áreas de influência direta e diretamente afetada do empreendimento a recarga do Aquífero Marília é realizada por infiltração direta das águas pluviais ou através da cobertura pedológica argilo-arenosa que recobrem as porções de chapada da região (Figura 43). Desse modo, o Aquífero Marília se caracteriza como aquífero livre.

Figura 43 - – Superfície de topo na AID do empreendimento onde ocorre a recarga direta do Aquífero Marília (Bauru) através da cobertura Cenozóica e pedológica.



A descarga do Aquífero Marília nas áreas de influência do empreendimento ocorre predominantemente por meio de nascentes localizadas ao longo de discontinuidades topográficas, especialmente nas bordas de chapadas, encostas e fundos de vales fluviais. Essas zonas de descarga são condicionadas pela estrutura geológica local, onde camadas com diferentes resistências à erosão e permeabilidades (como o contato entre o Aquífero Marília e o Aquífero Serra Geral) favorecem a exfiltração de água subterrânea (DAEE, 2005; CPRM, 2013). Segundo Hirata & Ferreira (2001), a compartimentação litológica e a disposição estratigráfica das formações Marília e Serra Geral exercem controle fundamental na dinâmica de fluxo e nos pontos de surgência, conforme observado em estudos hidrogeológicos no estado de São Paulo e em porções do Triângulo Mineiro.

Figura 44 - Modelo hidrogeológico conceitual para a AID e ADA do empreendimento.
MODELO CONCEITUAL HIDROGEOLÓGICO VÁLIDO PARA AID E ADA DO EMPREENDIMENTO



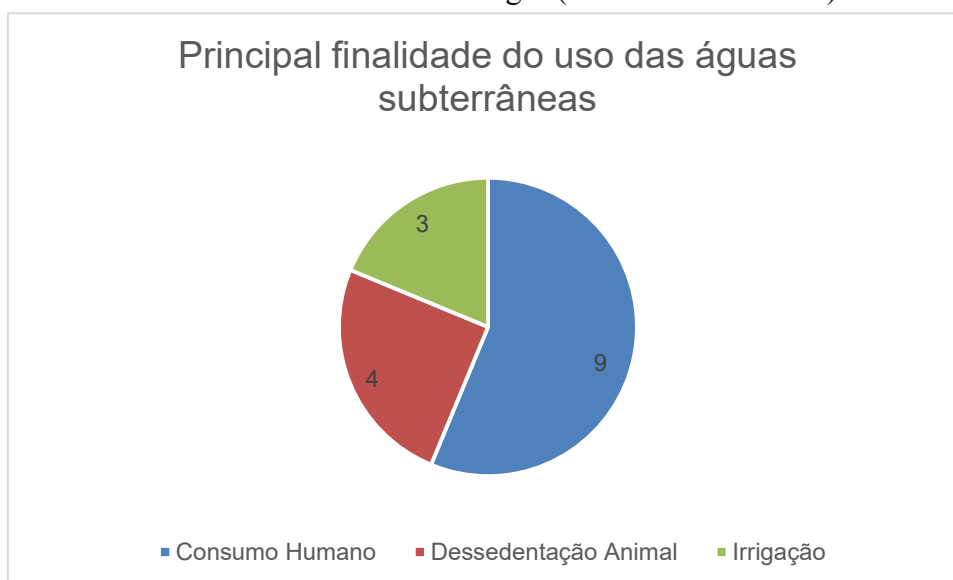
8.3 - Usos da água subterrânea na AID/ADA do empreendimento

Com relação aos processos de captações de água subterrânea nas áreas de influência do empreendimento, foram identificadas 16 (dezesesseis) captações, conforme detalhado nas tabelas e representações gráficas do relatório. Desse total, 9 (nove) captações estão associadas ao consumo humano, 4 (quatro) à dessedentação animal e 3 (três) para irrigação conforme pode ser observado no gráfico da figura 45.

Essas captações são regularizadas por meio de portarias de outorga e outros instrumentos legais, conforme dados disponíveis no sistema IDE-SISEMA, consultados em maio de 2025 (<https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>).

A análise desses dados evidencia a necessidade de avaliar os potenciais impactos associados ao uso intensivo de águas subterrâneas, especialmente para irrigação, que pode comprometer a disponibilidade do recurso em longo prazo, afetando tanto os ecossistemas dependentes dos aquíferos quanto o abastecimento humano e animal. Medidas de monitoramento e gestão sustentável dos aquíferos são essenciais para mitigar riscos de sobre-exploração e garantir a manutenção dos recursos hídricos subterrâneos nas áreas de influência do empreendimento.

Figura 45 - Finalidades de uso da água subterrânea na AII do empreendimento conforme consta nas Portarias de Outorgas (Fonte IDE SISEMA).



8.4 - Conclusão

Diante do contexto hidrogeológico da região e das informações sobre o uso atual dos recursos hídricos subterrâneos, conclui-se que a área de influência do empreendimento está inserida em um cenário hidrogeológico composto por dois importantes sistemas aquíferos: o Grupo Serra Geral, caracterizado por rochas fraturadas com baixa porosidade primária, e o Grupo Marília, com formações mais porosas e permeáveis. A interação entre esses sistemas e os corpos hídricos superficiais, notadamente o Rio Claro, que atravessa diretamente a Área Diretamente Afetada, ressalta a relevância da conectividade entre os fluxos hídricos subterrâneo e superficial.

Considerando a existência de múltiplas captações regulares de água subterrânea na região, destinadas a diferentes usos — consumo humano, dessedentação animal e irrigação — torna-se ainda mais evidente a importância de um planejamento integrado da gestão dos recursos hídricos. A presença de aquíferos com diferentes características de armazenamento e recarga exige cuidados específicos quanto à exploração, especialmente em áreas onde a sobreposição das unidades geológicas pode favorecer a recarga indireta ou o rebaixamento do nível freático em decorrência de usos intensivos.

Nesse sentido, é fundamental que se adotem medidas de monitoramento permanente e estratégias de manejo sustentável das águas subterrâneas, considerando as especificidades hidrogeológicas locais. Tais ações são essenciais para evitar a sobreexploração dos aquíferos, garantir a segurança hídrica dos usuários atuais e preservar os ecossistemas dependentes desses sistemas, assegurando, assim, a viabilidade ambiental do empreendimento e a conservação dos recursos hídricos da região.

9 - DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

9.1 – Introdução

A água constitui um elemento essencial para a manutenção de todas as formas de vida no planeta, além de ser um recurso fundamental para o desenvolvimento econômico, sociocultural e ambiental das nações. Conforme destacam Tundisi e Matsumura-Tundisi (2011), os impactos ambientais, sociais e econômicos decorrentes da degradação da qualidade da água resultam em consequências graves, incluindo a perda de biodiversidade,

o aumento de doenças de veiculação hídrica, a elevação dos custos de tratamento para abastecimento doméstico e industrial, a redução da produtividade agrícola e pecuária, o declínio das atividades pesqueiras e a deterioração do potencial turístico, cultural e paisagístico.

A Figura 46 demonstra que cada uso da água — como consumo humano, irrigação, aquicultura, navegação, recreação de contato primário e atividades industriais — exige padrões específicos de qualidade, especialmente no que se refere às características físico-químicas e biológicas. Em geral, quanto melhores forem essas características, mais restrita e exigente pode ser a aplicação, como no caso do abastecimento público, que demanda elevados padrões de potabilidade. A relação entre esses diferentes usos e os requisitos de qualidade da água está detalhadamente ilustrada na Figura 47, evidenciando como a destinação da água influencia diretamente os parâmetros necessários para sua utilização segura e eficiente.

A preservação da qualidade hídrica, portanto, é um desafio multidimensional que envolve a gestão integrada de recursos hídricos, o monitoramento sistemático de parâmetros de qualidade e a implementação de políticas públicas eficazes para mitigar os impactos antrópicos. A adoção de práticas sustentáveis e o cumprimento das legislações ambientais, como a Resolução CONAMA nº 357/2005, são fundamentais para assegurar a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas às presentes e futuras gerações.

Figura 46 - Relação qualidade da água x classes de enquadramentos x usos



Figura 47 - Usos diversos das águas doces em relação às classes de enquadramento (Fonte: ANA Portal da Qualidade das Águas)

USOS DAS ÁGUAS DOCES		CLASSES DE ENQUADRAMENTO				
		ESPECIAL	1	2	3	4
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas		Classe mandatória em Unidades de Conservação de Proteção Integral				
Proteção das comunidades aquáticas			Classe mandatória em Terras Indígenas			
Recreação de contato primário						
Aquicultura						
Abastecimento para consumo humano		Após desinfecção	Após tratamento simplificado	Após tratamento convencional	Após tratamento convencional ou avançado	
Recreação de contato secundário						
Pesca						
Irrigação			Hortalças consumidas cruas e frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película	Hortalças, frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer,	Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras	
Dessedentação de animais						
Navegação						
Harmonia paisagística						

Observação: As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água.

Durante décadas, a falsa noção de abundância de recursos hídricos no Brasil contribuiu para a consolidação de uma cultura marcada pelo desperdício e pela baixa valorização da água. Embora o país já contasse com o Código de Águas desde 1934 (Decreto nº 24.643), esse instrumento legal mostrou-se limitado na construção de um sistema eficiente de gestão dos recursos hídricos, falhando tanto na contenção do uso inadequado quanto na mediação de conflitos pelo uso da água.

Foi somente com a promulgação da Lei nº 9.433/1997 — a chamada Lei das Águas — que o Brasil deu um salto qualitativo na governança do setor, marco que foi reforçado com a criação da Agência Nacional de Águas (ANA) por meio da Lei nº 9.984/2000. Juntas, essas legislações instituíram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, trazendo diretrizes contemporâneas e integradas para o planejamento e controle da água no território nacional.

Entre os instrumentos previstos pela Lei das Águas, destaca-se o enquadramento dos corpos d'água, descrito no artigo 9º como ferramenta fundamental de gestão. Seu propósito é duplo: assegurar padrões de qualidade compatíveis com os usos mais exigentes e minimizar os

custos com ações corretivas, priorizando medidas preventivas de combate à poluição. O enquadramento tem natureza prospectiva, orientando-se não apenas pelas condições atuais dos cursos d'água, mas também pelas necessidades futuras da sociedade.

A aplicação desse instrumento segue parâmetros estabelecidos por resoluções do CONAMA e do CNRH, e, em nível estadual, é regulamentada por normas específicas, como a Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH nº 01/2008, em Minas Gerais. A análise da qualidade da água deve ser feita com base em dados de monitoramento comparados às metas de enquadramento para cada ponto de coleta.

Esse modelo de gestão representa uma evolução significativa, ao substituir a percepção simplista de fartura hídrica por uma visão mais realista, que reconhece a água como um bem finito, vulnerável e que requer gestão planejada e eficiente para assegurar sua disponibilidade em quantidade e qualidade suficientes para as gerações presentes e futuras.

9.2 - Qualidade das águas no estado de Minas Gerais

No estado de Minas Gerais, o órgão responsável pelo monitoramento das águas superficiais é o Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, por meio do Programa Águas de Minas, em execução desde 1997.

Segundo o Relatório de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais no Estado de Minas Gerais de 2024, as amostras de água coletadas nas campanhas completas, tanto do período chuvoso quanto do período seco do ano, são submetidas à análise de 53 parâmetros em todos os pontos (Tabela 13). Nas campanhas intermediárias, realizadas nos meses abril/maio/junho e outubro/novembro/dezembro (períodos de transição), são analisados 18 parâmetros em todos os pontos, além dos parâmetros específicos relacionados a fontes poluidoras presentes na bacia de drenagem da estação considerada.

Em alguns pontos de monitoramento também são analisados os parâmetros nitrogênio orgânico, densidade de cianobactérias, ciano toxinas, ensaios de toxicidade crônica e macro invertebrados bentônicos.

Na Tabela 13, a seguir, são apresentados os parâmetros de qualidade de água avaliados no estado de Minas Gerais.

Tabela 13 - Parâmetros de qualidade de água adotados pelo IGAM para avaliação da qualidade da água.

Alcalinidade Bicarbonato	DBO ⁽¹⁾	Nitrito
Alcalinidade Total	DQO ⁽¹⁾	Nitrogênio Amoniacal Total ⁽¹⁾
Alumínio Dissolvido	Densidade de Cianobactérias ⁽²⁾	Nitrogênio Orgânico
Arsênio Total	Dureza (Cálcio)	Óleos e Graxas
Bário Total	Dureza (Magnésio)	Oxigênio Dissolvido – OD ⁽¹⁾
Boro Total	Dureza total	pH ⁽¹⁾
Cádmio Total	Zinco Total	Potássio
Cálcio	Ensaio de Toxicidade Crônica ⁽²⁾	Selênio Total
Chumbo Total	Estreptococos Fecais	Sódio
Cianeto Livre	Fenóis Totais	Sólidos Dissolvidos ⁽¹⁾
Cianotoxinas ⁽²⁾	Feoftina ⁽¹⁾	Sólidos em Suspensão ⁽¹⁾
Cloreto Total ⁽¹⁾	Ferro Dissolvido	Sólidos Totais ⁽¹⁾
Clorofila <i>a</i> ⁽¹⁾	Fósforo Total ⁽¹⁾	Substâncias tensoativas
Cobre Dissolvido	Macroinvertebrados bentônicos ⁽²⁾	Sulfatos
Escherichia coli ⁽¹⁾	Magnésio Total	Sulfetos
Coliformes Totais ¹	Manganês Total	Temperatura da Água ⁽¹⁾
Condutividade Elétrica ⁽¹⁾	Mercúrio Total	Temperatura do Ar
Cor Verdadeira	Níquel Total	Turbidez ⁽¹⁾
Cromo Total	Nitrato ⁽¹⁾	

Fonte: Relatório de Monitoramento da Qualidade das Águas, IGAM (2024).

- (1) Parâmetros comuns a todos os pontos nas campanhas intermediárias
- (2) Parâmetros analisados apenas em pontos específicos

O Instituto Mineiro de Gestão de Águas adota como indicadores de qualidade da água o Índice de Qualidade das Águas (IQA) e o Índice de Estado Trófico (IET) (IGAM, 2024).

Para o cálculo do IQA, com base no National Sanitation Foundation, dos Estados Unidos, o IGAM adota nove (9) parâmetros mais representativos para a caracterização da qualidade das águas: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, variação da temperatura da água, turbidez e sólidos totais. A cada parâmetro foi atribuído um peso, conforme apresentado na Tabela 14, a seguir:

Tabela 14 - Peso atribuído a cada parâmetro

Parâmetro	Peso – w _i
Oxigênio dissolvido – OD (%ODSat)	0,17
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)*	0,15
pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio – DBO (mg/L)	0,10
Nitratos (mg/L NO ₃ ⁻)	0,10
Fosfato total (mg/L PO ₄ ⁻²)	0,10
Variação da temperatura (°C)	0,10
Turbidez (UNT)	0,08
Sólidos Totais (mg/L)	0,08

*Substituído por *E. coli* a partir de 2013.

As metodologias para o cálculo do IQA consideram duas formulações, uma aditiva e outra multiplicativa. Neste trabalho, adota-se o IQA multiplicativo, que é calculado pela seguinte equação:

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

Onde:

IQA = Índice de Qualidade de Água, variando de 0 a 100;

q_i = qualidade do parâmetro i obtido através da curva média específica de qualidade;

w_i = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1.

Para o cálculo do IQA são consideradas algumas condições. Na ausência de resultado do parâmetro oxigênio dissolvido e/ou coliformes termotolerantes/*E. coli*, o sistema não calcula o indicador. Em relação à ausência dos demais parâmetros, o sistema redefine os pesos correspondentes, de modo a ser obtido um resultado final compatível, ou seja, o peso é repartido igualmente entre os demais parâmetros.

Ressalta-se que, no âmbito do Projeto Águas de Minas, para o cálculo do IQA considera-se o **qs** da variação de temperatura constante e igual a 92. Os valores do índice variam entre 0 e 100, conforme a Tabela 15. Assim definido, o IQA reflete a interferência por esgotos domésticos e outros materiais orgânicos, nutrientes e sólidos.

Tabela 15 - Pesos atribuídos aos parâmetros para o cálculo do IQA

Valor do IQA	Classes	Significado
$90 < IQA \leq 100$	Excelente	Águas apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público
$70 < IQA \leq 90$	Bom	
$50 < IQA \leq 70$	Médio	
$25 < IQA \leq 50$	Ruim	Águas impróprias para tratamento convencional visando o abastecimento público, sendo necessário tratamento mais avançado.
$IQA \leq 25$	Muito Ruim	

Fonte: IGAM (2024)

O índice de estado trófico (IET) tem o objetivo de classificar os corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, é um parâmetro que permite avaliar a qualidade da água por meio do enriquecimento de nutrientes e a sua influência no crescimento excessivo das algas e macrófitas aquáticas.

O IET é calculado a partir de valores de dois parâmetros determinados na água: o fósforo e a clorofila *a*. O fósforo é um indicador do processo de eutrofização e a clorofila *a* é um indicador do nível de crescimento de algas em água.

As seguintes equações são utilizadas para o cálculo do IET:

$$IET(CL) = 10 \{ 6 - [(-0,7 - 0,6 (\ln(CL)) / \ln 2] \} - 20,$$

$$IET(P) = 10 \{ 6 - [(0,42 - 0,36 (\ln(P)) / \ln 2] \} - 20,$$

Onde:

P = concentração de fósforo total medida à superfície da água, em µg/L

CL = concentração de clorofila-a medida à superfície da água, em µg/L

ln = logaritmo natural

O valor de IET é obtido pela média aritmética dos índices relativos ao fósforo total e à clorofila *a*:

$$IET = \frac{IET(PT) + IET(CL)}{2}$$

O IET é classificado em seis níveis de trofia, conforme apresentados nas Tabelas 16 e 17 seguir:

Tabela 16 - Classificação do estado trófico.

Categoria Estado Trófico	Ponderação	P-Total - P(µg/L)	Clorofila-a (µg/L)
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$	$P \leq 13$	$CL \leq 0,74$
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$	$13 < P \leq 35$	$0,74 < CL \leq 1,31$
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$	$35 < P \leq 137$	$1,31 < CL \leq 2,96$
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$	$137 < P \leq 296$	$2,96 < CL \leq 4,70$
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$	$296 < P \leq 640$	$4,70 < CL \leq 7,46$
Hipereutrófico	$IET > 67$	$P > 640$	$CL > 7,46$

Tabela 17 - Classes de Estado Trófico e suas características principais

Categoria estado trófico	Características
Ultraoligotrófica	Corpos de água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
Oligotrófica	Corpos de água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre o uso da água decorrentes da presença da nutrientes.
Mesotrófica	Corpos de água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade de água, em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
Eutrófica	Corpos de água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
Supereutrófica	Corpos de água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios de florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.
Hipereutrófica	Corpos de água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios de florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: CETESB (2007) e LAMPARELLI (2004).

A Tabela 18 apresenta, a título de exemplificação, a síntese comparativa dos resultados dos índices obtidos relatório anual de 2023, na Estação PB044 localizada no rio Claro – município de Uberaba, próxima a foz do rio claro, junto ao rio Araguari.

Tabela 18 - Síntese comparativa dos resultados dos anos de 2022 e 2023 de IQA e IET obtidos pelo IGAM exemplo para o Rio Claro (Estação PB 044)

				INDICADORES		
Bacia	Corpo	Estação	Município	Resultados dos indicadores em 2023		Comparação indicadores 2022/2023
				IQA	IET	

				Parâmetros indicativos	2022	2023	Parâmetros indicativos	2022	2023	IQA	IET
Rio	Rio Claro	PB044	Uberaba	1 2	76,9	77	1 2	49,9	51,7	☹	☹

☺ - O indicador melhorou ou manteve-se na melhor condição de qualidade

☹ - O indicador manteve a qualidade do ano anterior

☹ - O indicador piorou ou manteve-se na pior condição de qualidade

Parâmetros Indicativos:

1 – Contaminação Fecal (*Escherichia coli*)

2 – Enriquecimento Orgânico(P, DBO, NO₃⁻ e NH₃T)

3 – Presença de Substâncias Tóxicas (As; CN⁻; Pb; Cu ; Zn; Cr; Cd; Fenóis Totais; Hg)

 Em conformidade

 Não conformidade

 Ausência de resultados

Fonte: Adaptado de Relatório de Monitoramento da qualidade das águas, IGAM – anual 2023.

Nenhuma substância tóxica não atendeu ao limite legal em 2023.

9.3 - Qualidade das águas na AID e ADA do empreendimento

9.3.1 - Considerações gerais

As análises físico-químicas e microbiológicas das águas dos cursos d'água que drenam a AID e ADA do empreendimento **Fazenda Boa Esperança e Varginha** foram realizadas

com o objetivo de caracterizar a sua qualidade na atual fase em que se encontra o empreendimento, ou seja, de operação.

As coletas e análises laboratoriais foram realizadas pelo laboratório Bioética Ambiental, **Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025**, sob o número CRL 0354, com sede na cidade de Uberlândia, Rua Cheyenne, nº 46, CEP 38.407-704 – Bairro Novo Mundo – Uberlândia/MG. A coleta foi realizada no dia 10/04/2025 e entrada no Laboratório no dia seguinte.

As coletas de amostras de águas superficiais foram realizadas no mês de abril de 2025, tendo ocorridas parte das precipitações pluviométricas do período chuvoso de 2024/2025. Portanto, as amostras coletadas podem ser consideradas representativas para o período chuvoso 2024/2025 (outubro a abril).

Os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas da água na AID e ADA do empreendimento obtidos na fase de elaboração do presente diagnóstico (período chuvoso de 2024/2025) constituem elementos preliminares para o conhecimento de sua qualidade atual e como fonte de dados para comparação com os resultados de monitoramentos subsequentes e, desse modo, avaliar a evolução da qualidade da água nos pontos monitorados ao longo das futuras campanhas de amostragem.

10.3.2 - Procedimentos técnicos

A coleta, análise e avaliação da qualidade da água na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento seguiram os seguintes procedimentos técnicos:

1º – definir os pontos de coleta de águas superficiais que sejam representativos para o diagnóstico de quaisquer alterações na qualidade em decorrência das atividades do empreendimento;

2º – eleger um conjunto de parâmetros físicos-químicos e microbiológicos a fim de estabelecer comparações com os limites da RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que *dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências* (ver o Plano de Monitoramento de Águas Superficiais);

3º – proceder à coleta e análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos dos corpos de águas superficiais localizados na AID e ADA do empreendimento;

4º - comparar os resultados de análise físico-químicas obtidos em amostras de água superficial coletadas nos pontos de amostragem localizados na AID e ADA do empreendimento, considerando os seguintes aspectos:

- áreas na AID/ADA utilizadas para cultivos de ciclo anual e perene, além de infraestruturas (sedes, alojamentos, galpões oficinas, silos, confinamento de gado bovino, barramentos de cursos d'água, vias de acesso, pivôs centrais, dentre outros);
- contribuição de águas pluviais geradas nas áreas onde são desenvolvidas as atividades econômicas e infraestruturas existentes;
- águas pluviais provenientes de áreas não ocupadas por atividades econômicas presentes na AID.

Para atingir os objetivos do monitoramento da qualidade das águas superficiais na AID/ADA do empreendimento, foi elaborado um Plano de Monitoramento de Águas Superficiais. Este Plano privilegiou a localização dos pontos de amostragem nos cursos d'água que drenam a AID/ADA do empreendimento e que fossem mais representativos dos usos praticados nos seus limites, de maneira a individualizar a influência das atividades desenvolvidas pelo empreendimento Fazenda Boa Esperança e Varginha sobre qualidade das águas em relação aos empreendimentos vizinhos pertencentes a terceiros. A Tabela 19 e a Figura 48 e o mostram a localização dos pontos de amostragem na AID do empreendimento.

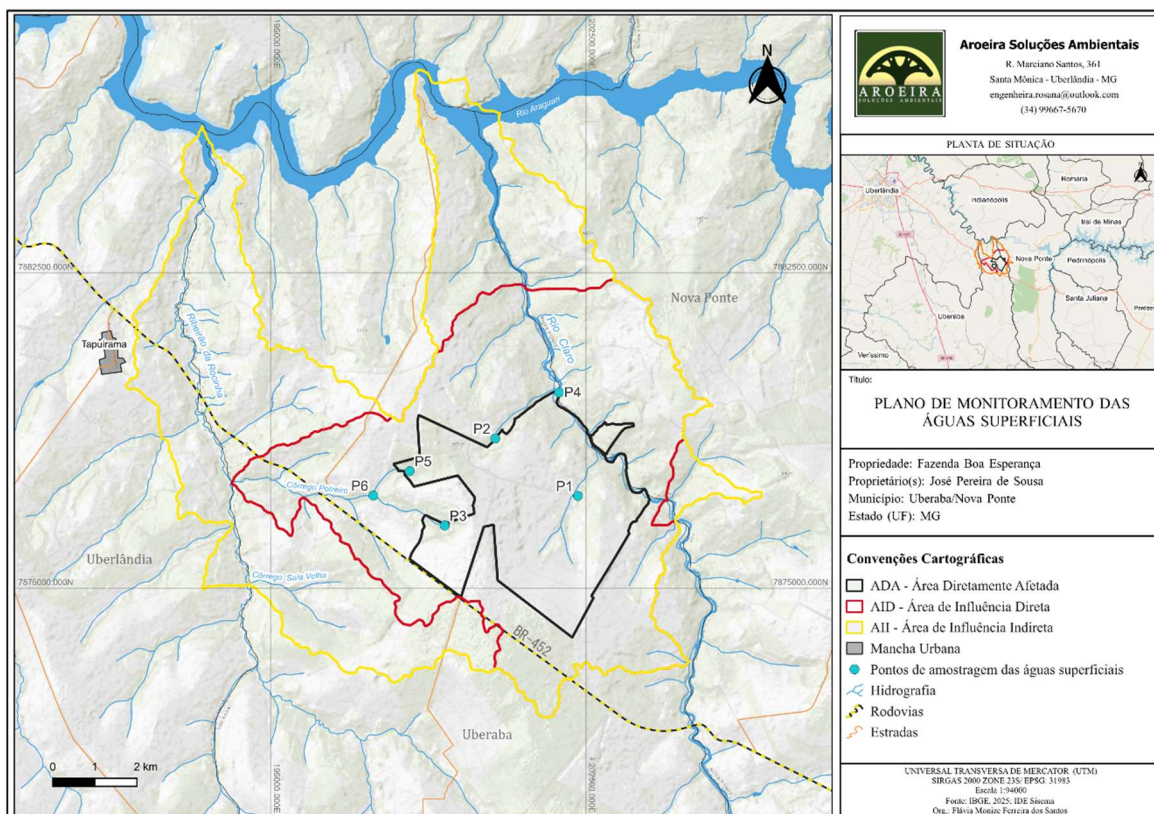
Tabela 19 - Localização dos pontos de amostragem de água superficial na AID/ADA do empreendimento.

PONTOS DE MONITORAMENTO	Curso d'água	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (Datum WGS84)	Caracterização dos pontos
P-01	Córrego sem nome (afluente do rio claro 1)	Lat: 19°10'36.33" S Long: 47°49'49.88" O	Barragem de irrigação em curso d'água, com margens em processo de recuperação ambiental (vegetação

			nativa incipiente).
P-02	Córrego sem nome (afluente do rio claro 2)	Lat: 19°09'50.95" S Long: 47°50'56.46" O	Nascente de córrego com vegetação nativa preservada.
P-03	Córrego Potreiro	Lat: 19°10'57.54" S Long: 47°51'38.73" O	Nascente de córrego com cobertura vegetal nativa.
P-04	Rio Claro	Lat: 19°09'16.21" S Long: 47°50'03.85" O	Rio Claro, trecho com largura significativa e vegetação nativa parcial na APP.
P-05	Córrego Potreiro	Lat: 19°10'15.13" S Long: 47°52'06.53" O	Nascente de córrego com vegetação nativa conservada.
P-06	Córrego Potreiro	Lat: 19°10'33.53" S Long: 47°52'36.41" O	Área a jusante da confluência dos córregos (P-03 e P-05), com pouca vegetação nativa e uso do solo como

			pastagem (acesso de gado).
--	--	--	----------------------------------

Figura 48 - Localização dos pontos de amostragem da água superficial na AID e ADA do empreendimento Fazenda Boa Esperança e Varginha.



A qualidade dos corpos de água nos pontos amostrados foi avaliada em campanha de coleta realizada em 10 de abril 2025, portanto, no auge do período chuvoso e 2024/2025. A próxima campanha de coleta deverá ser relativa ao período seco de 2026 (maio a setembro).

Trabalhos de coleta de amostras de águas dos cursos d'água que drenam a AID/ADA do empreendimento seguiram as normas NBR da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT e o *Standard Methods for Water and Wastewater*, 21 ed.:

- NBR 9896 – Glossário de poluição das águas - AGO 1993;
- NBR 9897 – Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos

receptores – Jun 1987

- NBR 9898 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e

corpos receptores – Jun 1987

Aroeira - Soluções Ambientais
Telefones (34) 9.9667-5760
engenheira.rosana@outlook.com

- NBR ISO/IEC 17025 – Requisitos gerais para competência de laboratório de ensaio e calibração – jan 2001;
 - Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 21 ed. (2005).
- Para a avaliação da qualidade das águas superficiais foram adotados os seguintes parâmetros físico-químicos e microbiológicas, conforme apresentados na Tabela 20:

Tabela 20 - Parâmetros físicos-químicos empregados para a avaliação da qualidade da água

Parâmetros Inorgânicos	Unidades
Nitrato	mg/L
Nitrito	mg/L
Nitrogênio amoniacal total	mg/L
Fósforo total	mg/L
Outros Parâmetros	
Oxigênio Dissolvido	mg/L
Cálcio total	mg/L
Magnésio total	mg/L
Potássio total	mg/L
Condutividade elétrica	μS/cm
DQO	mg/L
pH	
Temperatura	°C
Padrões de Qualidade	
DBO	mg/L
Óleos e graxas	mg/L
Turbidez	NTU

Sólidos suspensos totais	mg/L
Coliformes termotolerantes	UFC/mL
Clorofila a	µg/L
Orgânicos	
2,4,6-Triclorofenol	mg/L
Benzidina	µg/L
Benzo(a)antraceno	µg/L
Benzo(a)pireno	µg/L
Benzo(b)fluoranteno	µg/L
Benzo(k)fluoranteno	µg/L
Criseno	µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L
Heptacloro Epóxido e Heptacloro	µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/L
Pentaclorofenol	mg/L
Surfactantes	mg/L
Tetracloroeto de Carbono	mg/L
Tetracloroeteno	mg/L
Xilenos	µg/L

9.4 - Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas

Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas realizadas nas amostras de água coletadas nos pontos P-01 a P-06, localizados em diferentes trechos dos cursos d'água da área de estudo, são apresentados na Tabela 1. A primeira coluna indica os Valores Máximos

Permitidos (VMP) conforme a Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG nº 001/2008 para águas doces classe 2.

Os resultados obtidos mostram que a maioria dos parâmetros analisados encontra-se em conformidade com os limites estabelecidos pela legislação. No entanto, alguns aspectos merecem atenção especial considerando as características ambientais de cada ponto amostrado.

Os compostos nitrogenados (nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal) apresentaram-se consistentemente abaixo dos limites de detecção em todos os pontos, demonstrando boa qualidade da água em relação a esses parâmetros. Essa condição é particularmente relevante nos pontos P-02, P-03 e P-05 (nascentes com vegetação nativa preservada), indicando ausência de contaminação por fontes antrópicas. O oxigênio dissolvido, parâmetro fundamental para a vida aquática, manteve-se acima do valor mínimo permitido (5 mg/L) em todas as amostras, variando entre 5,50 mg/L no P-02 (nascente) e 7,60 mg/L no P-01 (barragem de irrigação).

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) apresentou valores satisfatórios em todos os locais, variando de 2,44 mg/L no P-06 (área de pastagem) a 3,65 mg/L no P-02, ficando significativamente abaixo do limite de 5 mg/L. O P-05 (nascente preservada) registrou valor de 2,65 mg/L, indicando pouca presença de matéria orgânica biodegradável neste ponto.

Entretanto, alguns parâmetros apresentaram situações que requerem atenção. Os coliformes termotolerantes, indicadores de contaminação fecal, mostraram resultado significativamente elevado no P-06 (4.000 UFC/100mL), ultrapassando o VMP de 1.000 UFC/100mL. Este ponto localiza-se a jusante da confluência de dois córregos e apresenta uso do solo como pastagem, com evidência de acesso de gado ao curso d'água, o que pode explicar a contaminação observada. Os demais pontos apresentaram resultados satisfatórios, com destaque para P-04 e P-05 que registraram < 1 UFC/100mL.

O fósforo total, embora não possua VMP estabelecido na legislação mineira, apresentou valor detectável no P-03 (0,020 mg/L) e P-06 (0,016 mg/L), sendo que no P-03, uma nascente com vegetação preservada, o resultado pode estar associado a processos naturais de decomposição de matéria orgânica. Já no P-06, a presença de atividade pecuária nas proximidades pode contribuir para esse resultado.

A turbidez apresentou variação entre os pontos, com o menor valor no P-05 (3,37 NTU) e o maior no P-06 (9,79 NTU), sempre abaixo do VMP de 100 NTU. Essa diferença pode estar relacionada à maior proteção oferecida pela vegetação nativa nos pontos de nascente (P-02, P-03 e P-05) em comparação com o P-06, onde a ausência de vegetação ciliar favorece o carreamento de material particulado.

Os resultados de clorofila a mostraram valores detectáveis no P-01 (3,004 µg/L), P-02 (2,003 µg/L) e P-06 (1,669 µg/L), todos abaixo do VMP de 30 µg/L. No P-01 (barragem de irrigação), o valor mais elevado pode estar associado às condições de represamento da água, que favorecem o desenvolvimento de algas.

Os demais parâmetros, incluindo metais, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos e pesticidas, apresentaram-se abaixo dos limites de detecção em todos os pontos amostrados, demonstrando boa qualidade da água em relação a esses contaminantes.

Tabela 21 - Resultados das análises físico-químicos e microbiológicos das águas (Data da coleta: 10/04/2025)

Parâmetro (Unidade)	VMP	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6
Nitrato (mg/L N)	10,00	< 0,200	< 0,200	< 0,200	< 0,200	< 0,200	< 0,200
Nitrito (mg/L N)	1,00	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,50	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Fósforo Total (mg/L)	-	0,013	< 0,010	0,020	< 0,010	< 0,010	0,016
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	≥ 5,00	7,60	5,50	6,90	6,80	6,30	5,80
Cálcio Total (mg/L)	-	1,88	1,62	2,94	2,10	2,04	2,22
Magnésio Total (mg/L)	-	0,41	0,26	0,48	0,39	0,40	0,57
Potássio Total (mg/L)	-	0,31	< 0,25	0,45	0,34	0,28	0,62
Condutividade Elétrica (μS/cm)	-	10,56	32,56	14,28	7,60	6,63	9,98
DQO (mg/L)	-	< 20,00	< 20,00	< 20,00	< 20,00	< 20,00	< 20,00
pH (campo)	6,0 – 9,0	6,88	6,35	7,42	6,77	7,98	7,34

Temperatura (°C)	-	26,00	23,00	24,00	26,00	18,00	24,00
DBO (mg/L)	5,00	2,65	3,65	2,89	2,87	2,65	2,44
Óleos e Graxas (mg/L)	0,01	< 10,00	< 10,00	< 10,00	< 10,00	< 10,00	< 10,00
Turbidez (NTU)	100,00	4,23	6,97	7,84	7,16	3,37	9,79
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	-	12,00	< 10,00	< 10,00	< 10,00	< 10,00	< 10,00
Coliformes Termotolerantes (UFC/100 mL)	1.000	140	34	90	< 1	< 1	4.000
Clorofila a (µg/L)	30,00	3,004	2,003	< 1,000	< 1,000	< 1,000	1,669
2,4,6-Triclorofenol (µg/L)	0,01	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
Benzidina (µg/L)	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Benzo(a)antraceno (µg/L)	0,05	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo(a)pireno (µg/L)	0,05	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010

Benzo(b)fluoranteno (µg/L)	0,05	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo(k)fluoranteno (µg/L)	0,05	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Criseno (µg/L)	0,05	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Dibenzo(a,h)antraceno (µg/L)	0,05	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Heptacloro + Heptacloro Epóxido (µg/L)	0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Indeno(1,2,3-cd)pireno (µg/L)	0,01	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Pentaclorofenol (mg/L)	0,009	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
Surfactantes (mg/L)	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetracloroeto de Carbono (mg/L)	0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Tetracloroeteno (mg/L)	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Xilenos (µg/L)	300,00	< 2,000	< 2,000	< 2,000	< 2,000	< 2,000	< 2,000
-----------------------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

9.5 – Conclusão

A análise integrada dos resultados permite identificar que os pontos localizados em nascentes com vegetação preservada (P-02, P-03 e P-05) apresentam as melhores condições de qualidade da água. O P-06, situado em área de pastagem com acesso de gado, mostra os indicadores mais preocupantes, principalmente em relação aos coliformes termotolerantes. O P-01, embora apresente alguns parâmetros dentro dos limites, requer monitoramento contínuo devido às características do reservatório e ao processo de recuperação ambiental em suas margens. Recomenda-se especial atenção às áreas com ausência de vegetação ciliar e atividade pecuária, que podem comprometer a qualidade dos recursos hídricos.

10 - ESTUDO ESPELEOLÓGICO

Os estudos espeleológicos realizados na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento Fazenda Boa Esperança e Varginha, foram conduzidos conforme um Termo de Referência específico e com base na legislação ambiental vigente. A investigação seguiu uma metodologia abrangente, que incluiu a revisão bibliográfica e a consulta a bancos de dados oficiais, como o CANIE/CECAV, a interpretação de imagens de satélite e documentos cartográficos, além de levantamentos de campo sistemáticos.

O embasamento normativo do estudo seguiu o Decreto nº 6.640/2008, que define cavidade natural subterrânea como "qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano [...] formado por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou tipo de rocha encaixante". Complementarmente, foram adotadas as disposições da Instrução Normativa nº 02/2009-MMA, que estabelece critérios para a valoração de cavidades, da Instrução Normativa nº 30/2012-ICMBio, que trata da proteção do patrimônio espeleológico, e da Resolução CONAMA nº 347/2004, que dispõe sobre a preservação de cavidades naturais subterrâneas.

As etapas do estudo incluíram a pesquisa bibliográfica e documental, com consulta a estudos geológicos, geomorfológicos e espeleológicos elaborados por instituições de pesquisa e órgãos governamentais, enfatizando as formações geológicas da região. A análise de imagens e o mapeamento foram realizados por meio de técnicas de geoprocessamento, permitindo a identificação de unidades litológicas favoráveis, feições

geomorfológicas indicativas, como escarpamentos e vales, além de possíveis ocorrências de exocarste, incluindo dolinas e sumidouros.

A investigação de campo consistiu na prospecção física da área, incluindo entrevistas com moradores locais, inspeção sistemática das áreas potencialmente cársticas e o registro fotográfico e documental das feições identificadas. A integração dos dados permitiu concluir que as formações geológicas da AID apresentam um potencial espeleológico moderado. No entanto, não foram identificadas cavidades naturais dentro dos limites do empreendimento, e as feições cársticas superficiais observadas seguem os padrões regionais.

O estudo atendeu integralmente aos requisitos legais e técnicos, demonstrando a compatibilidade do empreendimento com a preservação do patrimônio espeleológico local. Como medida preventiva, recomenda-se a manutenção de programas de monitoramento conforme as exigências normativas vigentes.

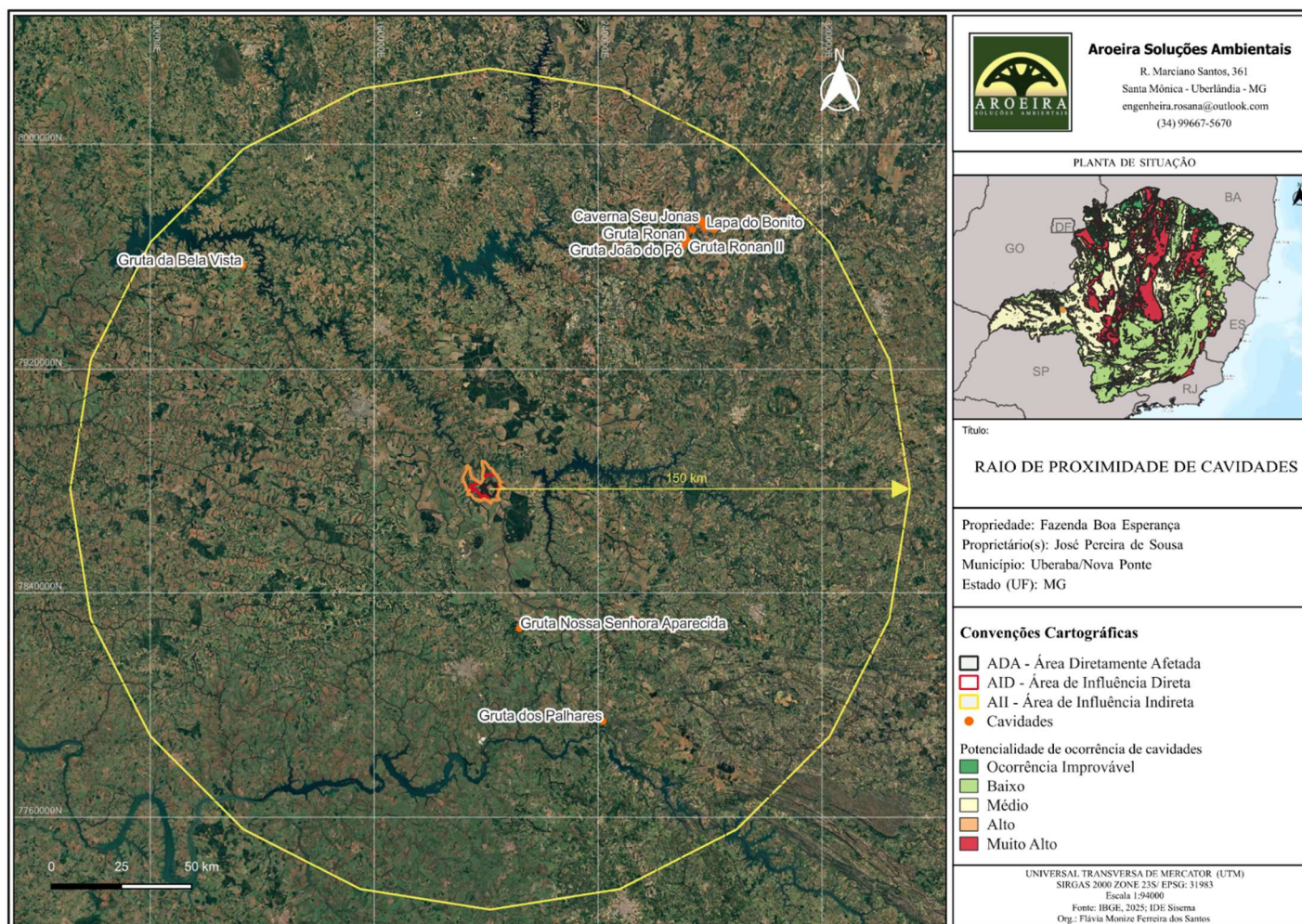
10.1 - Potencial espeleológico da AII do empreendimento

O potencial espeleológico do empreendimento Fazenda Boa Esperança e Varginha, foi avaliado mediante consulta sistemática às bases de dados oficiais do CECAV/ICMBIO e análise integrada de fatores geológicos e geomorfológicos. A pesquisa no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE) identificou a existência de 19 cavidades naturais cadastradas em um raio de 150 km da ADA, com distribuição espacial concentrada principalmente no município de Coromandel, além de ocorrências isoladas em Sacramento, Tupaciguara e Uberaba.

A análise dos dados revela que o município de Coromandel apresenta a maior densidade de registros, com 16 cavidades catalogadas, situadas a distâncias que variam entre 108 km (Gruta João do Pó, a mais próxima da ADA) e 150 km do empreendimento. Os municípios de Uberaba, Sacramento e Tupaciguara registram apenas uma cavidade cada. Conforme detalhado na Tabela 22, a maioria absoluta dessas formações desenvolveu-se em rochas carbonáticas, sendo as exceções notáveis a Gruta dos Palhares, formada em arenitos da Formação Botucatu, e a Gruta Bela Vista, desenvolvida em basaltos da Formação Serra Geral.

A distribuição espacial dessas cavidades naturais, quando confrontada com a cartografia geológica e geomorfológica da região, permite identificar padrões claros de associação entre as ocorrências espeleológicas e determinadas unidades litológicas, particularmente os calcários. Esta correlação evidencia a importância de considerar os aspectos geológicos em estudos de potencial espeleológico, especialmente em áreas com litologias carbonáticas e feições cársticas bem desenvolvidas. Os resultados obtidos reforçam a necessidade de incorporar critérios de proteção espeleológica no planejamento territorial, garantindo a preservação deste patrimônio natural que, além de seu valor científico, possui significativa importância ecológica e potencial turístico para a região.

Figura 49 – Raio de distância das cavidades mapeadas



Aroeira - Soluções Ambientais
Telefones (34) 9.9667-5760
engenheira.rosana@outlook.com

Tabela 22 - Cavidades registradas no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE) em um raio de 150 km da ADA do empreendimento.

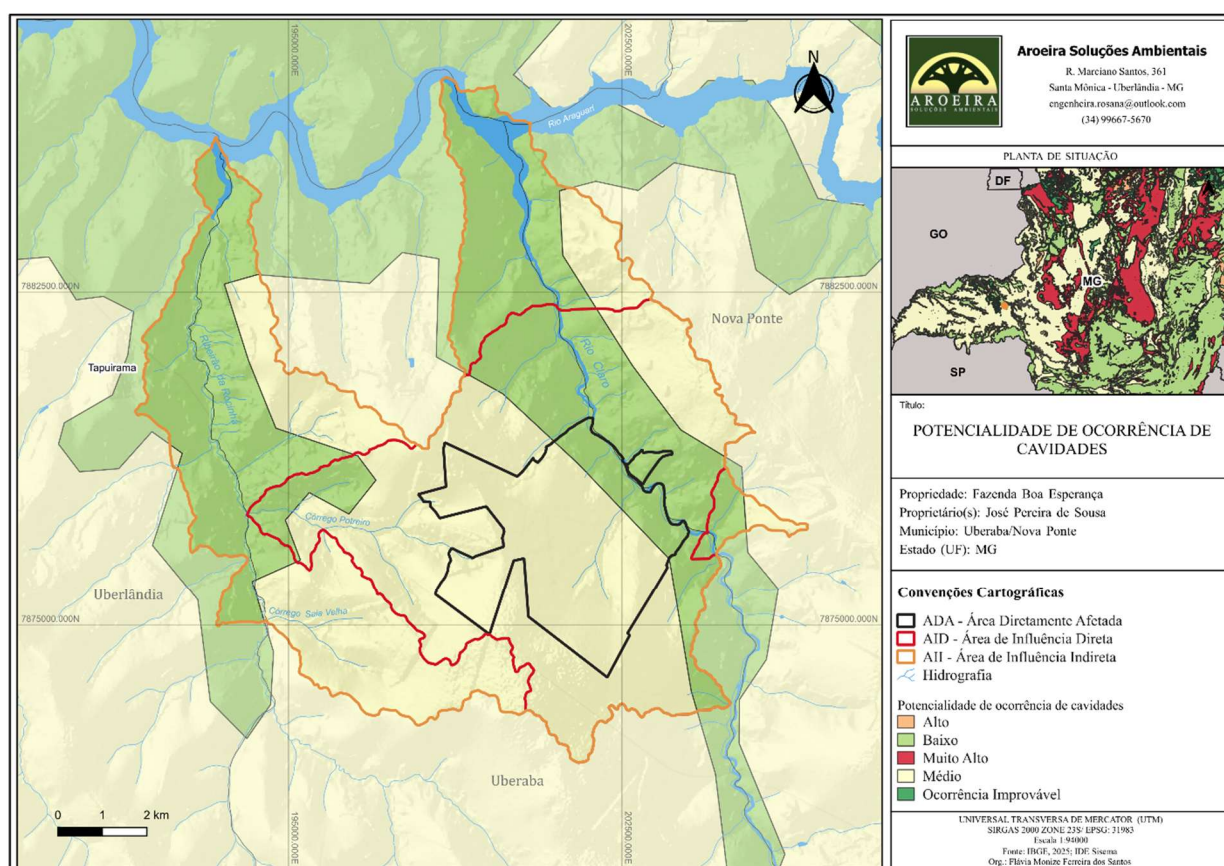
Nº	MUNICÍPIO	FORMAÇÃO GEOLÓGICA	LITOLOGIA	NOMES DAS CAVIDADES
1-16	Coromandel	Grupo Bambuí	Calcário	Gruta João do Pó, Gruta do Riacho, Gruta Ronan, Gruta Ronan II, Gruta do Huguinho, Lapa do Capão, Caverna Seu Jonas, Gruta do Urubu, Lapa d'água, Lapa Seca, Lapa dos Morcegos, Lapa do Bonito, Lapa do Lagoa do Donito, Abismo do Morrão, Gruta da Irapuã, Lapa da Lagoa Suja
47	Tupaciguara	Formação Serra Geral	Basalto	Gruta da Bela Vista
48	Sacramento	Formação Botucatu	Arenito	Gruta dos Palhares
49	Uberaba	Grupo Bambuí	Calcário	Gruta Nossa Senhora Aparecida

A Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento abrange regiões classificadas como de médio e baixo potencial de ocorrência de cavidades, de acordo com a Classificação de Potencialidade de Cavernas do CECAV/ICMBio. As unidades geológicas presentes no entorno são representadas pelos grupos Bauru e São Bento

Na AII, o Grupo Bauru é composto predominantemente por arenitos e conglomerados com cimentação incipiente, enquanto o Grupo São Bento é formado quase exclusivamente por basaltos.

Jansen et al. (2012) realizou o Mapeamento do Potencial de Ocorrência de Cavernas no Brasil, em escala 1:2.500.000, com base nos critérios estabelecidos pelo CECAV/ICMBio e nos dados de mapeamento geológico produzidos pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM). A Figura 50 apresenta um recorte desse mapeamento, conforme elaborado por Cavalcanti et al. (2012), destacando a AII do empreendimento.

Figura 50 - Mapa de Potencial de Ocorrência de Cavernas no Brasil, CECav/ICMBio (2012).



A Tabela 23, a seguir, apresenta a legenda potencialidade de ocorrência de cavernas do CECav/ICMBio baseada em condicionantes litológicas:

Tabela 23 - Classificação de potencialidade de ocorrência de cavernas baseada na litologia segundo CECav/ICMBio (2012).

Litologias	Potencialidade de ocorrência de cavidades
Rocha Carbonática (Calcário, Calcarenito, Calcirrudito, Dolomito e Carbonato), Evaporito e Formação Ferrifera (Itabirito e Jaspilito).	Muito alto
Calcrete, Calcilutito, Mármore e Marga.	Alto
Arenito, Calcixisto, Carbonatito, Conglomerado, Filito, Folhelho, Fosforito, Grauvaca, Micaxisto, Milonito, Ortoquartzito, Pelito, Quartzito, Ritmito, Rocha Calcilicática, Siltito e Xisto.	Médio

Adamelito, Andesito, Anfibolito, Anatexito, Anortosito, Aplito, Ardósia, Argilito, Arcoseo, Basalto (Piroxênio Augítico, Labradorita, Anortita e Olivina) , Brecha, Calcedonito, Charnockito, Cloritito, Cromitito, Dacito, Diamictito, Diorito, Diabasio, Diamictito, Dunito, Enderbitito, Fenito, Fonolito, Foyaito, Gabro, Glimmerito, Gnaiss, Gondito, Granito, Granulito, Granitóide, Granodiorito, Greisen, Harzburgito, Hornblendito, Hornfels, Ignimbrito, Jotunito, Kinzigito, Komatito, Lamprofiro, Latito, Laterita, Lítico, Máficas, Mangerito, Magnesito, Migmatito, Monzonito, Nefelina, Norito, Nordmarquito, Peridotito, Pegmatito, Piroxenito, Riodacito, Riolito, Rocha Alcalina, Rocha Piroclástica, Rocha Vulcânica, Sedimento Detrito Laterítico, Serpentinito, Sienito, Silexito, Tilito, Tonalito, Traquito, Troctolito, Trondhjemito, Tufito, Ultramafito e Websterito.	Baixo
Aluvião, Areia, Argila, Cascalho, Lamito, Linhito, Demais Sedimentos, Turfa e Tufo foram consideradas de improvável ocorrência de cavidades naturais.	Ocorrência improvável

OBS: As litologias grifadas em amarelo representam os principais tipos litológicos presentes na AID do empreendimento.

As informações do mapa do CECV/ICMBio (2012) indicam que o potencial de ocorrência de cavidades na AID do empreendimento varia de médio, nas áreas onde predominam os arenitos e conglomerados do Grupo Bauru (Formação Marília) e baixo, nas regiões com exposição de basaltos da Formação Serra Geral.

É importante destacar que a classificação de potencialidade baseada exclusivamente em critérios litológicos possui caráter generalista, pois não considera condicionantes geológicas e geomorfológicas específicas que podem influenciar positiva ou negativamente o desenvolvimento de cavidades. Entre esses fatores estão a composição mineralógica, as estruturas tectônicas (estratificação, foliação, fraturas, falhas e dobras), as estruturas atectônicas (fraturas e dobras), a atitude das estruturas (direção e mergulho), a susceptibilidade ao intemperismo, o grau de intemperismo, a presença de escarpas tectônicas (formadas por deslocamentos ao longo de falhas) e escarpas atectônicas (resultantes da erosão), além da dissecação erosiva, que expõe diferentes litologias e favorece a escavação pelas águas correntes, entre outros fatores.

10.2 - Potencial para ocorrência de cavidades na AID

A avaliação do potencial para ocorrência de cavidades naturais na Área de Influência Direta (AID) foi realizada mediante análise integrada dos aspectos geológicos e geomorfológicos característicos da região. O cruzamento sistemático dessas informações permitiu classificar a área em setores com distintos níveis de potencial, conforme as condições favoráveis ou não ao desenvolvimento de cavidades.

No compartimento rebaixado da AID, modelado pela dissecação fluvial do rio claro e do ribeirão da rocinha, identificou-se médio potencial para a formação de cavidades naturais. Essa classificação decorre da predominância de basaltos da Formação Serra Geral, litotipos vulcânicos efusivos que apresentam estruturas vesiculares, fraturas e corpos ígneos superpostos, características geológicas que favorecem a abertura de espaços subterrâneos. Somam-se a esses fatores os atributos geomorfológicos locais, como a presença de escarpas pronunciadas, afloramentos rochosos frequentes e a ação erosiva contínua das águas fluviais e pluviais, que contribuem para a potencial formação de cavidades.

Por outro lado, nas áreas aplanadas da AID/ADA, onde ocorrem arenitos da Formação Marília (Grupo Bauru), o potencial para desenvolvimento de cavidades foi considerado improvável. Essa conclusão baseia-se na ausência de cimentação carbonática nesses litotipos, condição essencial para os processos de dissolução química que originam cavidades em rochas sedimentares. Além disso, a espessa cobertura de sedimentos cenozoicos (depósitos detrítico-lateríticos) sobre os arenitos atua como uma barreira que inibe a atuação de processos cársticos. A inexistência de feições morfológicas típicas de carstificação, como dolinas, sumidouros ou uvalas, corrobora a avaliação de que essas áreas não apresentam condições propícias para a geração de cavidades naturais.

Dessa forma, a análise conjunta dos fatores geológicos e geomorfológicos permitiu distinguir claramente as áreas com médio potencial, restritas ao setor rebaixado de litologia vulcânica, daquelas onde a ocorrência de cavidades é improvável, correspondente às unidades sedimentares aplanadas e recobertas por material inconsolidado. Essa delimitação fornece subsídios consistentes para o planejamento das etapas subsequentes do estudo, direcionando as investigações de campo para os setores de maior interesse.

10.3 – Levantamentos de campo

Com base na classificação prévia do potencial de ocorrência de cavidades na AID, os trabalhos de campo foram planejados e executados de forma seletiva, priorizando as áreas com maior probabilidade de abrigarem formações subterrâneas. As porções classificadas como de médio potencial, localizadas predominantemente nos setores rebaixados de litologia vulcânica, receberam atenção especial durante as investigações. Estas áreas, caracterizadas por condições edáficas menos favoráveis e relevo mais acidentado, mantêm-se preservadas da expansão agrícola intensiva, constituindo-se muitas vezes em reservas legais ou áreas de preservação permanente das propriedades rurais.

Em contraste, as zonas classificadas como de ocorrência improvável, que correspondem às áreas aplanadas com solos profundos e relevo suave, foram submetidas a uma abordagem investigativa mais pontual. A intensa ocupação agrícola nestes locais, especialmente por culturas anuais, associada à escassez de afloramentos rochosos, reduziu significativamente a expectativa de encontrar cavidades naturais. As investigações concentraram-se assim nos fundos de vale e nos poucos locais onde afloramentos rochosos poderiam indicar condições geológicas favoráveis.

Quanto às áreas de baixo potencial, a estratégia de campo adotou um critério de seletividade geográfica, focando especificamente nos pontos onde a combinação de fatores geológicos e geomorfológicos apresentava maior favorabilidade para o desenvolvimento de cavidades. Esta abordagem diferenciada permitiu otimizar os esforços de campo, direcionando os recursos investigativos para os setores com maior probabilidade de resultados positivos, enquanto mantinha uma cobertura adequada nas demais áreas para garantir a completude do estudo.

10.4 – Resultados dos levantamentos

A classe de Médio Potencial para ocorrência de cavidades está distribuída por toda a Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento, abrangendo tanto a Área Diretamente Afetada (ADA) quanto a Área de Influência Direta (AID). No entanto, os trabalhos de campo realizados - incluindo inspeções detalhadas, análise de imagens de satélite e entrevistas com moradores locais - não identificaram qualquer evidência concreta da existência de cavidades subterrâneas nessas áreas.

Esta conclusão foi reforçada por uma avaliação abrangente das condições geológicas e geomorfológicas locais, que considerou múltiplos fatores determinantes para a formação de cavidades, como composição mineralógica, estruturas geológicas (fraturas, falhas e dobras),

grau de intemperismo e feições erosivas. Tal abordagem permitiu uma análise mais precisa e contextualizada do que aquela apresentada no Mapa de Potencial de Ocorrência de Cavernas do Brasil em escala nacional, que se baseia predominantemente em critérios litológicos genéricos.

Embora os resultados das investigações de campo não tenham detectado a presença de cavidades, é importante ressaltar que esses achados não devem ser considerados definitivos. A natureza complexa dos sistemas cársticos e pseudocársticos exige cautela na interpretação, já que cavidades menores ou menos acessíveis podem eventualmente existir, mesmo não tendo sido identificadas no presente estudo. Contudo, a combinação dos dados coletados em campo com as análises técnicas realizadas indica uma probabilidade significativamente reduzida de ocorrência de cavidades naturais na AII, ADA e AID do empreendimento

11 – DIAGNÓSTICO PALEONTOLÓGICO

O presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o potencial fossilífero nas áreas de influência do empreendimento Fazenda Boa Esperança e Varginha. A metodologia adotada combinou investigações de campo com extensa revisão bibliográfica, seguindo uma abordagem integrada para identificar e caracterizar unidades geológicas com potencial preservação de fósseis.

Os trabalhos de campo, conduzidos em paralelo ao levantamento geológico, consistiram no reconhecimento e mapeamento detalhado dos afloramentos rochosos, com busca ativa por evidências fossilíferas. A prospecção concentrou-se especialmente na identificação de grupos fósseis característicos da região, incluindo vertebrados como répteis, crocodilianos e quelônios, além de invertebrados (com destaque para moluscos) e elementos da flora fossilizada, particularmente coníferas.

Complementando os dados primários coletados em campo, foi realizada extensa pesquisa bibliográfica que abrangeu tanto estudos paleontológicos regionais quanto trabalhos específicos sobre a área de influência do empreendimento. Esta etapa incluiu a análise crítica de coleções científicas e registros fossilíferos preexistentes, bem como a comparação sistemática com unidades geológicas correlatas conhecidas por seu conteúdo paleontológico.

Os resultados obtidos permitiram caracterizar com precisão o potencial fossilífero da área, identificando as formações geológicas com maior probabilidade de conter materiais

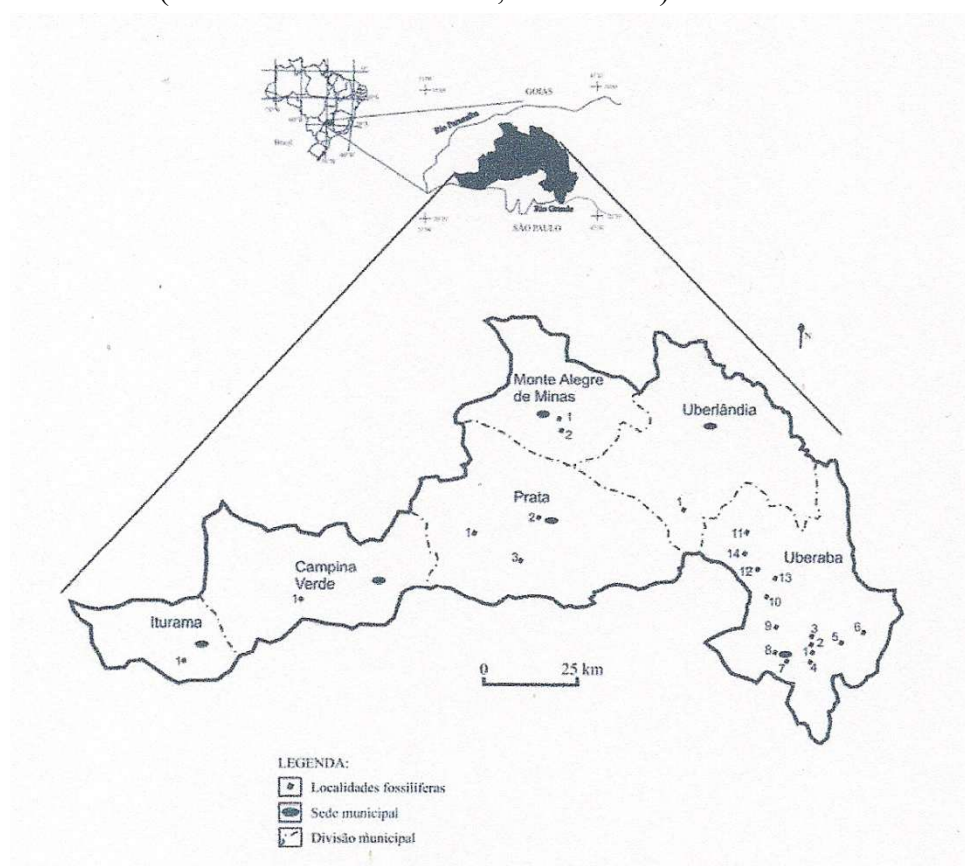
paleontológicos significativos. Além de fornecer subsídios para medidas de preservação do patrimônio fossilífero, o estudo estabeleceu bases sólidas para futuras pesquisas na região, integrando observações diretas em campo com a compilação e análise de dados secundários. Esta abordagem metodológica, alinhada com as melhores práticas da paleontologia aplicada a estudos de impacto ambiental, garantiu uma avaliação abrangente e tecnicamente fundamentada do potencial paleontológico da área de influência do empreendimento.

11.1 - Aspectos paleontológicos regionais

Conforme destacado por Oliveira et al. (2006), a região do Triângulo Mineiro possui um importante registro fossilífero conhecido desde a década de 1940, especialmente nas unidades do Grupo Bauru (Cretáceo Superior), que incluem as Formações Adamantina, Uberaba e Marília. Os principais achados estão concentrados nos municípios de Campina Verde, Iturama, Monte Alegre de Minas, Prata, Uberaba e Uberlândia, onde foram identificados diversos grupos fósseis, como moluscos, plantas, sapos, tartarugas, lagartos, crocodiliformes e dinossauros.

Esses registros demonstram o potencial paleontológico da região, com fósseis preservados em depósitos sedimentares de ambientes fluviais e lacustres do Cretáceo Superior. A Figura 51 e a Tabela 24 deste estudo apresentam a distribuição espacial dessas ocorrências, reforçando a importância da área para pesquisas sobre a biodiversidade mesozoica. A presença de vertebrados fósseis, incluindo dinossauros e crocodiliformes, destaca o valor científico dessas localidades para a compreensão dos ecossistemas continentais do período Cretáceo no Brasil.

Figura 51 - Mapa com localização dos municípios do Triângulo Mineiro com as ocorrências fossilíferas (Fonte Oliveira et al. 2006, modificado).



A Tabela 24, a seguir, apresenta as informações das ocorrências por município:

Tabela 24 - Informações de localidades com ocorrências fossilíferas Fonte: Oliveira et al. 2006 (modificado).

Município	Localidade	Fósseis	Formação / Localização	
			Membro	(Latitude/Longitude)
Uberaba	Localidade 1	Lagartos (<i>Pristiguana brasiliensis</i>), tartarugas (<i>Cambaremys langertoni</i>), crocodiliiformes (<i>Itasuchus jesuinoi</i> , <i>Peirosaurus tormini</i> , <i>Uberabasuchus terrificus</i>), saurópodes (<i>Aeolosaurus</i> , <i>Titanosauria</i> ,	Marília Serra Galga	/ da 19°43'13.2"S 47°44'17.9"O

Município	Localidade Fósseis	Formação / Localização	
		Membro	(Latitude/Longitude)
	"Megaloolithidae"), terópodes (<i>Abelisauridae</i> , <i>Carcharodontosauridae</i> , <i>Theropoda indet.</i>), peixes (<i>Characiformes</i> , <i>Siluriformes</i> , <i>Perciformes</i>), invertebrados (moluscos: <i>Viviparus souzai</i> , <i>Physa aridi</i> , <i>Musculium</i>), plantas (<i>Coníferas</i> , <i>Marsilea</i>).		
	Vertebrados – sapo (<i>Baurubatrachus pricei</i>), Marília Localidade saurópodes (<i>Titanosauria</i>), Serra da 2 terópodes (<i>Abelisauridae</i> , Galga <i>Carcharodontosauridae</i>).		/ 19°43'12.0"S 47°45'04.4"O
	Localidade 3 Vertebrados – peixes.	Marília / Serra da Galga	19°42'52.4"S 47°45'16.1"O
	Localidade 4 Vertebrados – saurópodes ("Megaloolithidae").	Uberaba	19°43'29,3"S 47°42'55,2"O
	Localidade 5 Vertebrados – saurópodes (<i>Titanosauria</i>).	Marília / Serra da - Galga	
	Localidade 6 Vertebrados – saurópodes (<i>Titanosauria</i>), ovos de dinossauros.	Marília / Ponte Alta, Serra da Galga	19°42'38,3"S 47°40'27,9"O

Município	Localidade Fósseis	Formação / Localização	
		Membro	(Latitude/Longitude)
	Localidade 7	Vertebrados – saurópodes (<i>Titanosauria</i> , <i>Dinosauria</i> Uberaba <i>indet.</i>).	19°45'29,00''S 47°53'53,5''O
	Localidade 8	Vertebrados – saurópodes (<i>Titanosauria</i> , <i>Dinosauria</i> Uberaba <i>indet.</i>).	19°43'16,5''S 47°57'30''O
	Localidade 9	Vertebrados – ovos de Marília / dinossauros. Serra da Galga	19°36'22''S 47°58'27,3''O
	Localidade 10	Vertebrados – terópodes Marília / (<i>Theropoda indet.</i>), peixes Serra da (<i>Osteichthyes indet.</i>). Galga	19°35'16''S 48°01'47''O
	Localidade 11	Vertebrados – saurópodes Marília / (<i>Sauropoda indet.</i>), terópodes Ponte Alta, 19°37'23''S (<i>Theropoda indet.</i>), Serra da 47°58'26''O vertebrados (<i>Vertebrata indet.</i>). Galga	
	Localidade 12	Vertebrados – saurópodes (<i>Sauropoda indet.</i>), terópodes (<i>Theropoda indet.</i>), vertebrados (<i>Vertebrata</i> Marília / <i>indet.</i>); invertebrados – Ponte Alta, 19°37'60''S moluscos (<i>Amblyochara sp.</i> , Serra da 47°27'01''O <i>Gobichara groberi</i> , <i>Chara sp.</i> , Galga <i>Llyocypris setembrinopetri</i> , <i>Llyocypris sp. I</i> , <i>Neuquenocypris minor</i> <i>mineira</i> , <i>Virgatocupris</i>	

Município	Localidade Fósseis	Formação / Localização	
		Membro	(Latitude/Longitude)
		<i>mezzalirai</i> , <i>Candonopsis</i> sp., <i>Gen. et sp. indet. 1</i>).	
		Vertebrados – saurópodes (<i>Sauropoda</i> indet.), terópodes (<i>Theropoda</i> indet.), vertebrados (<i>Vertebrata</i> indet.); invertebrados – Marília /	
	Localidade 13	moluscos (<i>Feistiella</i> cf. <i>Ponte</i> <i>globosa</i> , <i>Feistiella</i> cf. <i>costata</i> , Serra <i>Amblyochara</i> sp., <i>Nitellopsis?</i> Galga <i>sp.</i> , <i>Gobichara groberi</i> , <i>Chara</i> <i>sp.</i> , <i>Virgatocypris mezzalirai</i> , <i>Altanicypris australis</i> , <i>“Lycopterocypris angulta”</i>).	Alta, 19°37'42''S da 47°13'41''O
		Marília /	
	Localidade 14	Vertebrados – <i>Vertebrata</i> <i>indet.</i> .	Ponte Alta, 19°37'19''S Serra da 47°01'13''O Galga
		Vertebrados – tartarugas (<i>Chelonia</i> indet.), crocodilianos (<i>Crocodylia</i> <i>indet.</i>), saurópodes (<i>Titanosauria</i> , <i>Aeolosaurus</i>), terópodes (<i>Abelisauridae</i> , <i>Carcharodontosauridae</i> , <i>Theropoda</i> indet.).	
Prata	Localidade 1	Adamantina	19°27'26.0"S 49°14'42.6"O
	Localidade 2	Adamantina	19°27'28.3"S 49°14'41.9"O

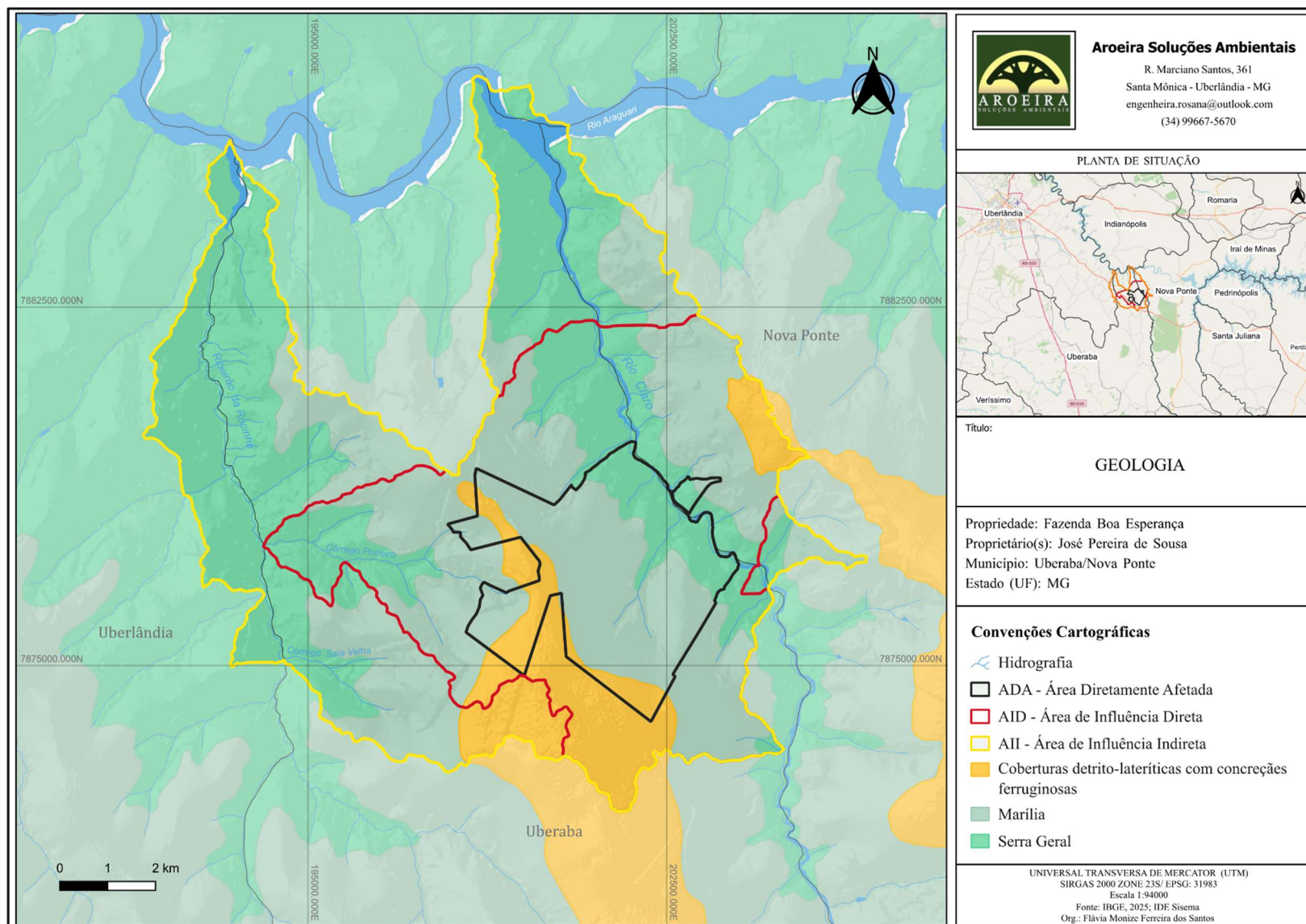
Município	Localidade	Fósseis	Formação / Localização	
			Membro	(Latitude/Longitude)
		crocodilianos <i>indet.</i>), (<i>Titanosauria</i>).	(<i>Crocodylia</i> saurópodes	
	Localidade 3	Vertebrados – (<i>Titanosauria</i>), (<i>Abelisauridae</i>).	saurópodes terópodes Adamantina	19°26'21.0"S 49°15'41.3"O
Campina Verde	Localidade 1	Vertebrados – (<i>Sauropoda indet.</i>).	saurópodes Adamantina	Desconhecida
		Vertebrados – (<i>Osteichthyes</i> <i>indet.</i>);	peixes <i>indet.</i>);	
Uberlândia	Localidade 1	invertebrados – (<i>Ostracoda indet.</i> , <i>indet.</i>); plantas (<i>Algaceae indet.</i>).	moluscos Adamantina	Desconhecida
Monte Alegre de Minas	Localidade 1	Vertebrados – (<i>Titanosauria indet.</i>); invertebrados – (<i>Mollusca indet.</i>).	saurópodes Marília	18°53'41"S 48°43'36"O
	Localidade 2	Vertebrados – (<i>Titanosauria indet.</i>).	saurópodes Marília	18°51'25"S 48°51'19"O
Iturama	Localidade 1	Vertebrados – (<i>Sphagesaurus huenei</i>).	crocodiliformes Adamantina	Desconhecida

11.2 - Aspectos paleontológicos locais

Na Área de Influência Indireta do empreendimento encontram-se presentes as litologias pertencentes a Cobertura Detrito-Lateríticas, a Formação Marília (Grupo Bauru) e Formação Serra Geral (Grupo São Bento), e conforme representados na Figura 52.

Conforme se pode notar no mapa geológico, a unidades Serra Geral encontram-se exposta nos vales fluviais do rio Claro e ribeirão da Rocinha, tanto na AII quanto na AID.

Figura 52 - Mapa geológico das áreas de influência do empreendimento Fazenda Boa Esperança e Varginha (AII, AID e ADA).



Nas áreas de influência do empreendimento, a Formação Marília ocorre apenas nas áreas de topo de morro e divisores de água. No entanto, não foram identificados afloramentos de seus litotipos devido ao extenso recobrimento por sedimentos detrítico-lateríticos de idade Cenozóica. Embora a unidade Marília esteja presente na região, não há registros na literatura científica especializada que indiquem a ocorrência de fósseis nessa porção dos municípios de Uberaba e Nova Ponte.

Os levantamentos de campo também não revelaram vestígios que sugerissem a presença de material fossilífero. Além disso, na área de influência do empreendimento, a unidade Marília apresenta-se com espessura reduzida, intensamente deteriorada e possivelmente com níveis estratigráficos ausentes, diferindo das áreas reconhecidamente fossilíferas da Bacia Bauru.

Já a Formação Serra Geral, presente nas porções de vales fluviais do rio Claro e Ribeirão da rocinha e de seus principais afluentes, é considerada afossilífera devido à sua origem vulcânica.

11.3 - Conclusão

Levantamentos de informações em fontes secundárias da área de paleontologia não resultaram em quaisquer menções às ocorrências fossilíferas nas áreas de influência do empreendimento.

Tal constatação é corroborada pelos levantamentos de campo realizados durante o período de elaboração do presente diagnóstico, não tendo sido encontrados quaisquer vestígios fossilíferos nas raras exposições de litotipos da Formação Marília.

12 - REFERENCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Atlas do Abastecimento de Água.*

Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=8>. Acesso em: 15 jan. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranaíba.* Brasília: ANA, 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Regiões Hidrográficas do Brasil.*

Disponível em: <https://www.ana.gov.br/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/parana>. Acesso em: 10 jan. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb).* Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em: 10 jan. 2025.

ALKMIM, F. F. O que faz de um cráton um cráton? O cráton do São Francisco e as revelações almeidianas ao delimitá-lo. In: MANTESSO-NETO, V. et al. (ed.). *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida.* São Paulo: Beca, 2004. p. 17-34.

ALKMIM, F. F.; BRITO-NEVES, B. B.; ALVES, J. A. C. Arcabouço tectônico do Cráton do São Francisco: uma revisão. In: DOMINGUEZ, J. M. L.; MISI, A. (eds.). *O Cráton do São Francisco.* Salvador: SBG/Núcleo BA-SE/SGM/CNPQ, 1993. p. 45-62.

ALKMIM, F. F.; MARTINS-NETO, M. A. A bacia intracratônica do São Francisco: arcabouço estrutural e cenários evolutivos. In: PINTO, C. P.; MARTINS-NETO, M. A. (Ed.). *Bacia do São Francisco: Geologia e Recursos Naturais.* Belo Horizonte: SBG-MG, 2001. p. 9-30.

ALMEIDA, F. F. M. O cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 7, p. 349-364, 1977.

ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth-Science Reviews*, v. 17, p. 1-29, 1981.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (ABAS). *Métodos para a descrição quantitativa de descontinuidades em Maciços Rochosos.* São Paulo: ABGE, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E

AMBIENTAL (ABGE). *Métodos para a descrição quantitativa de descontinuidades em maciços rochosos.* São Paulo: ABGE, 1983. 132 p.

AYOADE, J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos.* 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2003.

BAPTISTA, M. C. *Estratigrafia e evolução geológica da região de Lagoa Formosa (MG).* Dissertação (Mestrado em Geologia). Universidade Federal de Minas Gerais, 2004.

BARBOSA, O. et al. *Geologia do Triângulo Mineiro.* Rio de Janeiro: MME, 1970.

BATEZELLI, A. *Análise da sedimentação cretácea no Triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes.* Tese (Doutorado em Geociências). UNESP, 2003.

BECKER, M.; DALPONTE, J. C. *Rastros de mamíferos silvestres brasileiros.* 2. ed. Brasília: Universidade de Brasília, 1990.

BERTOL, G. A. *Avaliação da recarga anual no aquífero Bauru no município de Araguari, Minas Gerais.* Dissertação (Mestrado em Geologia). UFMG, 2007.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2 set. 1981.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 347, de 10 de setembro de 2004. Dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico. *Diário Oficial da União*, Brasília, 13 set. 2004.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 18 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água. *Diário Oficial da União*, Brasília, 21 mar. 2005 (alterada pelas Resoluções 410/2009 e 430/2011).

BRASIL. Decreto nº 6.640, de 7 de novembro de 2008. Dispõe sobre a proteção de cavidades naturais subterrâneas. *Diário Oficial da União*, Brasília, 10 nov. 2008.

BRITO NEVES, B. B. et al. The Brasiliano collage in South America: a review. *Brazilian Journal of Geology*, v. 44, n. 3, p. 493-518, 2014.

CAMPOS, J. E. G.; DARDENNE, M. A. Fácies Metamórficas do Grupo Araxá no Segmento Central da Faixa Brasília. *Geociências*, v. 34, n. 2, p. 201-215, 2015.

Aroeira - Soluções Ambientais
Telefones (34) 9.9667-5760
engenheira.rosana@outlook.com

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARANAÍBA. *Características gerais do rio Paranaíba.* Disponível em: <http://cbhparanaiba.org.br/a-bacia/clima>. Acesso em: 15 jan. 2025.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). *Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: 2006.* São Paulo: CETESB, 2007. (Série Relatórios).

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS (CODEMIG); CPRM. *Mapa geológico do Estado de Minas Gerais.* Escala 1:1.000.000, 2003. Disponível em: <http://www.codemig.com.br/uploads/mapag.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2025.

CPRM (SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL). *Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais.* Escala 1:1.000.000. Belo Horizonte: CPRM, 2021.

CPRM (SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL). *Mapa Hidrogeológico do Triângulo Mineiro: folha Araguari (MG).* Escala 1:100.000. Belo Horizonte: CPRM, 2022. Disponível em: <https://geosgb.cprm.gov.br/>. Acesso em: 10 jan. 2025.

DAEE (DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA). *Diagnóstico das águas subterrâneas no estado de São Paulo.* São Paulo: DAEE, 2005.

DAEE (DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA). *Relatório de produtividade de poços no Sistema Aquífero Bauru no noroeste mineiro.* São Paulo: DAEE, 2021. (Relatório Técnico RT-45/2021).

DARDENNE, M. A.; SCHOBENHAUS, C. *Geologia do Grupo Araxá na Faixa Brasília.* In: SCHOBENHAUS, C. et al. (Eds.). *Geologia do Brasil no Contexto da Plataforma Sul-Americana.* Brasília: DNPM, 2001.

FEAM (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE). *Diagnóstico de vulnerabilidade de aquíferos no noroeste de Minas Gerais: relatório final.* Belo Horizonte: FEAM, 2023. (Série Hidrogeologia, v. 12).

FREEZE, R. A.; CHERRY, J. A. *Groundwater.* Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1979.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS (CETEC). *Diagnóstico ambiental do Estado de Minas Gerais.* Belo Horizonte: CETEC, 1982. (Mapa Geomorfológico. Escala 1:1.000.000).

GOIÁS. Secretaria de Indústria e Comércio – Superintendência de Geologia e Mineração. *Hidrogeologia do Estado de Goiás e Distrito Federal*. Goiânia, 2006.

HIRATA, R.; FOSTER, S.; FERREIRA, L. M. *Aquíferos fraturados: métodos de investigação hidrogeológica*. 2. ed. São Paulo: Instituto de Geociências-USP, 2020.

IGAM (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS). *Atlas Hidrogeológico de Minas Gerais*. Belo Horizonte: IGAM, 2022.

IGAM (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS). *Monitoramento da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2013: resumo executivo*. Belo Horizonte: IGAM, 2014. 68 p.

IGAM (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS). *Monitoramento de águas subterrâneas no projeto Quilombo: relatório técnico 2021-2022*. Belo Horizonte: IGAM, 2023. (Série Águas Subterrâneas, n. 7).

IGAM (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS). *Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais*. 2006. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/PERH/perhnet.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2025.

INMET (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA). *Normais climatológicas do Brasil 1991-2020: estação Araguari-MG*. Brasília: INMET, 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 10 jan. 2025.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MINAS GERAIS. *Glossário de Termos Relacionados à Gestão de Recursos Hídricos*. Belo Horizonte: IGAM, 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Instrução Normativa nº 02, de 20 de agosto de 2009. *Métodologia de classificação do grau de relevância de cavidades naturais subterrâneas*. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav>. Acesso em: 15 jan. 2025.

NISHIYAMA, L. *Procedimentos de mapeamento geotécnico como base para análises e avaliações ambientais do meio físico, em escala 1:100.000: aplicação no município de Uberlândia - MG*. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 1998.

RADAM BRASIL. *Levantamento de Recursos Naturais*. Folha SE.22 Goiânia, v. 31, 1983.

RESENDE, M. et al. *Pedologia: base para distinção de ambientes*. 4. ed. Viçosa: NEPUT, 2002. p. 237-257.

SANTOS, H. G. dos et al. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, J. G. *Variabilidade Pluviométrica na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba-MG*. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Uberlândia, 2015. 86 p. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/16223>. Acesso em: 15 jan. 2025.

SEER, H. J. *Evolução tectônica dos Grupos Araxá, Ibiá e Canastra na sinforma de Araxá, Minas Gerais*. Tese (Doutorado em Geologia). Universidade de Brasília, 1999. 267 p.

SEER, H. J.; DARDENNE, M. A. Tectonostratigraphic terrane analysis on neoproterozoic time: the case study of the Araxá Synform, Minas Gerais, Brazil – implications to the collage of the Gondwanaland. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 30, n. 4, p. 1-14, 2000.

TEIXEIRA, W. et al. *Archean and Paleoproterozoic tectonic evolution of the São Francisco Craton, Brazil*. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31., 2000, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: CPRM, 2000. p. 101-137.

TODD, D. K.; MAYS, L. W. *Groundwater Hydrology*. 3. ed. Hoboken: Wiley, 2005.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. *Recursos Hídricos no Século XXI*. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. As múltiplas dimensões da crise hídrica. *Revista USP*, São Paulo, n. 106, p. 21-30, 2015.

UFV; CETEC; UFLA; FEAM. *Mapa de solos do Estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte: FEAM, 2010. Disponível em: <http://www.feam.br>. Acesso em: 15 jan. 2025.